

3. Класифікація дроту та каліброваного металу

Сталевий дріт і прутки класифікують за такими ознаками:

1. За формою поперечного перерізу - круглі, фасонного профілю, квадратні, прямокутні, тригранні, шестигранні, овальні, сегментні, зетоподібні, іксоподібні, клиновидні, секторні, трапецієвидні і інших спеціальних профілів.

Найбільше виробляють дроту і прутків круглого перерізу.

На рисунку 3.1 представлені різні види профілю арматурного дроту, одержуваної методом волочіння

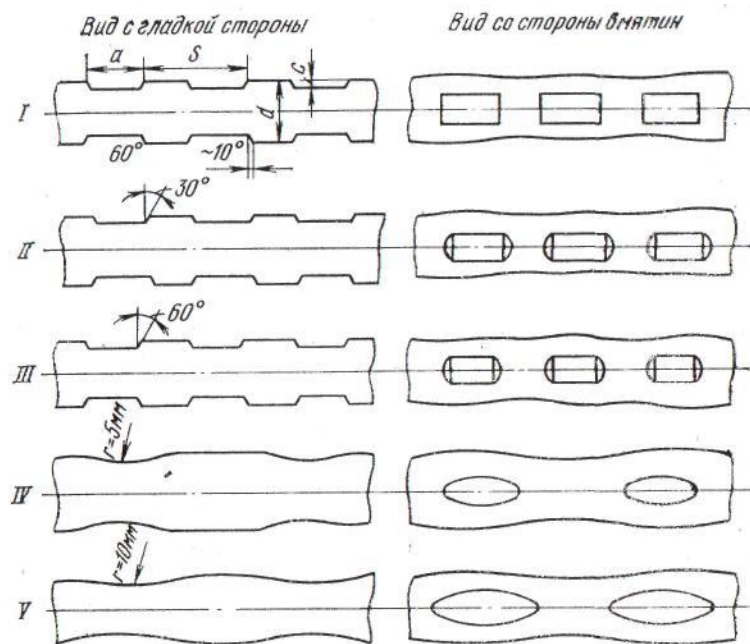


Рисунок 3.1 - Схема раціонального профілю арматурного дроту:
I-прямокутні вм'ятини; II і III - трапецієподібні вм'ятини;
IV і V - круглі вм'ятини

2. За розміром (діаметром) поперечного перерізу дріт ділиться на 9 груп: від менш 0,1 мм до понад 8 мм.

Довжина прутків знаходиться в межах від 0,3 до 100 мм.

Калібрований метал круглого перетину виготовляють діаметром від 3 до 100 мм, квадратного перетину зі стороною ної квадрата від 5 до 100 мм, шестигранного перетину діаметром вписаного круга від 5 до 100 мм і прямокутного перерізу (смугова) товщиною від 5 до 50 мм, шириною від 12 до 63 мм.

3. По точності виготовлення і в залежності від поля допуску дрiт має граничні відхилення номінальних діаметрів. Для кожного класу точності в залежності від номінального розміру дроту встановлені допустимі відхилення.

4. Хімічний склад сталі в чому визначає властивості дроту і прутків. Сталевий дрiт виготовляють з низьковуглецевої сталі з масовою часткою вуглецю до 0,25% включно; з вуглецевої сталі з масовою часткою вуглецю понад 0,25%; із легованої сталі; із високолегованої сталі; із сплавів з особливими властивостями (корозійностійких, жаростійких, жароміцних, прецизійних).

5. За тимчасового опору розриву - сталевий дрiт: від низької міцності (менше 390 Н/мм²) до високої міцності (понад 3140 Н/мм²).

Крім того, до більшості сортів дроту пред'являють вимоги по пластичності, оцінюваної числом перегинів і скручувань.

До каліброваного металу пред'являють вимоги по твердості, яка залежить від марки сталі та стану поставки.

Так, калібрована сталь 08кп в наклепаному стані повинна мати твердість НВ 179, а в відпаленого стані 131; сталь 30 - в наклепаному стані 229, а в відпаленого 187, сталь 30ХГСА - в наклепаному стані 269, а в відпаленого 229.

