

## **Тема . Виправляння (правка), рихтування і згинання металу.**

*Урок №9-10 Виправляння (правка), рихтування і згинання металу. Ручне і механічне виправляння, рихтування. Способи виконання. Виправляння листового, смугового і круглого матеріалів. Виправляння труб. Обладнання для виправляння, типи пресів. Можливі дефекти при виправляннях і заходи щодо їх попередження.*

*Правила і способи згинання металу під різноманітними кутами і по радіусу. Устаткування, інструмент і пристрої. Згинання металу вручну, використання трубозгинальних верстатів. Можливі дефекти при згинанні, заходи щодо їх попередження.*

**Правка – операція, за допомогою якої усуваються нерівності, кривизна або інші недоліки форми заготовок. Необхідно відрізнити правку від рихтування металу.**

**Правка – це виправлення металу дією тиску на ту чи іншу його частину незалежно від того, здійснюється цей тиск пресом чи ударами молотка.**

**Правка і рихтування мають одне і те ж призначення, але відрізняються прийомами виконання і вживаними інструментами і пристосуваннями.**

**Під рихтуванням слід розуміти виправлення металу розтягуванням, тобто подовженням тієї чи іншої його частини. Рихтування зазвичай виконується ударами носком молотка або спеціальним рихтувальним молотком з гострими бойками. Після рихтування на заготовці або деталі залишаються явно видимі сліди молотка; при правці цього не буває.**

*Правка є, як правило, підготовчою операцією, передуючою основним операціям обробки металів.*

*Правці піддають сталеві листи і листи з кольорових металів і їх сплавів, смуги, прутковий матеріал, труби, дрiт, а також металеві зварні конструкції. Заготовки і деталі з крихких матеріалів (чавун, бронза і т. п.) правити не можна.*

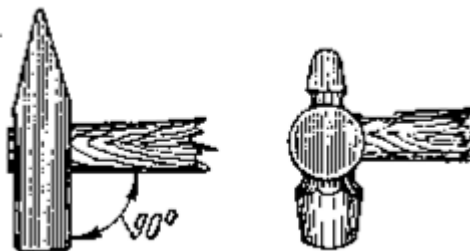
*Розрізняють два методи правки металів: правка ручна, яка виконується за допомогою молотка на сталевих або чавунних правильних плитах, наковальнях (ковадлах) і ін., і правка машинна, яка здійснюється на правильних машинах. При ручній правці слюсар відшукує на поверхні заготовки або деталі такі місця, при ударі по яких заготовка виправлялася б, тобто лежала б на плиті, не маючи випуклостей, вигинів або хвилястості. Метал піддається правці як в холодному, так і в нагрітому стані. У останньому випадку потрібно мати на увазі, що правку сталевих заготовок і деталей можна виконувати в інтервалі температур 1100-850° С. Нагрів вище вказаних температур призводить до перегріву, а потім і до перепалу заготовок, тобто до непоправного браку.*

### **Обладнання, інструмент і пристосування.**

**Основним устаткуванням для ручної правки металів є сталеві або чавунні правильні плити, що відливаються, як правило монолітними і рідше, з ребрами жорсткості. Розміри таких плит найчастіше бувають 400х400, 750х1000, 1000х1500, 1500х2000 мм і т.п. Робоча поверхня плити повинна бути добре відшліфована.**

**В якості інструменту для ручної правки використовують сталеві молотки з круглим бойком, молотки з м'яких матеріалів (мідні, свинцеві, дерев'яні) застосовують для правки остаточно оброблених поверхонь, а також для правки заготовок і деталей із кольорових металів і сплавів.**

**Слюсарні молотки – найбільш поширений ударний інструмент. Вони служать для завдання ударів при вирубуванні, пробитті отворів, клепці, правці і ін. В слюсарній справі застосовують молотки двох типів – з круглими і квадратними бойками (мал. 3.1). Молотки з круглим бойком використовують в тих випадках, коли потрібна значна сила або влучність удару. Молотки з квадратним бойком вибирають для легших робіт.**

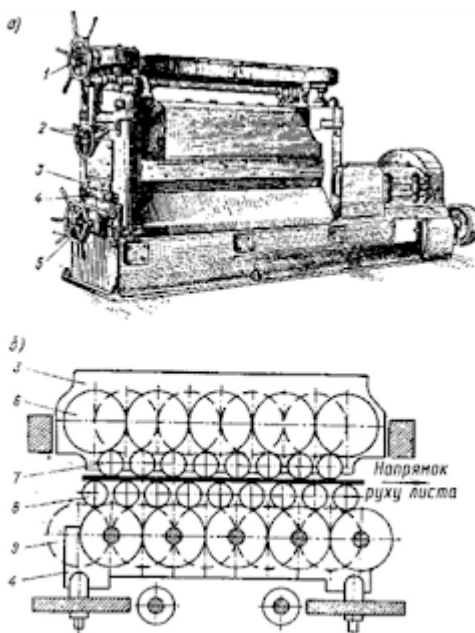


Мал. 3.1. Слюсарні молотки.

