

Тема №28

ИСХОДНЫЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ ВОЛОЧЕНИЯ

Классификация сталей

Сталь подразделяют по содержанию углерода

- низкоуглеродистая (до 0,25 % включительно)
- углеродистая (свыше 0,25%)

По назначению углеродистые стали делят на углеродистую обыкновенного качества, углеродистую качественную конструкционную, инструментальную углеродистую, автоматную и др.

Сталь обыкновенного качества

Изготавливают по ГОСТ380-88:

Ст0, Ст1кп, Ст1пс, ..., Ст6пс, Ст6сп.

Буквы Ст обозначают «Сталь», цифры – условный номер марки, буквы «кп», «пс» и «сп» - способ раскисления.

Ст3кп: 0,14-0,22% С, 0,30-0,60 % Mn, до 0,05% Si, до 0,05% S, до 0,04% P.

Ст5сп: 0,28-0,37% С, 0,50-0,80 % Mn, 0,15-0,30% Si, до 0,05% S, до 0,04% P.

Конструкционная сталь

Химический состав сталей регламентируется ГОСТ 1050-74.

Обозначаются:

05кп, 05, 08кп, 08пс и т.д. через 5 ед. до 85.

Число определяет среднее содержание углерода в сотых долях процента. При повышенном содержании марганца справа от числа ставят букву Г (65Г).

Инструментальная сталь

Содержит от 0,65 до 1,35 % углерода.

Химический состав определяется требованиями ГОСТ 1435-74.

Обозначают: У7, У8 и т.д.

Буква У обозначает «Углерод», цифра после буквы показывает примерное содержание углерода в десятых долях процента. Высококачественная сталь обозначается буквой А в конце марки. При повышенном содержании марганца к марке добавляют букву Г, например У8ГА.

Легированная сталь

Низколегированная (суммарное содержание легирующих до 2,5 %).

Среднелегированная (от 2,5 до 10%)

Высоколегированная (от 10%)

Азот – А

Бор – Р

Алюминий – Ю

Ванадий – Ф

Вольфрам – В

Ниобий – Б

Кобальт – К

Селен – Е

Кремний – С

Титан – Т

Марганец – Г

Фосфор – П

Медь – Д

Хром – Х

Молибден – М

Цирконий – Ц

Никель – Н

Маркировка легированных сталей

Марка легированной стали состоит из букв, соответствующих обозначениям легирующих элементов. Если содержание элемента не превышает 1%, то буква не сопровождается справа цифрой, в противном случае справа от буквы ставится цифра, указывающая на примерное содержание элемента в процентах (4% Ni – H4). В начале марки слева от букв указывается среднее содержание углерода: для конструкционных – в сотых долях %; для остальных – в десятых долях %. При малом содержании углерода ставят цифру «0». Если содержание углерода в инструментальных легированных сталях около 1%, то цифра в начале марки не ставится.

При использовании специальных способов выплавки в конце марок через тире добавляют буквы «ВИ», «ЭЛ», «П», «Ш», «ВД».

Особые марки сталей

А – автоматные стали (А12, А40Г)

Р – быстрорежущие стали (Р18, Р6М5)

Э – электротехнические стали

Е – магнитные стали

Ш – шарикоподшипниковые стали
(ШХ15, ШХ20СГ)

Осваиваемые экспериментальные марки сталей обозначают ЭИ или ЭП, за которыми следует порядковый номер стали (ЭИ69).

Технически чистая медь

Технически чистая медь (ГОСТ 859-78):

| Марка | МВЧк | М00 | М0 | М1 | М2 | М3 |
|--------|--------|-------|-------|------|------|------|
| Cu+Ag% | 99,993 | 99,99 | 99,95 | 99,9 | 99,7 | 99,5 |

После марки указывают способ изготовления:

к – катодная

б – бескислородная

р - раскисленная

Медные сплавы

Бронзы – сплавы меди с оловом (4-33% Sn), свинцом (до 30% Pb), алюминием (5-11% Al), кремнием (4-5% Si), сурьмой и фосфором (ГОСТ 493-79, ГОСТ 613-79, ГОСТ 5017-74, ГОСТ 18175-78).

Латуни – сплавы меди с цинком (до 50% Zn) и небольшими добавками алюминия, кремния, свинца, никеля, марганца (ГОСТ 15527-70, ГОСТ 17711-80).

Обозначают начальными буквами названия сплава (Бр или Л), после этого указывают буквы, обозначающие легирующие элементы, и числа указывающие на количество элемента в процентах.