На вимогу замовника калібрована сталь в стані поставки повинна мати певні показники по тимчасовому опору розриву, відносне подовження і відносне звуження.

6. По виду поверхні дріт може бути:

- Без додаткової обробки поверхні після деформації (в тому числі дріт із залишками технологічних покриттів - міді, фосфату, бури, що наносяться на поверхню для підготовки металу до волочіння);

- Тягнута після попереднього шліфування, обточування або обдирання на проміжному розмірі;

- Зі спеціальною обробкою поверхні (шляхом видалення поверхневого шару);

- Полірована, шліфована, травлення;

- Покрита: з металевим покриттям (оцинкована, луджена, обміднений, латунована, алюмінійованого, інші металеві покриття, з неметалічним покриттям (полімерами, фосфатовані та інші);

- Світла (термічно оброблена в захисній атмосфері); оксидована (окислена, термічно оброблена з кольорами мінливості);

- Чорна (термічно оброблена, покрита окалиною).

Калібрований метал за якістю поверхні ділиться на три групи:

А - метал особливо відповідального призначення,

Б - загального призначення,

В - метал для механічної обробки.

7. За призначенням дріт має саму широку класифікацію:

– загального призначення; армування залізобетонних конструкцій; армування попередньо-напружених залізобетонних конструкцій;

– зварювальний;

– наплавочний;

– канатна;

– спицеві;

– гнучких тяг централізації сигналів і стрілок; пружинна;

– армування гумотехнічних виробів;

– струнна; пружинних шайб;

- виробництва сіток;
- повітряних ліній зв'язку;
- сердечників проводів; проводів і кабелів;
- бронювання проводів і кабелів;
- бандажна; нагрівальних елементів;
- елементів опору;
- пружних елементів;
- із заданим температурним коефіцієнтом лінійного розширення;
- записи гармонійних сигналів;
- конструкційна різного призначення;
- виготовлення заклепок і розпірок сепараторів підшипників кочення;
- кріпильних виробів, виготовлених методом холодного видавлювання і висадки;
- шплінтова;
- поліграфічна;
- голкова;
- гребенечесальних;
- бердная;
- кардна;
- ремізні;
- полкова;
- ув'язочна;
- медичного призначення.

Вимоги до дроту, що залежать від її призначення, передбачаються державними стандартами (ГОСТами), технічними умовами (ТУ) або угодами, укладеними між споживачами та постачальниками.

У цих документах обумовлюються: форма перетину, розміри, відхилення від них (допуски), механічні властивості, стан поверхні, мікроструктура і при необхідності деякі фізичні властивості.

Деякі перетину фасонної дроту і прутків показані на рисунку 3.2.

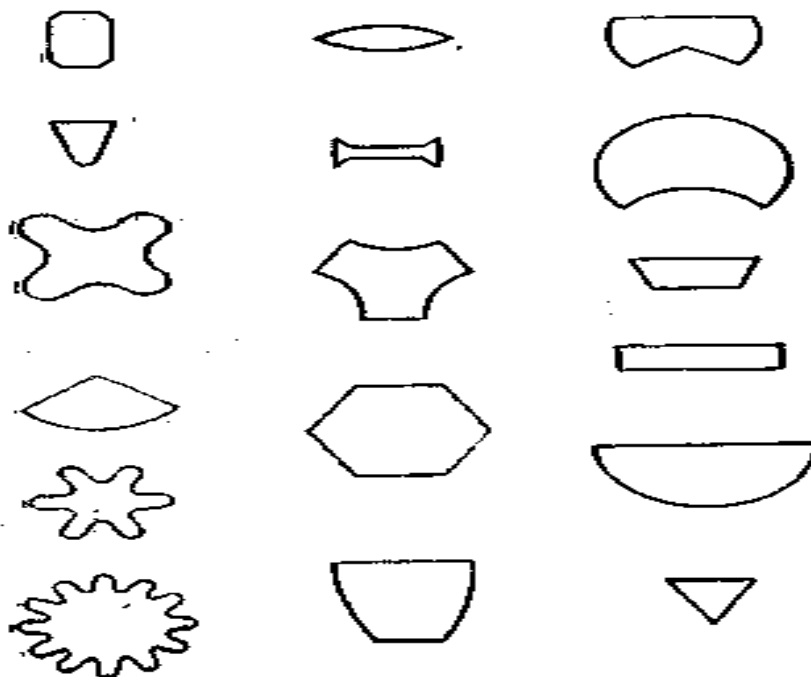


Рисунок 3.2 - Профілі фасонної дроту і прутків.