**Молотки виготовляють із сталей марок 50, 40Х або із сталі У7, їх робочі частини – бойок і носок – піддають гартуванню на довжину не менше 15 мм з подальшою зачисткою і поліровкою.**

**Металевими і дерев'яними гладилками користуються при правці тонкого листового і смугового металу.**

**Правка листового і сортового металу виконується на правильних валках і пресах. Машини для правки прокаткою, в яких робочими органами являються валки, називаються правильними валками. В правильних валках правлять і сортовий метал.**



Мал. 3.2. Дев'ятивалкові правильні валки: а – загальний вигляд; б – схема правки листового металу: 1 – штурвал підйому і опускання траверси верхніх валків; 2 – механізм нахилу верхніх валків; 3 – траверси верхнього ряду валків; 4 – траверси нижнього ряду валків; 5 – штурвал переміщення нижніх валків; 6 – верхні опорні ролики; 7 – верхній ряд робочих валків; 8 – нижній ряд робочих валків; 9 – нижні опорні ролики.

Для правки тиском застосовуються також і преси. Правильні преси виготовляються з гідравлічним або механічним приводом. По розташуванню пуансона, передаючого тиск на матеріал, що виправляється, преси поділяються на горизонтальні і вертикальні. Преси використовуються також і для правки сортового металу.

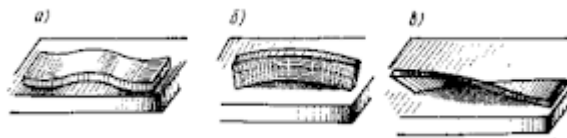
### **Прийоми ручної і машинної правки смугового, листового, круглого матеріалу і загартованих виробів**

В процесі правки вручну молоток потрібно тримати за кінець рукоятки, як і при вирубванні металу. Удари завдавати лише опуклою частиною бойка; від ударів ребром бойка на поверхні виправленої деталі залишаються забоїни.

При правці потрібно правильно вибирати місця, по яких слід завдавати ударів. Удари мають бути влучними, відповідними до величини кривизни, і число їх повинно поступово зменшуватися у міру пересування від найбільшого вигину до найменшого. Правка вважається закінченою, коли всі нерівності зникнуть і заготовка виявиться прямою, що можна перевірити накладанням лінійки. Ручну і машинну правку металів слід виконувати в рукавицях.

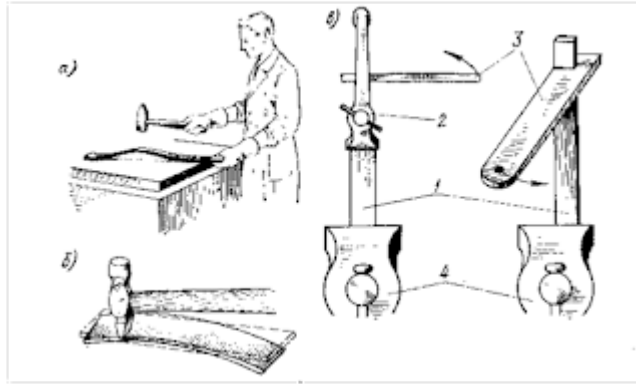
**Правка смугового металу** вручну виконується на правильній плиті або ковадлі слюсарним молотком.

Мал. 3.3. Заготовки із смугової сталі, що підлягають правці: а – вигин по площині; б – вигин по ребру; в – скручена смуга



Простою є правка металу, зігнутого по площині (мал. 3.3, а). Цей вигляд правки зустрічається найчастіше; зазвичай виконується він без особливих труднощів. Складніше правка металу, зігнутого по ребру (мал. 3.3, б). Якщо в першому випадку завдання полягає в простому вирівнюванні площини, то тут доводиться удаватися до деформації розтягуванням частини металу. Ще складніше правка скручених смуг (мал. 3.3, в).

Іноколи в одній заготовці зустрічаються всі вказані види вигинів. Щоб повністю виправити такий метал, потрібно здійснити цілий комплекс прийомів. Викривлену смугу кладуть на плиту зігнутою частиною догори і, притримуючи її лівою рукою, правою завдають сильних ударів молотком по опуклих місцях (мал. 3.4, а), ударяючи спочатку по краях опуклості, і поступово, у міру виправлення смуги наближаючи удари до середини опуклості. Чим більше кривизна і товще смуга, тим сильніше мають бути удари і, навпаки, у міру випрямлення смуги ослаблюють їх, закінчуючи правку легкими ударами. В процесі правки смугу треба в міру необхідності періодично повертати з одного боку на іншу. Виправивши широку сторону, приступають до правки ребер, обернувши заготовку на ребро. Після одного-двох ударів смугу слід повертати з одного ребра на інше. Із зменшенням вгнутості слід зменшити силу удару.



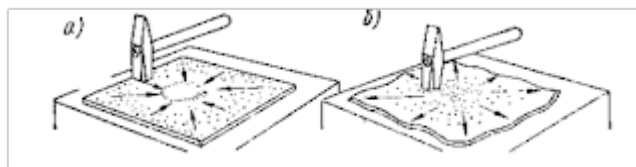
Мал. 3.4. Прийоми правки смугової сталі: а – правка сталевих смуг на плиті; б – правка шляхом рихтування; в – правка методом розкручування

Правка смуг, зігнутих па ребро, виконується рихтуванням. У таких випадках сильні удари наносять носком молотка з метою односторонньої розтяжки (подовження) місць вигину (мал. 3.4, б); удари бойком слід наносити від місць розтяжки на площині до країв смуги або заготовки.

