

**Конспект Лекцій з дисципліни
«Матеріалознавство і технологія
конструктивних матеріалів»
(комплект документів для дистанційного
навчання)**

(частина 2)

**«Технологія
конструктивних
матеріалів»**

①
"Материалы и ТХМ"
"Технологии конструктивных материалов"

Модуль №12

1. Металлургическое производство.

1. Сущность металлургического производства (4б)

Приметельные в технике металлы принято делить на черные и цветные. К черным относятся железо и его сплавы, к цветным — все остальные металлы.

Получение металлов имеет две основные стадии: получение чугуна (содержание углерода более 2,14%) и получение стали (содержание углерода менее 2,14%).

Получение цветных металлов относится к различным разнородным техн. процессам.

2. Материалы, применительные для выплавки чугуна

Все материалы, перечисленные ниже в черном цвете имеют название ШХТХ. В состав шихты входят:

а) Руды, содержащие 30...70% железа.

(к ним относятся: магнитный железняк — магнетит, где Fe_3O_4 — 40...65%; красный железняк (гематит) где Fe_2O_3 — 58...60%; бурые железняк, где $2Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$ — 50...60%; шпатовый железняк (сидерит), где $FeCO_3$ —

②

30...45%). 40% запасов железных руд и находится на СССР. По добыче руды мы занимаем первое место в мире.

б) Металлы в виде лома; (сирен)

в) Топливо - каменноугольный кокс и природный газ (60...100 м³ на 1 тн выплавляемого чугуна, что на 10...15% снижает расход кокса). Из камен. кокса унеся угл. порошок в специальные камеры емкостью 13...20 м³ и выдерживают без доступа воздуха 12...15 часов при $t^{\circ} = 1000 \dots 1100^{\circ}\text{C}$. Из угля выгорают летучие вещества, твердая масса спекается и образует пористое топливо-кокс.

г) Флюсы (плавки) применяются для сплавления шлаковой пухой породы (SiO_2), внесенной вместе с рудой, и золь топила. Флюсом обычно является известняк (CaCO_3).

д) Шлак ^{кальций} иредуцирующей плавки.

(3)

3. Обогащение руды (4б)

Перед плавкой железные руды подвергают специальной обработке с целью увеличения содержания железа в шихте, повышения ее однородности по крупности кусков и химическому составу.

1. Обогащение руды. Увеличение содержания железа в руде достигается различными способами обогащения. Так, например, промывка руды водой позволяет отделить часть песчано-глинистой породы. Этой же цели достигают гравитацией (отсадкой), основанной на отделении руды от легкой пустой породы при пропускании под напором воды через дно вибрирующего сита, на котором слоем лежит руда. Магнетитовые руды обогащают способом магнитной сепарации, основанной на различии магнитных свойств железосодержащих минералов и частиц пустой породы.

Для улучшения процесса плавки обогащенную руду (концентрат) перерабатывают в кусковые материалы агломерацией или окатыванием.

4. Процесс получения агломерата (4б)

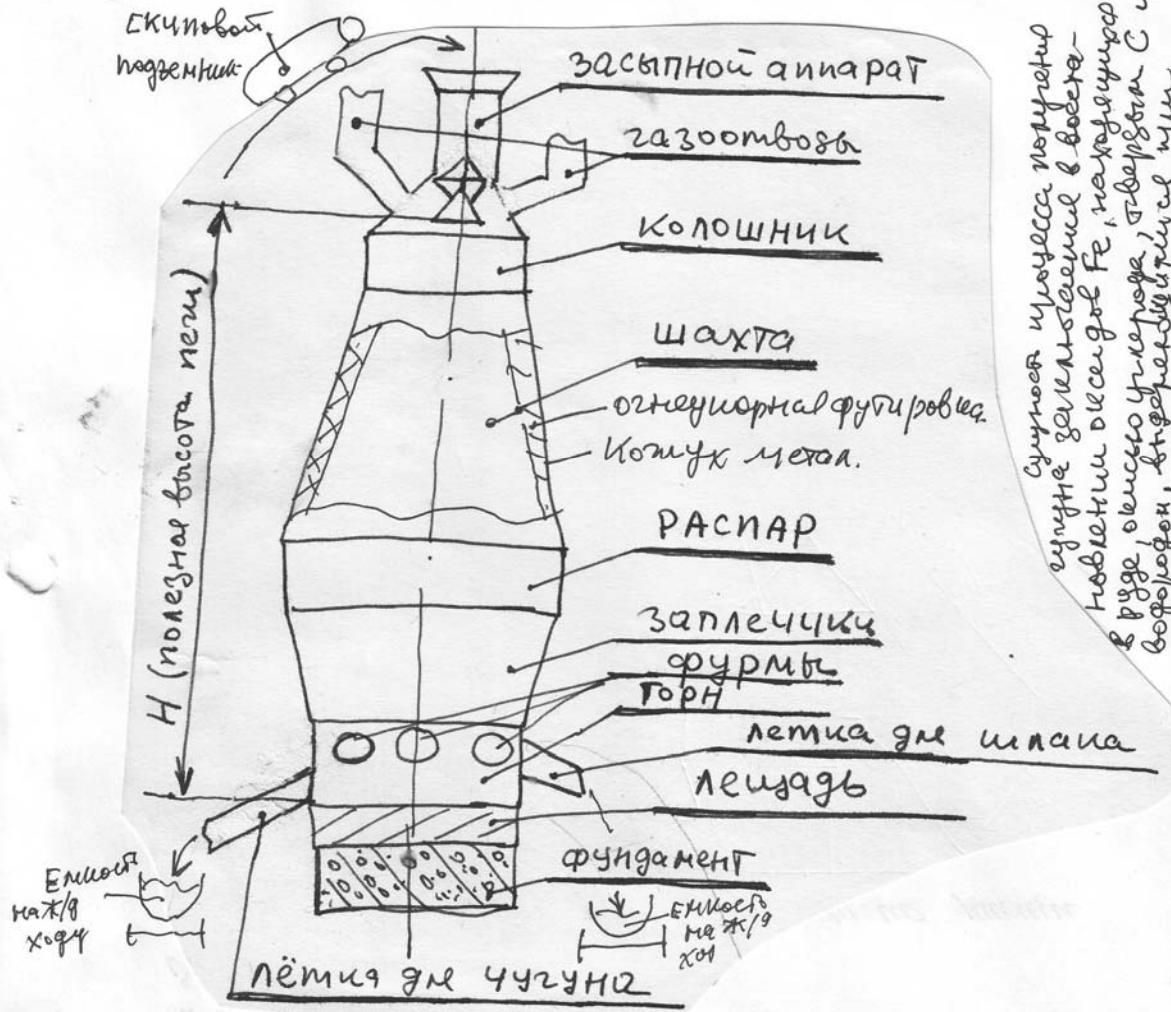
Агломерация заключается в спекании руды (40—50%), известняка (15—20%), возврата мелкого агломерата и кокса при температуре 1300—1500 °С в специальных агломерационных машинах. При этом из руды удаляется часть примесей, разлагаются карбонаты и образуется пористый офлюсованный материал — *агломерат*. Применение офлюсованного агломерата позволяет повысить производительность доменных печей на 10—25% и уменьшить расход кокса на 10—20%.

5. Процесс получения окатышей (4б)

Окатывание заключается в окусковании тонко измельченных концентратов. Для этого концентрат, флюсы и топливо увлажняют и загружают во вращающуюся наклонную чашу (гранулятор) или в пустотелый барабан, где и образуются окатыши-шарики диаметром 25—30 мм. Готовые окатыши высушивают и обжигают при 1200—1350 °С. Использование окатышей, как и агломерата, улучшает доменную плавку, повышает производительность доменной печи, уменьшает расход топлива.

(4)

Б. Схема устройства доменной печи (88)



Сущность процесса попутно
 лучше запомнить в виде
 последовательности окислов Fe, находящийся
 в руде окислов углерода, серы, фосфора, Si и
 ванадия, образующихся при

Засыпной аппарат — равномерн. загрузки и
 при загрузке печь шихта попадает так
 на малый конус из шпелковой воронки.
 После каждой загрузки малый конус
 поворачивается на 60° , через шельф
 поворот он оказывается закручен.
 по периметру, после чего конус опускается
 и шихта попадает на большой конус и
 шихта равномерно перно поступает в колош-
 ник.

(5)

Газообводн - сжигает газ удаляет колони-
новых газов (от их жидк. выщелачи-
ваются - удаляются колонишовой
пыль).

Колонии - здесь идут процессы поро-
($t = 300^\circ\text{C}$) шовки материала где восста-
новление через и др. элемент-
тов и окислов руды.

В шахте - идут процессы восстановления
($400^\circ, 500^\circ, 800^\circ, 1000^\circ, 1880^\circ$)
через и других элементов
из окислов руды, газопереработки
через и изменение состава.

В распаре - изменение через и
 1920° др. ос.

В зинкелках - заканчивается процессы
 2100° шлакообразования.

В горне - горит топливо и заканчивается
 $1300-1350$ процесс руды и шлак.

Фурмы - сжигает газ подают горячий воздух
($t = 1000 \dots 1200^\circ\text{C}$).

Циркулярная лента - ^{где выщелачивают}
(находится над леуадою
на высоте $0,4 \dots 0,5 \text{ м}$.)

Масляная лента - ^{где выщелачивают}
(находится над леуадою
на высоте $1,5 \dots 1,6 \text{ метра}$.)

Леуада - (образуется из углеродистых
блоков и высокоокислительных
кислот.)

Для нагрева воздуха применяют обычно
3 воздухоподогревателя регенеративного типа

6)

В камерах воздухонагревателей горит окислительный кокотиниловый газ, который нагревает насадку из огнеупорных кирпичей до $t^{\circ} = 1400^{\circ}\text{C}$ и более. Через насадку проходит воздух, который нагревается до $t^{\circ} = 1000 \dots 1200^{\circ}\text{C}$. Воздухонагреватель работает непрерывно.

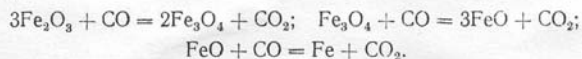
Современ. доменные печи имеют полезный объем $2000 \dots 5000 \text{ м}^3$. С 1924г в Кривом Роге работает печь объемом 5000 м^3 . На XV слезе КАСС для увеличения производительности печи в основном объеме 5000 м^3 . Такие печи в сумми дают более 10 000 т. чугуна.

7. Химические процессы восстановления железа в доменной печи (4б)

Доменная печь работает по принципу противотока: шихтовые материалы движутся сверху вниз, а навстречу им поднимается поток горячих газов — продуктов сгорания топлива. При этом протекают следующие процессы: горение топлива, восстановление и науглероживание ~~железа~~ восстановление других элементов, образование

в районе воздушных фурм углерод кокса, взаимодействуя с кислородом дутья, сгорает, в результате чего температура в этой зоне печи достигает $1800-2000^{\circ}\text{C}$. В этих условиях углекислый газ CO_2 взаимодействует с углеродом кокса и образуется оксид углерода CO , являющийся главным восстановителем железа. Несколько выше, в зоне печи с температурой $700-450^{\circ}$, часть оксида углерода разлагается с образованием сажистого углерода.

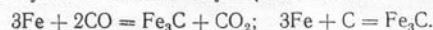
Шихтовые материалы, опускаясь навстречу потоку раскаленных газов, нагреваются, из них испаряется влага, выделяются летучие вещества. При достижении температуры $750-900^{\circ}\text{C}$ в шихте восстанавливается железо:



Часть закиси железа опускается до распара и заплечиков и восстанавливается углеродом кокса.

В восстановлении железа участвуют также сажистый углерод и водород.

В результате этих реакций образуется твердое губчатое железо. При $1000-1100^{\circ}\text{C}$ губчатое железо науглероживается:



Углерод понижает температуру плавления железноуглеродистого сплава

7

8. Сущность процесса получения стали из передельного чугуна (4б)

Сталь отличается от чугуна меньшим содержанием углерода, кремния, марганца, примесей серы и фосфора. Исходными материалами для получения стали являются передельный чугун и стальной лом (скрап). Следовательно, сущностью перелоа чугуна в сталь является уменьшение содержания углерода и других элементов и перевода их в шлак или газы. В настоящее время сталь получают в кислородных конвертерах, мартеновских и электрических печах.

$< 2,14\%C$

9. Сущность процесса получения стали в кислородном конвертере (4б)

Сущность процесса получения стали в кислородном конвертере заключается в продувке шихты передельного чугуна техническим (99,5%) железом кислородом.

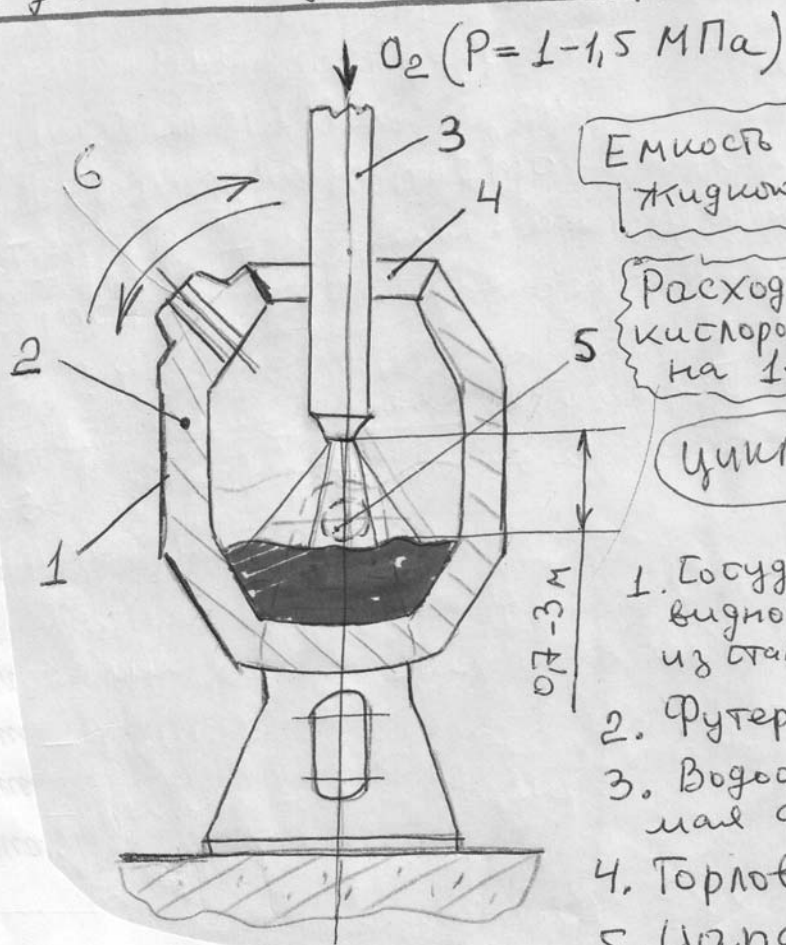


8

10. Схема устройства кислородного конвертора (8б)

В кислородных конверторах производится около 20% всей выплавляемой стали.