Технологія волочіння прутків і дроту залежить від кінцевих розмірів, фізико - механічних, технологічних властивостей і пластичності матеріалу, стану поверхні.

Прутки та дріт роблять у відпаленого, частково наклепали, загартованому, загартованому і відпущеному стані

4. Технологічні схеми виробництва дроту та каліброваної сталі

Процес виробництва дроту і прутків полягає в чергуванні різних операцій, куди відносяться, як правило, підготовка поверхні, волочіння, термічна обробка, а в разі нанесення покриттів на дріт, додаткові операції підготовка поверхні і наступні операції випробування, сортування і здавання виробу споживачеві.

На рисунку 4.1 приведена технологічна схема виробництва оцинкованого дроту з низьковуглецевої сталі.

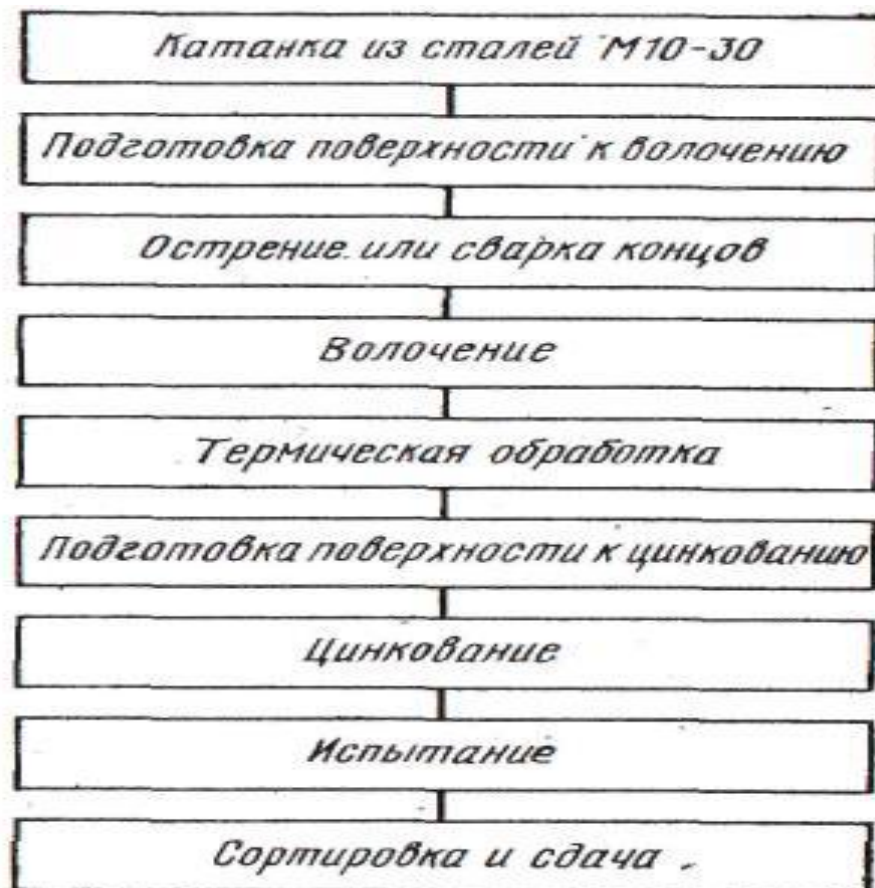


Рисунок 4.1 - Схема виробництва оцинкованої низьковуглецевого дроту

4.1. Підготовка поверхні до волочіння

При виробництві дроту чергування технологічних операцій і число чергувань можуть бути різними і залежить від діаметра готового дроту і від пластичності металу.