Правку смуг, що мають скручений вигин, рекомендується виконувати методом розкручування. Таку заготовку 1 затискають в лещата 4 і розкручують її за допомогою важеля 3 або ручних лещат 2 (мал. 3.4, в). Закінчують правку па плиті або на ковадлі легкими ударами молотка.

Раціональніша правка за допомогою спеціальних пристосувань.

**Правка листового металу** – складніша операція. Вона залежить від вигляду деформацій, що діяли на листовий метал в процесі плющення, розкрою на мірні заготовки, електрогазового різання, вирубки і т.п.



Мал. 3.5. Схема правки листової сталі

Всі деформації листів можна розділити на три види. До першого виду деформації відносяться опуклості і вм'ятини в середині листа або заготовки. Другий вид деформації характеризується хвилястістю країв і кромки листа. До третього виду деформації відносяться одночасно і опуклості, і хвилястість кромки листа і заготовок. Такий вид деформації називається змішаним або складним. Залежно від виду деформації правка листа має свої особливості.

Правка листа, що має опуклості, виконується наступним способом. Лист кладуть на плиту опуклістю вгору і обводять опуклість крейдою (мал. 3.5, а). Краї листа при цьому доторкатимуться плити. Потім, підтримуючи лист лівою рукою, правою наносять удари молотком від країв листа у напрямку до опуклості. На мал. 3.5 у вигляді прикладу показані схеми завдання ударів, а стрілками – їх напрям. Під дією таких ударів рівна частина листа, прилегла до плити, витягуватиметься, а опуклість – поступово виправлятиметься.

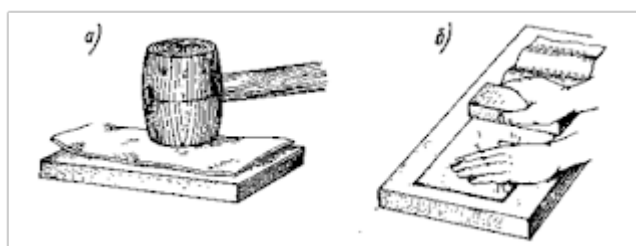
Якщо на листі є декілька опуклостей, то ударів слід завдавати в проміжках між опуклостями. В результаті цього аркуш розтягується, а всі опуклості зводяться в одну загальну, яку виправляють вказаним вище способом.

Необхідно пам'ятати, що якщо лист з опуклістю не прилягає кромками до плити, то його слід притискувати або рукою, або поклавши на опуклу частину листа

вантаж. Якщо не зробити цього і завдавати ударів молотком по нещільно прилеглому до плити листу, то він матиме багато вм'ятин, витягти ж метал по краях листа не вийде. Час правки при цьому збільшується, створюється шум, що стомлює працюючого.

Виправивши лист з обох боків, слід подивитися, наскільки зменшилася опуклість. Якщо вона все ще значна, то необхідно повторити удари в тому ж порядку, але з меншою силою до здобуття прямолінійності по всьому листу.

Правка листа, що має деформацію у вигляді хвилястості по краях, але з рівною серединою показана на мал. 3.5, б. Перед правкою, поклавши лист на плиту, на одну його хвилясту кромку кладуть який-небудь вантаж, тоді як іншу притискають до плити рукою. Таке положення зберігається при правці листа. Від дії ударів лист в середній частині витягуватиметься і хвилі по кромках листа почнуть зникати. Після цього лист слід перевернути і продовжувати правку тим ж способом до здобуття необхідної прямолінійності.

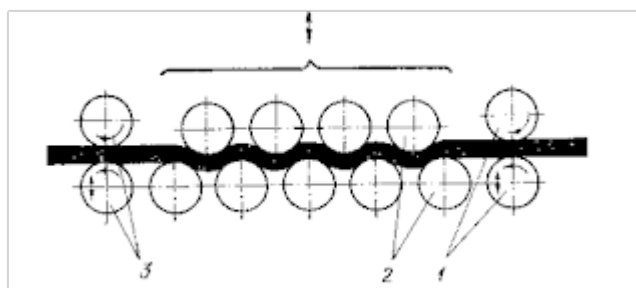


Мал. 3.6. Прийоми правки тонких листів: а – киянками; б – гладилками

Правка тонких листів виконується дерев'яними молотками-киянками (мал. 3.6, а); дуже тонкі листи кладуть на правильну плиту і вигладжують гладилками (мал. 3.6, б).

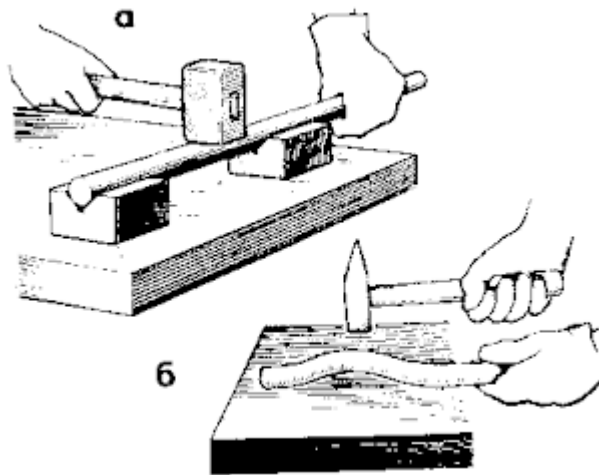
Найбільш продуктивний метод правки листового металу на ротаційних листопрямильних машинах (мал. 3.7.).