А – алюминий

Б – бериллий

Ж – железо

К – кремний

Кд – кадмий

Х – хром

Мц – марганец

Мг – магний

Мш – мышьяк

Н – никель

О – олово

Ц – цинк

С – свинец

Ср – серебро

Су – сурьма

Т – титан

Ф – фосфор

Алюминий

Алюминий – легкий металл, обладающий высокими тепло- и электропроводностью, стойкий к коррозии.

По чистоте различают (ГОСТ 11069-74):

особой – А999

высокой – А995, А95

технической чистоты – А85, А7Е, А0 и др.

Буква «Е» обозначает повышенное содержание железа и пониженное – кремния.

Числа указывают содержание алюминия свыше 99,0%.

Деформируемые алюминиевые сплавы

Их марки приведены в ГОСТ 4784-74.

Различают не упрочняемые и упрочняемые термической обработкой.

1) Al-Mn и Al-Mg. Обозначение марки включает аббревиатуру основных компонентов и числа, указывающие содержание легирующего элемента в процентах.

2) Al-Cu-Mg с добавками некоторых элементов (дуралюмины, ковочные сплавы), а также высокопрочные и жаропрочные сплавы сложного химического состава. Дуралюмины маркируют буквой «Д» и порядковым номером (Д1, Д12, АК4).

Чистый деформируемый алюминий

АДоч (более 99,98 % Al), АД000 (более 99,8 % Al), АД0 (99,5 % Al), АД1 (99,3 % Al), АД (98,8 % Al)

Качество слитка

Ликвация – неоднородность химического состава по телу слитка. Различают ликвацию дендритную (неоднородность в объеме одного дендрита) и зональную (общая по всему слитку).

Усадочная раковина и пористость не допускается.

Подкорковые пузыри при нагреве и прокатке могут раскрыться и привести к образованию волосовин и трещин.

Пленистость – некачественная разливка сверху.

Продольные и поперечные трещины и др.

ДЕФЕКТЫ МЕТАЛЛА ЗАГОТОВКИ И ПРОВОЛОКИ

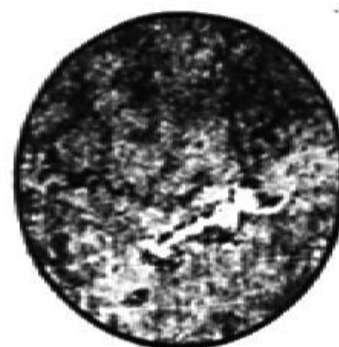
Пороки металла заготовки



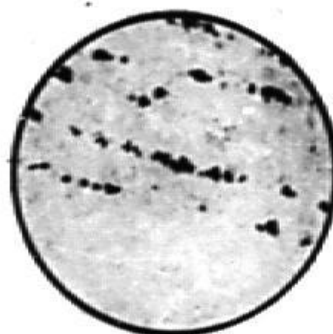
Ликвация
и сотовые пузыри



Усадочная раковина



Обезуглероженность
в центре



Неметаллические включения
(оксиды)



Карбидная
ликвация

Исходная заготовка

В качестве исходной заготовки для волочения проволоки используют катанку диаметром от 5 до 12 мм.

В зависимости от качественных показателей ОСТ 14-37-78 разделяет катанку на:

- высококачественную (ВК)
- качественную (КК)
- обыкновенного качества (ОК)

При этом контролируются химический состав катанки, механические свойства, макро- и микроструктура, величина действительного зерна, глубина обезуглероженного слоя, диаметр, овальность, а на ускоренно-охлажденной катанке – количество окалины.

Дефекты катанки

1. Химический состав
2. Химическая неоднородность
3. Неметаллические включения.

Твердые – образуют локальные участки с пониженной пластичностью и повышенным сопротивлением деформации (приводят к трещинам и расслоениям проволоки).

Деформируемые – ослабляют сечение и приводят к повышенной обрывности.

Хрупкие остроугольные – приводят к быстрому износу волок.

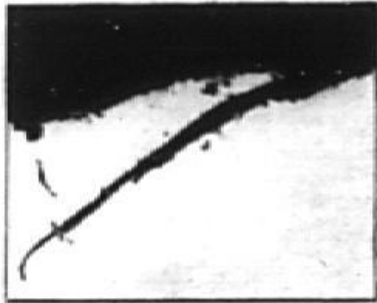
4. Волосовины – мелкие внутренние трещины длиной от 20-30 до 100-150 мм.