Чим тонше готова дрiт і чим менш пластичний метал, тим більше число циклів необхідно при її переробці.

З низьковуглецевої сталі виготовляється близько 70 - 75% дроту.

Катанка з низьковуглецевої сталі діаметром 6,0 - 9,0 мм проходить операції підготовки поверхні і простягається в залежності від призначення до розміру 0,8 - 1,2 мм.

Підготовка поверхні необхідна для видалення окислів і інших дефектів. Окисли володіють відносно високою твердістю і тим самим збільшують знос волок і погіршують якість поверхні виробу.

При виробництві дроту особливо відповідального призначення, з метою видалення дефектів, вихідну катанку іноді шліфують в мотках або застосовують інші види механічного впливу, наприклад, вигином, дробеструйним впливом, способом шабровки, обточування, шліфування. Перед шліфуванням катанку рекомендується піддавати калібруванню для усунення овальності.

Одним з основних методів видалення окалини є хімічне травлення в розчинах кислот, лугів або в розплавах солей. Травлення в розчинах кислот супроводжується хімічними та електрохімічними процесами.

Якщо потрібно мати більше тонкий дрiт, то її слід термічно обробити (отжечь) і потім повторити волочіння до необхідного діаметра.

У залежності від призначення дрiт може бути використана без додаткової термічної обробки. Іноді дрiт піддають калібруванню, що полягає в протяжці зі слабким обтисненням після термічної обробки.

Для волочіння з високими швидкостями вимагається метал підвищеної чистоти по неметалеві включення і однорідний за хімічним складом. Вміст вуглецю в сталі для катанки не більше 0,15%, відносне звуження не менше 60%.

З низьковуглецевої сталі виготовляють дріт:

1) загального призначення діаметром 0,16 - 10 мм ($\sigma_v = 690 \div 1370$ Н/мм²);

2) бердну діаметром 0,8 - 8,5 мм ($\sigma_v = 390 \div 640$ Н/мм²);

3) броньовану для електричних проводів і кабелів діаметром 0,3 - 8,0 мм ($\sigma_v = 340 \div 490$ Н/мм²);

4) поліграфічну оцинкований та неоцинкований діаметром 0,35 - 1,2 мм ($\sigma_v = 690 \div 880$ Н/мм²);

5) сталеву оцинковану для повітряних ліній зв'язку (лінійну) діаметром 1,5 - 6,0 мм ($\sigma_v = 360 \div 640$ Н/мм²);

6) сталевий низьковуглецевий наклепаний для армування залізобетонних конструкцій діаметром 3,0 - 10 мм ($\sigma_v = 440 \div 830$ Н/мм²);

7) сталеву вуглецеву для холодної висадки діаметром 1,0 - 16 мм ($\sigma_v = 420 \div 740$ Н/мм²) та ін

4.2. Мастило при волочінні.

4.2.1. Призначення змащення і вимоги до неї.

Без застосування мастила волочіння неможливо. Питання мастила тісно пов'язані із зовнішнім тертям, яке супроводжує і про протидії переміщенню знаходяться в зіткненні двох тіл. Прийнято розрізняти три види зовнішнього тертя: сухе, граничне і рідинне.

Сухе тертя - це тертя в відсутність мастила на дотичних поверхнях тіл.

Граничне тертя виникає в тих випадках, коли між дотичними тілами мається надзвичайно тонкий шар мастила, що володіє особливими властивостями.

При рідинному терті між труться поверхнями є значний шар мастила, повністю їх розділяє і характеризується внутрішнім тертям в мастилi.

Зовнішнє тертя залежить від матеріалу дотичних тіл, складу і характеру мастила, від істинних площ контакту тертьових поверхонь і від режиму роботи: температури, швидкості, навантаження і, головне, від температурного поля, що виникає в тонкому поверхневому шарі.

Мастило запобігає прилипанню металу, що простягається до тяганини, зменшує тертя і забезпечує необхідну якість поверхні дроту.

Правильно вибрана мастило дозволяє застосовувати високі приватні і загальні деформації, а також високі швидкості волочіння. Крім того, вона знижує температуру в осередку деформації.