Кислородно-конверторный процесс заключается в продувке жидкого передельного чугуна кислородом.



Емкость 100-350 т
жидкого чугуна

Расход техн.
кислорода 50-60
на 1 т стали

Цикл 20-25 мин

1. Сосуд груше-
видной формы
из стальной мести
2. Футеровка
3. Водохлаждае-
мая фурма
4. Торловина
5. Цанфы
6. Отв. оси враще-
ния

9

Технологический процесс поперечной стали состоит из следующих операций:

- конвертор поворачивается вокруг горизонтальной оси;
- через горловину при помощи завалочной машины в конвертор загружают металлолом (~30%) и затем заливают передельный чугун при $t = 1250 - 1400^\circ\text{C}$;
- конвертор возвращают в вертикальное положение;
- вводят фурму, подают кислород и добавляют шлакообразующие материалы.

При продувке кислорода происходит окисление углерода и других примесей как под воздействием кислорода, так и оксидом железа FeO . Одновременно образуется шлак с необходимым содержанием CaO (кальций) и происходит удаление серы и фосфора с образованием в шлаке устойчивых соединений $\text{P}_2\text{O}_5 \cdot 3\text{CaO}$ и CaS .

11. Сущность процесса подката стани в мартеновской печи (4б)

Сущность процесса подката стани в мартеновской печи заключается в том, что подвешенный в м.п. горячий воздух и газ разогревает шихту (чугун, мет.лом и железную руду) до $t \approx 1800^\circ\text{C}$. Происходят химические процессы, выгорают углерод и вредные примеси — в результате подката сталь маркируется.

70% всей выпл. стали в м.п.

В зависимости от состава шихты различают следующие процессы:

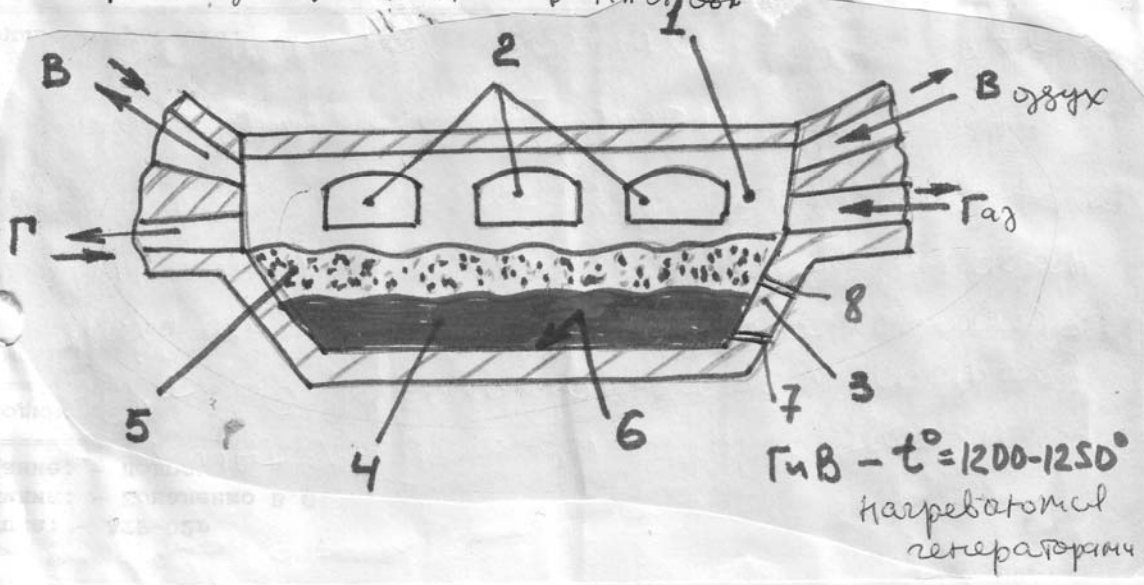
- скрап-рудиный процесс (жидкий чугун с добавкой 25-30% стальной скрапа и железной руды);
- скрап-процесс (стальной скрап и 25-45% чушквого предметного чугуна). Присутствует там, где нет жидкого чугуна.

Plusом в обоих процессах обычно служит известняк CaCO_3 (8-12% от массы металла).

11

12. Схема устройства мартевской печи (88)

Мартевская печь представляет собой регенеративную планетную печь, в которой $t = 1750-1800^\circ\text{C}$ достигается за счёт сгорания газа над и под мхом вращающ...



Γ и B - $t = 1200-1250^\circ$
нагревательная камера

(12)

- 1 - плавильное пространство; (левый и правый)
- 2 - заводские окна;
- 3 - футеровка;
- 4 - расплавленный металл;
- 5 - шлак.

[Нагрев - газ, мажущ.]

6 - под (имеет уклон в сторону отв. где выпускается металл)

Ёмкость 20 - 900 т жидкой стали

7 - отв. где выпускается металл; 8 - отв. где выпускается шлак.

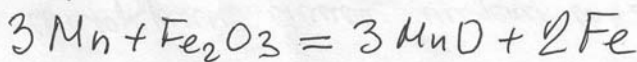
Покажем работы М. перед вылетом:
слём сталь с 1 м² поже нем и расход тонны-ва на 1 тонну выплавленной стали
(10 т/м² в сутки; 120-180 кг/т - скрап-пудном процессе и 170-250 кг/т - при скрап-процессе)

Проемкости нем 900 т площадь поже соответствует 120 м² - срез. 120 x 10 = 1200 т/сут.

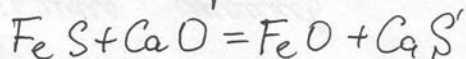
13. Химические процессы, происходящие при подкислении стали в марганцевых печах (ЧБ)

При скрап-пудном процессе в процессе плавки примеси в шлуде окисляются за счёт оксидов мненга, руды и скрапа:

Например, марганец



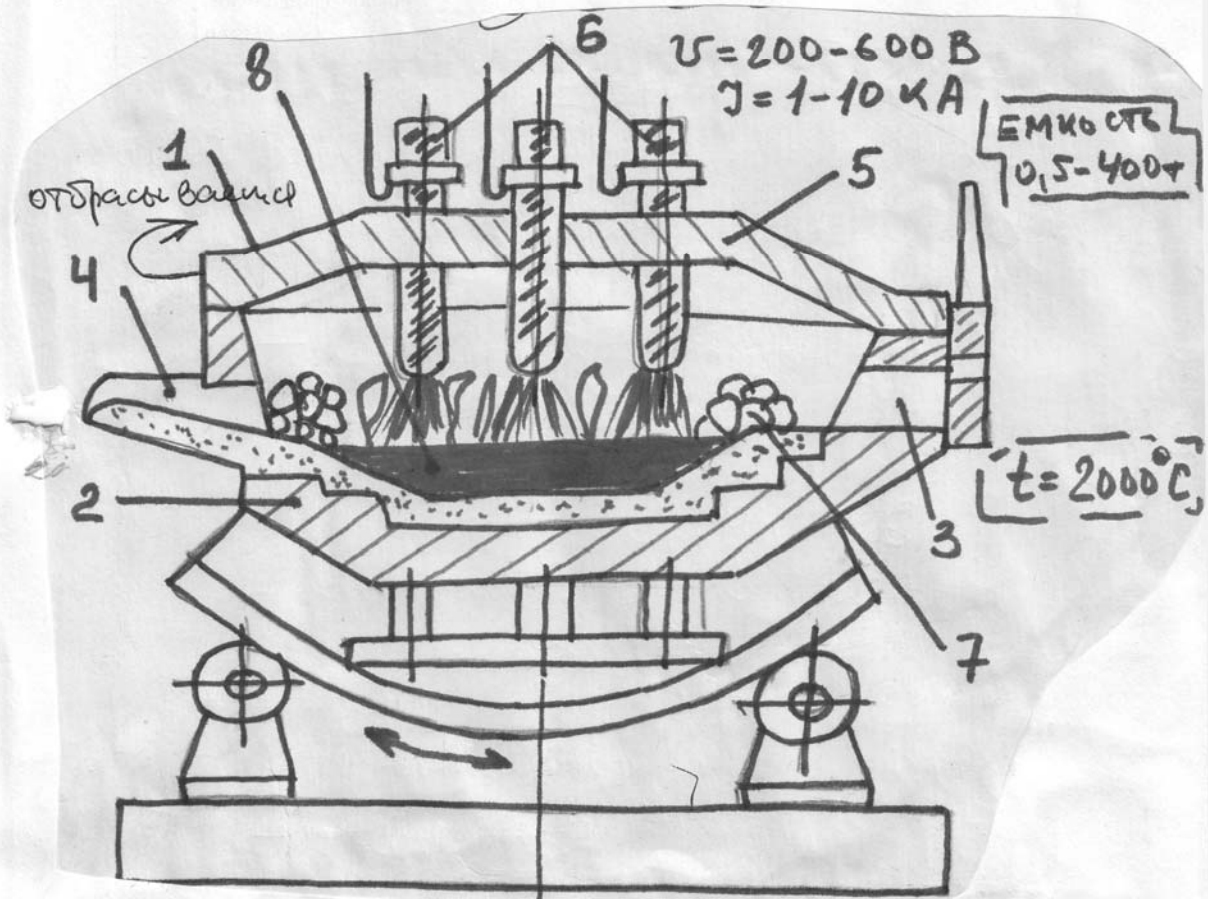
Сера удаляется в результате взаимодействия сернистого мненга с известью



14. Сущность процесса получения стали в электродуговой печи (ЭДП)

Сущность процесса получения стали в ЭДП заключается в том, что в печь загружаются металлы (скрап), а разогрев шихты обеспечивается при помощи ЭД. Ток — электрич. дуга трехфазных электродов.

15. Схема устройства электродуговой печи (ЭДП)



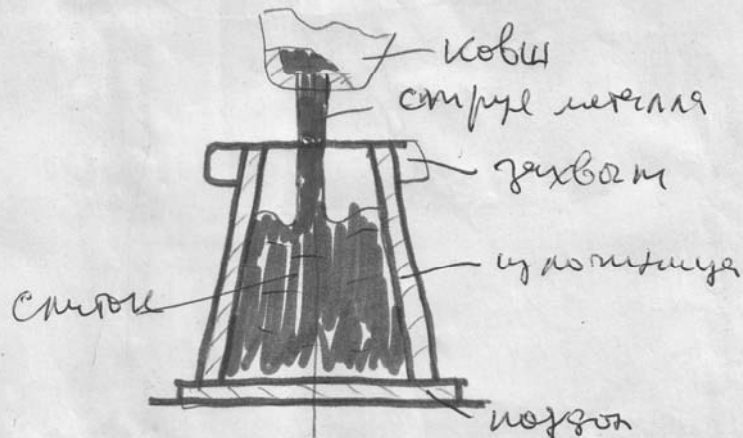
(14)

16. Схема получения стальных слитков методом заливки в уплотнитель «сверху» (45)

Уплотнитель представляет собой конус. форма для получения слитков различного сечения. Масса слитков для изготовления составляет 10-12 т (иногда до 25 т). Для изготовления поковки масса слитка достигает 250-300 т.

Применяется для свободного разливки стали в уплотнитель: сверху и снизу.

При разливке сверху сталь заливается в каждую уплотнитель одновременно.

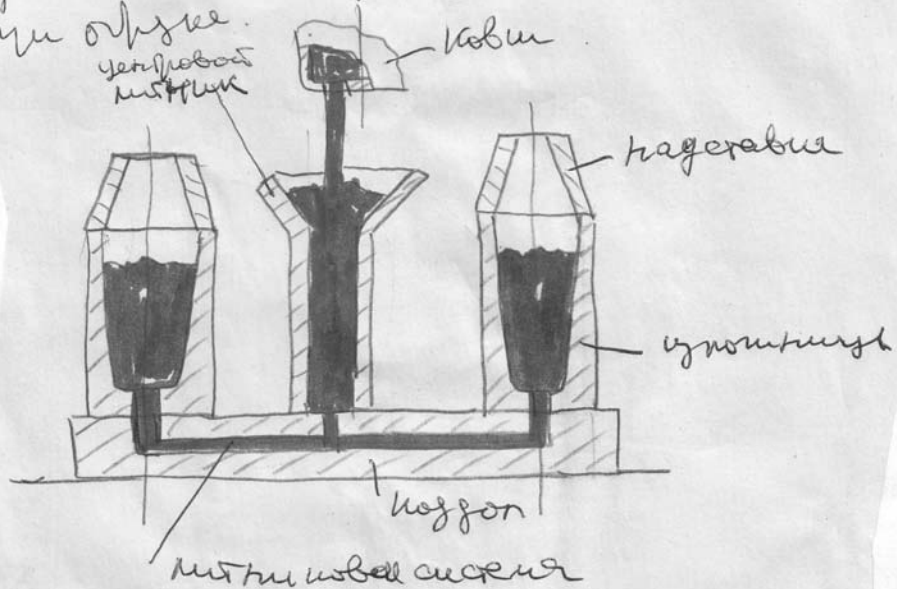


Недостатки: длительный процесс, брак — пленки окислов

17. Схема получения слитков методом заливки «снизу» (48)

При нижней разливке сталь заливается еще одним методом от 2 до 60

Затем идет черед центральной
литники, сюда поступает и уплотняется
стужа, что обеспечивает плавное, без
разрывов и вмятин из заливки. Поверх-
ность слитка чистая, уменьшается время
разлива. Сталь в нагревателе сохраняется
в течение времени, поэтому температура
уменьшается равномерно и отходы слитка
или отливки.



Нагреватели — основной расход металла
на литниковую систему.