5. Расслоение. Причина – газовые пузыри в слитке, крупные неметаллические включения и усадочная раковина. Не допускается.
6. Усадочная раковина. Не допускается.
7. Перегрев. Высокий нагрев углеродистых и легированных сталей приводит к укрупнению зерна аустенита и соответствующему укрупнению зерна вторичной структуры. Устраняется нормализацией. Очень сильный перегрев ($\sim 1200^{\circ}\text{C}$) неустраним, т.к. вызывает повреждение границ зерен.
8. Перегрев до температур близких к линии солидус ($1350\text{-}1400^{\circ}\text{C}$) приводит к тому, что легкоплавкие эвтектики оплавляются на границах зерен. Окислительная атмосфера в печи вызывает окисление межзеренного вещества, связь между зернами нарушается. Наступает пережог. Неисправим.

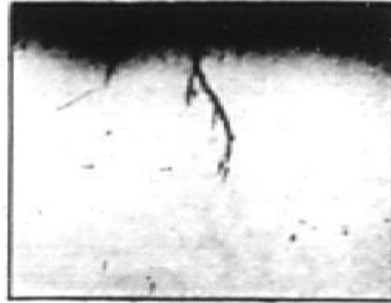
9. Обезуглероживание – дефект углеродистых сталей. Резко снижает механические свойства стали, особенно при знакопеременных нагрузках. Различают равномерное и местное обезуглероживание.
10. Окалина. При обычном охлаждении на воздухе количество окалины (гематит Fe_2O_3) на катанке составляет 30 кг/т. Для уменьшения окалины до 2-4 кг/т следует применять ускоренное охлаждение (вюстит FeO).
11. Пленистость – сравнительно тонкие плоские отслоения на поверхности прокатного профиля. Причина – низкое качество слитка или износ рабочей поверхности калибра. Не допускается.
12. Риски и царапины. Служат причиной возникновения и распространения трещин. Возникают из-за неровной поверхности проводок, приваривания металла к проводкам, неправильной установки вводной и выводной арматуры.

13. Закаты. Образование закатов связано с переполнением предыдущего калибра металлом.
14. Точность размеров профиля.
15. Искажение формы поперечного сечения. Овальная форма поперечного сечения, уступы, заусенцы на поверхности профиля и т.д. Причины – неправильная настройка валков, износ калибров, разница температур, натяжения.
16. Дефекты микроструктуры. Неметаллические включения грубой ферритной или цементитной сетки, разнотермной структуры, мартенситных и трооститных участков.
17. Брак по механическим свойствам. Причина – несоответствие по химсоставу, нарушение технологии выплавки стали, режима прокатки и последующего охлаждения.
18. Малая масса бунта и низкое качество смотки.

Дефекты катанки



Закат



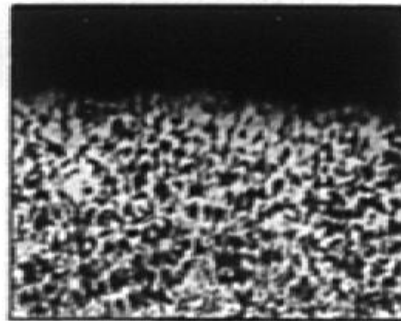
Трещина



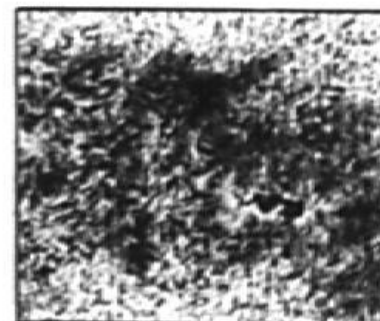
Усадочная раковина



Усадочная раковина,
сопровождающаяся
обезуглероживанием



Обезуглероживание
поверхности



Неметаллические
включения

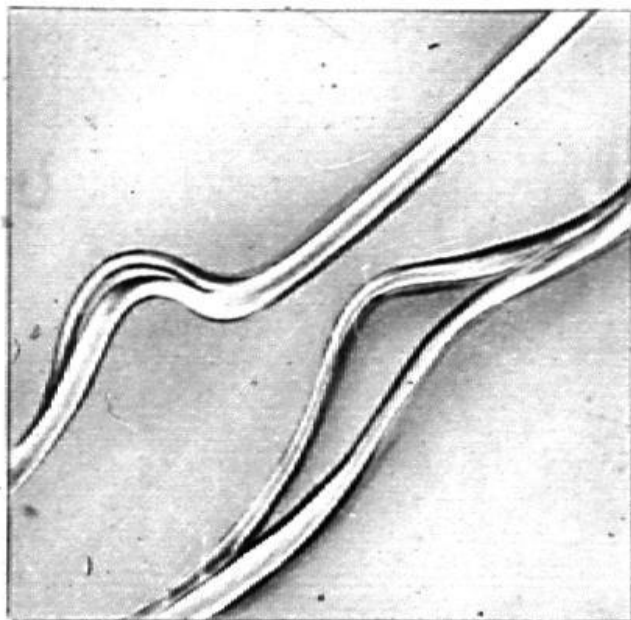
Поверхностные дефекты катанки

Поверхностные дефекты в виде трещин, закатов, плен и т.д. обычно не допускаются на катанке. Тем не менее они могут быть частично или даже полностью удалены травлением, при помощи термообработки или механическим способом.