Основні вимоги до мастила при волочінні: 1) добре і безперервно змочувати тертьові поверхні і міцно до них прилипати; 2) витримувати великі тиску; 3) не повинна спікатися, розкладатися або розшаровуватися; 4) повинна забезпечувати мінімальний знос каналу волок і чистоту робочих місць; 5) не вогнебезпечна; 6) не мала неприємного запаху і не чинила шкідливого впливу на обслуговуючий персонал; 7) виготовлятися з недефіцитних матеріалів і бути дешевою.

4.2.2. Склади мастил для волочіння.

Мастила ділять на тверді, консистентні (напіврідкі) і рідкі.

Тверді змащення. До них відносяться мила, що представляють собою з'єднання лужних і лужноземельних металів (натрію, калію, кальцію) з жирними кислотам. Мильні порошки широко використовують при сухому волочінні дроту.

До твердих змащеньям відносять також нафтопродукти: парафін, церезин і озокерін. Мастилом такого ж типу є бджолиний віск. Найбільше поширення з цих мастил отримав віск при протяжці дорогоцінних металів і парафін (з добавкою масла) при волочінні легованої сталі. Наносять ці мастила шляхом занурення мотків у ванну з розплавленим парафіном, воском або іншими матеріалами.

Консистентні мастила виготовляють введенням в тварини, мінеральні або рослинні олії спеціальних загусників (мила, петролатума, церезину і інші). При волочінні дроту товстих перетинів з кольорових металів і м'яких сталей консистентні мастила застосовують порівняно рідко і, як правило, при волочінні прутків.

Рідкі мастила використовують здебільшого при волочінні тонкої, найтоншої і щонайтоншої дроту.

Рідкі мастила - це найчастіше водні емульсії мінеральної або рослинної олії і мила, що виконує роль стабілізатора мастила. Широко застосовують водний розчин чистого мила і олеїнової кислоти з кальцинованої содою. При калібруванні голкової і аналогічної їй дроту застосовують водний розчин мила з добавками сірчаної кислоти і борошна.

Наповнювачі та ущільнювачі мастила. Наповнювачами мастила є речовини, що наносяться на поверхню дроту при проведенні підготовчих або спеціальних операцій. Вони збільшують товщину мастила і цим знижують можливість прилипання металу, що простягається до тяганини. Наповнювачами є плівки гідроокису міді (на сталевий дроту), фосфату, а також шари вапна, рідкого скла, бури та інших продуктів, графіт.

Широке поширення отримує двосірчастий молібден (дисульфід молібдену). Застосовуються колоїдні суспензії дисульфиду молібдену (MoS_2), так як його порошок не розчиняється у воді і маслах. Цей вид змащення, володіючи високою міцністю, дозволяють зменшити кут

робочої зони волоки і збільшити контактну поверхню дроту і волочильного інструменту. Велика контактна поверхня сприяє зменшенню тисків на волочу і розподіляє знос на велику поверхню інструменту, збільшуючи цим стійкість останнього.

Дисульфід молібдену дозволяє значно збільшити швидкість волочіння при одночасному підвищенні експлуатаційної стійкості волок і поліпшенні якості поверхні сталі.

Ущільнювачі мастила підвищують її в'язкість і сприяють рівномірному розподілу наповнювача на дроті. Ущільнювачами є столярний і малярний клеї, борошно (додають у вапно або емульсії), крохмаль, желатин та інші матеріали.

5. Термічна обробка дроту, каліброваного металу і труб.

Термічна обробка металу полягає в нагріванні металу до певної температури, витримці його при цій температурі і подальшим охолодженні. Проведення термічної обробки супроводжується зміною властивостей металу в зв'язку зі зміною структури.

Знання діаграм стану сплавів та фазових переходів (перетворень) дозволяє визначати температури цих перетворень.

Термічна обробка може передувати волочінню, проводиться після нього або супроводжувати йому.

Термічна обробка металу перед волочінням дозволяє видалити окалину, знімає наклеп, надає металу необхідні пластичні властивості, забезпечує отримання найбільш оптимальної структури.

