

~~81.7~~
~~1.72.44~~

**ИНСТРУКЦИИ
ПО ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ ИЗДЕЛИЙ
И ПО НАВАРКЕ ТВЕРДЫХ СПЛАВОВ
НА БУРОВЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ**

90-120

ГОСГЕОИЗДАТ

1944

ИНСТРУКЦИИ ПО ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ ИЗДЕЛИЙ И ПО НАВАРКЕ ТВЕРДЫХ СПЛАВОВ НА БУРОВЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ

*Утверждено зам. председателя Комитета
по делам геологии при СНК СССР Г. К. Волосюк
27 июня 1942 года*



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
КОМИТЕТА ПО ДЕЛАМ ГЕОЛОГИИ ПРИ СНК СССР
МОСКВА 1944 ЛЕНИНГРАД

В настоящей работе, состоящей из двух инструкций, даются практические, инструктивные указания по термической обработке изделий из углеродистых и цементируемых сталей, а также по наварке и впайке твердых сплавов в различные буровые наконечники, применяемые в горно-буровом, геолого-разведочном деле.

ГОС. ПУБЛИЧНАЯ
НАУЧ.-ТЕХНИЧЕСКАЯ
БИБЛИОТЕКА ОСОР

3763 $\frac{18}{60}$

$\frac{Б}{1213}$

Редактор *И. А. Уткин*

Подписано в печать с матриц 4/IV 44 г. Л 41672 3,5 печ. л. 5 $\frac{1}{2}$ авт. л.
60 000 зн. в 1 печ. л. Тираж 3000 экз. Зак. типогр. № 200. Цена 4 руб.

Отпечатано с матриц в 3-й типографии «Красный пролетарий» треста «Полиграфкнига» Огиза при СНК РСФСР. Москва, Краснопролетарская, 16.

ПРЕДИСЛОВИЕ КО ВТОРОМУ ИЗДАНИЮ

Инструкции по термической обработке изделий и по наварке твердых сплавов на буровые инструменты составлены горным инженером М. В. Витторфом, научным сотрудником Всесоюзного научно-исследовательского геологического института.

Настоящее второе издание, исправленное и дополненное автором, отредактировано производственно-техническим отделом Комитета по делам геологии при СНК СССР.

Инструкции утверждены Комитетом по делам геологии при СНК СССР в 1942 г.

- ВВЕДЕНИЕ

Настоящая работа состоит из двух основных частей: Часть первая — «Инструкция по термической обработке», — в которой рассматриваются:

1) вопрос о правильном ведении различных процессов термообработки изделий из углеродистых и цементируемых сталей;

2) причины возникновения брака при термообработке, а также способы его исправления и борьбы с ним;

3) производство контроля готовой продукции;

4) правила техники безопасности при производстве термической обработки;

5) дается (в сжатом изложении) описание приборов и оборудования, применяемых при производстве термообработки.

Несмотря на то, что данная инструкция предназначена для термообработки в геолого-разведочных условиях, где до сих пор этот процесс ведется при самом примитивном оборудовании, дающем много брака, в этой работе указано также надлежащее оборудование при термообработке (печи, ванны) и правила ведения работ при его применении. Это сделано в том предположении, что в ближайшем времени, если не легкие полевые разведочные партии, то мастерские крупных стационарных партий и геологических управлений должны быть снабжены требующимися для надлежащего ведения процесса оборудованием и приборами.

Часть вторая — «Инструкция по наварке твердых сплавов на буровые инструменты» — дает практические, инструктивные указания, как правильно производить наварку и впайку твердых сплавов в различные буровые наконечники, применяемые в горно-буровом геолого-разведочном деле.

Часть первая

ИНСТРУКЦИЯ ПО ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ

I. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ И МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ИЗДЕЛИЙ, ПОДВЕРГАЮЩИХСЯ ТЕРМООБРАБОТКЕ

1. Под термической обработкой подразумевается ряд операций, состоящих из нагрева и охлаждения металла или сплава, находящегося в твердом состоянии.

2. Целью термической обработки является изменение свойств металла или сплава, не исчезающее при прекращении теплового воздействия.

3. Термическая обработка является основной операцией в деле изготовления различных инструментов и предметов оборудования и служит для придания им основных и самых существенных свойств, а именно: а) твердости, б) высокого сопротивления износу в) вязкости и г) прочности.

4. Обычно бывает желательно и даже необходимо как можно точнее сохранить форму, размеры и поверхность обрабатываемого изделия.

Углеродистые стали

1. Сталь является сплавом железа с углеродом.

2. В зависимости от процентного содержания углерода, стали подразделяются на следующие сорта:

1) сталь с содержанием углерода (С) от 0,04 до 0,1—0,2%, не принимающая закалки; этот сорт идет на

Изготовление цементируемых изделий и носит название цементируемой стали;

2) сталь с содержанием углерода от 0,2 до 0,5% принимает закалку при высокой температуре и очень быстром охлаждении;

3) сталь с содержанием углерода от 0,5 до 1,5%, носящая название инструментальной стали.

3. На практике сталь с содержанием более 1,5% углерода обычно не применяется, так как дальнейшее повышение содержания его в стали делает последнюю слишком твердой и вместе с тем очень хрупкой, способной легко крошиться от ударов или быстрой резки, что, разумеется, является уже отрицательным свойством.

4. Стали в зависимости от содержания углерода подразделяются на три класса:

- I класс: содержание С от 0,1 до 0,86⁰/₀ — доэвтектоидные
- II » » » 0,9⁰/₀ — эвтектоидные
- III » » » более 0,9⁰/₀ — заэвтектоидные

5. Инструментальные стали отмечаются на практике номерами, обозначающими число десятых долей процента содержания углерода, например, сталь с содержанием 0,5% С обозначается — сталь № 5; 0,6% С — сталь № 6 и т. д.

Таблица 1

ОСТ	Марка	№ стали	Содержание углерода (С), %	Качество стали	Температура закалки, °С
4125	6 норм.	6	0,55—0,69	Мягкая	800—820
4956	V 7A	7	0,70—0,79	Устойчивая	780
4956	V 8A	8	0,80—0,89	Устойчиво-твердая	780—765
4956	V 9A	9	0,90—0,99	Среднетвердая	755—765
4956	VI 10A	10	1,00—1,09	Твердая	780
4956	V 12A	11	1,10—1,19	Высокотвердая	760—780
4958	X 05	12	1,20—1,35	»	750—770
4958	X Г	14	1,36—1,49	Исключительно высокотвердая	770

6. В приводимой на стр. 6 табл. 1 даются некоторые сведения по инструментальным сталям.

7. В некоторых случаях, особенно в полевой обстановке, определение сорта стали встречает некоторые затруднения.

Это приближенное определение возможно получить при пробе стали на шлифовальном камне.

Всякая сталь при точке на наждачном точиле дает искру. Для того, чтобы более или менее точно судить по искре о качестве стали, необходимо ее испытывать совместно с другой, уже известной сталью, причем условия испытания должны быть в обоих случаях совершенно одинаковыми. Испытание необходимо производить в темноте.

При наблюдении за искрами следует обращать внимание: 1) на длину искр, 2) на количество и характер капель и звездочек и 3) на окраску их.

На фиг. 1 показаны образцы искр следующих сортов стали:

1) сталь малоуглеродистая, содержащая до 0,25% углерода (относящаяся к классу цементируемых сталей), — искры располагаются в виде прямых светлых линий с небольшим количеством капель и звездочек (фиг. 1, а);

2) углеродистая сталь, содержащая 0,5—0,8% углерода, — светлые искры, состоящие из звездочек, вылетающих в большом количестве и в различных направлениях (фиг. 1, б);

3) углеродистая инструментальная сталь с 0,9—1,2% углерода, — сноп светложелтоватых искр, состоящих из звездочек, образующихся во всех направлениях (фиг. 1, в);

4) быстрорежущая сталь нормального состава — пучок капель темнокрасного цвета; звездочек не образуется (фиг. 1, г).

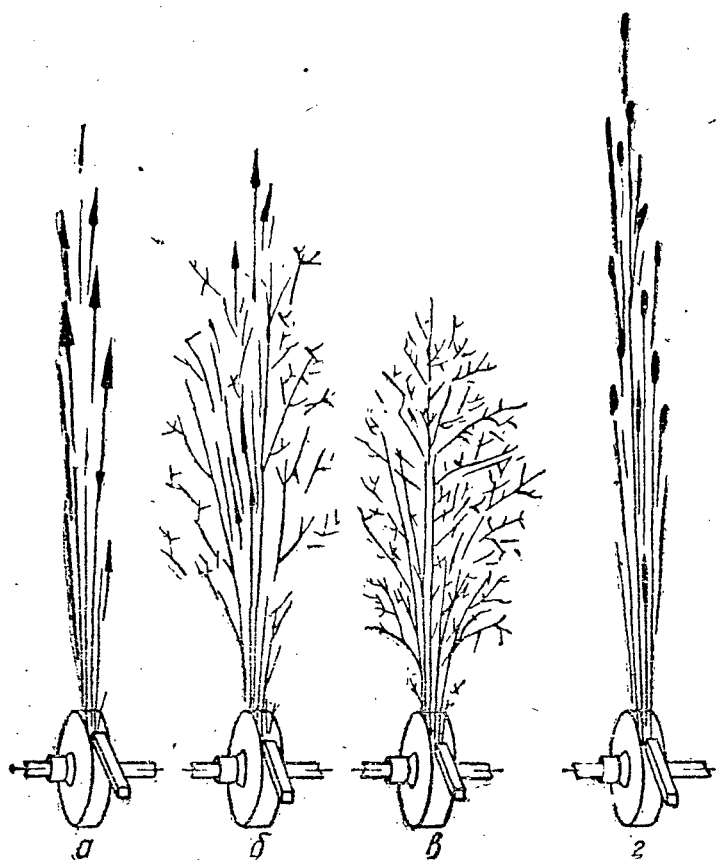


Рис. 1. Различный вид искр, вылетающих при шлифовании стали различных химических составов.

II. ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ИЗДЕЛИЙ ИЗ УГЛЕРОДИСТЫХ СТАЛЕЙ

1. При производстве термообработки сталей необходимо строго соблюдать следующее основное правило: не допускать перегрева и недогрева изделий, так как от этого зависит исход правильной термообработки.

2. Процесс термообработки углеродистых сталей состоит из отжига, закалки и отпуска.

3. Для правильного проведения термообработки стали необходимо знать ее химический состав и важнейшие элементы, как-то: верхнюю и нижнюю критические температуры (или точки), т. е. температуры, при которых при нагреве или охлаждении тела в нем происходят какие-либо физические или химические изменения.

4. Стали с содержанием 0,80, 0,75, 0,70 и даже 0,65—0,60% углерода имеют как бы одну критическую точку, так как нижняя и верхняя точки сливаются в одну.

5. Критическая температура нагрева зависит от химического состава стали: увеличение содержания в стали углерода понижает критическую температуру, а уменьшение содержания углерода повышает последнюю.

6. Колебания критической температуры углеродистой стали с содержанием 0,60—0,90% углерода весьма незначительны.

7. В результате термообработки сталь получает на известную глубину от поверхности необходимую твердость и стойкость.

Рассмотрим подробно производство отжига, закалки и отпуска.

Отжиг

1. Всякое изделие; прежде чем оно попадает в закалку, подвергается обычно многочисленным механическим обработкам: ковке, резке, стружке, точке и т. п. Из этой обработки стальное изделие выходит чаще всего с неодинаковой во всех своих точках плотностью, а это оказывает очень большое влияние на результат закалки. Образующиеся при механической обработке внутренние напряжения сильно способствуют короблениям и разрывам изделий при закалке. Изделия перед

закалкой должны подвергаться отжигу. Отжигу же следует подвергать и стальное литье.

2. Отжиг стали имеет целью:

1) уничтожить внутренние напряжения, возникающие в стали после горячей механической обработки (ковка, прокатка, штамповка);

2) уничтожить внутренние напряжения, возникающие в стали вследствие наклепа после каждой механической обработки;

3) умягчить сталь до такого состояния, при котором она будет легко обрабатываться инструментом;

4) улучшить и привести в надлежащее состояние структуру стали с целью подготовки ее к последующей термической и механической обработке.

3. Отожженная сталь а) легко обрабатывается режущим инструментом на станках при механической обработке, б) легко пилится и рубится при слесарных работах.

4. Отжиг состоит из двух основных операций: нагрева и медленного охлаждения либо в остывающей печи, либо в плохо проводящей тепло среде.

Нагрев

1. Для производства отжига надо нагреть сталь выше верхней критической точки и с этой температуры вести медленное охлаждение.

2. Правильной температурой отжига сталей с содержанием 0,1—0,86% углерода будет температура, соответствующая верхней критической ее точке плюс 20—30° С.

Практически эта температура для отжига стальных отливок колеблется в пределах от 850 до 930° С (более высокая температура необходима для сталей с меньшим содержанием углерода и более низкая — для более углеродистых).

3. Сталь с содержанием углерода более 0,9% следует во избежание перегрева нагревать до температуры, близкой к нижней критической точке и не выше 780° С.

4. Опытными данными установлено, что наилучшие свойства инструментальной стали получаются при температуре отжига от 760 до 850° С.

5. Нагрев необходимо вести медленно и равномерно до требуемой температуры, избегая ее внезапных изменений.

6. Крупные изделия из углеродистых инструментальных сталей должны:

1) прогреваться со скоростью 0,75—1,0 час на каждые 25 мм диаметра или толщины;

2) выдерживаться на должной температуре для полного сквозного прогревания и выравнивания структуры в течение $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$ времени, требующегося для нагрева; длительность выдержки должна увеличиваться с увеличением веса загрузки и содержания специальных примесей в стали;

3) во многих случаях время нагрева можно сократить, но предварительно необходимо экспериментально проверить безопасность такого сокращения.

Производство нагрева в горне

1. При нагреве в горне лучше всего в качестве горючего применять древесный уголь, кокс или нефтяной газ.

2. Применение курного угля крайне нежелательно, так как содержащаяся в нем сера оказывает вредное влияние на сталь: последняя может поглотить серу и сделаться краснеломкой, причем на поверхности ее появятся мягкие пятна, т. е. места, не принимающие закалки.

3. Необходимо следить, чтобы сталь во время

нагревания находилась все время в восстановительной¹ или нейтральной среде; следовательно, сталь должна быть окружена углем.

4. Уголь желательно перед засыпкой в горн смачивать водой, чем достигается образование над накаливаемой сталью сводиков, предохраняющих от окисляющего² действия воздуха.

5. Это удается делать при нагреве деталей простой формы.

6. В случае нагрева деталей сложной формы, обладающих склонностью к неравномерному нагреву, надлежит часто их переворачивать, чем исключается возможность образования над ними свода. Здесь необходимо следить, чтобы деталь была со всех сторон покрыта углем.

7. Необходимо, чтобы топливо состояло из мелких кусков одинаковой величины; это даст возможность равномерно охватывать жаром всю поковку, воздух же мехов на нее не будет попадать.

8. Во избежание появления окалины, что может случиться при плохом покрытии углем детали, при излишней медленности нагревания и при соприкосновении детали со стенками печи, рекомендуется, поскольку окалина препятствует закалке, обсыпать поверхность металла поваренной или кровяной солью, порошком графита и др.

9. При нагреве изделий с острыми кромками, которые наиболее подвержены перегреву, как, например, буры, различные долотья и т. п., рекомендуется во время нагревания несколько раз вынимать нагреваемый предмет из горна для выравнивания температуры.

¹ Восстановительная среда характеризуется недостатком кислорода. При внесении в восстановительное пламя холодного предмета появляется копоть.

² Окислительная среда характеризуется избытком свободного кислорода. Пламя в окислительной среде имеет синий цвет.

Производство нагрева в полевых условиях

1. Для нагрева изделий в полевых условиях развездочных партий применяются переносные кузнечные горны. Ввиду незначительных размеров последних в них возможен лишь нагрев изделий, имеющих небольшие размеры. Иногда же, при условии надлежащего качества термообработки, возможен нагрев не всего изделия, а лишь части его (долотья, змеевики и т. п.).

2. Конструкция походного горна весьма несложна. Горн состоит из металлического стола, с одной стороны которого имеется приспособление для дутья. Оно осуществляется при посредстве вентилятора, приводимого в действие ножным приводом.

3. Правила ведения нагрева те же, что описаны выше.

Производство нагрева в печах

1. При пользовании для нагревания печами необходимо руководствоваться, помимо изложенных выше правил ведения нагрева, еще и следующим:

1) пламя в печи должно быть видимым и слегка коптить, чтобы холодный металлический предмет, внесенный в это пламя, покрылся через пять секунд налетом сажи;

2) невидимое бесцветное или синее пламя, а также отсутствие налета сажи на внесенном металлическом предмете указывают на окислительную атмосферу в печи; ввиду сгорания в этом случае углерода с поверхности стали и образования окалины, сталь теряет способность принимать закалку.

2. Температура в горне должна, как правило, поддерживаться выше требуемой температуры нагрева изделия приблизительно на 100°C .

3. Если измерения производятся пирометром, то необходимо учитывать, что разница между показаниями пирометра и температурой стали составляет $25\text{--}30^{\circ}\text{C}$.

Гамма цветов каления

1. Самым точным способом измерения температуры является пирометрический. Наиболее же просто определяется температура

Таблица 2

Цвет	Температура, °C
Начало покраснения	470
Темнокрасный	550—625
Вишнево-красный	700
Светлокрасный	850
Желтый	950—1000
Светложелтый (соломенный)	1050
Яркий светложелтый	1100
Белый	1150

(так как в этом случае не требуется приборов) способом нагрева по цвету раскаленного металла. Особенно этот способ распространен в полевой обстановке.

Для большей точности при работе этим способом необходимо полутемное помещение.

Таблица 3

Цвет	Ориентировочная температура, °C
Бурый	600
Светлобурый	650
Темновишневый	700
Вишневый	750
Светловишневый	850
Темнооранжевый	950
Оранжевый	1 050
Светлооранжевый	1 150
Белый	1 250
Ослепительно-белый	1 300

2. Цвета раскаленной углеродистой стали и соответствующие им температуры приводятся в табл. 2 и 3, причем в табл. 2 они даны по опытам *Howe* (1900 г.), а в табл. 3 — по опытам 1929 г. в Криворожье над углеродистой сталью (C — 0,80 — 0,90 %).

Охлаждение

1. После нагрева и достаточной выдержки при температуре отжига при температуре отжига (в течение $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$ времени, требуемого для нагрева) поковка вынимается из печи и подвергается охлаждению в среде с малой теплопроводностью.

2. Отжиг лучше всего производить в песочной ванне с сухим песком, а также в гашеной извести.

3. Хуже производить охлаждение на воздухе, так как, вследствие присутствия кислорода, сталь теряет углерод. Если все же приходится охлаждение вести на воздухе, то нельзя допускать сквозняков.

4. Чем медленнее охлаждение, в особенности при переходе через интервал критических температур, тем мягче получается сталь.

5. Чем выше содержание специальных примесей в стали, тем медленнее должно вестись охлаждение.

6. Если преследуется цель повышения механических свойств стали, то рекомендуется скорость охлаждения в критическом интервале температур увеличить.

7. Однако сильно увеличивать скорость охлаждения нельзя, так как это может вызвать значительное внутреннее напряжение, особенно если оно имеет сложную форму в изделии.

8. Наибольшей технически приемлемой скоростью охлаждения (в интервале $900-700^{\circ}$), повидимому, является скорость порядка $30-120^{\circ}$ в минуту. Первая цифра относится к высокоуглеродистой, а вторая — к малоуглеродистой стали. Скорость охлаждения в $30-120^{\circ}$ С в минуту для не очень больших изделий достигается при охлаждении на воздухе.

Причины, вызывающие дефекты отжига

1. Слишком высокая температура нагрева.
2. Слишком продолжительная выдержка.
3. Изменение химического состава поверхностного слоя.

1. Превышение нормальной температуры нагрева приводит к следующему:

1) сталь становится перегретой и снижается ее вязкость, а также укрупняется зерно;

2) перегретую сталь можно исправить путем повтор-

ного правильного отжига, перековки или закалки с последующим отжигом;

3) превышение температуры отжига до температуры желто-белого каления, при которой металл начинает искрить, вызывает крайне опасное явление пережога; в этом случае, помимо чрезвычайного укрупнения зерна, происходит выгорание металла;

4) пережженная сталь становится рыхлой и хрупкой; исправить такую сталь уже никакими средствами невозможно.