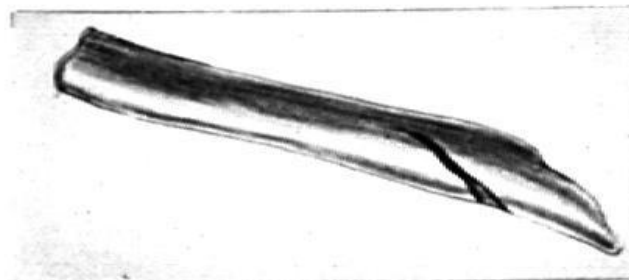
Механические способы удаления дефектов сводятся к шлифованию или обтачиванию.

Удаление дефектов с поверхности катанки невыгодно из-за больших потерь металла. Наиболее целесообразно для получения качественной поверхности проволоки и прутков проводить зачистку заготовки перед прокаткой.

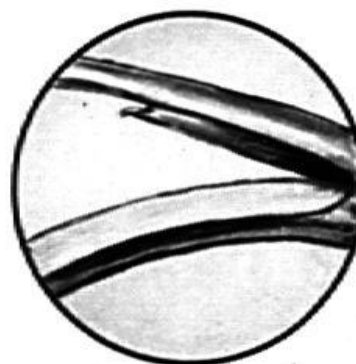
Расслоение проволоки в результате дефектов катанки



Обнаружено при волочении



Обнаружено при кручении



Обнаружено при волочении

Выбор размера катанки

Для массового изготовления проволоки различного назначения применяют катанку диаметром 5-6,5 мм.

Размер катанки выбирают из имеющегося сортамента, рациональной кратности волочильного оборудования и оптимальных технико-экономических показателей производства.

Если проволока изготавливается за один передел, в основу выбора размеров катанки принимают получение на готовом размере заданных механических свойств (уравнение Н.В. Соколова – К.И. Туленкова):

$$d_0 = \frac{\sigma_в^2}{\sigma_{вн}^2} d_2$$

где d_0, d_2 - диаметры заготовки и готовой проволоки;
 $\sigma_в, \sigma_{вн}$ - предел прочности соответственно готовой проволоки и патентованной заготовки.

Размеры заготовки при изготовлении проволоки различного назначения

| Диаметр готовой проволоки, мм | Размеры катанки, мм | | | | | |
|-------------------------------|---------------------|---------------------|--------------|--------------------|---------|---------|
| | Низкоуглеродистая | Легированная класса | | Углеродистая марки | | |
| | | мартенситного | аустенитного | 40-60 | 70 | У8А |
| 0,15-4,0 | 5,0-6,5 | 5,0-6,5 | 5,0-6,5 | 5,0-6,5 | 5,0-6,5 | 5,0-7,0 |
| 5,0 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 7,0 | 7,0 | 8,0 |
| 6,0 | 7,0 | 8,0 | 8,0 | 8,0 | 8,0 | 8,0 |
| 8,0 | 10,0 | - | - | 10,0 | 10,0 | 10,0 |
| 10,0 | 12,0 | - | - | - | - | - |

Определение марки стали

Предел прочности заготовки определяется по формуле К.Д. Потемкина, выведенной на основе экспериментальных данных, практики работы ряда заводов и нормативных таблиц предприятий:

$$\sigma_{en} = 100C - d_0 + A,$$

где C – содержание углерода в стали, %;

A – коэффициент, учитывающий вид термообработки заготовки.

$A=53$ – для патентованной заготовки; $A=48$ – для заготовки после сорбитизации; $A=43$ – для катанки после охлаждения на воздухе.

Если готовая проволока изготавливается за один передел марку стали можно определить из уравнения:

$$C = \frac{\sigma_s - \sqrt{\frac{d_0}{d_k}} (A - d_0)}{100 \sqrt{\frac{d_0}{d_k}}},$$

где d_k - диаметр готовой проволоки, мм.