**Правка пруткового металу** діаметром до 30 мм і завдовжки до 3 м виконується зазвичай слюсарним молотком на плиті (мал. 3.8). Процес правки при цьому зводиться до завдання ударів молотком по опуклості прутка, покладеного на плиту, і перевірки прямолінійності на око і на просвіт між плитою і прутком. В процесі правки пруток слід весь час повертати довкола своєї осі. Сильно пружинясті та грубі заготовки встановлюють на спеціальні призми (мал. 3.8, а) і удари наносять через м'яку прокладку. Довгі прутки правлять на спеціальних роликівих правильних машинах.

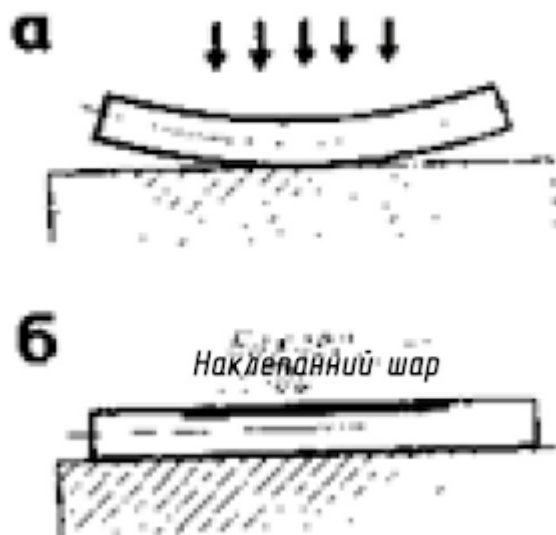


Мал. 3.7. Схема ротаційної листопрямильної машини: 1 – напрямлюючі валки; 2 – правлячі валки; 3 – вихідні валки

**Правка наклепом** виконується встановленням зігнутого вала на рівну плиту опуклістю вниз і нанесенням невеликим молотком частих і легких ударів по поверхні вала (мал. 3.9, а). після виникнення на поверхні наклепаного шару (мал. 3.9, б) просвіт між валом і плитою зникає, правку зупиняють.



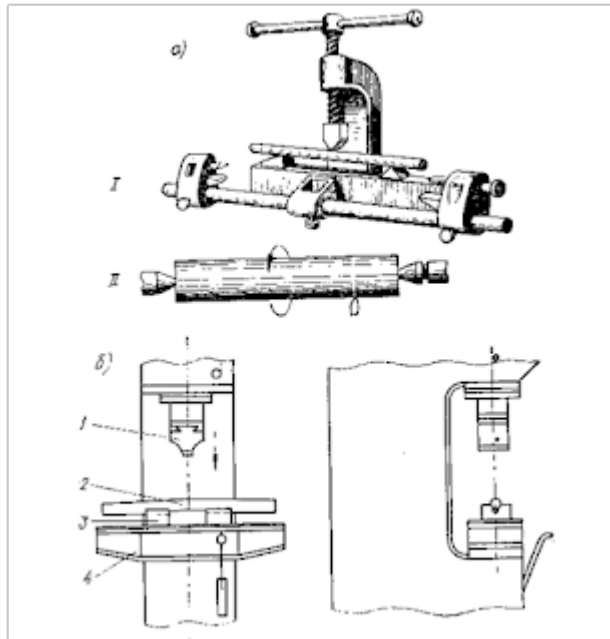
Мал. 3.8. Правка коротких валів і прутків: а – на призмах, б – на плиті



Мал. 3.9. Схема правки викривленого валу наклепом (а), наклепаний шар (б)

Вали і круглі заготовки великого перетину краще і безпечніше правити на ручному гвинтовому (мал. 3.10, а) або гідравлічному пресі між двома призмами (мал.. 3.10, б)

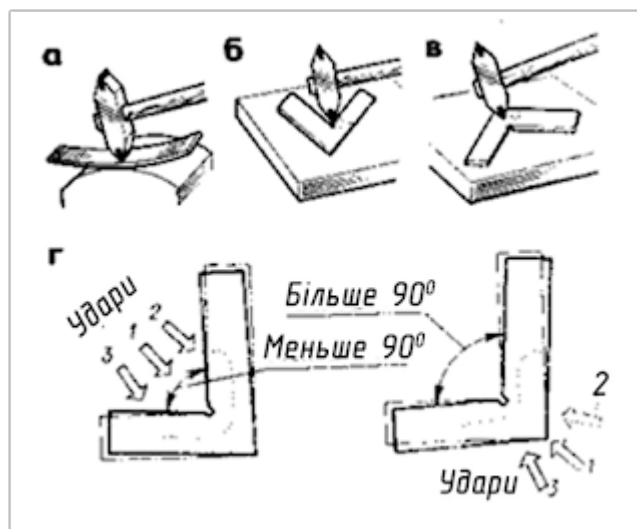
**Правка (рихтування) загартованих деталей.** Після гартування сталеві деталі інколи коробляться. **Правка викривлених після гартування деталей називається рихтуванням.** Точність рихтування може складати 0,01-0,05 мм.