Разливная сверху применяется для
уплотнения стенок, а также для
центрирования стенок

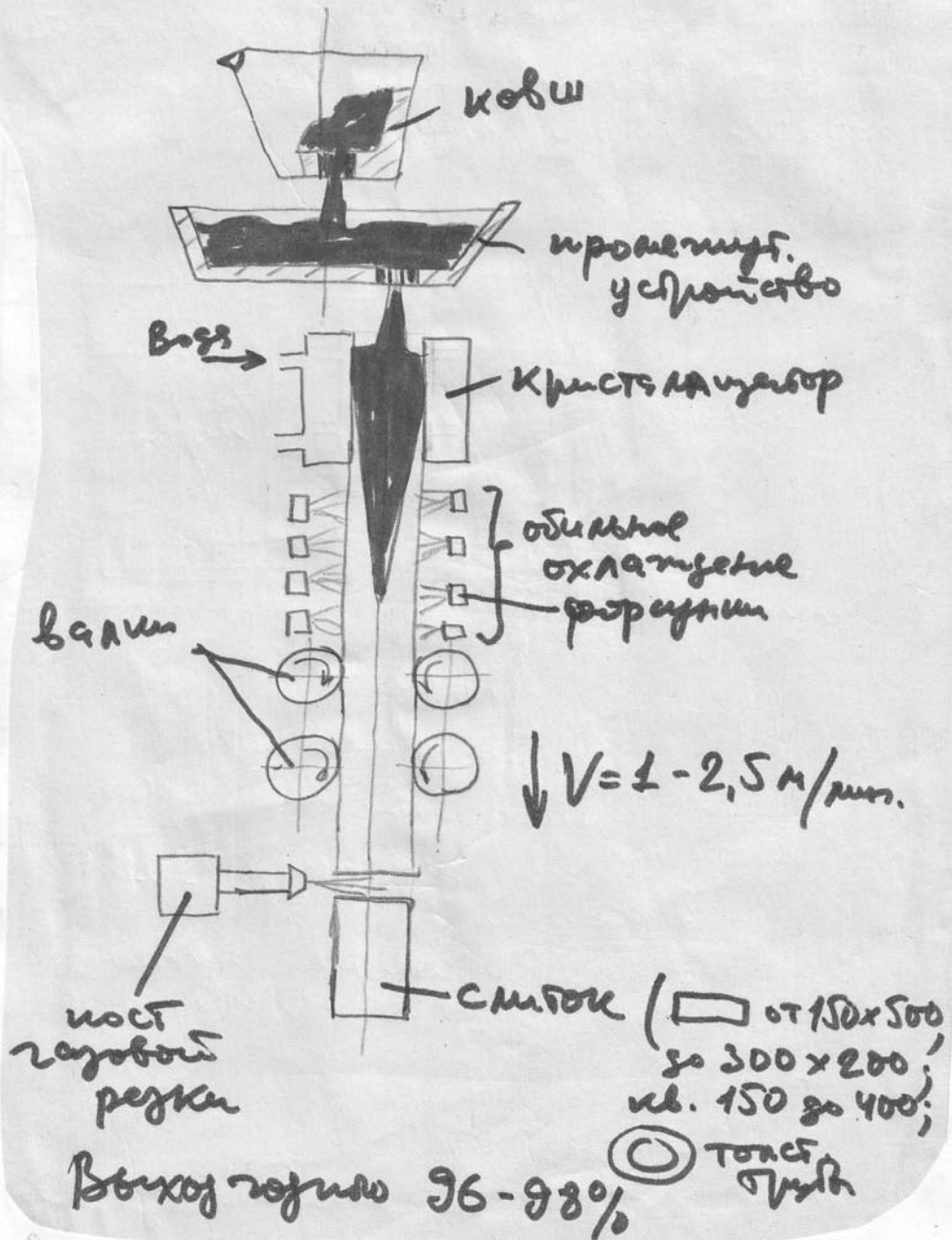
18. Сущность непрерывной разливки стали (48)

Н.Р.С осуществляется на специальных установках
УНРС. Жидкая сталь непрерывно заливается в
кристаллизатор, где сталь охлаждается, ее слиток
вытекает с помощью валков, а затем
резается газовым резаком на необходимые отрезки.

16

19. Схема установки для непрерывной разливки стали (88)

УНРС — производится на специализированных машинах

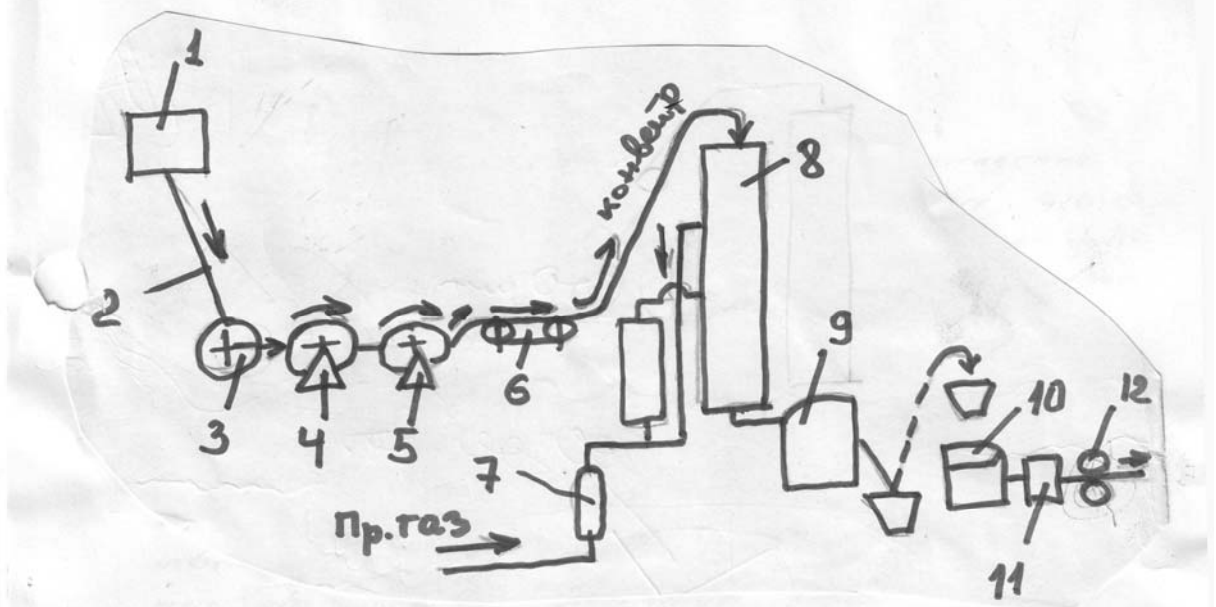


(17)

20. Сущность процесса бездометного производства стали (4б)

Сущность процесса бездометного производства стали заключается в том, что все процессы подготовки стали объединены в единую технологическую цепочку — обогащение руды, обезвоживание, смешение с бестокедон, попутный окатышей и их обжиг, погрузка в шахтный печь окатышей, выплавка чугуна в шахтной печи, выплавка стали в ЭЛ-печи, прокатка слитков в УНРС.

21. Схема процесса бездометного производства стали (8б)



- 1 - обогащение руды
- 2 - Дробилка (D=27м, концентрация 70% Fe)
3. Вакуум-фильтр (обезвоживание)
4. Барабан - смеситель (смешение с возком бестокедон)

18

- 5 - окомковатый барабан (окатыш)
- 6 - печь обжиговая (обжиг окатышей)
- 7 - реформа (газ $t = 760^\circ\text{C}$, $P = 0,15 \text{ МПа}$)
- 8 - шахтная печь (прямое восстановление Fe) - в окатышах 90-95% Fe.
- 9 - электропечь (150Т) повар. лез. сталь (разрых.-окатыш)
- 10 - УНРС; 11 - печь для подог. слит. 12 - прокат в.

22. Сущность производства алюминия (4б)

Алюминиевыми рудами служат бокситы, нефелины, апатиты, алуниты. Алюминий входит в них в виде глинозема Al_2O_3 или гидроксидов $\text{Al}(\text{OH})_3$ и $\text{AlO}(\text{OH})$.

Производство Al состоит из двух процессов: выделение глинозема из руды и его электролиз. Для получения чистой Al его подвергают раскислению путем продувки хлором, а для получения высоко чистой Al его подвергают электролит. рафин.

23. Получение глинозема при произв. Al (4б)

Глинозем чаще получают щелочным способом. Для этого измельченный боксит подвергают выщелачиванию - химическому разложению концентрированным раствором щелочи NaOH:



При этом хорошо растворяющийся алюминат натрия NaAlO_2 переходит в раствор, а примеси (оксиды железа, титана и др.) выпадают в осадок.

Затем алюминат натрия NaAlO_2 разлагают, получая гидроксид алюминия $\text{Al}(\text{OH})_3$.

При прокаливании гидроксида образуется глинозем:



24. Электролиз глинозема при производстве (4б)

Электролиз глинозема. Полученный глинозем растворяют в криолите — фториде алюминия и натрия Na_3AlF_6 и подвергают электролизу.

Его осуществляют в электролизерах, состоящих из корпуса 1 (рис. П.18), футерованного внутри угольными блоками, в подовую часть которого подведены катодные шины 5. Над ванной на шинах 2 подвешены угольные аноды 3.

В рабочем состоянии нижняя часть анодов 3 находится в электролите. При прохождении тока (4,0—4,5 В, 75—150 кА) электролит нагревается до температуры 950 °С. При этом часть электролита настывает на стенках электролизера и вокруг анодов, образуя твердую корку 4, на которую сверху насыпают очередную порцию глинозема.

Катион Al^{3+} разряжается на катоде — дне ванны и образуется жидкий алюминий, а анион O^{2-} — на аноде, окисляя углерод анода до CO и CO_2 . Жидкий алюминий через 1—2 суток сливают.

На получение 1 т алюминия электролизом расходуется примерно 16 тыс. кВт · ч электроэнергии и до 0,6 т угольных анодов.

Полученный алюминий содержит примеси железа, кремния, меди, глинозема. Поэтому его подвергают рафинированию.

25. Рафинирование алюминия (4б)

Рафинирование алюминия заключается в продувке жидкого металла хлором в течение 10—15 мин. Образующийся при этом парообразный хлористый алюминий $AlCl_3$ адсорбируется на поверхности неметаллических примесей, и они всплывают в виде шлака. Хлор также способствует удалению растворенных газов (кислорода, окиси углерода).

После рафинирования и отстаивания в течение 30—45 мин чистота алюминия достигает 99,5—99,85 %.

Если к алюминию предъявляются более высокие требования по чистоте, его подвергают еще и электролитическому рафинированию. Такой алюминий обладает чистотой до 99,99 %.

2. Металлическое производство.

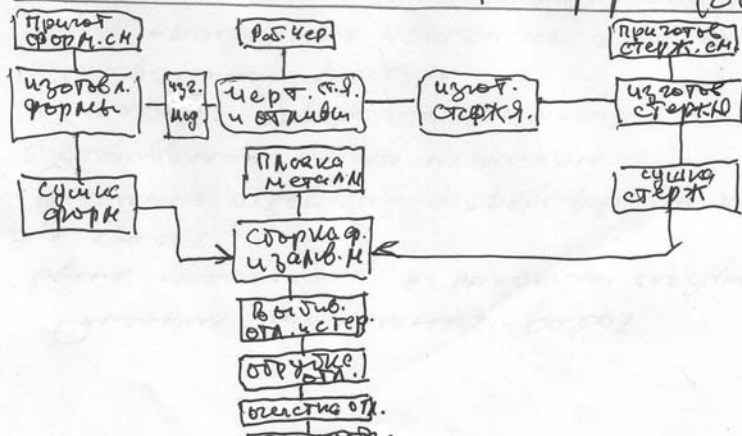
1. Сущность металлического производства (45)

Мировое пр-во металлов > $2 \cdot 10^7$ т. в год.
 2/3 всех деталей машин производится из стальных.
 Толщ. стали от 0,5 до 50 мм
 от 350 тн.

Сущ. мет. пр-ва → получение из сырья заготовок, которые затем обрабатывают в изделия определенной формы, подают контроль качества их размеров и формы. После процесса мет. заготовку называют заготовкой, обрабатывают и получают изделие определенной формы.

- 1-ое место - 2-ое до н.э. (Древняя Греция, Персия)
- 1585 Англия Чехов - Чехия - Швеция - 39 тн
- 1735 - Мускат Малакка - Чехия Швеция 200 тн
- 1875 - Пермь - Магнит - 620 тн

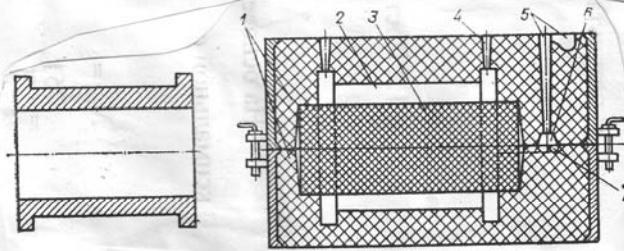
2. Схема технологического процесса штамповки в несжатую - цилиндрическую форму (80)



(21)

3. Схема конструкции отливки типа "втулки" и форма для ее изготовления (80)

В настоящее время около 90 % отливок изготавливают в разовых песчано-глинистых формах. На рис. III.4, а приведен чертеж отливки втулки, а на рис. III.4, б — разовая литейная форма для нее. Литейная форма состоит из двух полуформ

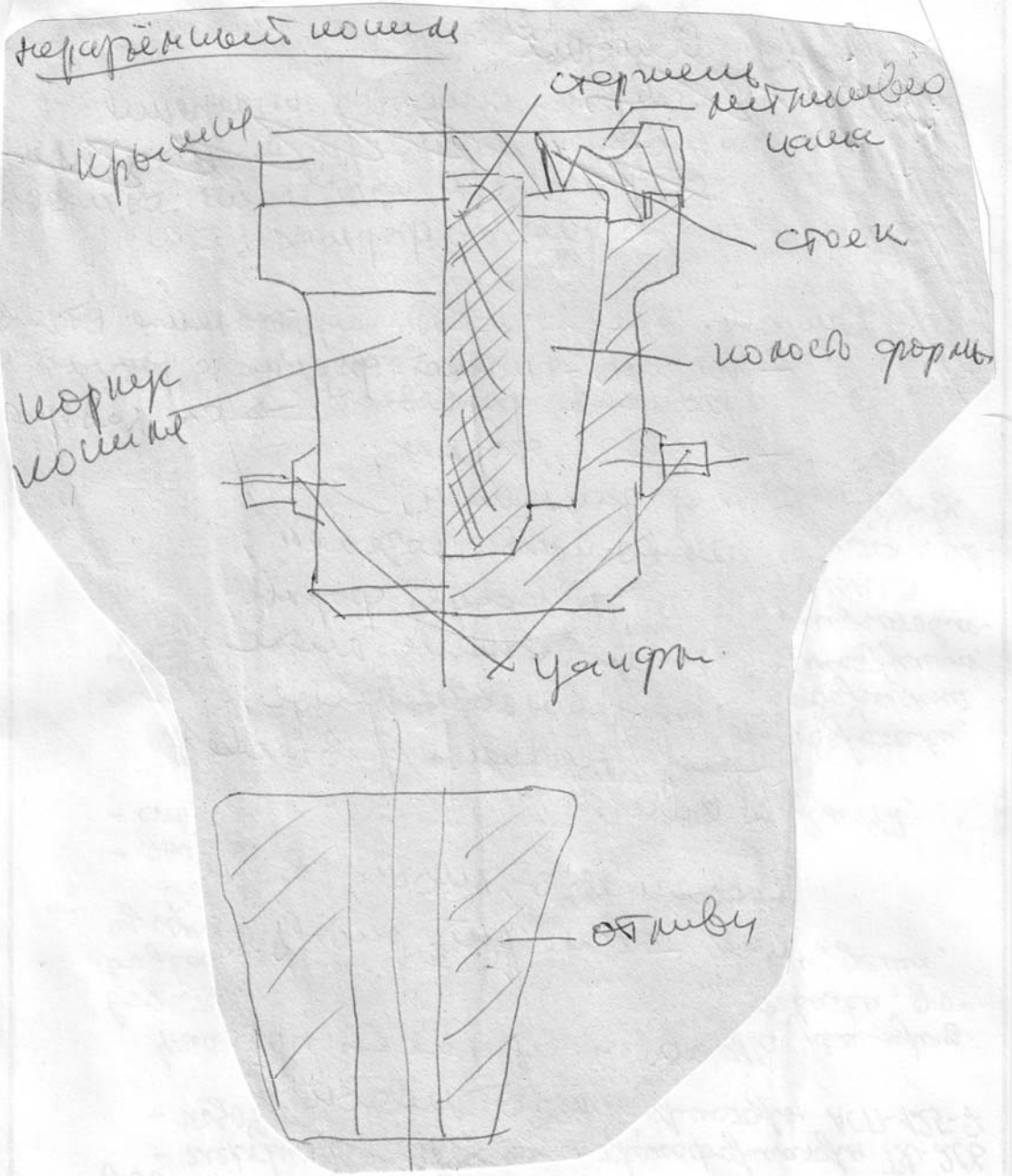


1, образующих полость 2, имеющую конфигурацию отливки, ограниченную стенками полуформ и стержнем 3, установленным на стержневые знаки в форме. Для заливки жидкого металла в форму изготавливают вертикальные 4 и 5 и горизонтальные 6 и 7 каналы, называемые литниковой системой.