Зокрема, термічну обробку перед деформацією в холодному стані проводять для важко деформованих металів і сплавів, таких як підшипникові та високолеговані інструментальні сталі, титанові сплави та латуні.

Проміжні операції відпалу служать для усунення наклепу металу і створюють можливість подальшої холодної деформації. Заключна операція термічної обробки служить аналогічним цілям, а також для створення необхідної структури і властивостей металу.

При волочінні метал зміцнюється і змінює свою пластичність. З досягненням певного ступеня сумарного обтиснення продовження волочіння неможливо, так як метал стає крихким, подальша протяжка цього металу може бути здійснена лише після проведення термічної обробки.

Найбільш поширеними видами термічної обробки металу є відпал, патентування, нормалізація, гарт і відпустку.

Відпал - це вид термічної обробки, при якій після нагріву, витримки і повільного охолодження отримують м'який, пластичний метал, вільний від внутрішніх напружень. Відпалу піддають дрiт і прутки перед волочінням або на готовому розмірі.

За характером термічної обробки сталеві прутки, по \neg ступають в калібрувальний цех, піддаються:

- 1) чорновому (підготовчого) відпалу перед гострінням (втонщенням) кінців штанг (прутків); в цьому випадку доставка каліброваних прутків споживачеві проводиться без термічної обробки, в нагартована стані;

- 2) відпалу після волочіння; метал має твердість, яка допускає його остреніє і волочіння без попереднього зм'якшення;

- 3) відпалу до гостріння і волочіння і після цих операцій.

Температури нагріву, що застосовуються при відпалі, можуть бути вище або нижче критичних, при яких метал відчуває внутрішнє перетворення. Прагнуть відпалювати метал при можливо низьких температурах, так як це здешевлює процес і зменшує ймовірність перегріву і знеуглецювання. Тривалість витримки залежить від маси,

природи і вихідної структури випалу металу. Вона визначається ще й властивостями, які хочуть забезпечити відпалом метал.

Швидкість нагріву дроту і прутків, якщо їх випалюють в мотках або пачках, повинна забезпечити рівномірне прогрівання всієї маси металу. Якщо нагрів проводити дуже швидко, то температура зовнішніх шарів мотка (пачки) буде вище температури внутрішніх шарів, що може призвести до неоднорідності властивостей по довжині. Швидкість нагріву залежить від теплопровідності, а також від маси і розташування металу в пічному просторі.

Швидкість охолодження визначається головним чином складом металу і його міцністю (твердістю), яку потрібно одержати після відпалу. Дріт і прутки з легованих сталей охолоджують повільніше, ніж з вуглецевих. Дріт і прутки із вуглецевих сталей охолоджують до 500 ° С разом з піччю, а потім швидко - на повітрі. Більшість корозієстійких сталей охолоджують до 500 ° С разом з піччю, а потім швидко - на повітрі. Більшість корозієстійких сталей охолоджують різко у воді.

Відпал рекристалізації дроту і прутків проводять при температурах нижче критичних. У процесі такого відпалу взаємні витягнуті деформацією зерен виростають нові, недеформовані; при цьому твердість металу знижується і збільшується пластичність.

Відпал на зернистий перліт. При відпалі стали, окрім пом'якшення самого металу, домагаються ще отримання зернистої (круглої) форми структурних складових стали - цементиту (для сталей із середнім і високим вмістом вуглецю) і складних карбідів (для легованих сталей).

Перед відпалом катанку звичайно нормалізують (охолоджують на повітрі після нагрівання) для вирівнювання розподілу по її перерізу перліту карбідів і ліквідації навколо зерен цементитної сітки. При відпалі деформованої дроту зернисту форму перліту отримують при витримках і температурах, менших критичних, тобто при Відпал рекристалізації.

Патентування полягає в нагріві дроту вище верхньої критичної температури АСЗ, при якій сталь переходить в аустеніт, витримці при цій температурі, зануренні в середу з температурою 450 -550 ° С і охолодженні на повітрі.