2. Слишком большая выдержка может вызвать те же явления, что и перегрев.

3. Изменение химического состава с поверхности:

1) изменение химического состава поверхностного слоя происходит как следствие соприкосновения нагретой до высоких температур поверхности стали с горючими газами, воздухом, водяным паром или солями, присутствующими в атмосфере печи; в результате происходит окисление железа и выгорание углерода;

2) полностью окисленный, хрупкий слой носит название окалины; для дальнейшей обработки изделия он должен быть удален при помощи зубила;

3) обезуглероживания можно избежать, производя нагрев в чугунных стружках;

4) обезуглероженную поверхность, обладающую отрицательным свойством — неприятием закалки, можно исправить путем цементации, т. е. насыщения поверхности стали углеродом (см. раздел «Цементация»).

Н о р м а л и з а ц и я

1. Нормализация применяется для снятия напряжений и улучшения структуры металла изделия после его механической обработки (ковка, штамповка).

2. Под нормализацией понимается такой термический процесс, при котором сталь нагревается выше верхней критической точки обычно на $50-60^{\circ}$, а затем охла-

ждается на спокойном воздухе. Практически температура нагрева для сталей с содержанием от 0,25 до 0,75% углерода колеблется в пределах от 810 до 880° С.

3. При нормализации малоуглеродистых сталей после ихковки, штамповки и прокатки достигается следующее:

1) сталь делается более мелкозернистой и лучше воспринимает последующую закалку;

2) сталь получает повышенные механические свойства (увеличивается ее тягучесть и вязкость);

3) изделие становится по микроструктуре и механическим свойствам более однородным во всех своих частях.

4. Проведение нормализации особенно важно при термообработке долотьев, буров и других буровых инструментов, которые при их термической обработке подвергаются ковке.

Закалка

1. С целью придания изготовленному изделию надлежащей твердости его подвергают закалке, т. е. высокому нагреву до определенных температур, с последующим быстрым охлаждением.

Нагревом достигается то строение стали, которое обуславливает наибольшую твердость, причем путем быстрого охлаждения это строение закрепляется.

На качество изделий огромное влияние оказывает скорость нагрева перед закалкой. В особенности это относится к изделиям, имеющим фигурную форму, а также и к изделиям, изготовленным из специальных сортов стали. В сложных по форме изделиях, имеющих тонкие и толстые части, первые прогреваются быстро, для прогрева же толстых частей требуется значительное время. Такое неравномерное нагревание влечет за собой неодинаковое увеличение объема изделия, что служит причиной появления в металле напряжений, вызывающих иногда и трещины.

2. Процесс закалки состоит, как это было уже сказано, из двух основных частей: 1) нагрева и 2) быстрого охлаждения.

3. После того как изделие, требующее закалки, будет надлежащим образом заправлено механически (например, в бурах будут заправлены надлежащим образом головки, в долотьях — лезвия и т. п.), ему дают остыть и затем вновь нагревают для последующего производства закалки.

4. Закалка стали сразу после заправки, без надлежащего нагрева, не должна производиться.

Т а б л и ц а 4

Содержание углерода в стали, ‰	Температура нагрева, °С
0,30—0,40	850—880
0,65—0,80	790—845
0,80—0,95	765—795
0,95—1,10	755—775
1,10 и выше	750—770

Т а б л и ц а 5

Содержание углерода в стали, ‰	Температура нагрева, °С
До 0,20—0,35	840—870
» 0,35—0,50	815—840
» 0,50—0,80	780—815
» 0,80—0,90	760—780

5. Получение закалки хорошего качества зависит: от нагревательных приборов, от охлаждающих веществ, в которых производится закалка, от качества стали и от правильного соблюдения технологического режима термообработки.

6. Нагрев стали под закалку должен быть равномерным; причем нельзя допускать образования окалины, для чего необходимо следить, чтобы во время нагрева на детали не попадал воздух.

7. Правила производства нагрева перед закалкой те же, что и для отжига (см. раздел «Отжиг»).

В табл. 4 (на основании данных американской практики) и в табл. 5 (по данным отечественной практики) указывается температура нагрева стали перед закалкой в зависимости от содержания в ней углерода.

8. Как видно из этих двух таблиц, температуры, необходимые для нагрева под закалку, даются в известных интервалах. При пользовании этими данными необходимо иметь в виду следующее:

- 1) изделия больших размеров нагреваются до высшей температуры этого интервала;
- 2) мелкие изделия нагреваются до низшего предела температуры того же интервала;
- 3) чем выше процентное содержание углерода в стали, тем ниже температура нагрева ее под закалку.

9. Для получения правильных результатов закалки стали должен быть известен химический состав ее. Но в полевых условиях сведений о составе стали часто не имеется. Для определения того, до какой температуры следует нагревать под закалку данную сталь, применяют способ непосредственного определения наивыгоднейшей температуры закалочного нагрева. В этом случае поступают так:

- 1) конец стального стержня выковывают из того сорта стали, который надо испытать, в виде бруска длиной 100 мм и в поперечнике 15 мм;
- 2) этот брусок надрубают неглубоко поперек в десяти местах и помещают в горн;
- 3) первая крайняя зарубка должна приходиться против сопла;

4) нагревание производится медленно, сначала без дутья; затем нагревание постепенно усиливают;

5) жар требуется увеличить настолько, чтобы металл на первом от конца кусочке накалился добела и отделял бы искры;

6) цвета калиения надрубленных десяти кусков будут различны: от белого и ярко светложелтого до бурого, переходя через вишневый и вишнево-красный;

7) хорошо заметив распределение цветов калиения, стержень для пробной закалки быстро погружают в чистую холодную воду с температурой $[\pm 18, \pm] 20^{\circ} \text{C}$;

8) затем производят изломы по зарубкам; сравнивая изломы всех надрубленных кусков, замечают разницу в структуре стали для каждой степени нагрева, характеризуемого цветом калиения;

9) первый кусок будет иметь крупнозернистый излом, блестяще-серебристого цвета, что характеризует сильно сожженную сталь;

10) второй кусок будет иметь в изломе тоже довольно крупное зерно, хорошо заметное на-глаз, что указывает на перегретость стали;

11) продолжая осматривать поочередно все изломы, доходят до того места, где сталь уже имеет требуемую структуру;

12) зная цвет калиения данного куска, в дальнейшем производят нагрев стали до этого цвета; так поступают, когда химический состав употребляемой стали не известен.

Этот способ имеет значительное распространение при закалке буров на горно-разведочных работах.

10. Нагрев стали под закалку должен проводиться до необходимой температуры, т. е. немного выше критической.

11. При нагреве до температуры, близкой к верхней критической, сталь теряет свои магнитные свойства.

12. Этим ее свойством пользуются на практике для установления требуемой температуры нагрева, причем эту температуру определяют не термоприборами, а при помощи магнитной стрелки, что значительно упрощает эту операцию в полевых условиях.

13. Применяя магнитную стрелку для измерения температуры, необходимо следить за тем, чтобы стрелка не оказалась прихваченной клещами или крючком, которыми удерживают нагреваемый предмет.

14. Потеря магнитных свойств стали при нагреве до температуры, нужной для закалки, облегчает определение достаточности этого нагрева, так как:

1) в случае недостижения температуры, необходимой для закалки, сталь магнитна;

2) при превышении этой температуры сталь вновь становится магнитной.

15. Закалка углеродистой стали связана с резким изменением температуры металла, а это в результате тех внутренних напряжений, которые возникают между отдельными слоями изделия, может привести к появлению трещин. Чем крупнее изделие, тем эти напряжения сильнее. Поэтому крупные сплошные изделия не поддаются закалке. Наоборот, полые изделия выдерживают закалку гораздо легче. Появление трещин при закалке — один из самых распространенных и трудно устранимых видов брака в термической обработке. При этом надо помнить, что очень часто трещины появляются не в самый момент закалки, а значительно позднее и иногда без всякой видимой причины.

Из сказанного следует, что при закалке надо всячески стремиться к возможно более равномерному охлаждению изделий.

16. При всякой закалке приходится считаться и с тем, что объем изделия увеличивается, причем это увеличение не распространяется равномерно на все части изделия. Общая закономерность такова, что изделие

расширяется перпендикулярно своим наибольшим граням и укорачивается по другим направлениям.

Во избежание неравномерного изменения размеров и связанного с этим коробления необходимо по возможности:

1) все изделия погружать при закалке в жидкость вдоль главной оси симметрии;

2) все цилиндрические изделия (буры, метчики и т. п.) погружать вертикально.

Выбор охлаждающей среды

1. Выбор надлежащей охлаждающей среды и ее температуры имеет большое значение для закалки. Состав стали, форма и размеры изделий должны учитываться при выборе охлаждающей среды. Чем больше в стали содержится углерода и чем тоньше изделие, тем сильнее получается закалка.

2. Основное правило закалки: не охлаждать изделия очень резко, если это не обусловлено необходимой твердостью. Резкая закалка способствует образованию сильных напряжений и трещин.

3. Вода с температурой $15-20^{\circ}\text{C}$ дает наиболее сильную закалку. Применять воду с температурой ниже $15-20^{\circ}$ нельзя, так как при более низких температурах вода не увеличивает твердости изделий, а, наоборот, лишь способствует появлению в них трещин.

4. Кипяток совершенно не дает закалки.

5. Насыщенный раствор поваренной соли (а также растворы других солей) также дает сильную закалку.

6. Глинистый раствор является довольно мягкой закалочной средой.

7. «Жесткость» (присутствие солей кальция, магния) воды вредит закалке. Поэтому «мягкая» вода (кипяченая, дождевая и бывшая уже в употреблении), содержащая небольшое количество солей, закаляет лучше,

чем сырая вода или вода из водопровода. NaCl и кислота устраняют жесткость воды; поэтому насыщение ими оказывает усиливающее действие воды при закалке.

8. Подкисленная вода вызывает ржавление изделий. Во избежание этого, изделия должны быть промыты в содовой воде.

9. Присутствие в воде извести, мыла, квасцов и глицирина понижает ее закаливающую способность.

10. Масла закаливают слабее воды. Для закалки должны применяться чистые масла, не имеющие сернистых соединений. Они не должны осмаливаться, так как осмаливание влечет за собою излишний расход масла (оно будет оставаться на изделии).

Для примера в табл. 6 приводится числовая характеристика твердости, получаемой при закалке в различных жидкостях, для стали состава: 0,51% С, 0,2% Si, 0,98% Mn, 0,034% S, 0,034% P после закалки при 800°C:

Таблица 6

Закаливающая жидкость (20°)	Число твердости		Приращение твердости, %
	до закалики	после закалки (твердость по Бринеллю)	
Вода	215	600	180
Сурепное масло	215	360	68
Машинное масло «Л»	215	315	47
Веретенное масло «2»	215	312	45
Цилиндровое масло «2»	215	290	35
Мазут «А»	215	292	36

Брак при закалке и основные правила его предупреждения

1. Дефекты закалки могут быть не зависящими и зависящими от калильщика.

2. Не зависящими от калильщика дефектами являются:

1) недостаточная твердость изделия вследствие неправильного выбора стали для этого изделия: инструмент, сделанный из мягкой, малоуглеродистой стали, не может иметь достаточной твердости, так как мягкая сталь не принимает закалки; ввиду этого инструмент, подлежащий закалке, нельзя изготовлять из мягких сталей;

2) неудовлетворительная закалка вследствие неудачной формы изделия, не дающей возможности провести надлежащую закалку;

3) трещины, имеющие темный оксидированный излом или грубое волокнистое строение, подобное строению древесины, и возникшие ранее закалки или происшедшие от неправильной последующей обработки (например заточки).

3. Зависящими от калильщика являются следующие дефекты:

1) Трещины. Они представляют собой один из существенных недостатков закаленного тела и происходят из-за несоблюдения при закалке установленного технологического режима. Приведем описание трещин, возникающих в изделиях по указанной причине:

а) поверхность излома покрыта ржавчиной; трещины образовались от слишком резкого и неравномерного охлаждения инструмента в воде;

б) крупнозернистый излом, указывающий на перегрев стали, что вызвало уменьшение ее прочности;

в) трещины около тонких выступающих частей изделия, указывающие на применение слишком быстрого и неравномерного нагрева при закалке и неравномерного охлаждения.

Появлению трещин также способствует сложная форма изделия с непостоянной величиной поперечного сечения и предварительная механическая обработка. Чем больше изделие подвергалось предварительной обработке, тем больше у него предрасположения к тре-

щинам. Средством против этого служит правильно проведенный отжиг, который устраняет полученные при обработке вредные напряжения.

2) Коробление, наблюдающееся в изделиях по одной из следующих причин:

- а) неравномерное нагревание;
- б) внутренние напряжения, не устраненные предварительным отжигом;
- в) несоблюдение правил погружения изделия в закалочную жидкость.

3) Недостаточная твердость изделия после закалки, причем этот дефект может наблюдаться в одних случаях по всей закаливаемой поверхности, а в других — только в некоторых местах ее.

Причинами недостаточной твердости по всей поверхности могут служить:

- а) низкая температура нагрева при закалке;
- б) слабое действие охлаждения;
- в) обезуглероживание наружного слоя изделия во время нагрева.

Причинами недостаточной твердости некоторых частей закаливаемой поверхности могут служить:

- а) местное выгорание углерода или заимствование углерода по время нагрева;
- б) недостаточно энергичное омывание поверхности во всех ее частях охлаждающими средствами;
- в) окалина и частицы грязи, свинца или пузырьки газа, остающиеся при охлаждении на поверхности изделия и препятствующие во время охлаждения отводу тепла; аналогичное действие оказывают клещи, которыми изделие удерживается во время закалки.

4. Для уменьшения напряжений и коробления при закалке следует применять прием «закалки с подстуживанием». Он заключается в том, что нагретое до нужной температуры изделие перед погружением в закалочную

жидкость несколько подстуживается на воздухе (для снижения температуры на 50—80° С).

5. Для получения от закалки благоприятных результатов необходимо выполнение следующих условий:

1) масса охлаждающей ванны должна быть достаточно велика; это необходимо для того, чтобы при частой закалке температура жидкости сильно не повышалась и не ослабляла по этой причине закалки;

2) действие охладителя должно быть достаточно длительно; это необходимо потому, что при погружении в ванну быстро охлаждается лишь поверхность изделия, а отвод тепла из сердцевины происходит довольно медленно; чем толще изделие, тем длительнее должно быть охлаждение, так как при недостаточно длительном охлаждении толстого изделия его наружный слой сначала закаливается хорошо, но затем под действием теплоты сердцевины отпускается и теряет свою твердость.

6. Для изделий из инструментальной стали, закаливаемой в воде, после резкого охлаждения в последней, рекомендуется окончательное охлаждение производить в масле. Детали при этом должны оставаться в воде весьма короткое время: например тонкие детали — около 1 сек. Вообще нужен большой опыт и привычка, чтобы правильно установить это время. Между тем даже небольшие ошибки могут оказаться опасными: при слишком большой продолжительности охлаждения получают трещины, при слишком малой — недостаточная твердость. Прекращение дрожания и звенящего звука раскаленного изделия указывает момент, когда изделие должно быть перенесено из воды в масло.

7. Скорость охлаждения зависит от свойств охлаждающей жидкости и от взаимного относительного движения изделия и жидкости:

1) для правильного охлаждения необходимо, чтобы и изделие и жидкость все время были в движении;

этим достигается равномерная температура окружающей предмет жидкости и устраняется возможность получения изделий с неравномерной твердостью; чем быстрее движение, тем резче охлаждение;

2) на практике при закалке мелких предметов обычно движется изделие, при закалке крупных изделий движется жидкость;

3) для закалки инструменты (и другие изделия, чувствительные в отношении коробления) вводятся в ванну всегда в определенном направлении и перемещаются по ванне; после исчезновения цветов каления изделие можно перенести в ванну более мягкого действия;

4) погружение изделия в ванну должно производиться рывком, что дает повсюду достаточную твердость и приводит к минимуму коробления.

Отпуск

1. Под отпуском подразумевается вторичный нагрев металла после его закалки до температуры гораздо более низкой, чем нижняя критическая ее точка, с последующим охлаждением (медленным или быстрым).

2. Изделия подвергаются отпуску для устранения вредных внутренних напряжений и для увеличения вязкости металла. Ослабление напряжений связано с некоторой потерей твердости, но на это приходится идти, так как неотпущенная сталь слишком хрупка.

3. В табл. 7 указывается потеря твердости при отпуске для различных температур.

4. Необходимая для отпуска температура колеблется в пределах от 50 до 285° С и очень редко доходит до 325° С.

Таблица 7

Температура, °С	Потери твердости, %
100	2,5
200	14,0
300	41
400	70
500	87,0
600	97,5

5. Температура отпуска должна быть тем выше, чем большую вязкость стали желают получить, учитывая, например, удары при работе бурового инструмента.

6. Отпуск изделия должен следовать непосредственно за закалкой, иначе закаленное изделие может дать трещины под действием внутренних напряжений.

7. Нагрев для отпуска не должен быть очень быстрым.

8. Способы производства отпуска приводятся ниже.

Отпуск на цвет побежалости

В полевой обстановке геолого-разведочных работ и в недостаточно оборудованных мастерских приходится пользоваться отпуском на цвет побежалости, хотя это вообще не особенно надежный метод; однако, поскольку он не требует для своего проведения специального оборудования, его удобно применять в полевой обстановке¹.

Таблица 8

Температура, °С	Цвета побежалости			
	желтый	коричневый	пурпурно-красный	темносиний
	Время, мин.			
200	0	49	—	—
220	3	33	63	—
250	1	10	39	—
275	0,5	3	11	27

¹ Появление на поверхности стали цветов побежалости является результатом легкого окисления этой поверхности от нагрева при низких температурах. Ненадежность метода заключается в том, что цвета эти могут появляться независимо от того, прогрелась ли до нужной температуры вся масса изделия или же прогрелись только одни поверхностные слои.

Поэтому нагрев надо вести очень медленно, учитывая, однако, что цвета побежалости зависят не только от температуры, но также и от продолжительности нагрева.

В приводимой ниже табл. 8 дается время, в течение которого, при одной и той же температуре, появляются различные цвета побежалости.

Отпуск на цвета побежалости производится следующим образом:

1) прежде всего шлифуется мелкой наждачной бумагой поверхность закаленного инструмента, чтобы на ней можно было наблюдать изменения цветов;

2) затем поверхность инструмента нагревается на металлической плите или в песочной ванне, или же (в современных установках) электричеством;

3) по мере того как температура повышается, на зачищенной поверхности появляются различные цвета, а именно:

при 220° — светложелтый,	при 295° — васильково-синий,
» 240° — темножелтый,	» 310 — 315° — светло-синий
» 255° — желтовато-коричневый,	325 — 330° — серый,
» 265° — красновато-коричневый	выше 330° цвета побежалости чернеют, и сталь становится темной.
» 275° — пурпурно-красный,	
» 285° — фиолетовый,	

4) при производстве отпуска этим способом необходимо следить, чтобы зачищенная поверхность изделия была свободна от грязи и жиров и не была засалена руками, так как это вызывает неправильное появление цветов побежалости;

5) после необходимого нагрева изделие погружается в жидкость (вода, масло) для охлаждения.

Отпуск при нагреве в ваннах

Пользование при отпуске ваннами для нагревания изделий является гораздо более удобным способом, чем описанный выше метод отпуска на цвет побежалости, так как при применении ванн можно точно измерить температуру, до которой надо нагреть изделие; поэтому необходим скорейший переход к этому способу отпуска и в полевой обстановке.

1. При нагреве изделия в ванне его необходимо опускать в ванну таким образом, чтобы оно не упиралось в дно или стенки ванны, так как, как бы ни была хорошо устроена ванна, температура в указанных местах бывает выше, чем температура жидкости в ванне; для этой цели из толстой проволоки делают сетку в виде корзины, на которую кладется инструмент.

2. Эти же предосторожности необходимо также соблюдать при установлении приборов для измерения температуры ванны (пирометры и т. п.).

3. Если для нагрева достаточна низкая температура, то следует пользоваться масляными ваннами, причем это делается так: закаленный предмет погружается в масло, нагретое до требуемой температуры, и контролируется особым пирометром; очень важно, чтобы температура была однородна везде и чтобы изделие оставалось при ней довольно продолжительное время для получения им нужной температуры; температура в ванне должна держаться от 200 до 300° С.