4. Сущность метода кокильного литья в металлических формах

Сущность заключается в том, что вместо разовой песчано-глинистой используют металлическую форму, называемую кокилем. Обладая по сравнению с песчано-глинистыми формами приблизительно в 60 раз более высокой теплопроводностью, кокили обеспечивают мелкозернистую структуру отливок, что повышает их прочность. При кокильном литье отпадает необходимость в модельно-опочной оснастке, в формовочных и стержневых смесях, что не только дает большую экономию, но и снижает количество пыли и улучшает санитарные условия труда; повышается точность и чистота поверхности

5. Схема покрывной штамповки в металлических формах (8б)

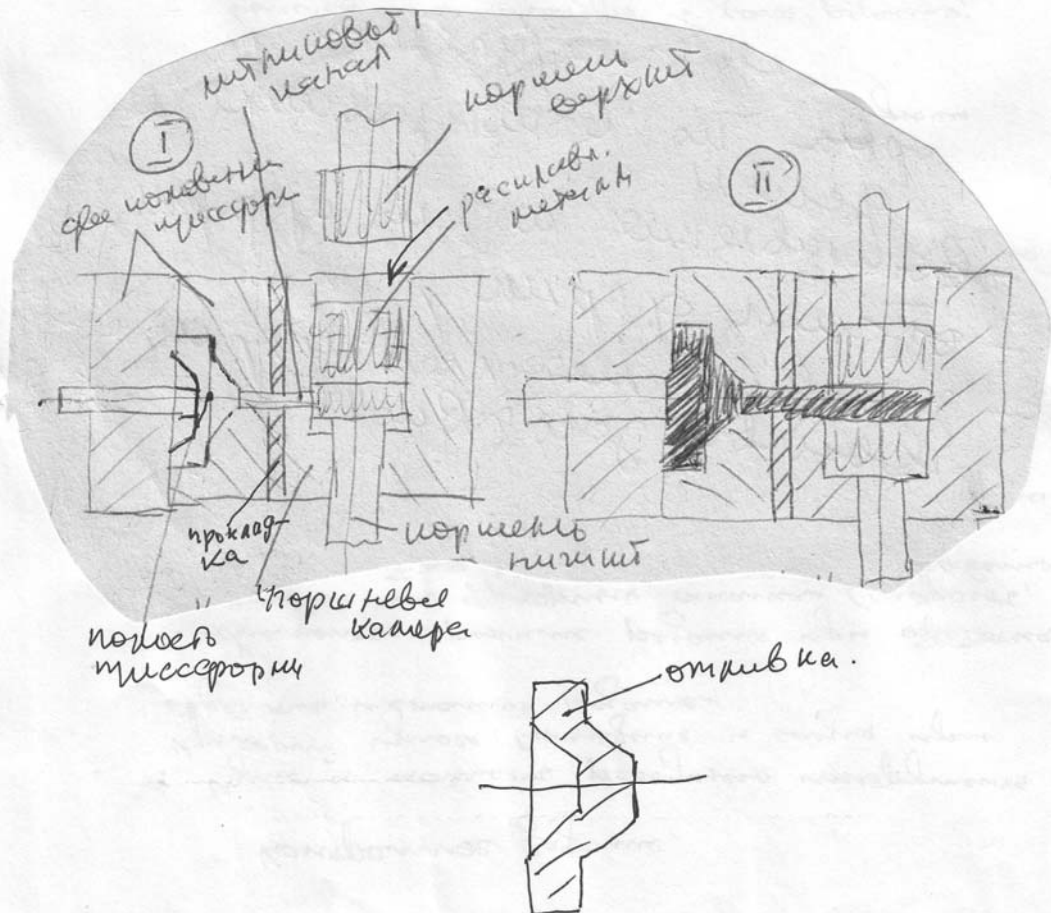


6. Сущность метода получения отливок
литьем под давлением (ЧБ)

Сущ. этого метода состоит в том, что расплавленный металл принудительно заливается в форму под давлением, которое поддерживается до полной кристаллизации металла отливки. Исключаем образование угловых раковин, пористости, межзернистой структуры металла
 $\delta = 20 \text{ ОДМ}$, $\phi \pm 1 \text{ мм}$

7. Схема поршневой литейной машины (ЧБ)

Схема поршневой литейной машины.



3. Обработка металлов давлением.

1. Сущность обработки металлов давлением

Пластическая деформация (48).

ОМ основана на использовании одного из основных свойств металлов — пластичности

Пластичность проявляется в изменении формы и размеров тела под действием внешних сил без разрушения его целостности.

При ОМ происходят изменение структуры металла и изменение механических свойств металла.

При пластической деформации атомы металлов перемещаются относительно друг друга на расстояния больше, чем межатомные.

При перемещении атомов по определенным плоскостям кристаллической решетки происходит скользящее (звм) движение части кристалла относительно друг друга. При этом сильное взаимодействие атомов исчезает и деформация происходит без нарушения целостности тела.

... ..

... .. (48)

2. Холодная и горячая деформации металлов Сущность процесса (4б)

В зависимости от температурно-скоростных условий при деформировании могут происходить два противоположных процесса: упрочнение, вызываемое деформацией, и разупрочнение, обусловленное рекристаллизацией. В соответствии с этим различают холодную и горячую деформацию. Холодное деформирование производится при температурах ниже температуры рекристаллизации и сопровождается наклепом металла. Горячее деформирование протекает при температурах выше температуры рекристаллизации. При горячей деформации также происходит упрочнение металла (горячий наклеп), но оно полностью снимается в процессе рекристаллизации. При ней пластичность металла выше, а сопротивление деформации примерно в 10 раз меньше, чем при холодной деформации. Деформация, после которой происходит только частичное разупрочнение, называется неполной горячей деформацией.

3. Основные виды обработки металлов давлением (4б)

К основным видам ОМД относятся:

- прокатка;
- прессование;
- волочение;
- ковка
- обжимка и штамповка;
- листовая штамповка.

4. Сущность процесса прокатки металлов. (4б)

Прокатка — вид обработки давлением, при котором заготовка обжимается двумя вращающимися вальками прокатного стана.

Деформация металла при прокатке происходит на небольшом участке ABV_1A_1 (рис. IV.5, а), который называется зоной деформации. По мере вращения валков и перемещения заготовки вперед она передвигается по прокатываемому металлу. Дуга AB называется дугой захвата, а центральный угол α , отвечающий этой дуге, — углом захвата.

При прокатке увеличиваются длина и ширина заготовки и уменьшается ее толщина. Относительное уменьшение толщины заготовки в процессе прокатки $\epsilon = \frac{h_0 - h_1}{h_0}$ называется *относительным обжатием* или степенью деформации (ϵ %).

5. Основные виды прокатки металлов (4б)

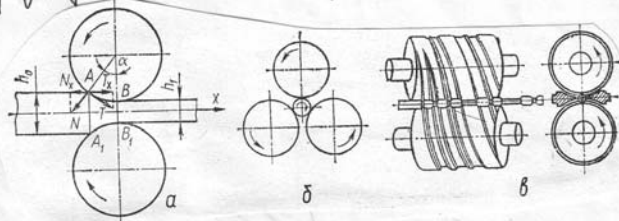
Различают три основных вида прокатки: продольную, поперечную и поперечно-винтовую.

При *продольной* прокатке (рис. IV.5, а) заготовка перемещается перпендикулярно к осям валков, которые вращаются в противоположных направлениях. До 90 % всего проката изготавливают продольной прокаткой (листы, полосы, прутки).

При *поперечной* прокатке (рис. IV.5, б) валки с параллельными осями вращаются в одном направлении и вращают заготовку, которая деформируется, перемещаясь вдоль оси валков.

(27)

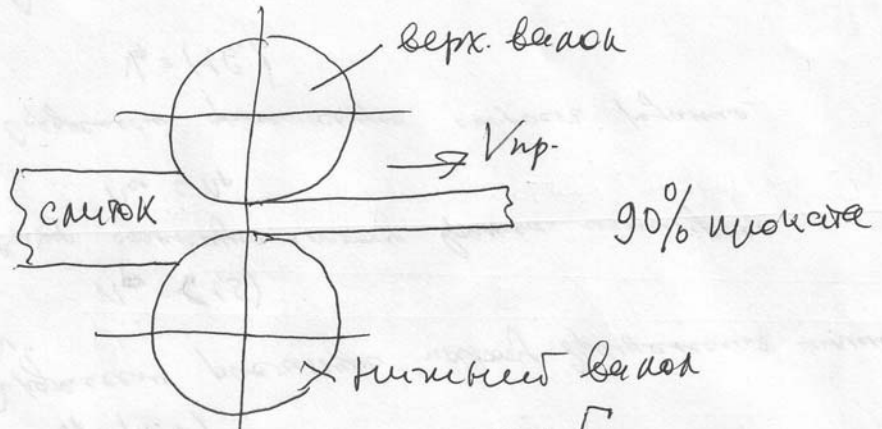
Поперечно-винтовая прокатка осуществляется вращающимися в одном направлении и расположенными под углом друг к другу валками.



6. Схема прошивного стана поперечно-винтовой прокатки для прокатки толстостенной шпильки. Проведите [формулы] шпильки (88)
Смотреть на рис. !!!

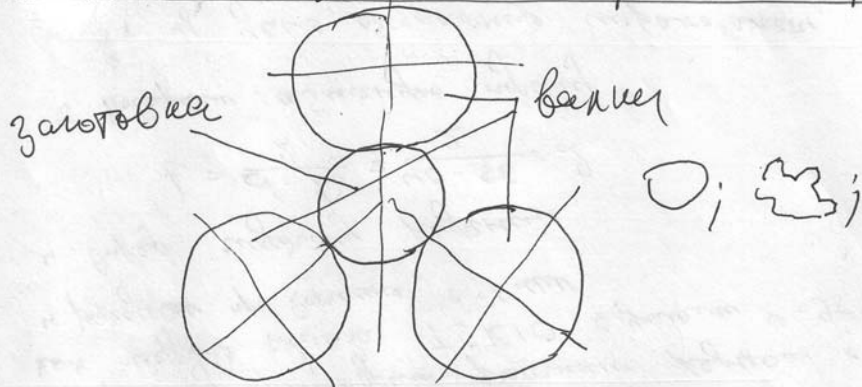
(28)

7. Схема процесса продольной прокатки (4б)



Показат. проката на ширине [

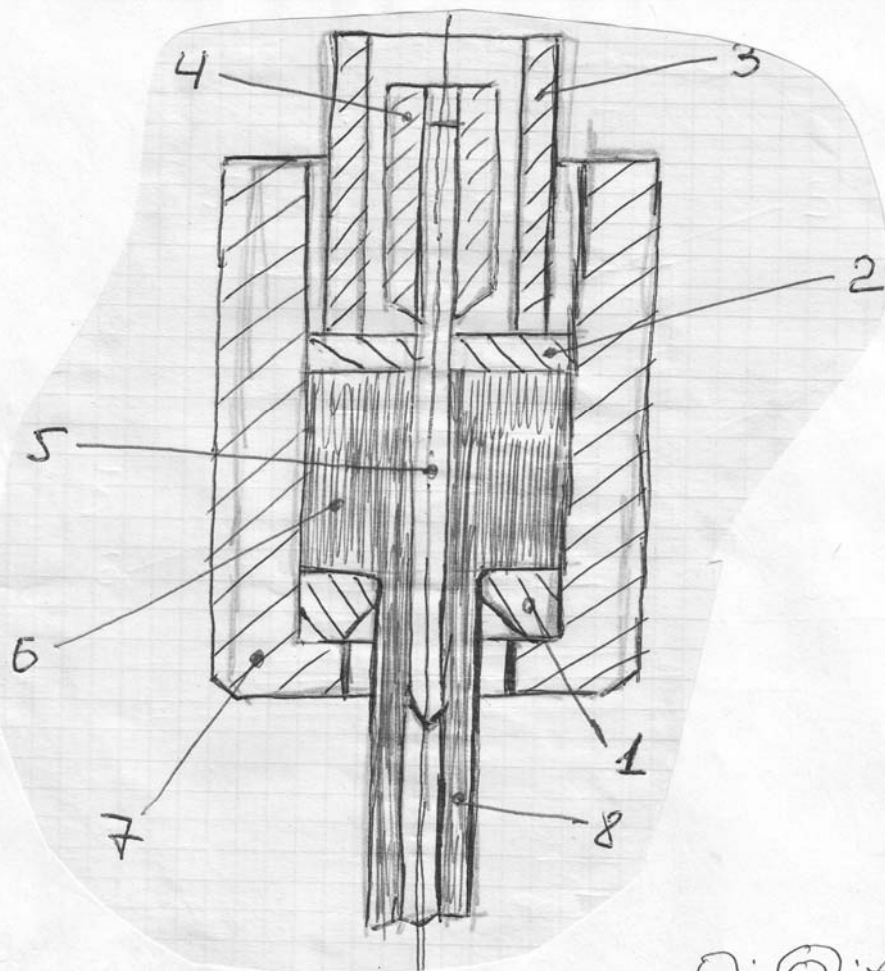
8. Схема процесса поперечной прокатки (4б)



9. Сущность процесса прессования

Схема изготовления труб этим методом (8б)

Прессование — это процесс выдавливания металла через отверстие в матрице на непрерывном процессе. Прессование так же широко применяется для обработки цветных металлов и сплавов и реже для обработки сталей.