Нижче ліній АсЗ і Аст з аустеніту в залежності від марки вуглецевої сталі починається виділення фериту або цементиту, а трохи нижче ліній А1 починається і при цій же температурі закінчується перетворення всього що залишився аустеніту в перліт. Ці зміни в структурі відбуваються при низьких швидкостях охолодження. В залежності від швидкості охолодження отримують різні структури.

В результаті патентування отримують мікроструктуру, яка складається з суміші двох складових - фериту і цементиту, - сорбіт. Цементит в такій структурі характеризується надзвичайною подрібнення і рівномірним розташуванням найтонших цементитних пластинок в феритної масі. Сама ж феритного маса складається з порівняно великих ділянок. Все це забезпечує патентованої дроті високу пластичність і гарні міцносні властивості.

Нормалізація відрізняється від патентування тим, що дріт після нагріву вище критичної точки АСЗ охолоджується не в спеціальному середовищі (в розплаві солі або свинцю), а безпосередньо на повітрі.

Структура нормалізованої сталі менш однорідна, ніж патентованої, а властивості металу трохи нижче. Нормалізацію застосовують в тих випадках, коли виготовляють дріт, призначену для переробки на більш тонкі розміри (тобто межову). Застосовувати нормалізацію для дроту готового розміру не рекомендується внаслідок сильного окислення її поверхні в цих умовах. Нормалізацію дроту з високовуглецевої або легованої сталі проводять перед відпалом з метою усунення сітки цементиту. Поверхня дроту при нормалізації окислюється на велику глибину, ніж при патентування. При цьому деякі дефекти видаляються в окалину.

При виготовленні дроту для клапанних пружин, високоміцної арматури, для кардної стрічки та інших цілей заключною операцією є загартування з відпуском. При цьому забезпечується висока міцність і твердість, висока пружність, а також прямизна дроту.

Загартування сталевого дроту полягає в нагріві її вище критичної точки АСХ або АСЗ і наступному швидкому охолодженні. На результати гарту впливають швидкість і температура нагрівання, час витримки і швидкість охолодження. При цьому вирішальним чинником є швидкість охолодження, з якою пов'язане отримання певної структури і заданих механічних властивостей.

Однією з основних структур, одержуваних у результаті загартування, є мартенсит, що має характерне голчасті будову.

Внаслідок того що в решітці мартенситу атоми вуглецю як би заклинені між атомами заліза, вони створюють великі внутрішні напруги. Мартенсит має високу твердість, він дуже крихкий.

В якості охолоджуючої середовища при загартуванні використовують рослинні і мінеральні масла, воду, водні емульсії, розчини солей і інші середовища з високою охолоджуючої здатністю. При загартуванні дроту використовують машинне та бавовняне масла і іноді підігріту воду.

Відпустка дроту проводять зазвичай відразу ж після гарту. При його проведенні у металу змінюється структура, зменшуються внутрішні напруження, підвищується в'язкість і кілька знижуються міцність і твердість. Температура відпустки має широкий діапазон і залежить від призначення дроту.

На практиці застосовують три види відпустки.

– Низький відпустку при 150 - 300 ° С. Мета його - зменшити внутрішні напруження, не знижуючи або дуже мало знижуючи при цьому твердість. В результаті низького відпустки отримують структуру відпущеного мартенситу.

– Середній відпустку здійснюють при 300 - 450 ° С і застосовують для виробів, від яких потрібно досить висока твердість і високий межа пружності при певній пластичності.

– Високий відпустку проводять при 500 - 680 ° С. Після такої відпустки сталь має структуру сорбіту (мелкодисперсна суміш фериту і цементиту).

Наприклад, низькому відпустку після гартування на готовому розмірі піддають гребенечесальних дрiт. Кардного дрiт після гарту піддають відпустки в діапазоні температур, відповідних середньому відпустку, а ремізнi - в діапазоні температур високого відпустки. Відпустку піддають також дрiт, простягнуту з високими сумарними деформаціями.

Рекомендують проводити загартування і короткочасну відпустку дроту (заготовки) перед волочінням. При виробництві пружинного дроту зі спеціальними властивостями це необхідно.