4. Для более высоких температур применяют обычно свинцовые ванны или ванны, состоящие из калиевой и натриевой селитры.

5. Как только изделие пролежало нужное для отпуска время, его погружают в горячий раствор каустической соды, а затем промывают в горячей воде.

Закалка с последующим отпуском стали

Вместо того, чтобы заново нагревать изделие, можно не дать ему охладиться до конца при закалке. Тогда отпуск закаленной части изделия (обычно поверхностной) произойдет за счет тепла еще горячей внутренней его части.

Этот способ применим к изделиям, которым необходима лишь местная закалка, например буры, долотья и т. п.

В этом случае поступают так:

1) изделие нагревают до температуры, требующейся под закалку;

2) закаливаемую часть изделия погружают до полного почернения в жидкость;

3) изделие вынимают из жидкости и быстро очищают от окалины;

4) дают закаленной части изделия нагреться за счет тепла, оставшегося в незакаленной его части;

5) когда нагрев достигнет нужной температуры, все изделие погружают в закалочную жидкость.

9. В табл. 9 дается температура отпуска (в масле) в зависимости от его цели.

Из числа предметов оборудования, применяемых в геолого-разведочном деле, закалке подвергаются предметы, указанные в табл. 10.

Таблица 9

Цель отпуска	Температура нагрева, °С
Снятие напряжений	150—190
Снятие напряжений и уменьшение хрупкости .	190—260
Снятие напряжений и смягчение	260—315

Таблица 10

№ п/п.	Наименование предмета	Размер	Материал	Способ обработки	Примечание
1	Долотья всех форм (ручного и колонкового бурения)	Всех размеров	Сталь №7, ОСТ 4956, марка V7A	Закалять лезвия	Долотья для ударно-механического и роторного бурения навариваются твердыми сплавами

№ п/п	Наименование предмета	Размер	Материал	Способ обработки	Примечание
2	Змеевики	Всех размеров	Сталь № 6, ОСТ 4125, м. 6 норм.	Закалять лезвия	
3	Буровые ложки	То же	Трубн. сталь № 5, ОСТ 4125, м. 5 норм.	Закалять змеевики	
4	Желоночные башмаки	» »	Сталь № 6, ОСТ 4125, м. 6 норм.	Закалять	
5	Зубчатые коронки	» »	Сталь, ОСТ 2897, м. 5 норм.	»	
6	Коронки фрезерные	» »	Сталь № 6, ОСТ 4125, м. 6 норм.	»	
7	Фрезера	Свыше 88 мм	Сталь № 7, ОСТ 4956, м. V7A		
8	Фрезерные переходники с колонковой трубы на штанги	Всех размеров	Сталь № 6, ОСТ 4125, м. 6 норм.	Закалять зубчатую часть	
9	Башмаки обсадных труб	То же	Трубн. сталь, станд. ГУМП, 1570/7	Закалять на длину 15 мм	
10	Сектора штангодержателей	» »	Сталь № 7, ОСТ 4956, м. V7A	Закалять	
11	Плашки к патрону станка	» »	То же	»	
12	Буры	» »	Сталь № 8—9, ОСТ 4956, м. V8A и V9A	»	
13	Зубила	» »		»	
14	Чеканочный инструмент	» »	Сталь № 7—8, ОСТ 4956, м. V7A и V8A	»	

III. ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ИЗДЕЛИЙ ИЗ ЦЕМЕНТИРУЕМЫХ (МАЛОУГЛЕРОДИСТЫХ) СТАЛЕЙ

1. Задача цементации — обогащение углеродом наружного слоя изделия из мягкой, малоуглеродистой или обыкновенной углеродистой стали с тем, чтобы этот науглероженный слой мог закаляться подобно инструментальной стали.

2. Обработанные таким способом изделия обладают большой твердостью наружного слоя или отдельных его частей и мягкой сердцевиной.

3. Науглероживание производится путем нагрева изделия в среде, отдающей углерод при высоких температурах.

4. Цементирующими веществами, т. е. веществами, которые отдают свой углерод цементируемым ими изделиям, являются карбюризаторы.

Составов цементирующих смесей существует весьма много.

Имеются твердые, жидкие и газообразные карбюризаторы.

Твердые карбюризаторы обычно изготавливаются в виде смесей. Из них наиболее распространены следующие:

1) смесь (очень сильно цементирующая) из древесного угля и углекислого бария (или углекислого калия, углекислого натрия), составленная в отношении 2:1 или 3:1 (весовых частей) с добавками других веществ;

2) непылящий готовый карбюризатор Бондюжского завода, состоящий из смеси зерен плотного древесного угля и кокса, пропитанных углекислыми соединениями (величина частиц смеси около 5—7 мм, влажность 4%); для лучшего соединения вводится патока; общий состав смеси: 10—14% BaCO_3 , 3—5% CaCO_3 , 1% Na_2CO_3 .

4% H₂O, 5% кокса, 6% патоки, остальное — уголь; углекислые соединения играют здесь роль катализаторов (ускорителей); хорошими катализаторами являются красная и желтая (так называемая «кали») кровяные соли, добавляемые в незначительных количествах к цементирующим смесям.

Древесный уголь без посторонних примесей действует слабо и очень медленно, а потому применяется редко.

В табл. 11 приводятся различные составы карбюризаторов.

Таблица 11

Вещества, входящие в состав карбюри- заторов, %	№ карбюризаторов									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Древесный уголь . . .	60	40	90	—	90	—	—	50	70	70
Роговой » . . .	—	—	—	40	—	10	33	—	—	—
Костяной » . . .	—	—	—	20	—	60	—	—	—	30
Обугленная кожа . . .	—	—	—	20	—	—	67	20	—	—
Поваренная соль . . .	—	—	10	—	—	—	—	—	10	—
Поташ	—	—	—	—	10	—	—	—	20	—
Углекислый барий . . .	40	60	—	—	—	—	—	—	—	—
Древесная кора . . .	—	—	—	—	—	30	—	—	—	—
Сажа	—	—	—	—	—	—	—	30	—	—
Безводная сода . . .	—	—	—	20	—	—	—	—	—	—

В продаже цементирующие смеси встречаются под самыми различными названиями, что очень затрудняет правильный их выбор.

Из жидких карбюризаторов чаще всего применяют сплавы хлористых кальция и натрия с добавкой цианистых натрия или калия.

Ввиду сильной ядовитости карбюризаторов этого рода, при пользовании ими необходимы особые предосторожности (об этом см. ниже).

Из газообразных карбюризаторов лучшими цементирующими свойствами обладает светильный газ. Кроме того, применяются ацетилен и окись углерода.

Газовая цементация по сравнению с обычной обладает целым рядом преимуществ. Важнейшие из них следующие:

- 1) равномерность прогрева, отсутствие «мягких пятен»;
- 2) быстрота и легкость регулировки процесса;
- 3) чистота получаемых изделий;
- 4) возможность закалки прямо из печи;
- 5) отсутствие угольной пыли при изготовлении карбюризатора;
- 6) отсутствие цементационных ящиков.

Недостатком газовой цементации является необходимость применения особой печи, выгодного лишь при массовом производстве.

Выбор цементирующей среды и предъявляемые к ней требования

1. При выборе карбюризаторов надо руководствоваться следующими положениями:

1) нужно брать такой карбюризатор, который может обеспечить надежность равномерного науглероживания по всей поверхности изделия;

2) карбюризатор не должен действовать очень быстро, так как иначе в верхнем слое получится большое содержание углерода и образуется резкий переход от твердого цементированного слоя к мягкому; это может вызвать появление трещин при закалке и отслаивание науглероженного слоя; последний не дол-

жен быть хрупким, причем надо, чтобы он постепенно переходил к ненауглероженной сердцевине:

3) карбюризатор не должен действовать и слишком медленно, так как в этом случае процесс цементации затягивается, что удорожает его стоимость и уменьшает пропускную способность мастерской;

4) карбюризатор не должен обогащать стали вредными примесями (в первую очередь — серой и фосфором), т. е. не должен содержать этих элементов; поверхность изделия после цементации должна оставаться по возможности чистой;

5) карбюризатор должен обеспечивать простоту, удобство и чистоту в работе при пользовании им;

6) карбюризатор не должен быстро истощаться, т. е. его цементирующая способность должна сохраняться продолжительное время для того, чтобы можно было получать цементацию достаточной глубины;

7) карбюризатор, во избежание большого расхода его, не должен давать после использования большую усадку;

8) карбюризатор не должен быть вредным для окружающих.

2. В большинстве случаев применяются твердые карбюризаторы.

3. Жидкие карбюризаторы целесообразно применять для предметов малого и среднего размеров при условии:

1) если цементации подвергается достаточно большое количество изделий;

2) если толщина слоя не должна превосходить нескольких десятых миллиметра.

4. В приводимой ниже табл. 12 указывается, каких результатов можно ожидать в обычном производстве при применении в средних условиях высокосортного быстродействующего рыночного карбюризатора.

Таблица 12

Глубина цементации, мм	Температура цементации, °С					
	870	900	925	955	980	1010
	Время выдержки, часы					
0,4	3,5	3	2,75	2	1,5	1
0,8	7	6	5	4	3	2
1,2	10	8	6,5	5	4	3
1,6	13	10	8	6	5	4
2,0	16	12	9,5	7	6	5
2,4	19	14	11	8,5	7	6
2,8	22	16	12,5	10	8	7
3,2	25	18	14	11,5	9	8

Пояснение примененных в таблице терминов

1. Под глубиной цементации разумеется полная толщина цементированного слоя в миллиметрах, считая от поверхности до зоны, в которой содержание углерода сохранилось без изменения, полученная выдержкой в течение определенного промежутка времени при постоянной температуре цементации.

2. Под температурой цементации понимается та температура, до которой нагреваются и при которой затем выдерживаются ящики в течение цементации.

3. Под временем выдержки следует понимать число часов, необходимое для получения определенной глубины цементации. В указанное время не включен период, необходимый для медленного нагрева и полного прогрева цементационных ящиков до соответствующей температуры цементации.

Производство цементации

Цементация при помощи твердых карбюризаторов

Нагревание в печи

1. Изделия помещаются в металлический ящик (для цилиндрических изделий ящики заменяются трубами). Ящики должны быть плотно закрыты, причем для предохранения от окисления они обмазываются тонким слоем глины.

2. Ящик должен быть, в целях экономии карбюриза-

тора, не слишком велик и, во избежание соприкосновения изделия со стенками ящика, не слишком мал.

3. Крупные предметы упаковываются в ящик соответствующей формы в одиночку или по несколько штук.

4. Мелкие изделия укладываются в ящик довольно большими партиями, в несколько слоев. Нельзя помещать очень большое их количество, так как в таком случае изделия, лежащие ближе к стенкам, нагреваются до большей температуры и сильнее насыщаются углеродом, чем изделия, лежащие во внутренних слоях.

5. Поверхность изделия должна во всех точках соприкасаться с карбюризатором, для чего следует:

1) до начала укладки изделия (или первого слоя мелких предметов) заполнить дно ящика слоем свежего, не бывшего в употреблении карбюризатора;

2) по мере укладки новых предметов вокруг каждого из них плотно утрамбовать свежий карбюризатор;

3) все пространство между стенками ящика и свежим карбюризатором заполнять, в целях экономии, карбюризатором, уже бывшим в употреблении.

6. Крышка цементационного ящика должна герметически закрываться так, чтобы газы, образующиеся при цементации, не могли выходить наружу, а печные газы не могли проникнуть внутрь ящика.

7. Крышка обмазывается глиной с примесью соли для большей герметичности.

8. При загрузке ящика температура печи не должна превышать 400—500° С.

9. Температура нагрева устанавливается в зависимости от сорта стали и карбюризатора в пределах от 850 до 1000° С.

10. В течение всего нагрева температура должна контролироваться пирометром.

11. Высокая температура сокращает необходимую выдержку, но может оказаться вредной для сердцевины

и для науглероженного слоя. Следует иметь в виду, что вместе с получением крупнозернистого строения сердцевины при высоких температурах увеличивается также содержание углерода в поверхностном слое, доходя иногда до 1,4—1,5%, что вызывает хрупкость изделия.

12. Печи и цементационные ящики при высоких температурах изнашиваются значительно быстрее.

13. Количество необходимого для науглероживания времени зависит от сорта стали и от требуемой толщины слоя. Чем продолжительнее нагрев, тем больше глубина цементации при прочих равных условиях. Однако следует учитывать, что значительная выдержка, так же как и высокая температура, приводит к образованию крупнозернистого строения.

14. Каждое производство устанавливает на основании опыта эмпирическую формулу для определения времени цементации; эта формула применима лишь для данных определенных условий цементации.

15. При расчете глубины цементируемого слоя следует учитывать припуск на последующую шлифовку.

Местное науглероживание

16. В тех случаях, когда цементации должны быть подвергнуты только определенные части поверхности, применяют один из следующих способов:

1) Части поверхности, которые должны сохраниться мягкими, изолируются от соприкосновения с карбюризатором; изолирующий слой не должен растрескиваться, крошиться, садиться, растягиваться, портить поверхность изделия и должен быть достаточно дешевым; обычно для этой цели употребляется огнеупорная глина (для лучшего прикрепления глины ее обвязывают проволокой, иногда же само изделие обматывают несколькими витками проволоки, а затем на него наносят слой глины

толщиной 3—5 мм) или же различные смеси, состав которых приводится в табл. 13.

Таблица 13

№ смеси	Вещества, входящие в состав смеси, %							
	песок	глина	бура	жидкое стекло	нагровая селитра	окись свинца	наждачная пыль	медный порошок
1	—	—	—	—	—	—	33	67
2	36	37,5	9	—	35	4	—	—
3	41	43	10	—	3	3	—	—
5	—	50	—	50	—	—	—	—
5	33	67*	—	—	—	—	—	—
6	33	67**	—	—	—	—	—	—

* Этот состав разводится в 70 % жидкого стекла.

** К этому составу прибавляют 17 % жидкого стекла.

2) Вся поверхность изделия цементируется одинаково, но припуск на последующую обработку дается больше в тех местах, которые должны остаться мягкими; этот способ целесообразен лишь в тех случаях, когда места изделия, для которых надо сохранить мягкость, во всяком случае должны обрабатываться и обработка не представляет затруднений. Таким способом цементируются, например, шпиндели.

3) Упаковке подвергается только та часть изделия, которая должна цементироваться, все же остальное изделие остается открытым. Этот способ может применяться только в тех случаях, когда цементируется какой-либо конец длинного изделия, например головка бура.

Нагревание в горне

1. Этот способ применяется обычно только в полевой обстановке для цементации предметов, требующих лишь местного науглероживания (например буры).

2. Нагревание производится без применения цементационного ящика и состоит из следующих процессов:

1) нагрева конца изделия до требуемой температуры;

2) погружения этого конца в карбюризатор на 10—15 сек.;

3) накаливания конца изделия до надлежащей температуры под закалку; углерод карбюризатора при температуре несколько выше 700°C постепенно поглощается поверхностным слоем изделия.

3. После окончания цементации производится закалка, выполняемая согласно описанным выше правилам.

Цементация при помощи жидких карбюризаторов (в цианистой ванне)

1. Работа с цианистой ванной требует большой осторожности.

2. Ввиду ядовитости испарений цианистых солей, калильщики должны снабжаться спецодеждой и маской.

3. Конструкция держателя должна обеспечивать возможность загрузки и разгрузки без непосредственного приближения калильщика к ванне.

4. Перед погружением в ванну изделия должны тщательно просушиваться или подогреваться на несколько сот градусов (до $500\text{--}600^{\circ}\text{C}$) в печи.

При работе с цианистой ванной не представляется возможным покрывать отдельные места поверхности изделия изолирующими материалами для предохранения их от цементации. В этом случае науглероживается вся поверхность, а затем места, которые должны остаться нецементированными, освобождаются от науглероженного слоя шлифовкой.

6. Если требуется зацементировать конец изделия, то оно погружается так, чтобы только этот конец был в жидкости.

7. Толщина цементированного слоя, получаемого при обработке в цианистой ванне, обычно не превышает десятых долей миллиметра, при длительной же выдержке (несколько часов) остается меньше 1 мм.

Цементация при помощи газообразных карбюризаторов (светильным газом)

1. При цементации газом изделия помещаются в особый муфель, который обогревается снаружи (обычно также светильным газом); через муфель пропускается струя светильного газа, который насыщает поверхность изделия углеродом. Отработанный газ по выходе из муфеля поджигается.

2. Для более равномерного нагрева и науглероживания муфель в процессе работы медленно вращается.

3. При цементации светильным газом легко достигается глубина слоя до 4 мм.

Особый способ цементации (сжигание карбюризатора на поверхности изделия)

1. Этот способ применяется для небольших предметов и при условии приемлемости получения не вполне равномерного слоя науглероживания.

2. Подлежащее цементировке небольшое изделие или часть предмета: 1) нагревают до вишнево-красного каления (в ванне, в горне); 2) густо посыпают порошком желтой кровяной соли (кали); 3) снова нагревают; 4) закаливают.

3. Указанную обработку повторяют несколько раз.

4. Кровяная соль может быть заменена смесью ее с перемолотыми роговыми стружками.

5. Получаемый при описываемом способе цементации слой весьма тонкий и не совсем равномерен.

Обработка

1. После цементации и перед закалкой изделия должны пройти обработку.

2. При цементации в твердом карбюризаторе изделие должно быть очищено (стальной щеткой) от остатков как карбюризатора, так и изолирующего слоя (глина и т. п.).

3. Науглероженный слой должен быть удален с тех мест, которые должны сохраниться мягкими; для этого обычно проводится токарная обработка.

4. Длинные изделия перед обработкой на станке должны пройти правку.

5. Поверхность изделий, которые должны быть гладкими, после закалки подвергается шлифовке.

Обработка после цементации

Существует несколько способов обработки цементированных изделий.

Первый способ

1) изделие подвергается закалке без охлаждения после цементации;

2) этот способ приемлем только для неответственных деталей, к которым предъявляют требования лишь в отношении твердости;

3) в результате изделия получают большую твердость, но вместе с тем и большую хрупкость цементированного слоя, так как последний будет круинокристаллическим.

Второй способ

1) изделие охлаждается после цементации до полного остывания;

2) поверхность изделия очищается (стальной щеткой) от карбюризатора и изолирующего материала

(если глина сильно пристала к поверхности, то изделие погружают в раствор NaOH и кипятят до тех пор, пока грязь не отойдет);

3) после очистки изделие нагревают до $800\text{--}830^\circ\text{C}$, предохраняя его от окисления и время от времени поворачивая; при этом дают ему небольшую выдержку;

4) после нагрева изделие дают медленно охладиться;

5) после остывания изделие вновь нагревают до температуры $760\text{--}780^\circ\text{C}$ и дают выдержку 2—5 мин.;

6) производят быстрое охлаждение в воде при 20°C .

Третий способ (двойной закалки изделий)

1) данный способ можно применять к тем изделиям, которые при цементации получили в слое более 0,9% углерода;

2) остывшие после цементации изделия нагревают до $900\text{--}950^\circ\text{C}$;

3) затем охлаждают их в масле;

4) вновь нагревают до $760\text{--}780^\circ\text{C}$;

5) охлаждают в воде или в масле;

6) отпускают при $200\text{--}250^\circ\text{C}$.

Очистка

1. Эта операция обязательна после цементации перед закалкой (см. выше), но во многих случаях она необходима и после закалки.

2. Изделия при нагреве в печи или горне и закалке в масле приобретают темную, грязную и жирную поверхность.

3. Изделия, загрязненные при закалке, надо перед отпуском очистить щеткой или протравить в серной кислоте; если на изделии много масла, то его надо прокипятить в содовой воде; для устранения образования

в содовой воде пены изделие погружают до кипячения в керосин при температуре 50°C .

4. При производстве отпуска в масле, после его проведения также необходима указанная в п. 3 чистка.

Правка

1. Правке подвергаются те изделия, которые во время процессов термообработки изменили свою первоначальную форму.

2. Правка изделий, обладающих значительной твердостью в поверхностном слое, затруднений не вызывает и производится без предварительного нагревания предметов.

3. Правка изделий, обладающих насквозь высокой твердостью, представляет большие трудности.

4. В таких случаях правка производится с большой осторожностью.

5. Места, подвергаемые при правке ударам или давлению, должны нагреваться. Температура нагрева (до $150\text{--}200^{\circ}\text{C}$) обычно не вредит твердости изделия.