- 1 - матрица
- 2 - прессшайба
- 3 - гайка
- 4 - шайба
- 5 - шланг
- 6 - заготовка
- 7 - втулка
- 8 - изделие (трубка)

○; ⊙; ⊕; ⊞;
⊞;

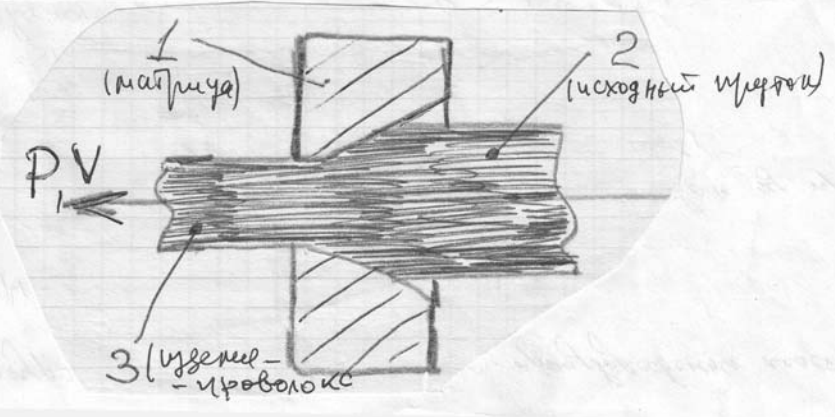
10. Сущность процесса волокетения и схема производства проволоки этим методом (48)

Волокетение - это процесс протягивания прутка через отверстие (глазок) в матрице, размер которого меньше размеров сечения исходного заготовлен - прутка.

При волокетении металлы сжимаются прутком точные размеры, заданную геометрическую форму, чистоту и гладкую поверхность, получают заданный точный диаметр.

Волокетением обрабатывают углеродистые и легированные стали, цветные металлы и сплавы.

Волокетение производится на специальных волокетельных станках, сила натяжения которых (P) составляет 3...75т, скорость вращения составляет 6...62 м/мин.



11.18. Сущность процесса свободной ковки. (45)

Ковка — представляет собой широко распространённые способы обработки металлов давлением для получения изделий называемых коваными.

При ковке изменяется форма и свойства металла. Структура металла становится мелкозернистой, повышается свойства ковкости.

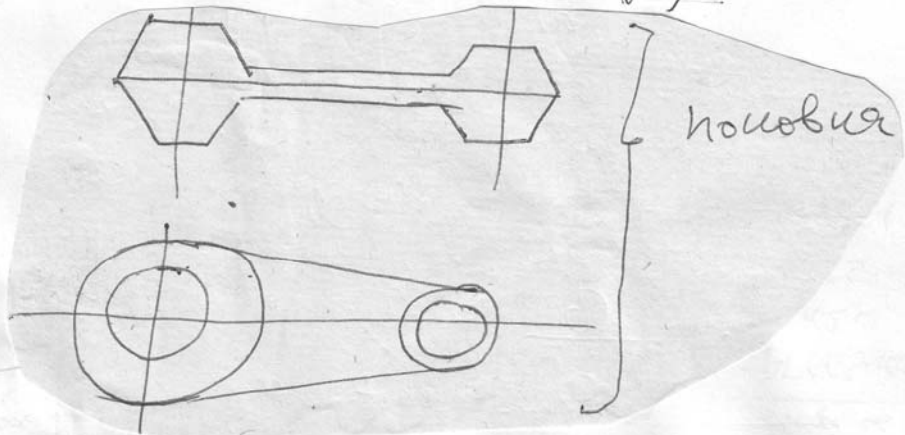
Все операции ковки принимают smith, а также готовят их вручную. Масса smith составляет от 200 кг до 350 тн. Наибольшее распространение имеют smith массой более 1 тн.

Свободной ковкой называется процесс последовательной деформации металла под ударами бойна молота или под нажимами бойна пресса.

Свободной ковкой получают изделия — кованые ответственные детали машин: валы, шатуны, шестерни и т.п.

Свободной ковкой
получают
детали !!!

12. Схема процесса многократного
резки штамповки (88)

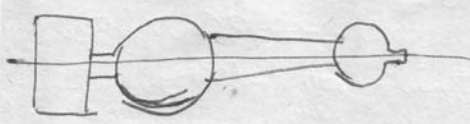


Переходы
штамповки.

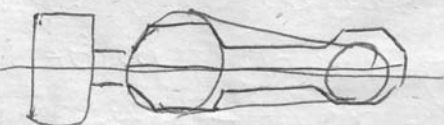
Протекция



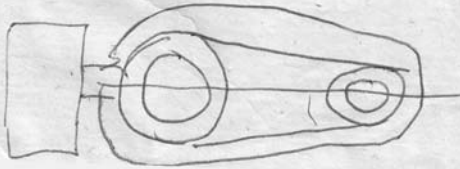
Подкатка



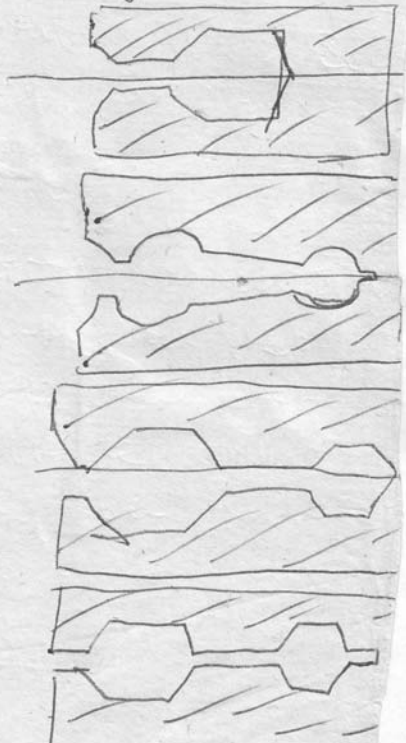
Черновая штамповка



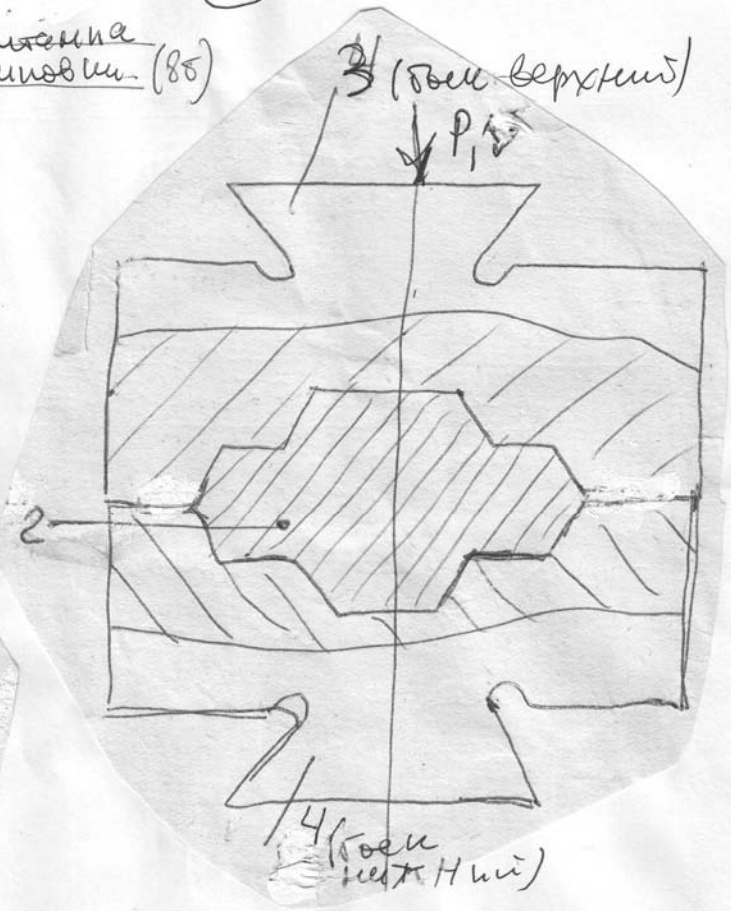
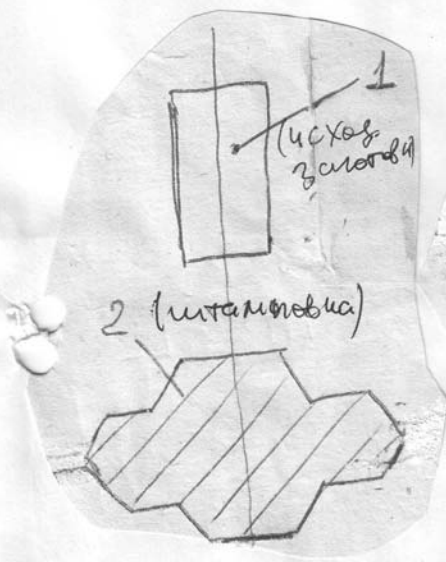
Чистовая штамповка



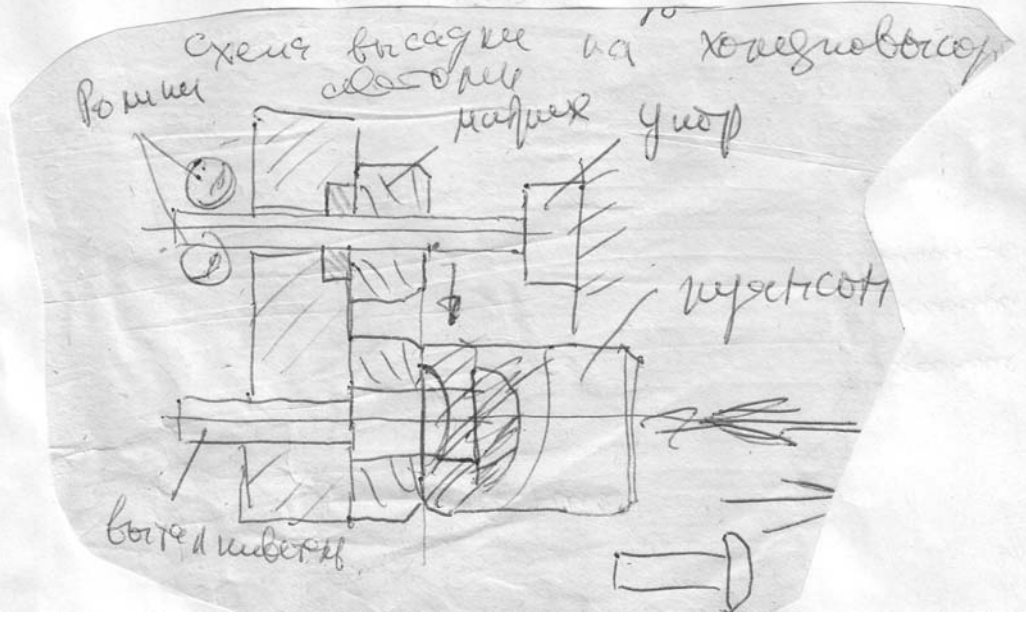
Резки штамповки



13. Схема закрытого шланга
для горелки металловид. (85)



14. Схема холодновысажного
автомата для высаживания закрепки (85)



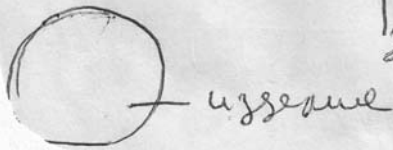
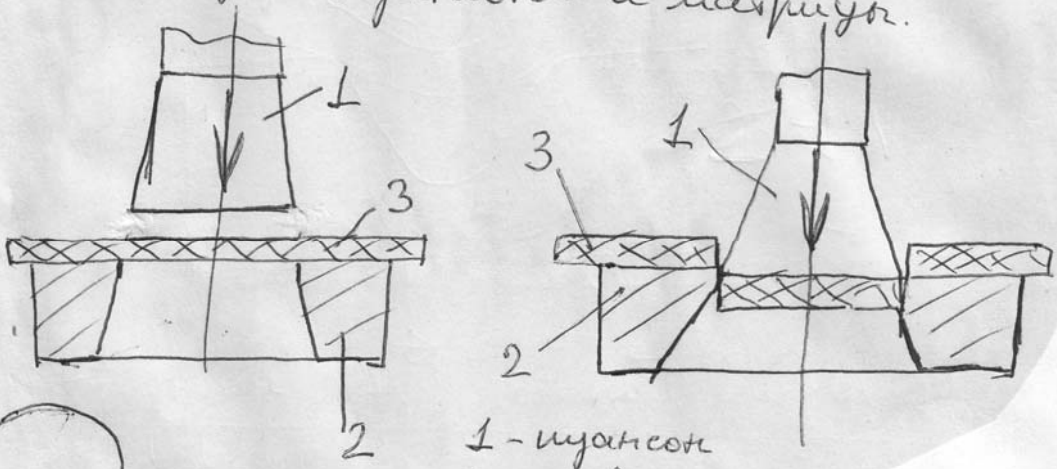
15. Сущность процесса листового штамповки.
Схемы операций (45)

Технолог. операции л.ш. можно разделить на две группы: разделительные (обрезка, выштамповка, продвигание); формообразующие (штамповка, обжим, вытяжка).

Операции — сложны и опасны !!!

16. Схема штампа для продвигания
отверстия цм л.ш. (85)

Вырубку и продвижку осуществляют с помощью пуансона и матрицы.



- 1 - пуансон
- 2 - матрица
- 3 - заготовка

Технология сварочного производства

1. Физическая сущность сварки (4б)

Св. это процесс попут. перемещ. свд. деталей, осуществ. за счёт исполнзов. межмолекулярных и межатом. сил сцепления. Для этого необходимо сблизить атомы соедин. металлов на расстояние $\sim 10^{-8}$ см. (размеры крист. решётки металлов)

2. Классификация способов сварки (4б)

В зависимости от способа включения в сварочную цепь основного и присадочного металла и характера воздействия на них сварочной дуги различают след. основные виды дуговой сварки: неплавляющийся электрод, плавящийся металлосодержащий электрод и плавящийся металл. Электр. с использованием инертной дуги.