Мал. 3.10. Схема правки зігнутих валів: а – на ручному гвинтовому пресі: (I – правка під пресом; II – перевірка в центрах); б – правка на гідравлічному пресі потужністю 25 т: 1 – пуансон; 2 – вал (заготовка); 3 – призма; 4 – стіл

Залежно від характеру рихтування застосовують молотки із загартованим бойком або спеціальні рихтувальні молотки із заокругленою стороною бойка. Деталь при цьому краще розташовувати не на плоскій плиті, а на рихтувальній бабці (мал. 3.11, а). Удари наносять не по опуклій, а по увігнутій стороні деталі.

Вироби завтовшки не менше 5 мм, якщо вони загартовані не наскрізь, а лише на глибину 1-2 мм, мають в'язку серцевину, тому рихтуються порівняно легко; їх потрібно рихтувати як сирі деталі, тобто завдавати ударів по опуклих місцях.



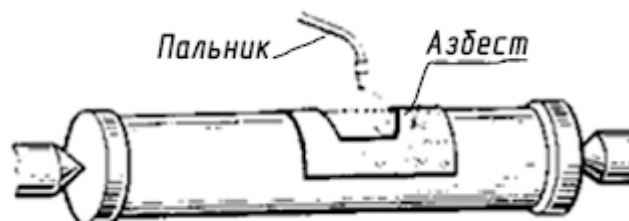
Мал. 3.11. Рихтування загартованих деталей: а – на рихтувальній бабці, б – косинця по внутрішньому куту, в – по зовнішньому куту, г – місця нанесення ударів.

**Правка загартованого косинця**, в якого після гартування змінився кут між полицями, показана на мал. 3.11, б – г. Якщо кут став менший  $90^\circ$ , то удари молотком наносять у вершини внутрішнього кута (мал. 3.11, б і г, зліва), якщо кут став більший  $90^\circ$ , ударів завдають у вершини зовнішнього кута (мал. 3.11, в і г, справа).

В разі викривлення виробу по площині і по вузькому ребру рихтування виконують окремо – спочатку по площині, а потім по ребру.

**Правка методом підігріву (безударна).** Профільний метал (кутники, швелери, таври, двотаври), пустотілі вали, товсту листову сталь, труби правлять з нагрівом зігнутого місця (випуклості) паяльною лампою або зварювальним пальником до вишнево-червоного кольору; місця навколо випуклості охолоджують сирым азбестом або мокрими кінцями (дрантям) (мал.. 3.12).

Оскільки нагрітий метал більш пластичний, то при охолодженні струменем стисненого повітря нагріте місце стискається і метал випрямляється.



Мал. 3.12. Правка труби газополум'яним способом.

### **Згинання металу**

**Згинання – спосіб обробки металу тиском, при якому заготовці або її частині надається зігнута форма. Слюсарне згинання виконується молотками (краще з м'якими бойками) в лещатах, на плиті або за допомогою спеціальних пристосувань. Тонкий листовий метал згинається киянками, виробу з дроту діаметром до 3 мм – плоскогубцями або круглогубцями. Згинанню піддають лише пластичний матеріал.**

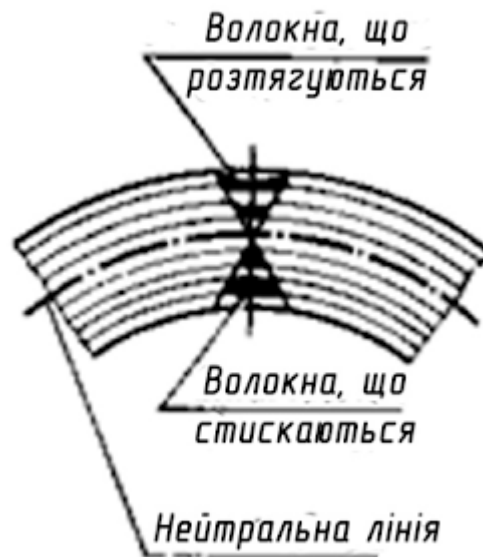
Згинання деталей – одна з найбільш поширених слюсарних операцій.

Виготовлення деталей згинання можливо як вручну на опорному інструменті, так і на згинальних машинах (пресах).

Суть згинання полягає в тому, що одна частина заготовки перегинається по відношенню до іншої на заданий кут. Відбувається це таким чином: на заготовку, вільно лежачу на двох опорах, діє вигинаюча сила, яка викликає в заготовці вигинаючу напругу, і якщо ця напруга не перевищує межі пружності матеріалу, то деформація, що отримується заготовкою, є пружною і після зняття навантаження заготовка набирає первинного вигляду (випрямляється).