6. Правка изделий сложной конфигурации обычно не применима. В этом случае искажение формы и размеров возможно устранить при наличии соответствующего припуска на обработку лишь шлифовкой.

IV. КОНТРОЛЬ ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ

Изделие после производства над ним термообработки должно быть очищено, промыто, просушено. Затем оно подвергается наружному осмотру, цель которого выявить трещины и сильную поводку изделия. Незначительная поводка определяется в центрах при помощи индикатора и через прикладывание изделия к плите.

Контроль твердости

1. Измерение твердости стали имеет целью установить ее однородность, крепость и пригодность для дальнейшей обработки.

2. Испытание на твердость после термической обработки производится для оценки однородности термической обработки и пригодности изделия для службы в соответствии с его назначением.

3. Пониженная твердость обнаруживается сравнительно легко.

4. Наиболее простым способом испытания твердости является проба напильником, причем необходимо:

- 1) чтобы качество напильников было высокое;
- 2) чтобы напильники были личные и при подборе перед работой проверялись по специальным закаленным эталонам.

5. Проба на напильники не вполне надежна и может применяться лишь к изделиям, которые невозможно опробовать на специальных приборах или при отсутствии последних.

6. При пробе на напильник надо руководствоваться следующим:

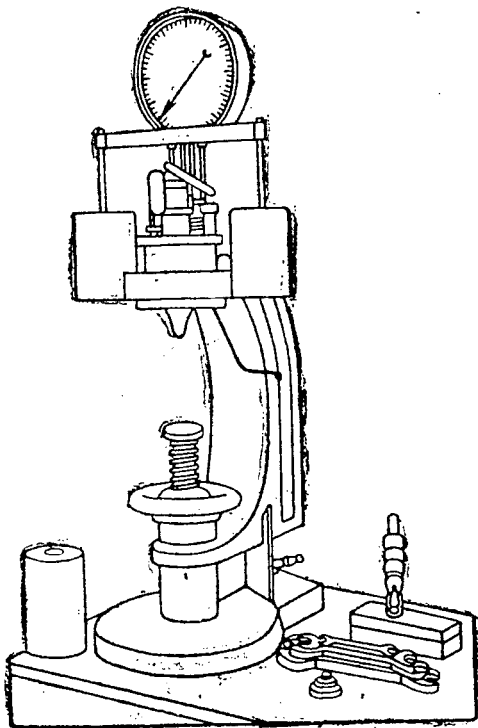
- 1) если изделие закалено и поверхность его крепкая, то напильник при усиленном давлении будет скользить по поверхности как по стеклу;
- 2) если напильник слегка прихватывает, то изделие не имеет достаточно твердой поверхности.

7. Изделия, отпущенные на цвет побежалости, должны представляться на контроль с ясно видимым цветом побежалости на рабочих концах для возможности суждения, как и на какую температуру происходил отпуск.

8. Объективное испытание степени твердости изделий как в закаленном, так и в отожженном состоянии точно производится на приборах Бринелля, Роквелла, Польди, Шора и др.

Испытание твердости прибором Бринелля

1. Способ Бринелля (фиг. 2) основан на вдавливании в испытуемый материал очень твердого стального шарика.



Фиг. 2. Пресс Бринелля.

2. Твердость, выраженная в числах Бринелля, численно равняется силе (в килограммах), приходящейся на единицу площади полученного углубления.

3. Практически измеряют диаметр полученного отпечатка, по которому из табл. 14 и определяется это число твердости.

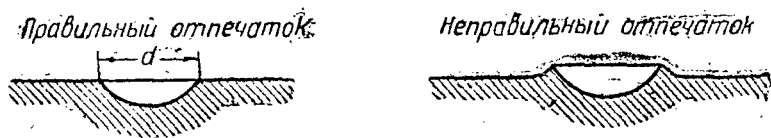
Твёрдость и сопротивление разрыву углеродистой стали

Бринелль		Роквелл RC	Шор	Сопротивле- ние разрыву, кг/мм ²	Бринелль		Роквелл RC	Шор	Сопротивле- ние разрыву, кг/мм ²
d, мм	H _B				d, мм	H _B			
2,45	627	62	90	227	4,00	229	22,98	32,5	82,5
2,50	601	59,5	86	216	4,05	223	21,97	32	80
2,55	578	58	83	207	4,10	217	20,96	31	78
2,60	555	56	79,5	200	4,15	212	96	30	76
2,65	534	54,5	76,5	192	4,20	207	94,5	29,5	74,5
2,70	514	53	73,5	185	4,25	201	93,5	29	73
2,75	495	51	71	178	4,30	197	92	28	71
2,80	477	50	68	172	4,35	192	91,5	27,5	69
2,85	461	48	65,5	165	4,40	187	90,5	27	67,5
2,90	444	47	63,5	160	4,45	183	90	26,5	66
2,95	429	45,5	61,5	155	4,50	179	88,5	25	64
3,00	415	44	59,5	140	4,55	174	87,5	25	63
3,05	401	42,5	57	144	4,60	170	86	24,5	61
3,10	388	41,5	55,5	139,5	4,65	167	85,5	24	60
3,15	375	40,5	54	135	4,70	163	84,5	23	58
3,20	363	39,5	52	130,5	4,75	159	83	22,5	57
3,25	352	38,5	50	127	4,80	156	82	22	56
3,30	341	37	49	122,5	4,85	152	81	22	55
3,35	331	36,5	47	119	4,90	149	79	21	53
3,40	321	35	46	115,5	4,95	146	78	20,5	52
3,45	311	34	44	112	5,00	143	77,5	20,5	51
3,50	302	33	43	108,5	5,05	140	77	20	50
3,55	293	32	42	106	5,10	137	75	19,5	49
3,60	285	30,5	40,5	102,5	5,15	134	73	19	48
3,65	277	29,5	39	100	5,20	131	72	18,5	47
3,70	269	28,5	38,5	97	5,25	128	71	18	46
3,75	262	27	37	93,5	5,30	126	70	18	45
3,80	255	26	36,5	92	5,35	123	69	17,5	44
3,85	248	25	35	88,5	5,40	120	68	17,5	43,5
3,90	241	24,100	34,5	87	5,45	118	67	17	43
3,95	235	23,99	33,5	84	5,50	116	65	16,5	42

4. Для измерения твердости поверхности испытуемого изделия зачищают ровную часть этой поверхности площадью около 6 см^2 , причем, если поверхность стали сильно обезуглерожена, то следует удалить слой толщиной не менее $1,5\text{--}2 \text{ мм}$; если испытывается изделие с механически обработанной поверхностью, то в этом случае достаточна незначительная зачистка наждачным кругом или напильником.

5. Зачищенная площадка должна находиться в перпендикулярной к штоку пресса плоскости.

6. Если после нажатия стали под прессом обнаружен значительный наплыв материала у границ отпечатка



Фиг. 3. Правильный и неправильный отпечатки шарика при испытании на прессе Бринелля.

(фиг. 3), то это значит, что обезуглерожженный слой еще не снят, после чего испытание надо повторить, сняв предварительно этот слой.

7. Наиболее точные данные твердости по Бринеллю можно получить при испытании сравнительно нетвердой стали (с твердостью меньше 400).

Испытание твердости прибором Роквелла

1. Способ Роквелла основан на измерении глубины проникновения стального шарика или алмазного конуса в испытуемый материал.

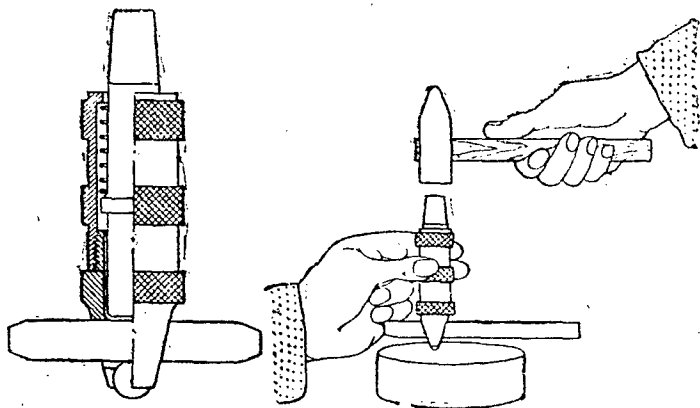
2. Для испытания на предмете зачищается небольшая площадка.

3. Прибор позволяет производить измерение на весьма малых участках поверхности, что дает возможность

с большей чувствительностью определять равномерность распределения твердости на изделии, чем прибором Бринелля.

Испытание твердости прибором Польди

1. Способ Польди (фиг. 4) основан на том, что шарик производит одновременно отпечаток как на испытуемом материале, так и на призматическом стальном



Фиг. 4. Прибор Польди для измерения твердости.

обрезке, имеющем вполне определенную и одинаковую на всем протяжении твердость.

2. Нагрузка на шарик производится вручную ударом молотка по круглому стальному стержню, упирающемуся одним концом в эталонный брусок призматической формы.

Испытание твердости на склероскопе Шора

1. Действие прибора основано на падении на испытуемое тело с определенной высоты стального молотка (бойка) постоянного веса и обратном отскакивании его; в конец молоточка вделан алмазный боек.

2. Чем меньше твердость испытуемого изделия, тем большая часть работы удара тратится на вдавливание материала в месте падения бойка; остальная часть работы удара переходит в обратную силу, заставляющую боек подпрыгивать.

3. Чем выше твердость, тем выше подпрыгивает боек.

4. Высота подскока молоточка является мерилем твердости материала. Обычно место, до которого подскокивает боек при испытании стекла, отмечают числом 100.

Для измерения необходимо иметь на испытуемом изделии хорошо зачищенную, совершенно сухую, без масляных пятен и грязи площадку.

V. ПРИЧИНЫ БРАКА И ЕГО УСТРАНЕНИЕ

1. Брак при термической обработке чаще всего происходит вследствие неправильного ведения процессов нагрева и охлаждения. Неправильное ведение этих процессов вызывает различные по силе напряжения, часто производящие порчу обрабатываемых предметов.

2. Отсутствие отжига, снимающего напряжение после горячей механической обработки, может явиться одной из причин брака, вызывая коробление при закалке.

3. Перегрев при закалке снижает качество обрабатываемой стали, а пережог влечет полную ее порчу.

Причинами, вызывающими перегрев и пережог, являются:

- 1) незнание процессов исполнителем;
- 2) невыполнение им правил нагрева;
- 3) плохое оборудование мастерских для производства термообработки: отсутствие надлежащих печей, измерительной аппаратуры и т. п.;
- 4) слишком высокая температура печи, вследствие

ошибок в показаниях пирометров или непосредственно падающего солнечного света при определении цветовой каления.

4. Перегретая сталь (в отличие от пережженной) может быть исправлена, если в ней не появилось трещин, вторичным правильным отжигом, ковкой и закалкой с последующим отжигом.

5. Причиной возникновения брака может послужить недоброкачество материала.

Прежде, чем пускать сталь в обработку, требуется для выявления ее пригодности исследовать сталь на механические и химические ее свойства.

6. Причины появления трещин могут быть в некоторых случаях определены на основании вида свежего излома или формы и направления трещин, а именно:

1) если поверхность излома ржавая, то это значит, что трещины появились при закалке в воде вследствие перегрева или неравномерного и слишком резкого охлаждения;

2) темная и окисленная или грубоволокнистая структура излома (подобная структуре волокон дерева) указывает на порок в самой стали;

3) крупнозернистый излом указывает на перегрев, а блестящий белый цвет укрупненного зерна — на пережог;

4) трещины на выступающих и тонких местах изделия являются следствием неравномерного нагрева или охлаждения;

5) трещины, начинающиеся около острых углов, появляются вследствие повышения напряжений под влиянием удара.

7. Выявление трещин производится так:

1) следует погрузить изделие в керосин, затем просушить и натереть мелом; через некоторое время трещины выступают в виде темных линий на белом фоне;

2) можно применять способ, основанный на различ-

ном звуке, издаваемом изделием без трещин или с трещинами: в первом случае получается звук ясного, резкого, звучного тона, во втором — звук менее резкий, глухого тона.

8. Причины неудовлетворительной твердости таковы:

1) Если поверхность имеет недостаточную твердость, то это может зависеть:

а) от металла — неверно выбран сорт стали, содержание углерода в ней меньше, чем требовалось; наблюдается наличие обезуглероженного слоя, который всегда имеется у сырой стали и должен удаляться до закалки; при закалке снова может образоваться обезуглероженный слой; в этих случаях под этим слоем сталь должна иметь достаточную твердость;

б) от нагрева — температура нагрева слишком низка или слишком высока; в этом случае твердость и величина зерна неоднородны;

в) от охлаждения — охлаждающая среда слишком мягка или длительность охлаждения оказалась недостаточной; в этом случае твердость не однородна — углы и ребра значительно тверже сердцевины, зерно неравномерно по величине.

2) Местное понижение твердости может зависеть:

а) от металла — сталь может иметь местное обезуглероживание и местное обогащение фосфором;

б) от охлаждения — отдельные места изделия могут недостаточно хорошо соприкасаться с охладителем; охлаждению мешали комочки свинца или соли, осевшие на поверхности изделия, грязь, газовые пузыри; изделие прилегало к стенке ванны и т. д.

9. Устранение пониженной твердости производится так:

1) во многих случаях твердость можно исправить повторной закалкой с соблюдением правил ведения процесса; закалке должен предшествовать отжиг или осторожный и медленный нагрев;

2) обезуглероживание можно предупредить нагревом в цианистой ванне или покрытием изделия науглероживающей массой (кали).

10. Практика показала, что при правильной, внимательной работе брак по термообработке можно свести до нуля, а качество поднять на высшую ступень.

VI. ПЕЧИ ДЛЯ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

Печи, в которых производится нагрев для отжига, закалки или цементации, различаются как по конструкции, так и по размерам.

Общими требованиями, предъявляемыми к печам, являются: 1) простота, удобство и надежность в работе; 2) быстрота наладки и ремонта и 3) дешевизна эксплуатации.

1. В полевой обстановке, ввиду необходимости нагрева изделий при ведении над ними различных процессов термообработки, применяется кузнечный горн — далеко несовершенная печь.

2. Печи, которыми должны быть оборудованы механические мастерские, для получения качественной продукции, могут быть разделены по своему назначению на следующие типы.

Печи для отжига

Преобладающее количество сталей отжигается с замедленным охлаждением; поэтому печи для отжига должны хорошо сохранять теплоту при охлаждении.

Печи для закалки

1. Конструкция этих печей зависит от следующих условий:

- 1) от формы и размеров нагреваемых в них изделий;
- 2) от условий нагревания изделий при закалке (закалка местная, закалка всего объема);

3) от количества изделий, пропускаемых в час:

2. Источниками нагревания могут быть: нефть, газ, электричество.

3. Основные требования, предъявляемые к инструментальным закалочным печам, следующие:

1) быстрый разогрев печи до требуемой температуры, равномерность нагрева и легкость регулирования температуры;

2) отсутствие обезуглероживающей атмосферы в рабочем пространстве печи в момент выгрузки инструмента после нагрева для закалки, даже при раскрытых дверцах.

4. Печи с жидкими ваннами (свинцовыми и соляными) отличаются следующим:

1) нагрев в ней изделий ведется в среде расплавленного свинца или расплавленной смеси нескольких солей (например: 50% NaCl + 50% KCl);

2) нагрев в жидких ваннах происходит более быстро, чем в печах пламенных;

3) исключено действие печных газов или наружного воздуха на поверхность нагреваемых в ваннах изделий.

5. Печи с жидкими соляными или металлическими ваннами применяются главным образом для местного прогрева изделий (местной закалки, местного отпуска).

6. Для мастерских территориальных управлений наиболее подходящая из электропечей может быть рекомендована соляная электрическая ванна производства завода «Электрик» в Ленинграде. Тип ее СП-2-18, мощность 18 kW, максимальная температура 950° С; диаметр электрической ванны 600 мм; ванна довольно быстро нагревается и через 30—40 мин. бывает готова для нагрева изделий.

Печи для отпуска стали

1. Печи для отпуска работают обычно при сравнительно невысоких температурах (от 150 до 700° С).

2. Конструктивно эти печи в том случае, когда изделие имеет крупные размеры, а температура отпуска колеблется в пределах от 570 до 650° С, могут мало отличаться от закалочных нагревательных печей.

3. Для отпуска небольших изделий, требующих невысоких температур отпуска (от 150 до 500° С), необходимы печи, в которых можно было бы обеспечить равномерность прогрева до температуры отпуска и продолжительную выдержку при температуре отпуска. Для этой цели применяются:

а) электрические печи сопротивления;

б) печи с жидкими ваннами из расплавленных солей или легкоплавких материалов и сплавов;

в) печи с масляными ваннами.

4. Печи для отпуска с жидкими ваннами строятся в настоящее время, главным образом, электрические и значительно реже — нефтяные и газовые.

5. Жидкие ванны для отпуска (масляные, селитровые, оловянные, свинцовые), ввиду сравнительно невысоких температур отпуска инструментов (200—300° С для углеродистой стали), имеют наибольшее распространение в практике термообработки инструментов.

Печи для цементации

1. Предъявляемые к печам для цементации требования таковы:

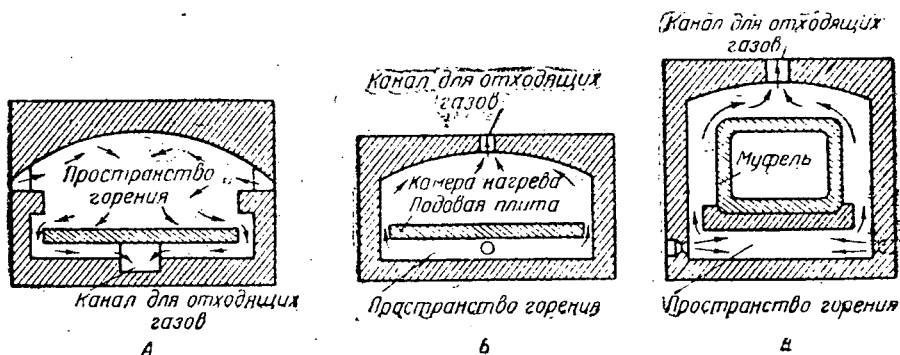
1) при разогреве печи температура¹ должна быстро и без большой затраты горючего повышаться до 1000° С;

2) рабочая температура порядка 800—950° С должна в течение длительного периода времени (десятки часов) удерживаться без значительных колебаний; последние не должны превышать $\pm 20^\circ$.

¹ Измерение температуры производится в практике термической обработки пирометрами различных типов.

2. Когда процесс цементации ведется с быстрым охлаждением ящиков с изделиями на воздухе, применяют печи с выдвижными подами.

3. Для целей цементации в условиях механических мастерских территориальных управлений можно рекомендовать камерную электрическую печь ПН-11 с мощностью сопротивления 11 kW и с максимальной температурой 950—1000° С.



Фиг. 5. Схема рабочей части печи с газовым или нефтяным нагревом.