Краткая история сварки:

- 1802г - Теноров Василий Васильевич - физик, обнаружил способность расплав. металлов электр. дугой
 - 1881г - Бенардос Ник. Ник. - запатентовал способ сварки между металлов и углеродом. Бенардос осуществил сварку двух метал. электр.
 - 1887г - Славянов Ник. Гавриил. - осуществил сварку металлами электродом. Он автор первого сварочного генератора.
- В наше время "Институт сварки" им. Падеева

3. Физическая сущность сварочной дуги (85)



При коротком замыкании электрода на деталь воз-
действует высокое t^0
и электрическое поле,
каатод - Электрод начи-
нает испускать

Электроны (отрицательно заряженные
частицы), направленные на анод -
возникает так называемая электро-
нная эмиссия. Электроны на своем
пути, в газовом промежутке между

Электродом и деталью, встречают
атомы и молекулы газов. Если атом
присоединит к себе один или
несколько электронов, то он становится
отрицательно заряженной частицей
- отрицательным ионом. Если атом
потерял при столкновении один элек-
трон или несколько, то он становится
положительно заряженным ионом. Т.е. происходит ионизация

в межэлектродном пространстве происходит также
некая детализация - при столкновении ионов одной полярности
нейтральные атомы.

(37)

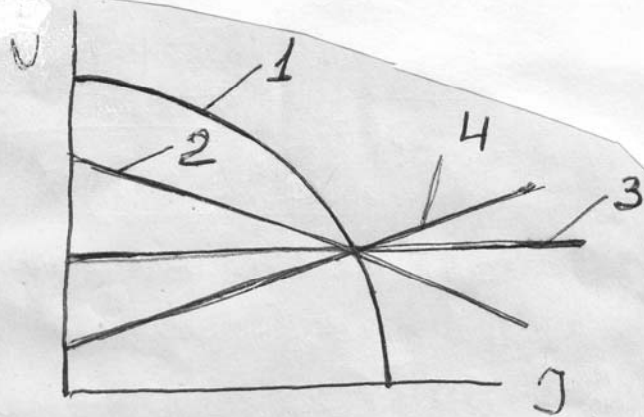
4. Внешняя вольт-амперная характеристика источника сварочного тока. (ВВ).

Источники сварочного тока характеризуются так называемой внешней характеристикой.

Внешней характеристикой источника тока называется зависимость напряжения на его выходных клеммах от силы тока в электрической цепи.

Внешние характеристики делятся на следующие основные виды

- 1 - падатоуца;
- 2 - полого падатоуца;
- 3 - жесткая;
- 4 - возрастатоуца.



Для титанид дуги с нестатной характеристикой применением источника с падающей или пологопадающей внешней характеристикой.

5. Вольт-амперная характеристика режима горения сварочной дуги. (8б)

Режим горения сварочной дуги определяется точкой пересечения В-А хар. дуги и В-А внешней характеристики источника сварочного тока.



- Точка А — сварочная цепь разомкнута, дуга не горит (холостой ход источника тока)
- Точка В — неустойчивое горение дуги
- Точка С — режим короткого замыкания.
- Точка D — соответствует установившемуся режиму

6. Источники сварочного тока. Схема
сварочного трансформатора СТЭ (85)

Для питания дуги приме-
няют:

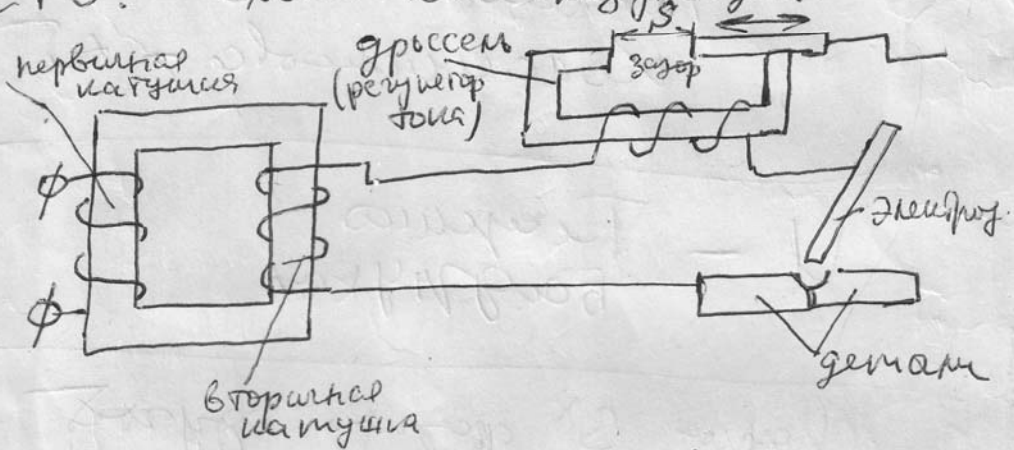
источники переменного тока —
сварочные трансформаторы;

источники постоянного тока —
сварочные генераторы, сер-
вовые и кремневые выпрямители.

Широкое применение нашли сварочные
трансформаторы, т.к. они проще в
эксплуатации, долговечнее в работе и
обладают большим КПД.

Однако сварка при малых токах
электродами с покрытием и без
флюсом при питании переменным
током имеет неустойчивую дугу,
так как через наплав, 0,01 с напре-
жение и ток дуги проходят через
железные электроды. В этих случаях свар-
ку производят на постоянном токе,
применяя прямую и обратную полярность.

Широкое распространение в сварке нашел трансформатор типа СТЭ. Схема его следующая.



При увеличении зазора S магнитное сопротивление сердечника возрастает, индуктивность обмотки регулятора уменьшается, а сварочный ток возрастает. При уменьшении зазора сварочный ток уменьшается.

Принцип работы такого трансформатора с обводной катушкой дроссельной катушкой типа СТН, разработанный академиком Никитиным.

В трансформаторе с обводной катушкой дроссельной катушкой типа СТН, разработанным академиком Никитиным, магнитный поток Φ замыкается на сердечнике трансформатора и обводной катушке дросселя. При этом магнитное сопротивление обмотки дросселя уменьшается, а индуктивность обмотки трансформатора увеличивается. В результате этого при увеличении зазора S магнитное сопротивление сердечника трансформатора возрастает, индуктивность обмотки регулятора уменьшается, а сварочный ток возрастает. При уменьшении зазора сварочный ток уменьшается.

7. Электроды для ручной эл. дуг. св. (ЧЗ)

При э. дуг. св. применением: наплавляемые эл. (стальные, цинк, цу цвет. м. и сплавов; не наплавляемые (графит., вольфр.).

Стальные эл. — спец. свар. проводники из углерод., легир и высоколег. стал.

Цинк-эл. — из цинка той же марки, что и желтый. Цвет. мет. и сплавов — той же марки, что и св. дуг. св.

Диаметр $d \dots 12 \text{ мм}$, $l = 250 - 450 \text{ мм}$.

Ст. эл.

Диаметр $d \dots 30$, $l = 300 \text{ мм}$
неплав. эл.

Для обеспечения качества, задержать раскисл. мет. от наплавляемого кислорода и азота воздуха и придать металлу спец. свойства, электродам покрыв. спец. обмазкой

Состав обмазки:

- стабилизирующие (медь, керолор) — увелич. стабильность ионизации воздуха и стабильность горения дуги;
- связующие (глинистые стекла) — для связки частиц;
- шлакообразующие (рутил, марганец) — для интенсификации процессов окисления вредных примесей;
- газифицирующие (крахмал, магнезит) — защита от кислорода и азота воздуха, созданием микроатмосферы;
- раскислители (алюминий, ферромарганец) для восстановления оксидов в сварочной ванне;
- легирующие (феррохром, ферромолибден) для получения требуемого хим. состава и улучшения мех. свойств.

... .. ду

Электроды
лев.

... ..

§. Выбор режима электросварки (45)

Основными параметрами режима при дуг. св. являются ϕ электрота и сила сварч. тока.

V и U несут - если правильно не перемещать.

V и U - определяют сварочные в зависимости от марки электрода и диаметра шва в проф. режиме.

ϕ электрота водятся - от δ металла.

Сила сварч. тока в осн. зависит от ϕ электрота

для ϕ 3-6 мм

$I = K \cdot d$ — ϕ электр.

сила тока
А

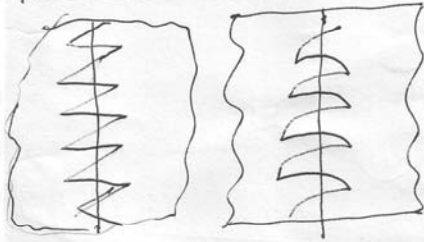
коэфф., А/мм

$K = 40-60$ для электродов из тугоплав. сталей; $35-40$ — из высокоуглерод. сталей.

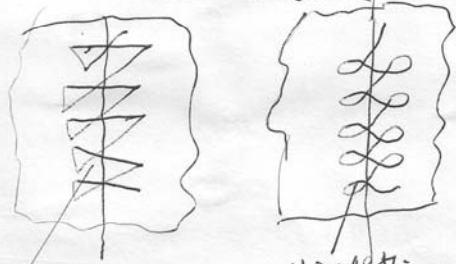
43

9. Техника вышивания сарматских швов (48).

Обычные швы



Суконным подгоном
кромки шерстяной

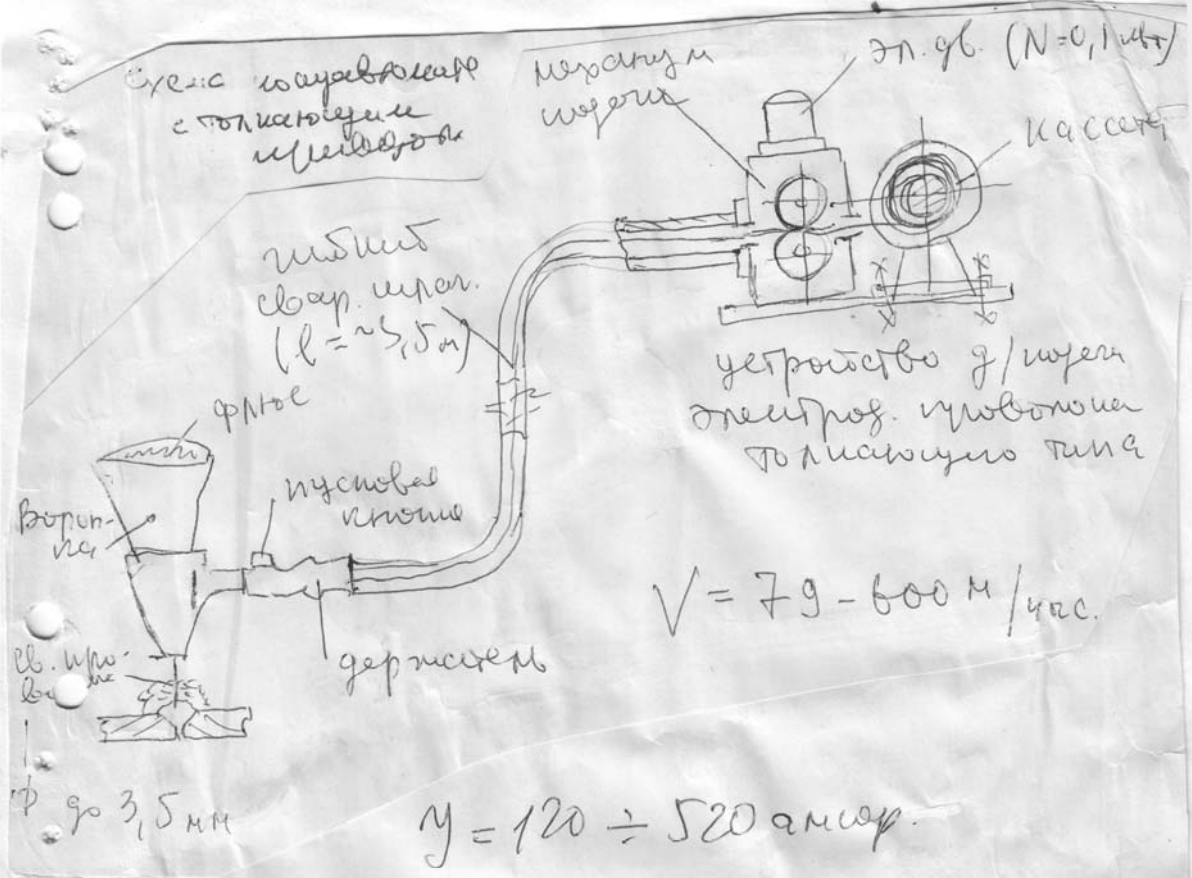


укреп.
подгоном
одной ниткой
шерстяной

укреп.
подгоном
двух ниток
шерстяной.

10. Полувольтамперная электродуговая сварка.
Схема шлангового полуавтомата (88).

Полуавтоматическая \approx п. ду. сварка это сварка при которой подача электрода в зону сварки производится автоматически, а изменение электрода вдоль сварочной дуги осуществляется вручную.



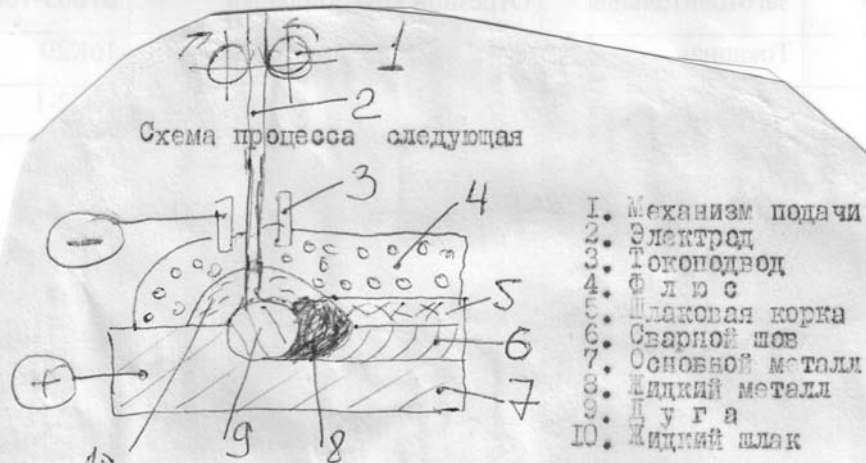
Мелкие шланговые (Ав) или поршневые шланговые, а также для шлангов с наименьшим диаметром (0,8 мм) — Декицкий тип

(45)

11. Автомат. электродог. сварка под флюсом Схема сварки (85)

При этом виде сварки ~~все~~ движения (поддержание дуги, перемещение ее вдоль соединения, а также подача электрода в дугу) механизированы.