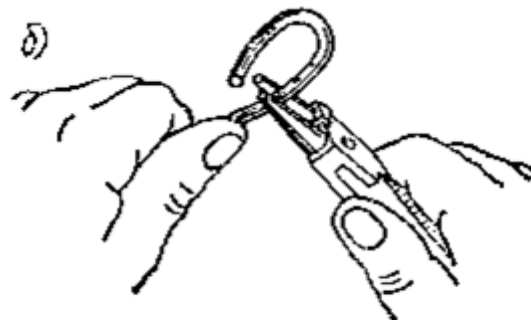
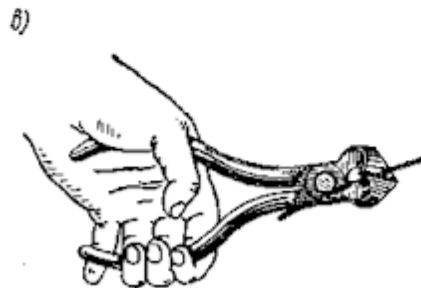
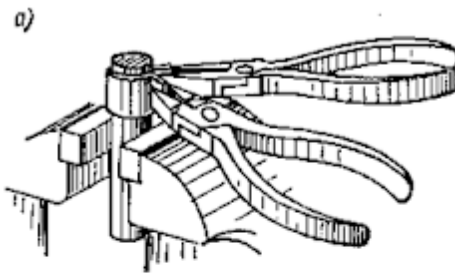
Проте при згинанні необхідно добитися, щоб заготовка після зняття навантаження зберегла надану їй форму, тому напруга вигину повинна перевищувати межі пружності і деформація заготовки в цьому випадку буде пластичною, при цьому внутрішні шари заготовки піддаються стисканню і коротшають, зовнішні шари піддаються розтягуванню і довжина їх збільшується. В той же час середній шар заготовки – нейтральна лінія – не випробовує ні стискування, ні розтягування і довжина його до і після вигину залишається постійною (мал. 3.13, а). Тому визначення розмірів заготовок профілів зводиться до підрахунку довжини прямих ділянок (полиць), довжини укорочення заготовки в межах закруглення або довжин нейтральної лінії в межах закруглення.



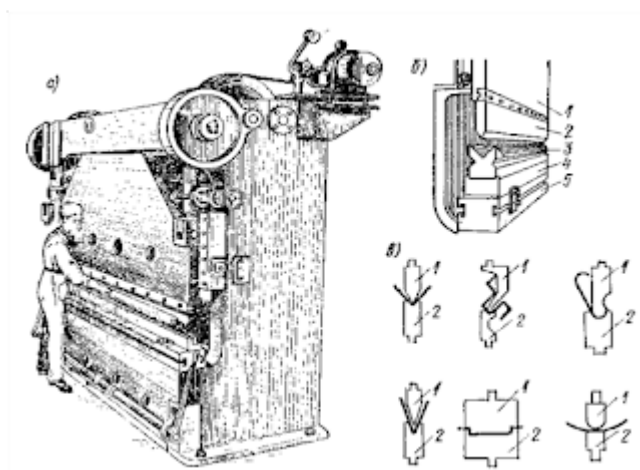


Мал. 3.13. Напруження в заготовці при простому згинанні

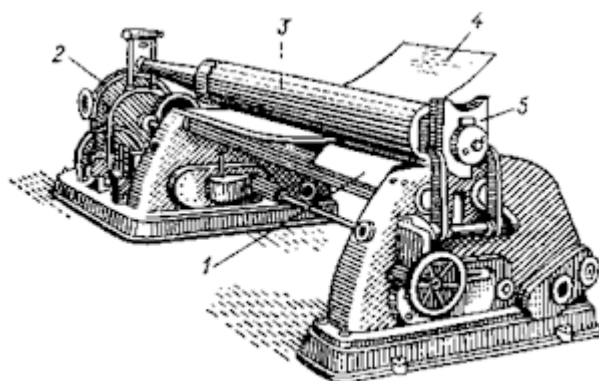
При згинанні деталей під прямим кутом без закруглень з внутрішньої сторони припуск на загин береться від 0,5 до 0,8 товщини матеріалу, складаючи довжину внутрішніх сторін косинця, або скоби, отримуємо довжину заготовки деталі.



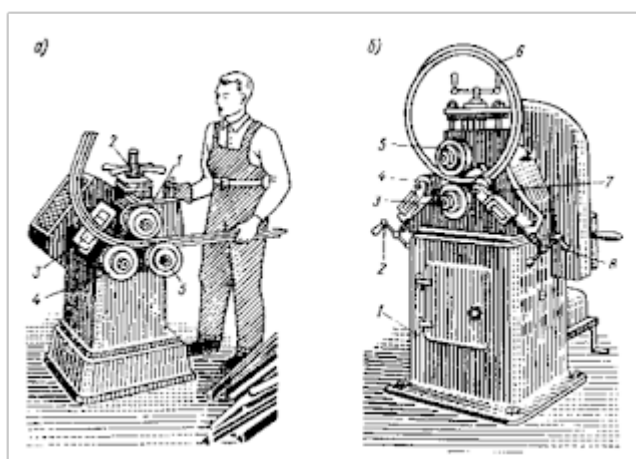
Мал. 3.14. Прийоми згинання тонкого смугового металлу та дроту: а – згинання хомутика плоскогубцями, б – згинання вушка з дроту круглогубцями, в – відрізання дроту гострогубцями.