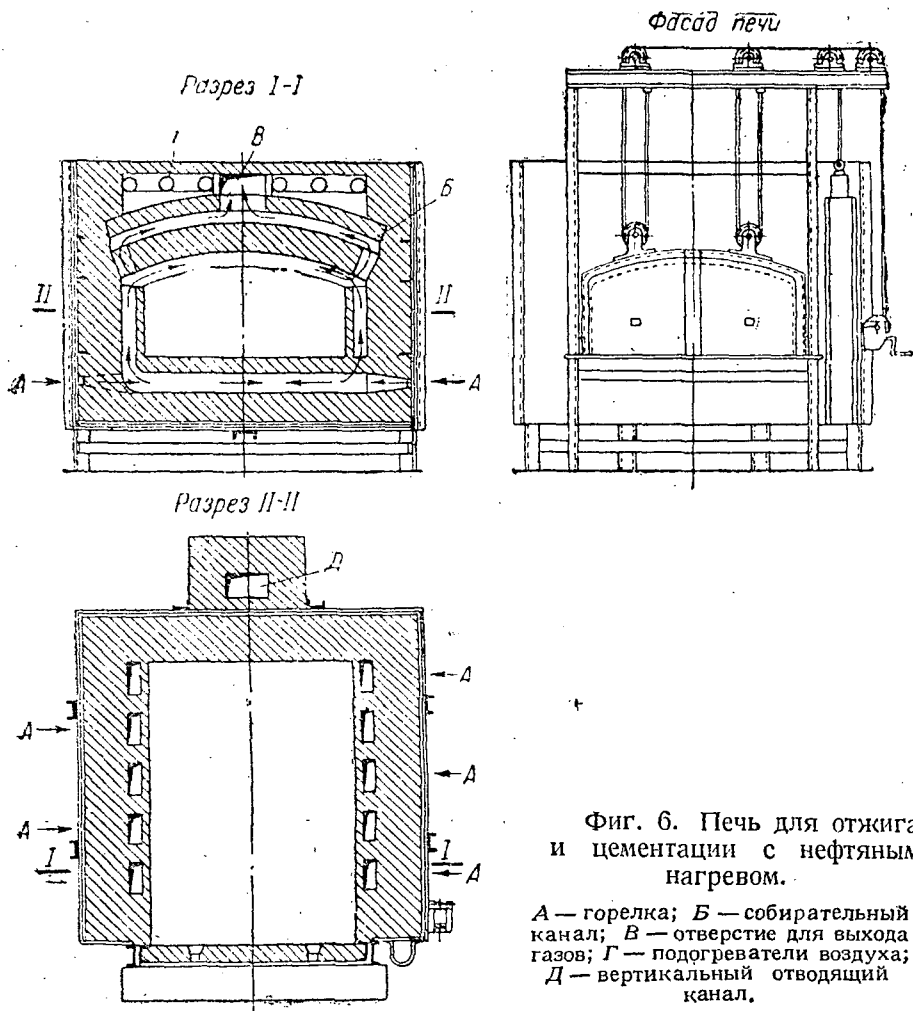
А — камерная печь; изделие соприкасается с пламенем и с отходящими газами; Б — печь с подовой плитой; изделие нагревается через плиту и соприкасается с отходящими газами; В — муфельная печь; изделие изолировано от соприкосновения с пламенем и отходящими газами.

На фиг. 5 и 6 показаны схемы печей, применяемых при термической обработке. На фиг. 5 показана печь, наиболее часто применяемая для нагрева перед закалкой. На фиг. 6 — печь для отжига и цементации.

VII. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

Во избежание несчастных случаев необходимо:

1. При растопке печей или ванн, работающих на жидком топливе, знать и соблюдать следующие правила растопки:



Фиг. 6. Печь для отжига и цементации с нефтяным нагревом.

А — горелка; Б — собирательный канал; В — отверстие для выхода газов; Г — подогреватели воздуха; Д — вертикальный отводящий канал.

- 1) открыть шибер дымохода;
- 2) приоткрыть кран форсунки для выпуска небольшой струи нефти;
- 3) когда нефть начнет выходить из форсунки в камеру сгорания, произвести ее воспламенение при

помощи горящего факела, для чего последний надо просунуть через окно форсунки;

4) постепенно открыть воздушный кран;

5) наблюдать за впуском воздуха, пока в камере сгорания не будет яркого пламени без остатков дыма;

6) в случае коптящего пламени необходимо или убавить приток нефти, или прибавить поступление воздуха;

7) закрывая форсунку, прежде прекратить поступление нефти, а потом уже воздуха;

8) при разжигании горячей печи никогда не производить растопку без факела, а сначала поднести факел, впустить немного нефти и уже тогда пускать воздух и регулировать горение;

9) никогда не смотреть в камеру сгорания прямо и близко против нее, в особенности при разжигании, когда в камере имеются признаки тепла, так как при разжигании горячей печи в камере происходит скопление нефти и газов и получается сильный хлопок с выбросом снопа пламени, отчего происходят ожоги рук и лица;

10) если труба дымохода раскалилась, немедленно убавить приток нефти и прибавить поступление воздуха;

11) при неправильном сгорании нефти, от избыточной подачи ее, может прогореть дымоход и другие части, что небезопасно в пожарном отношении.

2. При появлении едкого дыма и хлопков как следствия того, что форсунка «газует», необходимо убавить подачу нефти.

3. При пользовании свинцовыми ваннами надо:

1) чтобы ванны были снабжены колпаками;

2) не стоять близко и не просовываться под колпак, так как свинец при нагреве до 650°C и выше выделяет ядовитые пары;

3) закладывать изделие в ванну клещами или на крючке, примерно на 0,5 м от самой ванны;

4) во избежание взрыва не класть в ванну мокрое изделие, а раньше его подсушить;

5) во избежание окисления, испарения и прилипания к изделиям, поверхность свинца в ванне посыпать древесным углем;

6) во избежание взрыва не класть в горячую ванну холодный свинец, а предварительно его подогреть;

7) в случае прогорания тигля, свинец, во избежание взрыва, перенести подогретым черпаком в чугунные изложницы, которые предварительно, для облегчения последующей выемки из них свинца, смазать маслом;

8) носить белые защитные очки, а на руках — рукавицы.

4. При пользовании селитровыми и соляными ваннами следует:

1) изделие перед опусканием в ванну подогреть;

2) опускать изделие в ванну в сухих клещах;

3) носить очки и рукавицы.

5. При работе на цианистых ваннах, ввиду сильной их ядовитости, следует проявлять сугубую осторожность, а именно:

1) не дышать над ванной;

2) не стоять к ней близко и не просовываться под колпак;

3) надевать противогазы со специальными поглотителями.

Часть вторая

ИНСТРУКЦИЯ ПО НАВАРКЕ ТВЕРДЫХ СПЛАВОВ НА БУРОВЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ

I. ЦЕЛЬ ПРОИЗВОДСТВА НАВАРКИ БУРОВЫХ НАКОНЕЧНИКОВ ТВЕРДЫМИ СПЛАВАМИ И ВПАЙКИ ПОСЛЕДНИХ В НАКОНЕЧНИКИ

1. Наварка наконечников твердыми сплавами и впайка последних в наконечники применяется с целью придания наконечникам большей устойчивости при резании, разрыхлении и скалывании горных пород при бурении.

Для улучшения режущих или дробящих свойств бурового наконечника необходимо:

- 1) подобрать наиболее устойчивый сплав,
- 2) наиболее рационально расположить твердый сплав на армируемой поверхности,
- 3) наиболее эффективно прикрепить твердый сплав (порошок, кусочки, пластинки) к телу бурового наконечника (долота, коронки, бура и т. п.).

2. В результате наварки или впайки твердого сплава (этот процесс носит название «армирование») достигается:

- 1) увеличение производительности бурового наконечника и
 - 2) снижение процента износа его.
3. В горно-буровой практике применяют:

1) наварку зернистыми сплавами долотьев, зубчатых коронок, змеевиков и др.;

2) впайку кусковых сплавов в долотья, в коронки и в буры для проходки шпуров.

II. ТВЕРДЫЕ СПЛАВЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ДЛЯ НАВАРКИ И ВПАЙКИ

1. Твердые сплавы могут быть сведены в следующие основные группы:

По внешнему виду: 1) порошкообразные (зернистые), 2) кусковые, 3) стержневые.

По способу изготовления: 1) механические смеси, 2) литые, 3) спеченные (металло-керамические).

Механические смеси (порошкообразные твердые сплавы)

1. Эти сплавы представляют собою механическую порошкообразную смесь (шихту) тугоплавких металлов (вольфрама, хрома, марганца и др.) и углерода.

Шихта при наварке (при расплавлении) переходит в твердый сплав.

2) К этой группе относятся твердые сплавы: вокар, сталинит № 1.

Литые твердые сплавы

Литые твердые сплавы состоят в основном из литого карбида тугоплавкого металла (часто вольфрама). Образцом этого вида сплавов является рэлит, а также группа стеллитов, в основном состоящих из вольфрама, хрома, углерода и кобальта.

Спеченные (металло-керамические) твердые сплавы

Этот тип сплавов состоит из смеси порошков карбида тугоплавкого металла с цементирующим металлом (группа железа, кобальт).

К этой группе относятся: победит нормальный, победит РЭ-8, победит РЭ-12, победит РЭ-15, победит — 13, победит ПН-10 и др.

III. СПОСОБЫ ПРОИЗВОДСТВА НАВАРКИ И ВПАЙКИ ТВЕРДЫХ СПЛАВОВ. ОБОРУДОВАНИЕ И АППАРАТУРА

Наварку и впаyku твердых сплавов производят посредством газовой или электрической сварки.

Газовая сварка

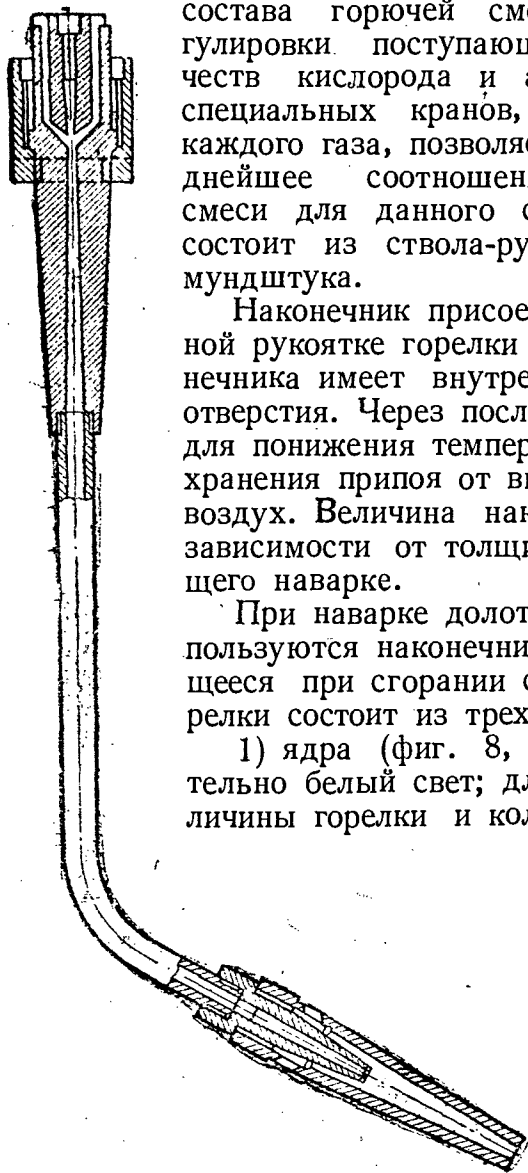
Газовой сваркой называется такая сварка, при которой места свариваемых поверхностей нагреваются до жидкого состояния, расплавляясь под действием пламени специальных горелок; в последних происходит сгорание смеси кислорода и горючего газа (обычно ацетилена). При газовой сварке схватывание свариваемых поверхностей происходит при остывании металла, расплавленного в месте сварки.

Приборы и принадлежности при ацетиленокислородной сварке

1. Основным инструментом сварщика при газовой сварке является газовая горелка.

При сварке и наварке твердых сплавов обычно применяются горелки ВАТ. Комбинированная горелка СУ выполняется как сварочная горелка, у которой наконечник для сварки может быть заменен наконечником для пайки (фиг. 7).

Горелка СУ снабжается набором наконечников для наварки из 7 штук (табл. 15). Все наконечники рассчитаны на одно и то же давление кислорода перед горелкой, равное 3 ат. Это значительно облегчает работу сварщика, сберегает время, непроизводительно затрачиваемое им в противном случае на регулировку давления кислорода и обеспечивает большее постоянство



состава горючей смеси. Возможность регулировки поступающих в горелку количеств кислорода и ацетилена с помощью специальных кранов, предусмотренных для каждого газа, позволяет установить наиболее выгодное соотношение газов в горючей смеси для данного случая пайки. Горелка состоит из ствола-рукоятки, наконечника и мундштука.

Наконечник присоединяется к универсальной рукоятке горелки СУ. Мундштук наконечника имеет внутреннее сопло и боковые отверстия. Через последние в горючую смесь для понижения температуры пламени и предохранения припоя от выгорания подсасывается воздух. Величина наконечника выбирается в зависимости от толщины металла, подлежащего наварке.

При наварке долотьев твердыми сплавами пользуются наконечниками № 5 и 6. Образующееся при сгорании смеси пламя газовой горелки состоит из трех частей (фиг. 8):

1) ядра (фиг. 8, 1), имеющего ослепительно белый свет; длина его зависит от величины горелки и колеблется обычно от 5 до 20 мм;

2) восстановительной части (фиг. 8, 2), имеющей наиболее высокую температуру ацетилено-кислородного пламени; эта часть характеризуется неполным сгоранием ацетилена в кислороде;

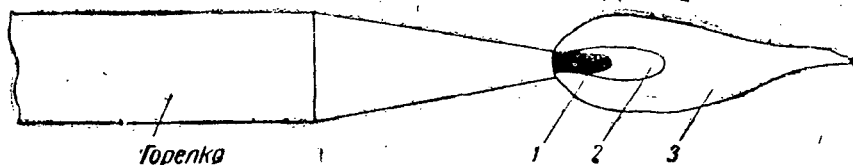
Фиг. 7. Наконечник для пайки.

3) окислительной части пламени (фиг. 8, 3), в которой происходит процесс полного сгорания ацетилена в кислороде окружающего воздуха.

Таблица 15.

	№ наконечника						
	1	2	3	4	5	6	7
Толщина листов, мм	1—2	2—4	4—6	6—9	9—14	14—20	20—50
Часовой расход ацетилена, л/час	150	300	500	750	1200	1700	2500

Вышеуказанные части имеются лишь в правильно отрегулированном пламени газовой горелки. При надлежаще подобранной пропорции и хорошо смешанные



Фиг. 8. Пламя газовой горелки.

1 — ядро; 2 — восстановительная часть; 3 — окислительная часть.

ацетилен и кислород дают небольшое, но интенсивное голубое пламя с температурой около 3500°C . По своей форме это пламя несколько напоминает вытянутую каплю.

Помимо газовой горелки для проведения процесса сварки следует иметь:

2. Баллон для кислорода, в котором последний находится под давлением в 150 ат.

3. Баллон для ацетилена с рабочим давлением до 16 ат.

4. Манометры, из которых один служит для определения давления в кислородном баллоне, а другой — для определения рабочего давления.

5. Редукторы для кислородного и ацетиленового баллонов.

6. Шланги (рукава) для проводки кислорода и горючего газа от баллона через редуктор к горелке; эти шланги (резиновые с пеньковыми прокладками) испытываются под давлением 8—10 ат, причем не должно получаться увеличения диаметра или местных вздутий; этих шлангов следует иметь два: один для кислорода, длиной 4—5 м, при внутреннем диаметре 6—9 мм и толщине стенок 4 мм, и другой — для ацетилена, длиной 4—5 м, при внутреннем диаметре 8—10 мм и толщине стенок в 3 мм; во избежание ошибочной замены одного шланга другим, их рекомендуется окрашивать в различные цвета.

7. Металлические щетки, служащие для зачистки поверхностей, подлежащих наварке; общая длина щетки 250 мм.

8. Металлический метр с делениями.

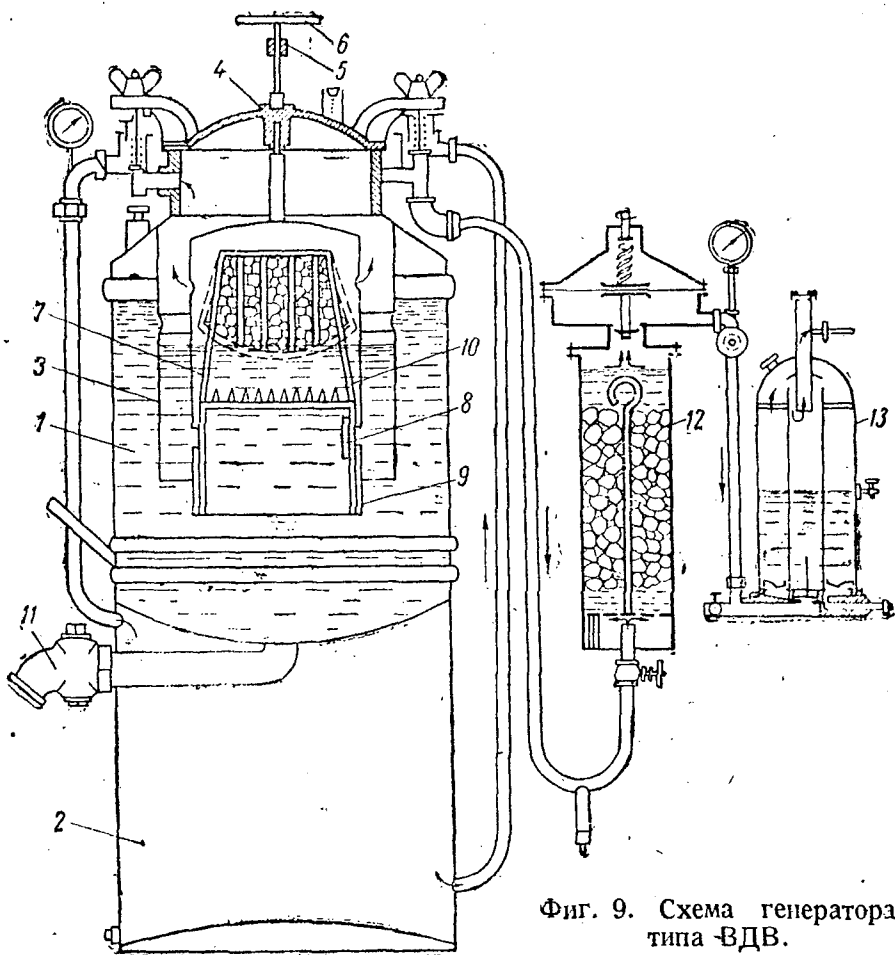
9. Медные пластинки, служащие для задержки расплавленного сплава у конца ребра долота, толщиной 10, длиной 140—120 и шириной 70—90 мм.

10. Предохранительные очки, служащие для предохранения глаз от действия распространяемого газовой горелкой ослепительного света.

11. Ацетиленовые газогенераторы для получения ацетилена.

На фиг. 9 изображена схема одного из ацетиленовых генераторов — генератора типа ВДВ, являющегося аппаратом высокого давления, работающим по прин-

пипу «вытеснения». Получаемое в этом аппарате максимальное давление газа может достигать 1,0 ат



Фиг. 9. Схема генератора типа ВДВ.

(10 000 мм водяного столба). Корпус генератора разделен на две части: верхняя часть 1 наполняется водой и служит газообразователем, а нижняя часть 2 является сухим газгольдером. Верхняя часть имеет укреплен-

ный внутри ее цилиндр 3, открытый снизу, сверху же она закрывается герметической крышкой 4 на резиновой прокладке при помощи скобы 5 и винта 6. К этой крышке подвешен колпак 7, с которым посредством штыкового затвора 8 скрепляется сосуд 9 для известкового ила. В этот сосуд поставлена проволочная корзина 10 зарядника, загружаемая карбидом грануляции 50—80 мм. Для спуска воды и грязи из газообразователя служит кран 11.

Регулятор давления установлен непосредственно на крышке химического очистителя 12, которым снабжен данный генератор для очистки получаемого ацетилена от вредных примесей, главным образом от фосфористого водорода.

Химический очиститель заполняется специальной очистительной массой.

Генератор ВДВ снабжается предохранительным водяным затвором высокого давления 13, обеспечивающим безопасность генератора на случай обратного удара пламени из горелки или попадания кислорода в ацетиленовый шланг.

Так как каждый генератор ВДВ снабжается только одним зарядником, то для возможности непрерывного получения ацетилена в стационарных установках соединяют два генератора вместе, присоединяя к ним один общий сухой газгольдер соответствующей емкости.

Небольшие генераторы ВДВ могут устанавливаться на тележке и служить в качестве передвижных аппаратов.

От генератора ВДВ можно работать безинжекторными горелками (горелками высокого давления), полностью используя их преимущества: постоянство состава горючей смеси, хорошее качество пайки, безопасность в работе и экономичность.

Основные сведения о генераторах типа ВДВ даны в табл. 16.

Величина	Производительность, л/час	Единовременная загрузка карбида, кг	Количество воды в генераторе, л	Полный объем газгольдера, л	Наивысшее рабочее давление, ат	Диаметр, мм	Высота, мм	Число водяных затворов	Емкость добавочного газгольдера, л	Вес без воды, кг
I 11	2 000	2,5	50	47	1,0	400	950	1	125	65
	3 000		100	83	1,0	500	1 100			

Электрическая сварка

Этот способ сварки имеет наибольшее распространение и заключается в следующем.

Между свариваемым предметом и электродом вызывают вольтову дугу. Последняя имеет температуру свыше 3500°C . При способе Славянова вольтова дуга расплавляет не только свариваемый предмет, но и электрод, в качестве которого при этом способе применяется металлический стержень.