Суть автоматической дуговой сварки под флюсом заключается в том, что дуга горит ~~тоже~~ между голой электродной проволокой и металлом под флюсом толщиной 30-50 мм.



Ток здесь достигает до 2000А., что приводит к повышению производительности в 12 - 20 раз по сравнению с ручным способом.

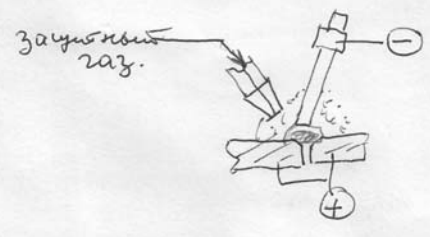
Дуговую сварку под флюсом производят сварочными автоматами: самоходными тракторами или сварочными головками, перемещающимися непосредственно по изделию. Однако существует сварка, когда головка неподвижна, а перемещается изделие.

По принципу регулирования дуги различают два вида автоматов: с постоянной скоростью подачи проволоки и с регулируемой скоростью подачи проволоки во время сварки.

Автомат с постоянной скоростью подачи проволоки предложен в СССР инженером В.М. Дятловым в 1942 году.

12. Сущность способа сварки в среде защитных газов (ЦО)

Сущ. способа св. в среде зап. г. состоит в том, что для защиты расплав. мет. от вредного действия O_2 и азота воздуха в зону дуги между электродом и расплавом подается струя защитного газа - создается защитная атмосфера. Газы - аргон, гелий, углекислый газ, водород, ~~и др.~~ или их смеси



Аргонодуговая сварка

Аргон производится из воздуха (~1% в воздухе) хранят в баллонах 40л. под давлением 15 МПа.

Сварка: аустенитный, мартенситный и их сплавы, жароустойчивые.



Сварка в среде углекислого газа

Углекисл. газ добывают из отходов газовой хим. промышленности. В стех. метом состоит из баллонов 40л при P=7,5 МПа содержит 25л жидкой углекислоты. При испарении её образуется 127,5л газообразного продукта.



13. Сущность процесса электрошлаковой контактной сварки (48).

Контактной сваркой или сваркой давлением (сопротивлением или оплавлением) называют процесс, получения неразъемных соединений деталей нагревом их электрическим током до расплавления или пластического состояния с последующим приложением механических усилий.

Существует три вида контактной сварки: стыковая, точечная, и шовная. *Стыковая сварка. схема процесса от себя и у меня*

а) При стыковой сварке заготовки свариваются по всей поверхности соприкосновения. Заготовки закрепляют в зажимах стыковой машины, из которых один подвижный. Подвижным зажимом перемещают заготовку до упора с торцом другой заготовки и включают ток. Благодаря высокому сопротивлению, соприкасающихся поверхностей (за счет их шероховатости) они быстро разогреваются до пластического состояния или до оплавления после чего детали сжимают, ток выключают.

Стыковую сварку с разогревом стыка для пластического состояния и последующей осадкой называют сваркой сопротивлением, а при разогреве торцов заготовок до оплавления - сваркой оплавлением.

Сварка сопротивлением дает хорошие результаты для металлов обладающих хорошей свариваемостью в пластическом состоянии (низкоуглеродистые, низколегированные конструкционные стали, алюминиевые и медные сплавы).

Сваркой оплавлением можно сваривать заготовки с сечением сложной формы, а также заготовки с различными сечениями, разнородные металлы (быстрорежущую и углеродистую стали, медь, алюминий).

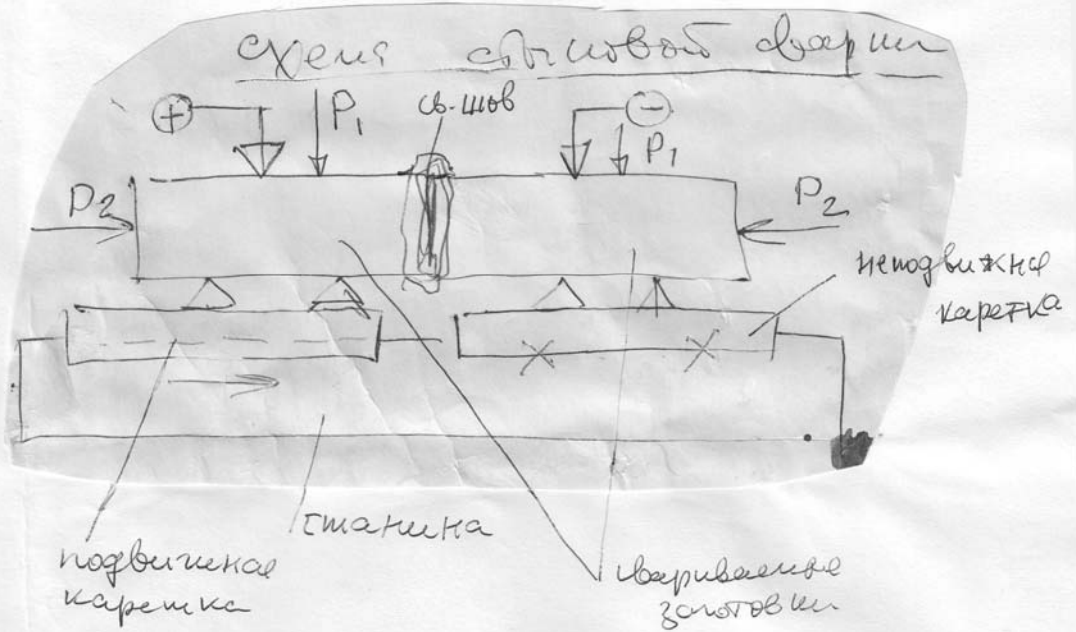
Основные виды контактной сварки:

к основным видам контактной сварки относятся:

- стыковая сварка;
- точечная сварка;
- шовная сварка.

(48)

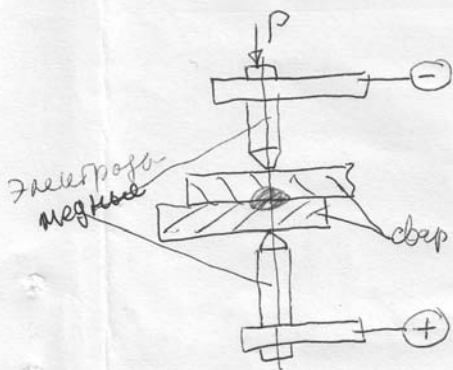
14. Схема ступенчатой контактной сварки (ЧС)



P_1, P_2 — фазные значения тока

P_2, P_2 — симметричные усил.

15. Схема двухсторонней поперечной сварки.

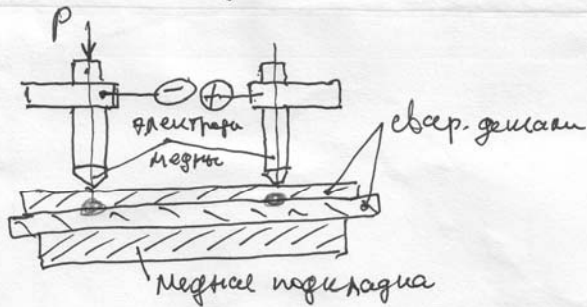


При вытоке тонк
за счёт соприкосн. сварив. поверхн.
медь раздвигается в стороны t_1
и увеличивается и расплав. металла
в точке под электродом.

После окончания мет. полу-
гелем сваривают попер.

(49)

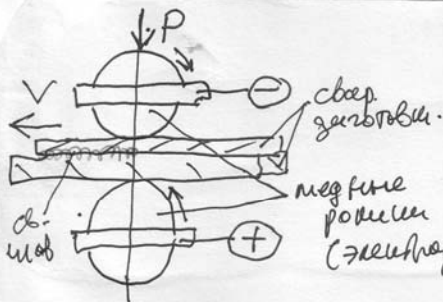
16. Схема односторонней точечной сварки (48)



не вкл. тока

При вкл. тока за счёт соприк. пов-тей метал. разнород. вкл. т, и вкл. и точечному расплав. мет. (пог. электрод). Точка соприк. м. подраств. две точечных мбл.

17. Схема медной контактной сварки (48)



не вкл. тока

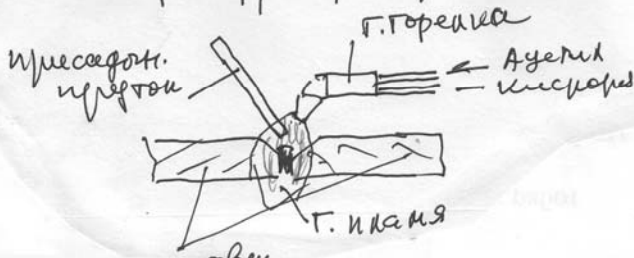
При вкл. тока и вращении ролик происходит перем. заготовки и порез до расплав. контак. пов-тей, которая по действию электрод. (P) углубл. сваривается.

18. Сущность процесса газовой сварки (48)

не вкл. тока

Сущ. проц. Г.С. состоит в том, что при Г.С. шовки остаточного металла и присадочного прутка нагревается до расплавл. состоят и пламенем горючих газов, сжигаемых в сварочных горелках в смеси с окислителями.

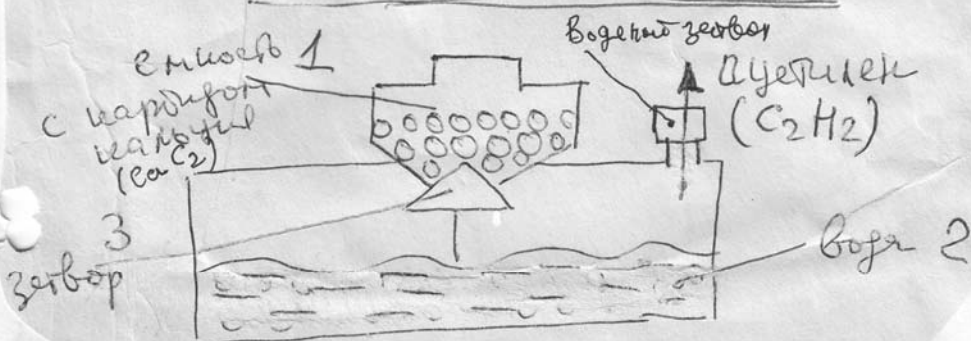
Наиболее распр. газ - ацетилен (C_2H_2)



19. Схема ацетиленового генератора
"Карбид на воде" (28)

Ацетилен получают в ацетиленовых генераторах различных систем и размеров. Генераторы различных по способу взаимодействия карбида кальция с водой, по устройству выходного газа и по производительности. Наиболее распространены следующие схемы:

"Карбид на воде"



1 кг карбида — 300 мл C_2H_2

При выходе из генератора ацетилен очищается от вредных примесей в специальных очистительных устройствах. Также устанавливается водный затвор.

20. Выбор режима газовой сварки (48)

Режим определяется диаметром присадочной проволоки и мощностью газосварочного аппарата. Диаметр присад. проволоки зависит от способа сварки и толщ. свар. дет. (до 6-8 мм).

Необходимую мощность (тепловую) подбирают в зависимости от мощности свариваемого металла и способа сварки по эмпирической формуле

$$V_a = K \cdot \delta, 1/4.$$

K - эмпер. пропорциональность (для малоуглеродистой стали - 100-120 [лев. сварка], 120-150 - [прав. сварка]; δ - толщ. св. металла, мм

∇_{10} - выбор. мощность подбирают №^о намотки свечной горелки.

21. Сущность процесса и разновидности пайки (48)

При п. мет. до плавления доводят только легкоплав. присадочный мат-ал, назыв. припой.

Соедин. узлом при сжиме диффузия расплав. припоя, протекающего в капилляре до t его плавления поверхн. соед. основного металла. В зависимости от t плавления припой разделяют на пайку мягкая и твердая припои.

Пауза мягкими приюдами

К м.п. относ. также к плавке которая не превышает 400°C.

Примеры: оловянно-свинц. п. марок П0С-90; П0С-40; П0С-30 - содер. 90,40 и 30% олова остальное свинец. t плав - 180-260°C. Обеспечивают 50-70 МПа прочности.

Примеры флюсов - катионный, хлористый цинка. Выпускаются в виде: порошков, пудры, проволоки, перочина и пасты. Пасты - паяльные пасты на основе цинка. Муфта тщательно очистить пов-ти. Зазор не должен превышать 0,1.

Пауза твердыми приюдами

Т.п. и метал к плавке. 500 ... 1083°C. Медь и сплавы меди с цинком и серебром.

ПМЦ-42; ПМЦ-47 и ПМЦ-52

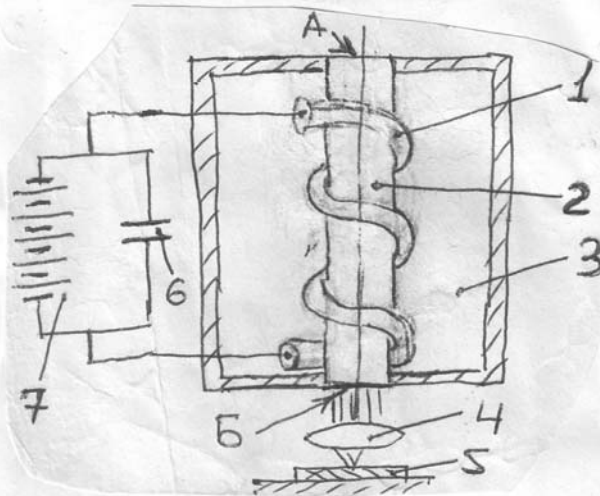
42, 47, 52 - % меди Остальное цинк и серебро.
840°C 860°C 885°C

Прочность 400-500 МПа. Флюсы - бура, борная кислота. Пасты - сварочные порошковые. Зазор 0,05-0,08 мм.

Применение. Углерод. и легир. стали, чугуны, цвет. метал. и сплавы.

22. Сварка лазерным лучем. Схема аппарата (53) (88)

В настоящее время используют лазеры четырех типов : твердый, газовый, жидкий и полупроводниковый. (Басов Н. Прохоров А. 1964 г. - Ноб. прем.)
 Источником света в лазерах является внутриатомная энергия некоторых веществ. Широкое распространение получили лазеры с твердым активным материалом, которым служит стержень из синтетического рубина (окись алюминия Al_2O_3) с небольшой добавкой окиси хрома (CrO_3) ~ 5%



1. Спиральная ксеноновая лампа
2. Монокристалл рубина ($l = 50-150$ $d = 5-15$)
 А - торец непрозрачный ;
 Б - торец полупрозрачный
3. Цилиндр с внутренней отражающей поверхностью.
4. Линза
5. Деталь
6. Конденсатор
7. Батарея

При достижении определенного количества электричества на конденсаторе происходит его разряд через ~~ксеноновую~~ ^{ксеноновую} лампу.