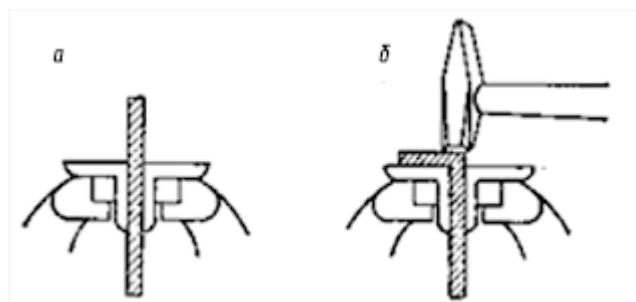
Мал. 3.15. Прес для згинання листового металлу (а, б) та приклади пуансонів і матриць, що застосовуються для згинання (в)



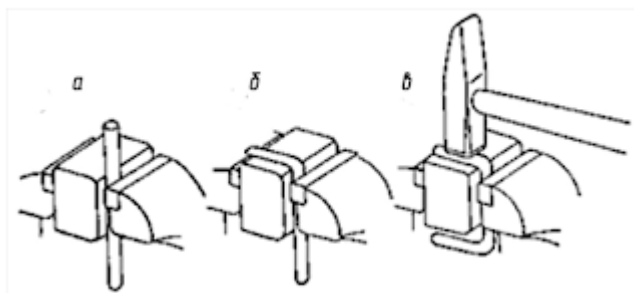
Мал. 3.16. Листозгинальні валки



Мал. 3.17. Трьохроликовий (а) та чотирьохроликовий (б) станки для згинання профілів



Мал. 3.19. Згинання кутника в лещатах



Мал. 3.20. Прийоми виготовлення скоби в лещатах

**Згинання і вальцювання труб.** При виготовленні вузлів трубопроводів (наприклад, паропроводів для підведення і відведення пари, водопроводів, газопроводів, повітропроводів і маслопроводів) часто необхідно отримати велике число криволінійних ділянок труб, зігнутих під різними кутами в одній або декількох площинах. Всі існуючі способи виготовлення таких ділянок можуть бути в основному розбиті на три групи: без нагріву заготовки – холодне згинання труб; з нагрівом заготовки – гаряче згинання труб; за допомогою зварювання сегментів. Згинання труб виконують вручну за допомогою різних пристосувань або на спеціальних трубозгинальних верстатах.

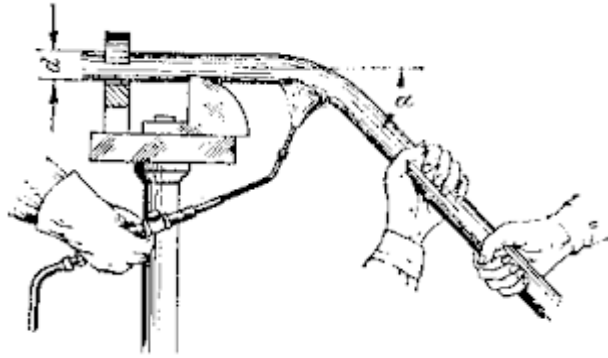
Згинанню піддають суцільнотянуті і зварні сталеві труби, а також труби з кольорових металів і сплавів.

Залежно від матеріалу, радіусу вигину і діаметру труб згинання здійснюють з наповнювачем або без наповнювача. Наповнювач при згинанні оберігає стінки труби від утворення в місцях вигину складок, зморшок (гофрів). Як наповнювач застосовується дрібний, добре просушений річковий пісок або каніфоль, яку заливають в трубу в розплавленому стані.

Якість згинання залежить від правильного вибору радіусу, який, у свою чергу, залежить від діаметру, товщини стінки і матеріалу труби. Для сталевих і дюралюмінієвих труб діаметром до 22 мм радіус вигину приймається рівним двом зовнішнім діаметрам ( $R_{\text{найм}} = 2D$ ). Для труб діаметром більше 20 мм  $R_{\text{найм}} = 3D$ . Труби невеликого діаметру (до 20 мм) при великому радіусі вигину можна гнути в холодному стані з попереднім відпалом (товстостінні без наповнювача, тонкостінні з наповнювачем).

**Холодне згинання труб з наповнювачем** рекомендується виконувати таким чином. Один кінець труби щільно забити дерев'яною пробкою, а через другий наповнити трубу піском. При наповненні трубу потрібно повертати і простукувати молотком знизу доверху, аби пісок ущільнився усередині труби. Наповнивши трубу піском, другий кінець її також потрібно забити дерев'яною пробкою. Після цього крейдою намічають місце вигину і потім встановлюють трубу в пристосування так, щоб зварний шов (якщо труба не суцільнотягнута) знаходився збоку. При такій установці труби потрібно узяти її обома руками за довгий кінець і обережно зігнути на заданий кут. Перевіривши правильність згинання за зразком і шаблоном, вибити пробки, звільнити трубу від піску і продуту її стиснутим повітрям.

**Згинання труб в нагрітому стані**, як правило, виконується з наповнювачем. Підготовка (виготовлення пробок, їх забивання в отвори труби, наповнення труби і ін.) виконується так само, як і в попередньому прикладі. Для виходу газів в пробках необхідно зробити невеликі крізні отвори, інакше може статися розрив труб або можуть вилетіти дерев'яні пробки.



