

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ "ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА"

Кафедра гірничих технологій і будівництва ім. проф. Бакка М.Т.

МЕТАЛИ ТА МЕТАЛЕВІ КОНСТРУКЦІЇ

Лекція 12

Лектор к.т.н., доцент
ПАВЛОВ Євген Євгенійович

- **Метали** – кристалічні речовини, характерними властивостями яких є висока міцність, пластичність, тепло- і електропровідність, особливий блиск.
- **Металеві сплави** – це речовини, що утворилися в результаті затвердіння рідких розплавів, які складаються з двох або декількох компонентів

Загальні відомості

Міцність на розтяг металів практично така ж, як і на стиск. Так, міцність сталі більш ніж в 10...15 разів перевищує міцність бетону на стиск і в 100...200 разів на вигин і розтягання

Метал	Щільність, кг/м ³	Межа міцності при розтяганні, МПа	Температура плавлення, °С
Алюміній	2700	80	660
Вольфрам	19300	1100	3410
Залізо	7874	280	1539
Магній	1740	180	651
Марганець	7440	-	1245
Мідь	8960	220	1083
Нікель	8900	450	1453
Хром	7190	-	1903
Цинк	7130	80	420

Метали ділять на дві групи:

- чорні метали;
 - кольорові метали
-
- Чорні метали – це залізо і сплави на його основі: чавун і сталь (сплави заліза з вуглецем і домішками кремнію, сірки, фосфору, марганцю в сумі до 1 %).
 - Чавун містить вуглецю 2...4 %. Сталь – до 2 %.
 - Кольорові метали – мідь, алюміній, цинк, нікель, хром та інші.

Класифікація металів

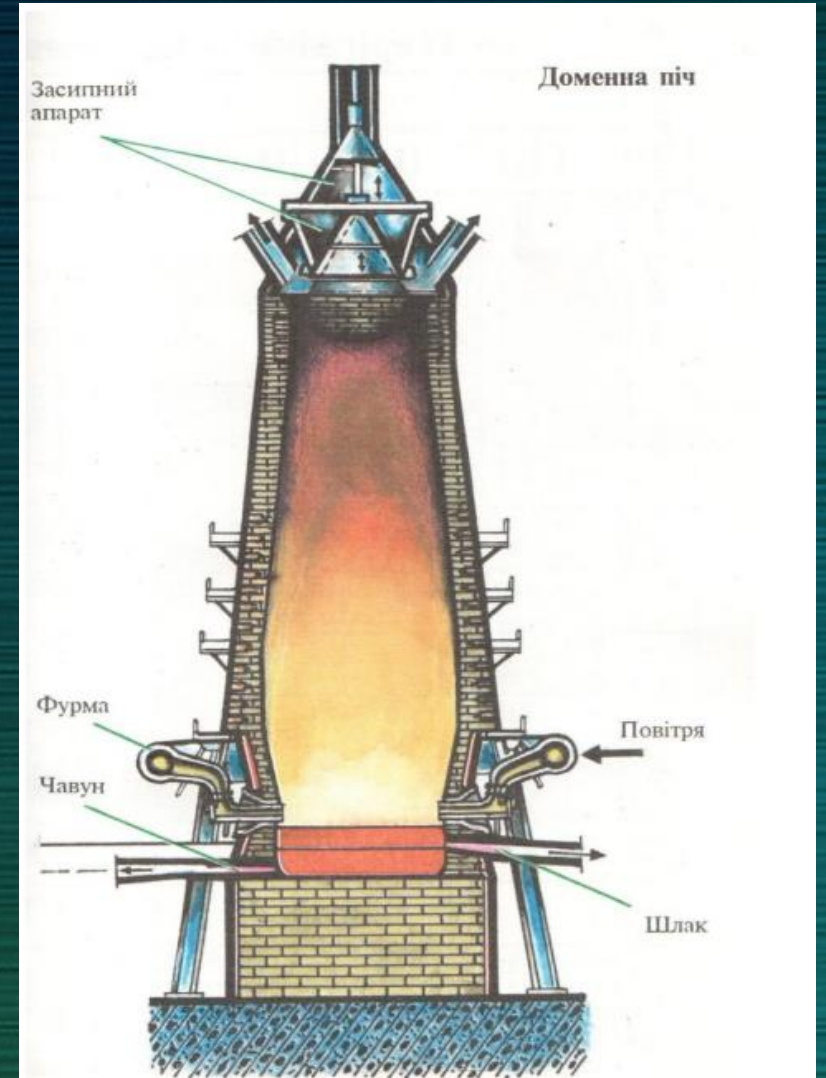
В основу розподілу чорних металів на чавун і сталь покладений відсотковий вміст вуглецю.