Свет вспышки за счет отражающей поверхности цилиндра фокусируется на рубиновый стержень, атомы хрома получают дополнительный запас энергии затем согласованно ^{ее} отдают и из торца Б в определенный момент времени вырывается мощное излучение в виде красного света ($\lambda = 0,65$ мкм - свойственна хрому) который фокусируется ~~на де-~~ ^{та} диаметром до 0,01 мм.

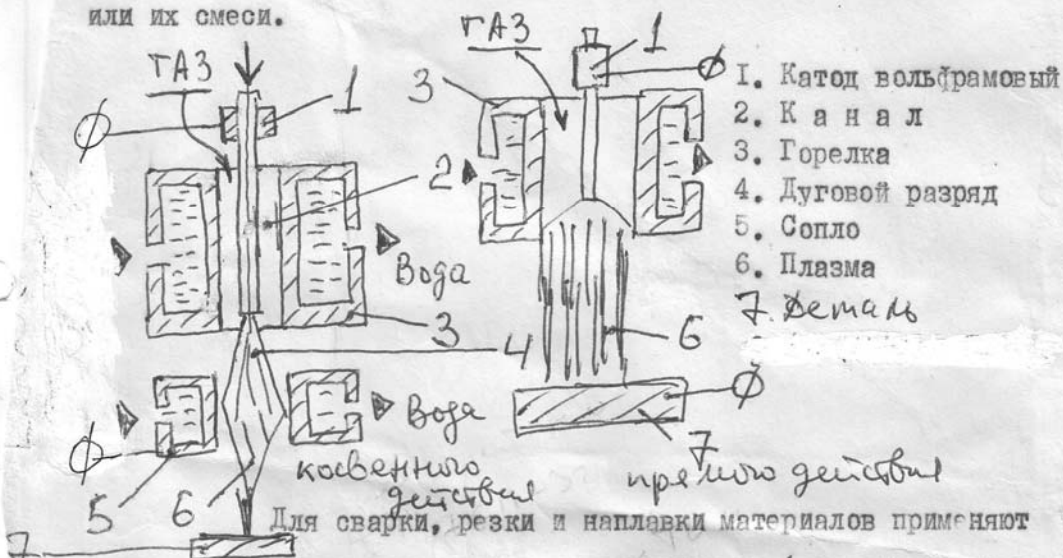
Мощность советских лазеров достигает до 100 Мвт в течение 10^{-8} сек. Световое давление достигает млн. атмосфер.

Разрез - стали до 20 мм. В медицине можно не метал. и др. - керамика, стекло, резина и др.

23. Плазменнодуговая сварка. Схема процесса (88)

Источником энергии этой сварки является плазма - сильно ионизированный и нагретый газ.

Газом является обычно аргон, гелий, водород или азот или их смеси.



- 1. Катод вольфрамовый
- 2. Канал
- 3. Горелка
- 4. Дуговой разряд
- 5. Сопло
- 6. Плазма
- 7. Металл

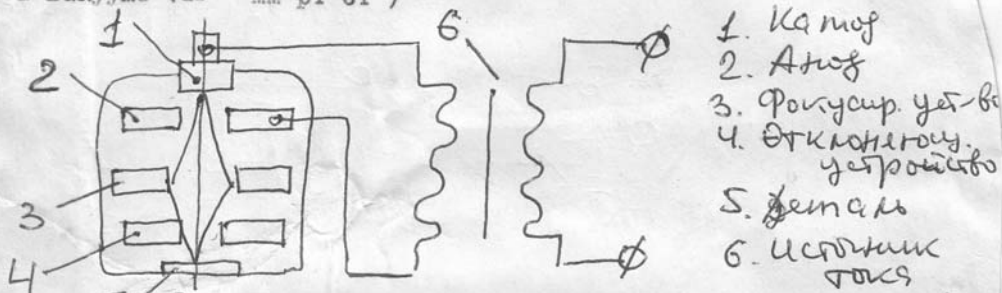
Для сварки, резки и наплавки материалов применяют дуговые плазменные горелки прямого действия (для обработки металлов) и косвенного действия (для обработки диэлектрических и полупроводниковых материалов).

Дуга возбуждается в среде аргона давлением 0,3... 0,4 МПа (3...4 ат) между вольфрамовым электродом и соплом.

Газ ~~сжимается~~ ионизируется и выходит из сопла в виде яркосветящейся струи (плазмы) с температурой до 20 000 - 30 000 °C.

24. Электронно лучевая сварка. Схема процесса (88)

Э.Л. основана на использовании кинетической энергии быстролетящих электронов (скорость до 16 км/с), излучаемых электронной пушкой в вакууме (10^{-4} мм рт ст)

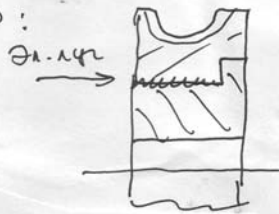


Электронны излучаются, как правило, импульсами от 10^{-4} до 10^{-6} секунды. Диаметр фокусируемого луча достигает $2 \frac{1}{1000}$ мм. Удельная мощность луча достигает 500 млн. вт/см².

Температура в зоне обработки достигает до 6000°C. Сваривают заготовки толщиной до 100 мм.

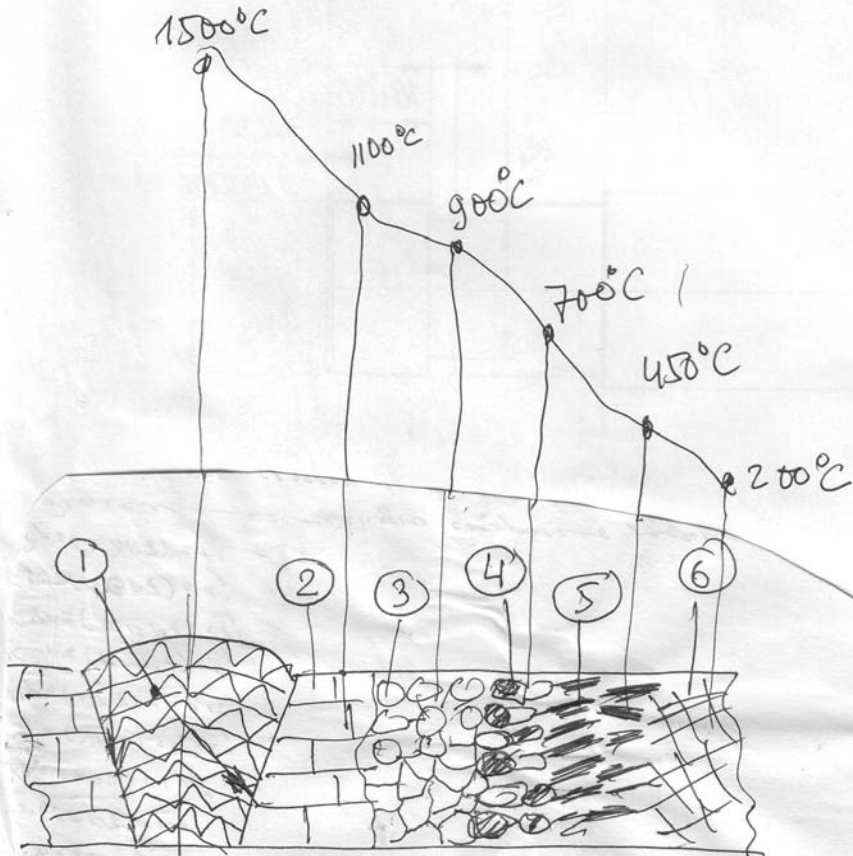
В СССР впервые в 1958 году создана для сварки электронным лучом установка модели ЭЛС-100. Сейчас изготавливаются установки ЭЛУ различных типов.

Как пример:



25. Структура зоны термического влияния в сварном шве (4б)

Часть основного металла которая близко прилегает к металлу св. шва назыв. зоной терм. влияния. При сварке эта зона нагрев до висоты t , а затем охлаждается. Остальные части нагрев до высоты t' и поэтому имеют разную структуру. При сварке мелкозерн. стали рисуют четкую структурную картину (см. рис)



- ① зона швеллетил основного металла с швеллетных (металл феррита). Критическая. $t = 1500^\circ\text{C}$
- ② - зона перешелва. Критическая $t = 1100^\circ\text{C}$
- ③ - зона крупнозернистая. $t = 900^\circ\text{C}$
- ④ - зона мелкозернистая перешелва. $t = 700^\circ\text{C}$
- ⑤ - зона рекристалл. $t = 450^\circ\text{C}$
- ⑥ - зона отжиганная $t = 200^\circ\text{C}$

26. Сварка углеродистых сталей (48)

Стали с содерж. углерода до 0,25% относятся к низкоуглерод. Они хорошо сварив. Сталь содержащ. 0,26...0,45% - среднеуглерод. Сварив с предварит. подогревом и послед. терм. обр-ком - нормализация или отжиг. Сталь содер. 0,46...0,75% - высокоуглерод. Они плохо свариваются - не приметел тот вид сварных соединений

Сварка низколегированных сталей

Стали с содерж. лег. элементов до 2,5% это низколегир. стали. Углетом повышает склонность к закалке и образованию закалочных трещин. Поэтому - св. с подогревом до $t = 150-350^{\circ}\text{C}$, а после сварки терм. об-ка - нормализация или высокотемп. отжиг

Сварка высоколегированных сталей

При 8...10 легир. элементов - высоколег. стали. Сварив с предвар. подогревом до $t = 150...450^{\circ}\text{C}$ во избежание трещин. с последующим отжигом $630...780^{\circ}\text{C}$

Особенности сварки чугуна

Св.ч. где искраетные брызги чугуна откивом при репутных репутак. Основная трудность - образование зон омбенивател в зоне шва (сформирован цементит). Зона омбенив. имеет высокую твердость и большую хрупкость его очень трудно обрабатывать мех. способом. Поэтому основной задачей при сварке чугуна является получение свар. соедин с одинаковой твердостью шва и переходных зон без трещин.

(58)

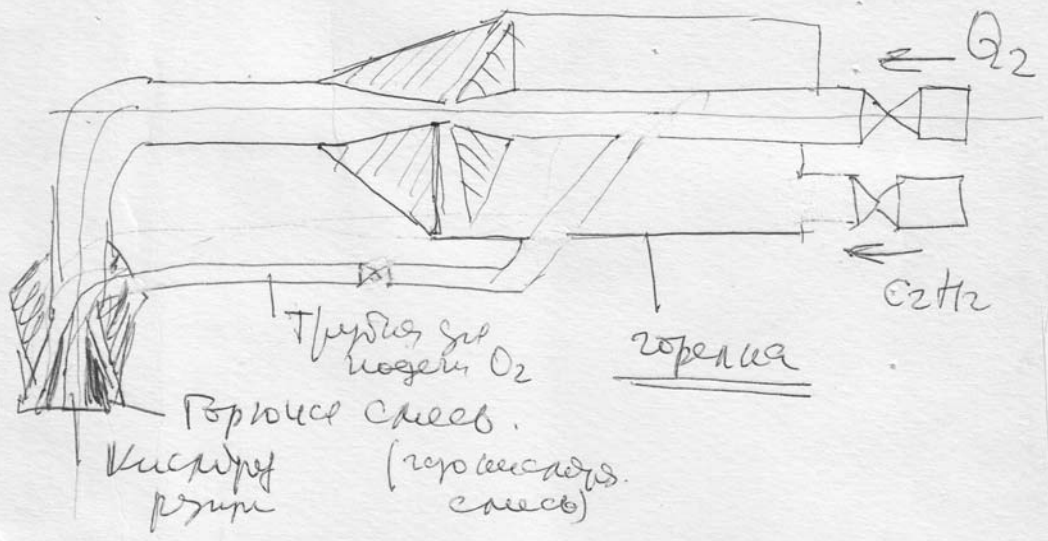
27. Сущность процесса газокислородной резки металла (48)

Г. кислор. реза метал. основана на способности металла, разогрев до г. ксер. и пламени до t° плавления, гореть в струе кислорода. Резают стали с содерж. С до 0,7%. Если больше, то этим способом резать нельзя.

Схема азотнокислородного резаки.

Свойство металла горит в струе кислорода. Сталь до 0,7% С
t времени < t плавления.

Схема азотнокислородного резаки.



$\delta = 6 - 200 \text{ мм}$ $V = 550 - 800 \text{ мм/мин}$

28. Виды дефектов сварных соединений (59) (44)

Дефекты делятся на наружные и внутренние.
Наружные: неравномерность поперечного сечения по длине шва; пустоты (газы) наружные, подрезы основного мет. Прелины.
Внутренние: непровар кромок, выдувы, порн; внутр. Прелины; шлаковые включения.

29. Причины образования дефектов в сварных соединениях (45)

Причины:

- наружные рожки сварки;
- большой ток или мощность свар. аппарата;
- насыщение шва водородом, азотом (цианом);
- непровары - малые велич. тока;
- иловые зазоры кромок основного металла;
- неправильная технология сварки;
- низкая квалификация сварщика;

30. Основные виды контроля сварных соединений (45)

Основные виды контроля:

- испытания на прочность (связь под действием) гидравлическим и пневмат. давлением;
- механические испытания (цель - определить мех. свойств св. соед) - испытания в соответствии с стандартом образца;
- металлографическое исследование (делают микро и исслед. под микроскоп);
- рентгеновское просвечивание (пробег шва на рентген, аппарате);
- Гамма-резонансное просвечивание (радиоизотопы, иридий и др.) на рентген. пленку;
- ультразвуковое просвечивание (используется ультразвук - колебательный процесс в

металл на большую глубину и отпрягается от трещин, тепловаров, и лавовых выхождений. Отражен. поведением управляют электрот. устройствами и преобразуются в световые сигналы, которые передаются на экран геодезического.

- магнитные линии котлов (остатки на поверхности магнитных расщеплений, водки, находящегося в местах геодетов. Дефекты внев-летомисе магнитным порошком, которых скапливаются над геодетом. Если геодет имеет магнитный поток не открываемый и порошок не скапливается.

31. Техника безопасности при сварке (УБ)

необходимо соблюдать след. основ. правила:

- Хорошо знаящие проводков;
- Заземление всего оборудования;
- Обязательно применять защитные шлемы (шлемы, очки);
- резиновые и спец. обувь;
- сварка в кабинах или за экранами;
- Хорошо вентилируемые редких мест;