При сварке по способу Бенардоса, где в качестве электрода применяется угольный стержень, для заполнения места сварки металлом служит присадочный стержень (проволока), конец которого расплавляется вольтовой дугой. Сварщик в правой руке держит электрододержатель с угольным электродом, а в левой — присадочный стержень. Металл последнего смешивается с металлом свариваемого или навариваемого изделия.

При дуговой сварке для получения электрического тока пользуются генераторами. Один полюс машин соединяется со свариваемым или навариваемым предметом,

другим же полюсом является электрод. Для получения дуги касаются электродом свариваемого предмета, т. е. вызывают короткое замыкание. Так как в процессе самой работы касание электродом навариваемого предмета происходит (от дрожания руки сварщика) довольно часто, то одним из основных требований, которому должен удовлетворять сварочный генератор, является способность его выдерживать без повреждений короткие замыкания.

Длина вольтовой дуги, вследствие дрожания руки сварщика и стекания капель расплавленного металла, все время меняется, что вызывает изменение ее сопротивления. Для устойчивого горения дуги необходимо, чтобы при больших изменениях ее длины и сопротивления сила тока изменялась в дуге незначительно.

Принадлежности для электросварки

1. Электрододержатель, служащий для удержания угольных и металлических электродов и подвода к ним тока. Он должен быть легкий, позволять быстро сменять электрод и не нагреваться выше температуры, терпимой рукой.

2. Соединительные провода и кабели, подводящие ток от его источника к электрододержателю. Кабели для средней силы сварочного тока в 180—200 А должны иметь в сечении не меньше 35 мм².

3. Наварочные электроды. При наварке твердых сплавов применяются угольные или графитовые и металлические электроды.

Угольные и графитовые электроды представляют собой сплошные стержни из твердого однородного угля или хорошего графита. Они должны быть однородной структуры и иметь минимум посторонних примесей. Угольные электроды прочнее графитовых.

Зависимость диаметров электродов от силы тока можно видеть из данных, приведенных в табл. 17.

Таблица 17

Диаметр электрода, <i>мм</i>	Сила тока, А	
	при графитовом электроде	при угольном электроде
5	100	50
10	200	100
12,5	250	145
16	325	210

Длина угольных электродов 250—300 *мм* с концами конической формы.

Металлические электроды бывают облицованные и необлицованные. Первые покрыты оболочкой толщиной около 0,5 *мм* из мела, воды и жидкого стекла или другим составом; их диаметр 5—6 *мм*. Необлицованные металлические электроды должны изготавливаться из стали с средним содержанием углерода. Наиболее удобными являются прутки диаметром 3—5 *мм* и длиной 300—400 *мм*.

4. Металлические щетки — см. принадлежности для газосварки.

5. Точило и круги. Первое служит для заточки рабочих наконечников перед наваркой, также для последующей заточки рабочих наконечников. Оно изготовляется из корунда, наждака, алунда или карборунда.

6. Зубило и молоток, служащие для удаления накипи, шлака, окалины.

7. Напильники, применяемые для зачистки наваренных поверхностей.

8. Графитовые и медные пластинки, служащие для придания определенной формы наваренным рабочим наконечникам и поддержания ее.

9. Набор струпцинок, применяемый для закрепления медных и графитовых пластинок.

10. Защитные щитки и шлемы, изготавливаемые из фибры, фанеры и другого легкого материала и снабжаемые цветными стеклами для предохранения зрения от ослепительного света дуги и расплавленного металла, а также от брызг металла.

1. Для наварки порошкообразных твердых сплавов типа вокар применяется исключительно электросварка по способу Бенардоса (вольтова дуга).

2. Для наварки стержневых сплавов применяется вольтова дуга или газовая сварка (безразлично).

3. Для впайки кусковых сплавов существует несколько способов:

1) наилучшим способом является пайка в муфельных печах с электрическим, газовым, нефтяным или коксовым нагревом;

2) пайка автогеном (ацетилен-кислородной горелкой);

3) пайка в восстановительном пламени нефтяной печи;

4) горновая пайка в железной трубе¹;

V. ПРОИЗВОДСТВО НАВАРКИ И ВПАЙКИ ТВЕРДЫХ СПЛАВОВ

Наварка инструментов вращательного бурения зернистыми твердыми сплавами

Наварка сплавом вокар долотьев «рыбий хвост»

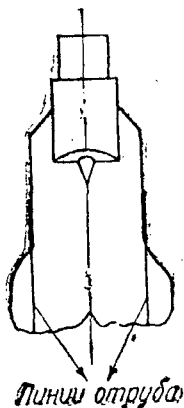
1. Прежде чем приступить к наварке долота твердым сплавом, его необходимо заправить, т. е. восстано-

¹ Горновая пайка в открытом пламени с угольным, коксовым и даже древесноугольным топливом совершенно недопустима.

вить основные размеры рабочей его части, что в свою очередь требует проведения следующих операций:

1) нагрев долота до температуры $950-1050^{\circ}\text{C}$, раздают нижнюю его грань посредством разгонки, ведя ее от центра к боковым ребрам, чтобы долото было тоньше в центре, чем у боков;

2) если на ребрах долота имеется оставшийся от



Фиг. 10. Долото с наваренными сплавом ребрами.



Фиг. 11. Долото, готовое для обрубки его отжатой части.

предыдущей наварки твердый сплав, то его необходимо удалить, обрубив бока (фиг. 10).

3) затем следует подсадить ребра с некоторой вытяжкой их в сторону лезвия, причем нижняя грань для придания должной толщины лезвию снова раздается гладилкой.

4) подправив долото с боков, делают обмер и обрубают нижнюю непорченную часть лезвия (фиг. 11).

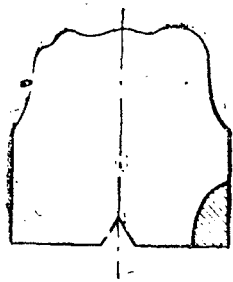
5) далее долото снова нагревают и после нагрева делают центральный разруб.

После производства указанных операций долото поступает уже под наварку.

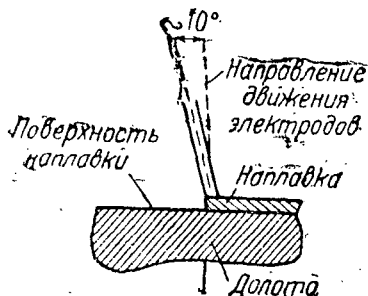
2. Для получения наварки должного качества следует провести следующие операции:

1) подлежащую наварке поверхность долота очистить металлической щеткой или точилом от окалины;

2) удалить жировые пятна (нефть, масло и т. п.), прогревая долото при температуре $300-325^{\circ}\text{C}$.



Фиг. 12. Расположение подстиляющего слоя на пере долота.



Фиг. 13. Положение электрода при наварке.

3. Процесс наварки твердого сплава на долото подразделяется на следующие операции:

1) Наварка подстиляющего слоя. Перед наваркой пера долота сплавом вокар на угол долота наносят стальным электродом так называемый подстиляющий слой. Для этого требуется:

а) уложить долото на сварочный стол так, чтобы навариваемая часть была горизонтальной;

б) очертить мелом поверхность угла (фиг. 12), которая покрывается подстиляющим слоем (всегда наносимым лишь на угол пера долота);

в) соединить стальной электрод диаметром 5—6 мм, обмазанный специальной обмазкой (см. выше) или

смесью извести и кокса с положительным (\oplus) полюсом сварочного агрегата;

г) сила тока при наплавке должна быть: при 5-миллиметровом электроде 150—175 А и при 6-миллиметровом электроде 200—225 А;

д) сохранять все время направление электрода под углом 10—15° к вертикали (фиг. 13), длину же вольтовой дуги 3—4 мм;

е) приставить к ребру долота медную или угольную пластинку толщиной 6—7 мм;

ж) наплавить на угол долота слой железа от расплавленного электрода,

з) начинать наплавку слоя, отступив на 1—2 мм от конца лезвия долота и вести ее по направлению к хвостовику долота¹;

и) наваренную поверхность подстилающего слоя по окончании наварки тщательно очистить от бугорков шлака стальной щеткой или зубилом.

2) Наварка пера долота. Для наварки пера долота следует:

а) заготовить 5—6 остро заточенных угольных электродов диаметром 8—12 мм;

б) измельчить порошок вокара до зерен одинаковой крупности (желательно наиболее мелких);

в) присоединить угольный электрод к отрицательному (—) полюсу сварочного агрегата (положение электрода то же, что и в п. 1-д);

г) производить наварку при силе тока: для 8-миллиметровых электродов в 120—140 А и для 10—12-миллиметровых — в 140—175 А;

д) высота вольтовой дуги не должна превышать 4 мм.

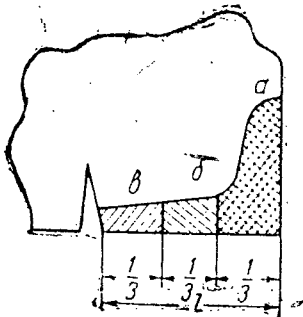
¹ Ни в коем случае нельзя допускать непосредственного соприкосновения вольтовой дуги с медной пластинкой, служащей для предохранения острого края кромки долота от пережога.

Первый способ наварки

Для производства наварки следует:

а) наложить долото на стол так, чтобы навариваемая поверхность была горизонтальна; под рабочую сторону пера и к ребру долота, во избежание стекания расплавленного сплава с краев долота, плотно подогнать медные пластинки;

б) производить наварку пера ступенчато, а именно: разделив режущее лезвие пера по его длине на три примерно равные части (фиг. 14), направить площадь *a* тремя слоями, площадь *b* двумя слоями и площадь *в* одним слоем;



Фиг. 14. Расположение слоев сплава на площади пера долота.

в) площадь *a* засыпать с помощью лопатки равномерным слоем вокара на толщину 2—3 мм и начать расплавлять этот слой, не прерывая дуги и каждый раз постепенно захватывая небольшую его порцию;

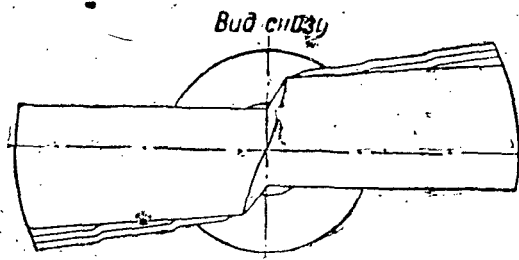
г) засыпать площади *a* и *b* слоем в 2—3 мм и производить его расплавление точно так же, как указано в п. «в»;

д) засыпать площади *a*, *b* и *в* слоем толщиной 2—3 мм и проводить его расплавление так, как это указано выше;

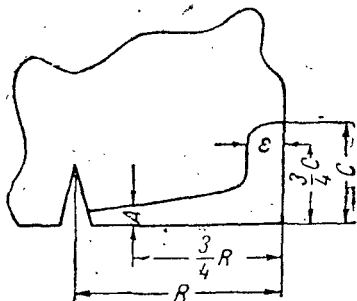
е) после наварки каждого слоя зачищать наваренную поверхность стальной щеткой или зубилком; затем вновь засыпать площадь слоем соответствующей толщины и повторять операцию его расплавки;

ж) наварку второго пера производить точно так же, как это описано в пп. «а»—«е», но на другой стороне, т. е. обращенной, как и первая, к буримой породе (фиг. 15);

з) размеры наваренных слоев вокара должны соответствовать данным, приведенным на фиг. 16 и в табл. 18.



Фиг. 15. Вид перьев долота, наваренных твердым зернистым сплавом.



Фиг. 16. Размеры слоев, навариваемых зернистыми сплавами.

Таблица 18

№ п/п.	Диаметр долота «рыбий хвост», мм	Размеры слоев, навариваемых зернистыми сплавами, мм				Время, необходимое для наварки, мин.	Расход вокара, г	Расход энергии, кВт·ч
		A	C	E	T*			
1	65	10—11	36	10	2—3	30	70	0,75
2	75	11—13	38	12	2—3	40	75	1,50
3	85	14—15	38	12	2—3	45	80	2,25
4	104	17—18	40	12	3	50	85	3,05
5	114	19	40	12	3	55	90	3,75
6	134	22—23	44	14	3	60	100	4,50

* T — толщина наваренного слоя.

Второй способ наварки¹

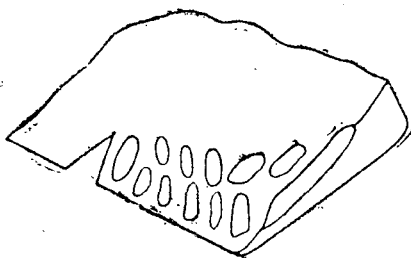
Этот способ представляет собою метод усиленной армировки долотьев «рыбий хвост» вокаром. Он заключается в следующем:

¹ Этот способ является в деле армирования новым и применен в 1940 г.; («Азербайджанское нефтяное хозяйство» № 7, 1940).

а) в долоте «рыбий хвост» вырезаются электродугой гнезда, а по направлению — продольная канавка (фиг. 17);

б) в гнезда и канавку вваривается вокар в 4—5 слоев до полного выравнивания поверхности долота;

в) на армированные вокаром поверхности гнезд и канавки накладывается тонкий слой (до 1 мм) железа и производится общая армировка в один, два или три слоя по лезвию пера и в три слоя — по ребру;



Фиг. 17. Гнезда и канавка
в долоте «рыбий хвост».

г) вварка гнездами и прослаивание железом дает наваренному вокару достаточную вязкость; получается гладкая поверхность и тонкий профиль;

д) для снятия внутренних напряжений долотья подвергаются нормализации при нагреве до 850°C и выдержке в течение 1 часа; подогрев (при нормализации) не оказывает влияния на армировку.

3) Наварка ребер долотьев разведочного бурения, имеющих небольшую толщину, отдельно не производится, так как с применением при наварке металлических пластинок величина выступающей части слоя наваренного вокара по диаметру долота достигает 2—3 мм.

4. По окончании наварки долота, ему необходимо дать медленно охладиться в песочной ванне.

5. После охлаждения долото калибруется и, если нужно, затачивается на карборундовом круге.

Наварка сплава вокар на зубчатую коронку

1. Перед началом процесса наварки следует:

1) заготовить 6—10 штук остро заточенных на конце угольных электродов;

2) просеять порошок вокар на сите с отверстиями в 1 мм и взвесить необходимое количество его;

3) заготовить железные пластинки шириной 8—10 мм, длиной 10—12 мм и толщиной 3—4 мм;

4) нагреть коронку до температуры 600° С;

5) очистить коронку от окалины и загрязнения;

6) установить коронку так, чтобы навариваемая передняя часть зуба (фиг. 18) была в горизонтальном положении.

2. Процесс наварки проводится в следующей последовательности:

1) прихватить электрическим электродом железные пластинки на кромке зуба и зачистить зуб металлической щеткой;

2) насыпать слой твердого сплава вокар толщиной 2—3 мм и слегка умять вокар ручкой ложки;

3) соединить угольный электрод с отрицательным (—) полюсом сварочного агрегата и вызвать вольтову дугу;

4) перемещая электрод по поверхности зуба, постепенно и аккуратно расплавить весь насыпанный вокар, следя за тем, чтобы электрод находился в отклонении от вертикали не более, чем на 10° (см. выше);

5) по окончании наварки первого слоя, очистить поверхность наваренного сплава от шлака, грязи и окалины зубилом и металлической щеткой;

6) насыпать второй слой;

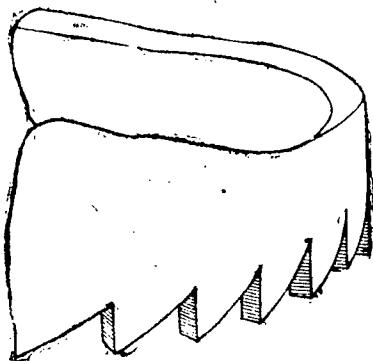
7) расплавить его теми же приемами, что и первый,

следя за тем, чтобы толщина наваренных на поверхность зуба слоев равнялась 3 мм;

8) после окончания наварки первого зуба, прогреть до красного каления прихваченные железные пластинки, после чего осторожно отбить их;

9) теми же приемами наварить и остальные зубья.

3. По окончании наварки всех зубьев, следует по-



Фиг. 18. Расположение зернистого сплава на зубцах коронки (заштрихованные площади).

местить коронку в песочную ванну для медленного ее охлаждения.

4. После охлаждения зубцы коронки должны быть заправлены на карборундовом точиле.

Наварка сплава вокар на фрезерные башмаки.

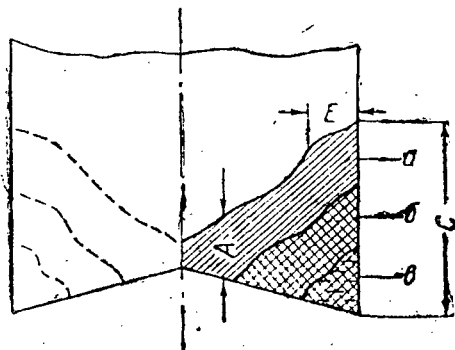
1. Наварка производится на переднюю часть зубца фрезерного башмака.

2. Наварка ведется теми же методами, как и наварка зубчатых коронок.

Наварка сплава вокар на змеевики

1. Твердый сплав надо наваривать на обращенные по направлению резания стороны лезвия змеевика (фиг. 19):

2. Перед началом наварки проводятся все предварительные операции, указанные в разделе «Наварка сплава вокар на зубчатую коронку».



Фиг. 19. Расположение слоев зернистого сплава на лопастях змеевика.

3. Процесс наварки ведется следующим образом и в такой последовательности:

1) к боковой стороне лопасти прихватить металлическим электродом железную пластинку толщиной 3—4 мм; такую же пластинку прихватить к торцовой части лопасти; всю поверхность лопасти и стыка с пластинками зачистить металлической щеткой;

2) насыпать ложечкой слой вокара на лопасть, предварительно просеяв на сите с отверстиями в 1 мм;

3) после насыпки сплава на лопасть вести наварку согласно правилам, указанным при наварке зубчатой коронки (см. выше);

4) наваривать на змеевики три слоя сплава, причем третий слой наваривать после зачистки поверхностей второго слоя теми же приемами, что и два первых.

4. Вторую лопасть следует наваривать так же, как и первую.

5. По окончании наварки змеевик должен охлаждаться в песочной ванне.

6. После охлаждения змеевик надо заправить на карборундовом точиле.

7. Размеры слоев твердого сплава указаны в табл. 19 (см. фиг. 19).

Таблица 19

Диаметры змеевиков, мм	Размеры слоев твердого сплава, мм				Расход твердого сплава, г
	А	Е	С	Толщина наваренного слоя, мм	
47	20	10	35,5	2	60
72	38	19	36	3	80
96	40	20	48	3	90
145	44	22	72	3	100

Наварка ВТЗС (вокар плюс трубчато-зернистый сплав) на долотья «рыбий хвост»¹

1. Процесс наварки состоит из следующих основных этапов:

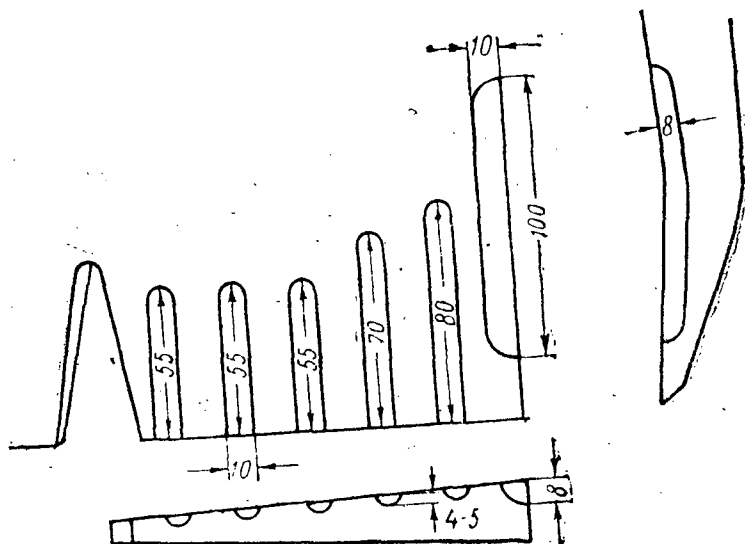
1) на поверхности пера долота делают канавки соответствующих размеров (фиг. 20);

2) в эти канавки наваривают сплав вокар (фиг. 21);

3) на поверхность долота производят газо- или электронаплавку трубчато-зернистого сплава (по способу Бенардоса).