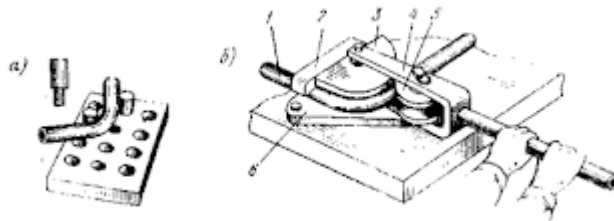
Мал. 3.21. Згинання труб в нагрітому стані

Довжина ділянки труби (мал. 3.21), що нагрівається, визначається залежно від кута вигину і зовнішнього діаметру труби по формулі

$$L=(\alpha d)/15,$$

де  $L$  – довжина ділянки, що нагрівається, в мм;  $\alpha$  – кут вигину труби в град;  $d$  – зовнішній діаметр труби в мм.

При згинанні труб довжину ділянки, що нагрівається, приймають: при вигині під кутом  $90^\circ$  рівною  $6d$ ; при куті  $60^\circ$  рівною  $4d$ ; при куті  $45^\circ$  рівною  $3d$ .



Мал. 3.22. Прийоми ручного згинання труб за допомогою пристосувань

Нагрів сталевих труб виконують полум'ям паяльної лампи, газового пальника, в горні і струмами високої частоти до вишнево-червоного кольору, після чого встановлюють трубу в оснастку і згинають до заданого кута. Знявши трубу з оснастки, дають їй остигнути, а потім вибивають з отворів пробки і висипають пісок. Контроль правильності вигину здійснюється за шаблоном або еталонною трубою (зразком).

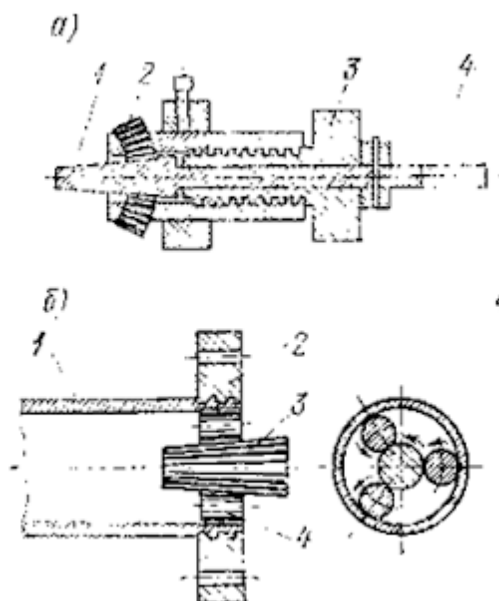
Згинання труб вручну часто виконують за допомогою оснастки, наприклад на плиті з отворами, в які в необхідних місцях встановлюють штирі (мал. 3.22, а). Штирі служать як упори, необхідні при згинанні труби. Ця оснастка може бути використана при згинанні труб різних діаметрів.

Застосовують також роликові пристосування різних конструкцій. На мал. 3.22, б показано спеціальне пристосування для згинання труб одного діаметру. Воно складається з двох роликів – нерухомого 3 і рухомого 5, вмонтованих у вилку 4. Вилка і нерухомий ролик сидять на загальній осі, укріпленій в основі 6. Кінець труби 1 притискається скобою 2 до нерухомого ролика і при повороті рукоятки згинає трубу роликом 5 по заданому радіусу. Канавки (струмки) на роликах відповідають діаметру труби, що згинається. Пристосування кріпиться до верстака основою 6.

**Вальцювання труб є операцією розширення (натягу) внутрішнього діаметру кінців труб з метою закріплення на них фланців, ніпелів і інших деталей, що виконується за допомогою спеціального інструменту – вальцювання. Вальцювання можна виконувати вручну, за допомогою вальцювальних машинок і на верстатах.**

Вальцювання має конусні ролики 2 (мал. 3.23, а), насаджені на сталевий стержень, на одному кінці якого утворений конус 1, а на іншому – квадратна голівка 4 для захвату воротком. Стержень періодично подається вперед порожнистим гвинтом 3, який угвинчується в різьбу корпусу. подача здійснюється по мірі ослаблення тиску роликів на стінку труби. Гвинт стримується від переміщення настановним кільцем.

В процесі розвальцювання на кінець труби 1 (мал. 3.23, б) надівають фланець 2 з виточеними в його отворі канавками, потім в трубу вставляють вальцювання з роликками і передають їй обертання. При цьому ролики 4, насаджені на конус 3, будуть виконувати розкачування труби, вдавлюючи її метал в канавки фланця. Ролики вальцювання змащують мінеральним маслом.



Мал. 3.23. Розвальцювання труб: а – ручне вальцювання, б – схема розвальцювання труби

### **Безпека праці**

#### **Безпека праці при виправлянні (правці) і рихтуванні металу.**

Працювати лише справним інструментом (правильно насаджені молотки, відсутність на рукоятках тріщин і сколів на молотках); для оберігання рук від ударів, вібрацій металу працювати в рукавицях, заготовку на плиті або ковадлі тримати міцно.

#### **Безпека праці при згинанні металу.**

З метою забезпечення безпеки заготовки закріплюють в лещатах або інших пристосуваннях міцно, працюють лише на справному обладнанні.

Перед початком роботи на згинальних верстатах знайомляться з інструкцією; роботу виконують обережно, щоб не пошкодити пальці рук. Працюють в рукавицях і застібнутих халатах.