¹ Метод армирования долотьев ВТЗС разработан в 1940 г. Бакинской государственной технической конторой комбината твердых сплавов (КТС) и испытан в производственных условиях («Азербайджанское нефтяное хозяйство» № 12, 1940).

2. В результате такой комбинированной наварки вязкость вокара повышается, так как железо трубчатого сплава смешивается с вокаром и последний делается менее хрупким; зерна карбида вольфрама, сохраняясь



Фиг. 20. Вырезка канавок под наварку ВТЗС (вокар плюс трубчато-зернистый сплав) на долотья «рыбий хвост».

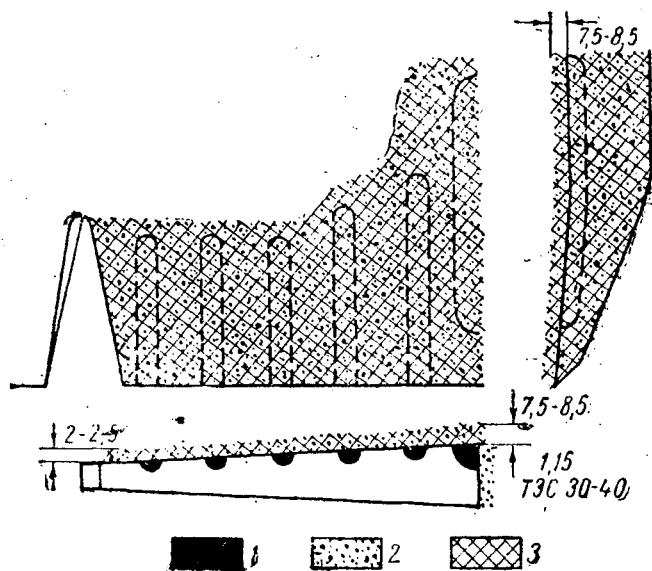
в железо-вокарной вязкой оправе, увеличивают абразивную способность слоя твердого сплава, в связи с чем увеличивается и стойкость долота.

3. При армировании долотьев трубчато-зернистым сплавом расход вольфрама меньше, чем расход его при армировании вокаром, на 45%.

4. Зернистость трубчато-зернистого сплава должна быть в пределах 8—10, 10—20, 20—30 меш.

5. На углы долота для укрепления его стойкости (для сохранения диаметра) следует наваривать крупные зерна литых карбидов.

6. Результаты предварительных испытаний наваренных при помощи ВТЗС долотьев и сравнительные данные других способов армирования приводятся в табл. 20.



Фиг. 21. Наварка ВТЗС на долотья «рыбий хвост».

1 — вокар; 2 — трубчато-зернистый сплав 10—20, 4—6 или 6—10 меш; 3 — трубчато-зернистый сплав 30—40 меш.

Наварка зернистых твердых сплавов на плоские долотья ударного бурения

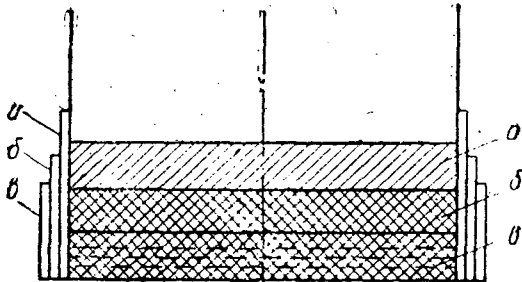
1. Для наварки долотьев этого вида бурения применяют зернистые (порошкообразные) твердые сплавы, вокар и сталинит.

2. Существует два способа подобной наварки:
 1) двухсторонняя трехслойная параллельная наварка и
 2) двухсторонняя трехслойная симметрическая наварка.

Вид наплавки	Количество долотьев	Прходка на 1 долото, м	Механическая скорость, м/час	Потеря диаметра, мм
Победит	36	88,6	4,0	5,26
Вокар	18	74,3	4,0	17,34
ВТЭС	28	113,8	5,0	3,7
Всего . . .	82	В среднем 100,8	В среднем 4,7	В среднем 7,96

Двухсторонняя трехслойная параллельная наварка

1. Этот способ состоит в том, что на обе образующие грани режущего ребра лезвия долота наварива-



Фиг. 22. Двухсторонняя трехслойная параллельная наварка.

ются три параллельных слоя сплава (фиг. 22), а на боковые цилиндрические поверхности (ребра) — два или три слоя.

2. Перед тем как приступить к процессу наварки следует:

1) заправить долото;

2) просеять через сито с отверстиями 1 мм и отвесить необходимое количество зернистого твердого сплава;

3) заготовить 4 железные пластинки толщиной 3—4 мм, шириной 12—14 мм и длиной 22—24 мм и 6—8 угольных электродов диаметром 6—8 мм, остро заточенных на концах на протяжении $\frac{2}{3}$ диаметра;

4) нагреть долото до температуры 600° С (красное каление), произвести тщательную очистку его от окалины и загрязнения на карборундовом точиле.

3. Процесс наварки следует вести в такой последовательности:

1) прихватить металлическим электродом в нескольких местах к телу долота железные пластинки, после чего очистить металлической щеткой место, которое будет подвергнуто наварке;

2) установить долото так, чтобы навариваемая грань была горизонтальна;

3) насыпать первый слой толщиной 2—3 мм на ограниченную мелом часть грани, после чего, пользуясь ручкой ложки, перенести немного сплава на пластинку для лучшей наварки долота;

4) переключить рубильник, присоединив угольный электрод к отрицательному (—) полюсу сварочного агрегата, а затем при помощи реостата установить режим работы долота, т. е. силу тока и рабочее напряжение; следить за тем, чтобы электрод был зажат в держателе средней своей частью примерно на 80 мм от нижнего своего конца, что предохранит его от быстрого сгорания; электрод в держателе, по мере сгорания, следует переставлять;

5) вызвав вольтовую дугу, постепенно перемещать электрод по подлежащей наварке поверхности, расплав-

ляя твердый сплав, причем следить за соблюдением надлежащей длины (2—4 мм) вольтовой дуги и положением электрода (см. предыдущий раздел вращательного бурения);

6) сменить электрод при его затуплении, причем желательнее, чтобы это было сделано после окончания наварки данного слоя;

7) после наварки первого слоя зачистить металлической щеткой поверхность наваренного слоя;

8) насыпав второй слой, наваривать его так же, как и первый;

9) после наварки второго слоя зачистить поверхность наваренного слоя, насыпать третий слой твердого сплава толщиной 2—3 мм и наварить его теми же приемами и в той же последовательности, как и первые два слоя;

10) нагреть до красного каления железные пластинки и осторожно отбить их молотком, чтобы получить хороший срез кромки;

11) окончив наварку первой грани лезвия, повернуть долото на другую сторону и произвести наварку также тремя параллельными слоями на второй грани аналогично наварке первой грани;

12) окончив наварку двух граней, положить долото на ребро;

13) прихватить металлическим электродом железные пластинки по сторонам режущего угла;

14) очистить металлической щеткой место, подлежащее наварке;

15) насыпать на ребро первый слой сплава толщиной 2—3 мм и слегка умять сплав ручкой ложки;

16) наварить первый слой;

17) очистить поверхность наваренного сплава и насыпать твердый сплав второго слоя;

18) повторяя приемы наварки первого слоя, наварить второй;

19) очистив наваренную поверхность, насыпать третий слой и, повторяя приемы наварки первого слоя, наваривать третий слой (этот последний слой вообще наваривают не всегда);

20) нагреть до красного каления железные пластинки и отбить их осторожно молотком, чтобы получить хороший срез кромки;

21) после наварки первого ребра положить долото на это ребро и, повторяя операции наварки первого ребра, наварить второе.

4. Окончив наварку граней и ребер зернистым твердым сплавом, поместить долото в песочную ванну для полного охлаждения.

5. После охлаждения заправить долото на карборундовом точиле.

Двухсторонняя трехслойная симметричная наварка

1. Этот способ состоит в том, что на обе грани лезвия долота навариваются теми же методами, как и при предыдущем способе наварки, три слоя, причем, однако, самое расположение навариваемых слоев иное, а именно:

1) первый слой *a* наносится на всю площадь обеих рабочих граней лезвия долота (фиг. 23);

2) второй слой *б* наваривается от ребер к центру на $\frac{2}{3}$ радиуса долота по поверхностям обеих граней;

3) третий слой *в* наваривается от ребер к центру на $\frac{1}{3}$ радиуса долота на поверхности обеих его граней;

4) ребра навариваются так же, как и при параллельной наварке (см. выше).

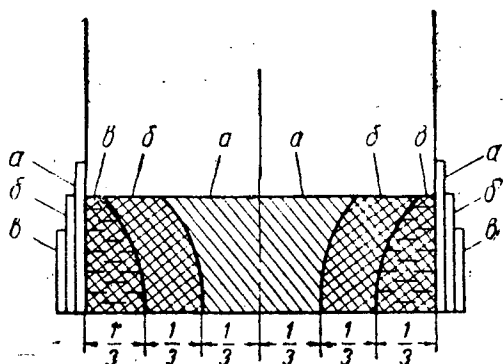
2. После окончания наварки долото следует поместить в песочную ванну для медленного и полного его охлаждения.

3. После охлаждения долото должно быть заправлено на экстра-карборундовом точиле.

Наварка инструментов вращательного бурения кусковыми твердыми сплавами

Наварка долотьев «рыбий хвост» посредством газосварки

1. Перед тем как приступить к заправке кусковых сплавов, необходимо подготовить долото к этому (заправить его, очистить поверхность, нагреть теми приемами, которые были указаны в разделе «Наварка до-



Фиг. 23. Расположение слоев зернистого сплава, наваренного на перьях и ребрах долота при двухсторонней трехслойной симметричной наварке.

лотьев зернистыми сплавами»). Также обязательны по окончании вправки очистка, калибровка и, если требуется, то и заточка.

2. Применяются два метода наварки долотьев посредством газосварки:

- 1) метод вварки и последующей заправки кусков сплава неправильной формы;
- 2) метод вварки кусков сплава правильной формы.

Вварка кусков неправильной формы

1. Наварка ведется с помощью ацетиленового пламени.

2. Последовательность работ такова:

1) необходимое количество кусочков сплава насыпается на лопасть долота выше очерченной площади, подготовленной к наварке; кусочки сплава рассортировываются на мелкие и крупные;

2) сварщик берет в правую руку горелку, а в левую стальной высокоуглеродистый пруток;

3) место предполагаемой проварки предварительно нагревается до темнокрасного цвета, затем пруток подносится к горелке, нагревается до расплавления и им быстро захватывается кусочек сплава (сплав не должен нагреваться до высокой температуры);

4) горелкой в соответствующем месте пера выжигается углубление с таким расчетом, чтобы в него можно было погрузить кусочек сплава на $\frac{3}{4}$ его размера; сплав с прутком следует держать в это время в сфере огня;

5) в момент готовности углубления кусочек сплава вставляется быстрым движением в углубление, причем металлу долота дается возможность охватить его; после этого пламя горелки переносят к месту соединения долота с прутком, конец которого, расплавившись, покрывает своим металлом кусочек сплава.

3. С такой последовательностью работ ввариваются все куски сплава, причем следует:

1) в процессе вварки наблюдать за тем, чтобы в углублении, куда вставляется кусочек сплава, находился хорошо расплавленный металл пера и чтобы кусочек сплава не окислился под действием пламени горелки;

2) вварку начинать с угла долота, куда укладывать самый большой кусок сплава;

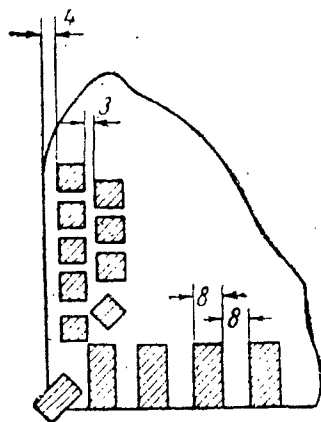
3) кусочки сплава на боковой кромке размещать

так, чтобы края их были как раз на кромке долота и наибольшая ось сплава была параллельна режущему лезвию долота; расстояние между зернами выдерживать в 6—8 мм; расстояние между горизонтальными рядами брать в 3 мм;

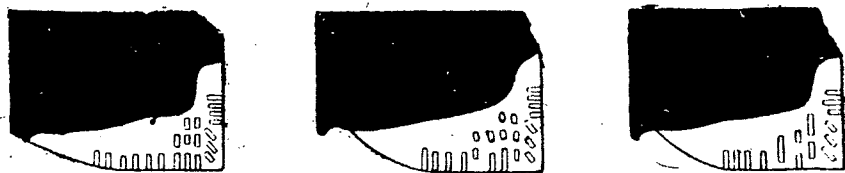
4) кусочки сплава укладывать по режущему лезвию долота в 2 ряда (а иногда и больше) в шахматном порядке (фиг. 24) или цепочкой (фиг. 25) вертикальными рядами (первый способ дает большую прочность режущего лезвия);

5) для долотьев, работающих в крепких породах, первый ряд кусочков сплава располагать на расстоянии 3—4 мм от режущей кромки, а для мягких пород — на расстоянии 1,5—2 мм, с тем чтобы угольный кусок выступал наружу на 1—2 мм;

6) в самом центре долота укладывать наиболее мелкие куски сплава (согнанные пламенем газовой горелки



Фиг. 24. Расположение кускового сплава в шахматном порядке.



Фиг. 25. Расположение кускового сплава цепочкой.

со сработанного долота куски металло-керамических сплавов можно использовать в центральной части долота);

7) при пользовании кусками победита пламя горелки не направлять на победит.

4. По окончании вварки всех кусочков приступают к зашлафовке их трубчатым или другим аналогичным сплавом; зашлафовку начинают от центра и ведут к боковой кромке; долото при зашлафовке немного наклоняют в сторону боковой кромки для стекания к ребру металла и усиления этим ребра.

5. Толщина зашлафовываемого слоя должна быть у центра 2 мм и у края долота 3—4 мм.

6. Боковые кромки навариваются вокаром или трубчатым сплавом.

Вварка кусков правильной формы

1. Для более рациональной укладки сплава по лезвию при зашлафовке выфрезеровываются канавки (фиг. 26). На угловой части лезвия делается углубление (канавка) для сплошной укладки сплава (с зазорами между отдельными кусочками в 0,5—1,0 мм).

Укладка сплава по лезвию показана на фиг. 26, а. На другом лезвии кусочки сплава располагаются с таким расчетом, чтобы они перекрывали промежутки между кусочками сплава первого лезвия (фиг. 26, б).

2. Припоем служит латунь. Наплавка на чугунном припое ухудшает, вследствие большой усадки чугуна, качество победита, в результате чего в победите возникают внутренние напряжения, способствующие скалыванию и выкрашиванию победита.

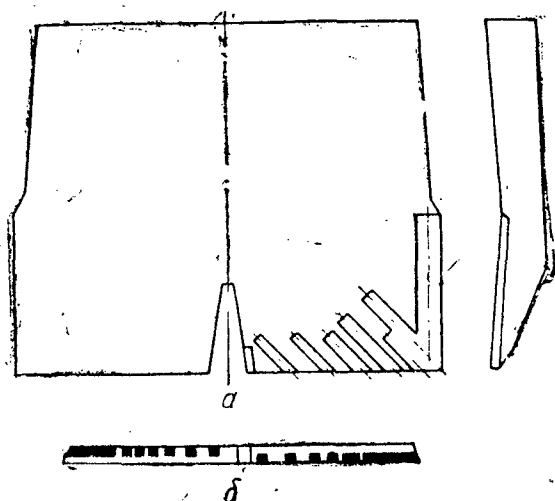
3. Для нагрева при армировке следует применять газовую горелку.

4. Процесс наварки следует производить в такой последовательности:

1) после заварки долото обязательно зачистить на точиле и уже после этого установить его в держателе;

2) куски сплава уложить в выфрезерованные в лезвии канавки;

3) нагреть канавки газовой горелкой до красного каления с присыпкой буры; пайку латунию, во избежание



Фиг. 26. Схема укладки кусочков сплава на лезвии долота.

окисления припоя и сплава, производить при избытке ацетилена;

4) следить, чтобы толщина припоя по всей поверхности канавки не превышала 0,5 мм;

5) нагреть победит перед сваркой до темнокрасного каления восстановительным пламенем газовой горелки;

6) по окончании сварки всех кусков победита поместить долото в песочную ванну для охлаждения.

5. В результате наварки этим способом лезвие долота сплава почти не утолщается.

6. Размеры и расход твердых сплавов и других материалов при сварке кусковых твердых сплавов правильной формы приводятся в табл. 21.

Таблица 21

№ п/п.	Диаметр долота «рыбий хвост», мм	Расход пластинок, штуки		Общий вес победита, г	Время, необходимое для наварки, мин.	Израсходованные материалы			
		Размеры, мм				г		л	
		12×12×4	8×8×3			бура	латунь	кислород	ацетилен
1	66	2	8	34	20	8	130	250	190
2	75	2	8	34	20	9	140	250	190
3	85	4	6	48	25	10	150	313	222
4	104	6	8	70	30	11	170	375	280
5	114	6	10	74	35	12	180	438	348
6	134	6	14	78	45	15	200	564	420

Приклепка к основному корпусу долотьев съемных лезвий

В последнее время в нефтяной промышленности разработан метод приклепки к основному корпусу долотьев съемных лезвий¹. Последние армируются твердыми сплавами указанным выше способом.

Применение приклепанных лезвий имеет следующие преимущества:

1) возможность использования старых, сработанных по длине долотьев наравне с новыми;

2) возможность применения для лезвий долота специальных сталей, что, наряду с армированием твердыми сплавами, повышает механическую скорость бурения (изготовление долотьев из специальных сталей неэкономично и сложно);

3) возможность централизованного заготовления армированных лезвий долотьев в мастерских для широ-

¹ «Азербайджанское нефтяное хозяйство» № 5, 1940.

кого внедрения в практику работ разведочных партий; достаточно иметь в партии лишь одно походное горно (как это практикуется в США) для приклейки лезвий непосредственно на буровой; на скважине можно держать вместо запаса долотьев лишь запас стандартных лезвий.

Напайка твердого сплава победит на зубчатую коронку

1. Перед тем как приступить к производству напайки, необходимо провести следующие операции:

1) заготовить пластинки победита, латунную проволоку длиной 3—4 мм и мелкую буру;

2) нагреть коронку до температуры 600—700° С;

3) очистить пазы зубцов коронки от окалины и загрязнений;

4) зажечь и отрегулировать ацетилено-кислородное пламя горелки.

2. При проведении процесса напайки надо соблюдать следующую последовательность:

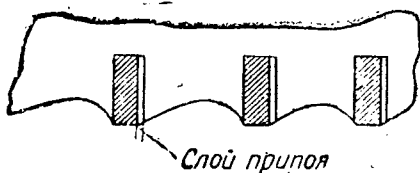
1) нагреть ацетиленовой горелкой переднюю поверхность паза зубца, на который (фиг. 27) будет напайаться победит, до температуры несколько выше 800° С (температура плавления буры);

2) насыпать на эту поверхность прутком с ложкообразным концом прокаленную буру, способствующую удалению окалины;

3) тщательно зачистить данную поверхность проволоочной щеткой;

4) насыпав снова буры на поверхность напайки, наплавить тонкий слой латуни на зубцы;

5) нагреть конец стального прутика длиной 3—4 мм



Фиг. 27. Способ вставки кускового сплава при впайке в зубчатую коронку.

до расплавления, быстро захватить им пластинку победита;

6) расплавив наплавленный слой латуни и подогрев в это же время пластинку победита до красного каления, опустить ее в порошок буры и быстро приложить пластинку к передней части зубца коронки в расплавленную латунь, сильно нажимая пластинку прутиком, чтобы получить тонкий, едва заметный слой припоя;

7) напаять, применяя те же приемы, остальные зубцы коронки.

3. Для охлаждения и во избежание окисления напаянных пластинок победита поместить коронку до полного ее охлаждения в ящик с крупной пылью древесного угля.

4. После охлаждения коронки подвергнуть ее заправке на карборундовом круге для получения соответствующего диаметра коронки (наружного и внутреннего) и угла резания для зубца.

В табл. 22 приводятся данные о расходе материалов, времени работы и т. д. при напайке зубчатых коронок твердым сплавом победит.

Таблица 22

№ п/п.	Диаметр зубчатых коронок, мм	Расход материала				Время работы, мин.	Расход газа, л		Примечание
		буры, г	латунной проволоки, г	пластинок победита размером 8×8×3 мм	штук		кислорода	ацетилен	
1	56	5	65	8	22	25	350	425	Эти данные относятся к зубчатым коронкам, изготовляемым из короночных колец
2	66	6	70	10	28	30	400	485	
3	76	7	75	12	34	35	500	550	
4	86	8	80	14	40	40	550	650	
5	100	10	85	16	46	45	600	700	
6	115	12	90	18	50	50	675	750	
7	130	15	100	20	56	60	750	900	

Напайка пластинок сплава победит на фрезерные башмаки

1. Пластинку победита следует напавать на переднюю сторону зубца башмака.
2. Напайка ведется теми же приемами, которые применяются при напайке победита на зубчатую коронку (см. выше).

Армирование коронок для колонкового бурения комбинированным методом

Армирование по данному методу¹ заключается в следующем:

1. В торце коронки делается 4 радиальных паза для резцов.
2. В пазы запрессовываются пластинки из рессорной стали. По наружному диаметру резцы выпускаются на расстояние до 5 мм (в зависимости от диаметра сопряженной колонны, обсадных труб) и по внутреннему диаметру на 1,5—2 мм. Из под торца пластинки выпускаются на 3 мм.
3. Торцы коронки в местах, где вставлены стальные резцы, наплавляется трубчатым сплавом МТЗ.
4. По окончании наплавки наплавленные места подчищаются обычными способами, применяемыми при наварке твердых сплавов.

Армирование буров для горно-разведочных работ

1. Для впайки в головки буров применяются, в зависимости от свойств проходимых пород, следующие твердые сплавы:

¹ Этот метод был применен в виде опыта в 1940 г. на работах Главного геологического управления Наркомата нефтяной промышленности и дал положительные результаты.

1) Сплав РЭ-8 при бурении ручными перфораторами с живой силой удара до 6 кг/м в однородных породах (с коэффициентами крепости 9—10 по «Единым типовым нормам» Комитета по делам геологии при СНК СССР, изд. 1941 г.).

2) Сплав РЭ-12 для бурения пород выше средней крепости (с коэффициентом до 12 по «Единым типовым нормам») и пород средней крепости, но с крепкими включениями (при работе на ручных молотках).

3) Сплав РЭ-15 при бурении крепких пород (с коэффициентом 12—14 по «Единым типовым нормам») любыми ручными перфораторами (вплоть до тяжелых).

При бурении в породах с коэффициентом от 13 до 14 РЭ-15 применим только при пользовании легкими ручными и колонковыми перфораторами.

4) Сплавы РЭ-12 и РЭ-15 являются более вязкими, менее изнаноустойчивыми и менее производительными, чем РЭ-8. Поэтому там, где может работать сплав РЭ-8, не следует применять сплавы РЭ-12 и РЭ-15.

2. Единственным способом крепления резцов твердых сплавов в головке бура является пайка.

3. В качестве припоя для пластинок применяется латунь (при отсутствии таковой возможна замена ее электролитической медью); в качестве флюса применяется прокаленная мелко истолченная бура.

4. Пайку следует производить в электрической, муфельной или другой печи, предохраняющей головку бура от воздействия открытого пламени. Не следует производить пайку на открытом пламени угольного горна. При пайке в нефтяной печи головку следует нагревать в восстановительном пламени.

5. Головку бура надо разогреть до температуры 800—850° С. Во время пайки следует ложкой посыпать прокаленную буру.

6. Процесс впайки пластинок твердых сплавов в головки буров состоит из следующих последовательных операций:

1) фрезеровка паза под пластинку;

2) пригонка паза по пластинке, производящаяся вручную напильником; особенно тщательно должна быть пригнана по пластинке подошва паза;

3) пластинка (до пригонки ее) должна быть тщательно отшлифована на специальных кругах «карборунд-экстра» зернистостью 80—120 меш; все раковины, риски и черные пятна для обеспечения схватывания пластинки с припоем должны быть выведены; особенно тщательно выравнивается основание пластинки; выпуклость боков пластинки допускается не более 0,05 мм; пригнанная пластинка должна туго вставляться в паз от руки; заколачивать пластинку стальным молотком не следует;

4) пластинка, перед вставкой ее в паз для пайки, должна быть обезжирена в растворе едкого щелочного раствора и высушена;

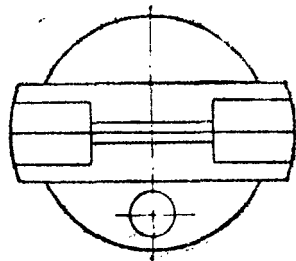
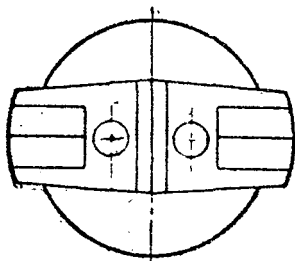
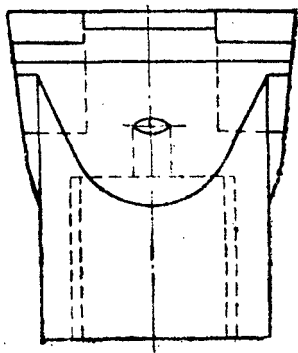
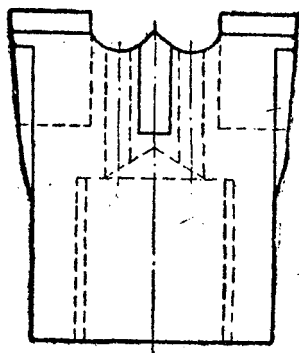
5) самый процесс впайки может производиться одним из двух следующих способов.

Первый способ

Головку бура со вставленной в паз пластинкой твердого сплава помещают в горн и нагревают. Бур должен находиться в печи в горизонтальном положении, так, чтобы и широкая сторона пластинки, во избежание ее выпадения из паза при нагревании, также была горизонтальна.

Нагрев бура, его вынимают. Вследствие различных величин коэффициента расширения у металла бура и пластинки, туго вставлявшаяся пластинка после нагрева совершенно свободно держится в пазе. Легкими ударами молотка по боковой поверхности головки бура паз несколько сужают у торца головки, обжимая его стенки по пластинке. После этого легкими ударами молотка

по ребру пластинки ее несколько сдвигают от основания паза. В образовавшееся между основанием паза и пластинкой пространство вставляют латунную пластинку, посыпают бурой головку, помещают ее опять в печь



Фиг. 28. Эскиз съемной коронки для буров, армированных твердыми сплавами.

Фиг. 29. Эскиз съемной коронки для буров, армированных твердыми сплавами.

и нагревают до $800-850^{\circ}\text{C}$. Во время нагрева латунь расплавляется и заполняет свободное пространство между стенками паза и пластинкой. Вынув бур из печи, прижимают его головку (пластинкой) к краю печи, чем

достигается плотное прилегание твердого сплава к основанию паза (вместо того, чтобы прижимать пластинку к краю печи, можно прижать ее разогретым железным стержнем).

Второй способ

Вставив в паз головки бура пластинку, кладут на нее кусочек латуни, посыпают бурой и помещают бур в вертикальном положении в печь. Головку бура, во избежание падения латуни, обвязывают проволокой. При нагревании головки бура латунь, расплавившись, заполняет пространство между стенками паза и пластинкой. Затем, вынув бур из печи, прижимают пластинку к основанию паза так, как это указано при описании первого способа.

6) После пайки бур следует медленно охладить в порошке угля или графита. Этим достигается постепенное охлаждение головки, причем пластинка предохраняется от окисления кислородом воздуха.

7) После полного охлаждения головки должна быть произведена заточка ее и окончательная шлифовка.

8) Предварительную обдирку головки (до заточки пластинки) следует производить, в целях экономии, на простом точиле (алундовом, наждачном, карборундовом и т. п.).

9) Заточку пластинки надо производить на специальных кругах из карборунда-экстра: предварительную заточку — на кругах зернистостью 40 меш, окончательную — на кругах зернистостью 80 меш, твердостью $СМ_1$ — $СМ_2$.

10) Окружную скорость для кругов из карборунда-экстра следует применять в 25 м/сек. Наиболее удобные диаметры кругов 250—400 мм.

11) Заточка должна производиться при непрерывном обильном водяном охлаждении.

12) Не следует сильно прижимать пластинку к кругу.

13) Надо применять следующие углы заточки лезвий: для РЭ-8— 100° , для РЭ-12 и РЭ-15— 110° . Для соблюдения правильных углов следует пользоваться шаблонами.



Фиг. 30. Внешний вид съемной коронки для буров, армированных твердыми сплавами.

На фиг. 28, 29 и 30 приведены эскизы съемных коронок для буров, армированных твердыми сплавами.

7. При пользовании съемными коронками Харьковского станко-инструментального завода (ХСИЗ) из легированной стали 7Х следует:

- 1) коронки после 4—5 заточек закаливать;
- 2) закалку коронок производить при температуре $830-850^\circ\text{C}$;
- 3) после закалки подвергать коронки отпуску путем кипячения их в воде в течение 4—5 час.

V. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

Общие положения. О каждой замеченной в инструменте или оборудовании неисправности необходи-

мо, во избежание несчастного случая от этой неисправности, сообщать бригадиру или мастеру.

Правила безопасности при производстве электросварки

К электрическим установкам следует относиться наиболее осторожно, так как при других установках об угрожающей опасности можно судить по звуку, шуму и по виду вращающихся частей, в электрических же установках никаких наружных признаков опасности обычно не наблюдается.

Чтобы избежать несчастных случаев от электрического тока, необходимо соблюдать следующие правила:

1. Расстояние между машинами, вырабатывающими ток для дуговой сварки, должно быть не меньше 1,5 м.

2. Провода, подводящие ток от машин к распределительному щиту и от него к местам сварки, должны быть надежно изолированы (бронированы) и закрыты от действия высокой температуры и механических повреждений.

3. Прежде чем включить ток в провода, должно быть сделано заземление всех металлических частей электросварочной установки, которое не должно сниматься во все время работы.

Обязательному заземлению подлежат рамы сварочного моторгенератора, пусковых включений и т. д. Заземление подвижной установки делается при помощи укрепленного на раме специального зажима, к которому и присоединяется гибкий заземляющий провод. Стационарные сварочные машины должны иметь постоянные заземляющие приспособления.

4. Электрическая сварочная установка может эксплуатироваться лишь при условии, если имеются все соответствующие приборы: измерительные приборы, пус-

ковые и регулирующие реостаты, автоматические выключатели и пр.

5. При установке следует иметь схемы и инструкцию, точно объясняющие назначение прибора и его действие.

6. Сварочная машина, подобно всякому электрическому оборудованию, должна постоянно находиться под наблюдением сведущих лиц. Установка и ремонт этой машины могут производиться только электромеханиками.

При пуске машины и последующем обращении с ней необходимо помнить, что опасность электрического тока тем больше, чем мокрее одежда и обувь работника и чем сырее пол и стены. Наоборот, резиновая обувь, резиновые перчатки, хорошая, прочная, сухая обувь могут предохранить работника от электрического удара.

При оказании первой помощи пострадавшему от электрического тока необходимо прервать ток, идущий через пострадавшего, для чего надо или выключить рубильник, или убрать провод сухой палкой, веревкой или рукой, одетой в резиновую перчатку; можно заземлить провод при помощи металлического проводника или мокрой тряпки, причем самому надо становиться на сухое дерево, на толстый слой бумаги или на сухую одежду. Работать надо, по возможности, одной рукой. Касаться потерпевшего голыми руками нельзя, так как можно самому подвергнуться действию тока.

Вольтова дуга вредно действует на зрение.

1. Каждый рабочий, занятый непосредственно сваркой при помощи вольтовой дуги, или помогающий ему должен работать не иначе, как закрывая лицо специальным щитом или маской со вставленными в них цветными стеклами. Щиты, в которые вставлены защитные стекла, должны иметь полную форму, чтобы они могли защищать все лицо. Защитные стекла должны сочетать красное стекло с зеленым.

2. Места сварочных работ должны быть огорожены перегородкой или переносными ширмами, которые с вну-

тренией стороны необходимо окрасить в черный цвет для поглощения лучей вольтовой дуги (для этой цели желательна также окраска стен сварочной мастерской в матовый-черный цвет). На перегородках и ширмах с внешней стороны должны быть сделаны надписи: «не смотри на пламя».

3. Каждому сварщику и обучающемуся должно быть разъяснено вредное влияние ультрафиолетовых и инфракрасных лучей вольтовой дуги на зрение и на кожу тела. На стенах мастерской должны быть плакаты, объясняющие вредное действие лучей вольтовой дуги.

4. При всяком появлении боли в глазах у лиц, занятых электросваркой или присутствующих при ней, необходимо немедленно обращаться к врачу.

5. Сварщик при работе с вольтовой дугой должен надевать кожаный или асбестовый фартук и рукавицы с нарукавниками.

6. Для защиты цветного стекла от брызг расплавленного металла в щиток вставляется обыкновенное белое стекло, которое по мере загрязнения его металлическими брызгами заменяется новым.

7. Оправка стекла в маске должна быть сделана из легкого материала с плохой теплопроводностью.

8. Управляющий дугой сварщик, если около него находятся другие наблюдающие за дугой лица, должен перед появлением вольтовой дуги предупредить их возгласом: «закройтесь».

9. При чистке неровностей навариваемой поверхности посредством зубила и молотка сварщик должен надеть очки с обыкновенными стеклами для защиты глаз от осколков и горячего шлака.

Правила безопасности при производстве газосварки

1. Одновременно в одном помещении не должно находиться в работе больше одного переносного аппарата.

При этом последний должен отстоять от места автогенной сварки, а также и от всякого открытого огня и раскаленных предметов, не ближе 5 м.

2. Зарядка переносных аппаратов карбидом не должна превышать 2 кг.

3. После зарядки аппарата карбидом весь воздух из газгольдера для предотвращения образования в нем гремучей смеси должен быть удален в атмосферу.

4. Перед присоединением к кислородному баллону редукционного клапана необходимо открыть (продуть) головку баллона для того, чтобы удалить частицы пыли и инородные тела.

5. При закреплении редукционного клапана на баллоне и при открывании вентиля воспрещается находиться перед штуцером для редукционного клапана.

6. После присоединения редукционного клапана головку баллона следует открывать медленно, чтобы и давление в камере клапана возрастало постепенно (в противном случае может произойти сгорание редукционного клапана и головки баллона).

7. Необходимо следить за правильным и плотным присоединением рукавов к аппарату, детандеру и горелкам.

8. Крепление присоединительной гайки манодетандера при открытом баллоне воспрещается (во избежание срыва нарезки и выхода кислорода с опасностью пожара).

9. При появлении обратных ударов (хлопанья), происходящих от сильного накаливания наконечника, следует закрыть ацетиленовый кран и, не прекращая доступа кислорода, погрузить горелку в воду.

10. При работе следует оберегать рукава от попадания в них искр и расплавленного металла. Необходимо ежедневно выпускать накапливающуюся в рукаве воду.

11. Необходимо категорически избегать попадания масла в воду аппарата и на все части баллона, аппаратов, рукавов и горелок.

12. Воспрещается подходить к генератору с открытым огнем или с зажженной папироской, а также искать с огнем места пропуска газа; для этого следует пользоваться мыльной водой.

13. Необходимо следить за тем, чтобы при работе аппарата уровень воды в водяном затворе никогда не спускался ниже пробного крана (особенно после обратного удара пламени).

В случае нехватки воды необходимо приостановить работу и подлить воды.

14. Остатки карбида, выгружаемого из аппаратов, должны удаляться в отведенные для этого места, вдали от рабочих помещений.

15. Баллоны с кислородом нельзя бросать или подвергать действиям высокой температуры. От удара необходимо защищать их деревянными чехлами. Если баллоны прикрепляются к передвижному аппарату, то присоединение должно быть прочным, исключаящим возможность падения баллона во время перевозки или в процессе работы.

16. Летом баллоны нужно предохранять от нагрева солнечными лучами, для чего их следует покрывать брезентом и помещать в тени.

17. Не следует оставлять наполненные баллоны на сильном морозе.

18. При работе с баллонами сварщик должен следить за тем, чтобы не использовались баллоны с просроченным временем испытания; это может быть определено по дате последнего испытания, выбитой около горловины баллона; если эта дата имеет более чем трехлетнюю давность, то такой баллон нужно оставить, сообщив об этом мастеру цеха или инженеру.

19. Исползованный баллон должен иметь надпись мелом «пустой».

20. Все неисправные места баллонов или арматуры перед отправкой баллона на завод для наполнения газом должны быть четко отмечены красной краской на самом баллоне.

Ремонтировать головки баллонов своими силами, а также разбирать эти головки, воспрещается. В тех случаях, когда из-за неисправности головки баллона кислород не был использован, необходимо при отправке его на завод сделать на нем надпись «осторожно с газом».

21. При замерзании редуктора во время работы последний можно отогревать только горячей водой. Отогревать при помощи горелки или другого огня воспрещается.

22. Для защиты глаз от яркого света и металлических брызг необходимо надевать защитные очки.

23. Для предохранения от ожогов следует надевать на руки рукавицы.

При любом методе наварки необходимо осторожно обращаться с нагретыми предметами оборудования (долотьями и т. п.) и не перевертывать их голыми руками.

24. Во избежание отравления образующейся при предварительном нагреве окисью углерода, необходимо вести работу с длинными ацетиленовыми горелками и при хорошей вентиляции.

25. Предметы, подлежащие действию ацетиленокислородного пламени, следует, во избежание появления вредно действующих на здоровье рабочих газов, для предупреждения возможности возникновения пожара и для улучшения качества работы, тщательно очищать от жира.

26. В случае отравления при кислородно-ацетиленовой сварке пострадавшему для возбуждения дыхания прикладывают к носу и ко рту ватку, смоченную наш-

тырным спиртом; в тяжелых случаях отравления необходимо делать искусственное дыхание, пока отравившийся не начнет дышать сам, что может наступить иногда лишь через значительный промежуток времени (до $\frac{1}{2}$ —1 часа).

ОГЛАВЛЕНИЕ

Стр.

Введение

Часть первая

Инструкция по термической обработке

I. Общая характеристика термической обработки и материалов для изделий, подвергающихся термообработке	5
Углеродистые стали	5
II. Термическая обработка изделий из углеродистых сталей	8
Отжиг	9
Закалка	17
Отпуск	27
III. Термическая обработка изделий из цементируемых (малоуглеродистых) сталей	33
Выбор цементирующей среды и предъявляемые к ней требования	35
Производство цементации	37
Обработка	43
Очистка	44
Правка	45
IV. Контроль готовой продукции	45
Контроль твердости	46
V. Причины брака и его устранение	51
VI. Печи для термической обработки	54
Печи для отжига	54
Печи для закалки	54
Печи для отпуска стали	55
Печи для цементации	56
VII. Техника безопасности при производстве термической обработки	57

Инструкция по наварке твердых сплавов на буровые инструменты	
I. Цель производства наварки буровых наконечников твердыми сплавами и впайки последних в наконечники	61
II. Твердые сплавы, применяемые для наварки и впайки	62
Механические смеси (порошкообразные твердые сплавы)	62
Литые твердые сплавы	62
Спеченные (металло-керамические) твердые сплавы	62
III. Способы производства наварки и впайки твердых сплавов.	
Оборудование и аппаратура	63
Газовая сварка	63
Электрическая сварка	69
IV. Производство наварки и впайки твердых сплавов	72
Наварка инструментов вращательного бурения зернистыми твердыми сплавами	72
Наварка инструментов вращательного бурения кусковыми твердыми сплавами	89
V. Техника безопасности	102
Правила безопасности при производстве электросварки	103
Правила безопасности при производстве газосварки	105

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
КОМИТЕТА ПО ДЕЛАМ ГЕОЛОГИИ
ПРИ СНК СССР

Принимаются заказы на:

**«Труды XVII сессии Международного геологического
конгресса»**

Труды XVII сессии Международного геологического конгресса
являются новейшей и наиболее полной сводкой теоретической
и прикладной геологии.

Поступили из печати тома:
I, II, IV, V и VI.

Цена I тома — 20 руб.; II тома — 20 руб.;
IV тома — 30 руб.; V тома — 30 руб.;
VI тома — 15 руб.

Заказы выполняются наложенным платежом.

Адрес для заказов
Москва 17, Пыжевский пер. 7.
Госгеоиздат

$\frac{5}{1213}$