Чавун – це сплав заліза з вуглецем, вміст якого перевищує 2 %,

Сталь – сплав заліза з вуглецем, вміст якого не повинен перевищувати 2 %.

- Чавун одержують у доменних печах шляхом високотемпературної обробки (1900 °С) суміші залізної руди, коксу й флюсу.
- Залізна руда, що є основною сировиною, крім порожньої породи містить від 30 до 70 % рудних мінералів у вигляді Fe_2O_3 і Fe_3O_4 .
- Флюси (найчастіше вапняк) необхідні для переведення порожньої породи в шлаки (коштовний техногенний відхід, який застосовується для виробництва шлакопортландцементу, як пористий заповнювач бетонів і т.д.).
- При згорянні коксу виділяється вуглекислий газ, потім утворюється CO , що і відновлює з руди залізо.
- Залізо плавиться, розчиняючи вуглець (до 5 %) і перетворюючись на чавун.
- Чавуни добре стійкі проти корозії. Із ливарного чавуну виготовляють башмак під колони, тюрбінги для тунелів, опорні частини залізобетонних ферм і балок, ванни, мийки, каналізаційні труби.

Основи виробництва чавуну

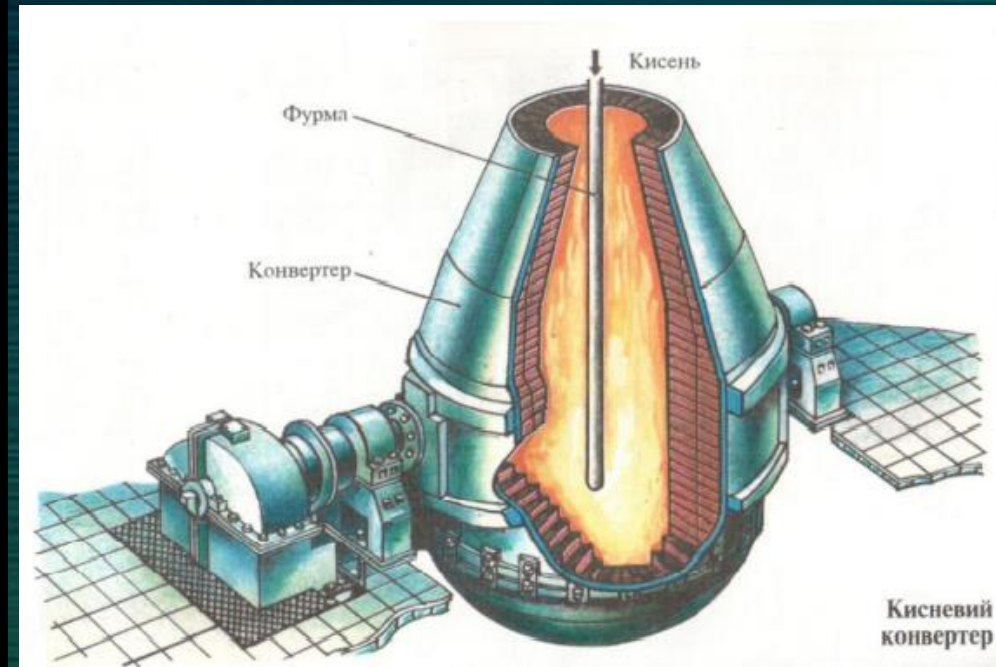


- Процес виробництва сталі полягає в зменшенні вмісту у чавуні домішок вуглецю, кремнію, марганцю, фосфору й сірки.
- Домішки в процесі виплавки сталі згорають або переходять у шлак.
- Сировиною для виплавки сталі є переробні чавуни, сталевий брухт, феросплави, флюси, залізна руда, розкислювачі.



Основи виробництва сталі

Основні способи виплавки сталі – мартенівський, конверторний, електроплавильний



Киснево-конверторне виробництво сталі

- У процесі доменної плавки можна одержати: переробний (білий) чавун у кількості до 90 %, який використовують в основному для виробництва сталі, ливарний (сірий) чавун – 8...15 %, з якого виробляють чавунні відливки, феросплави (до 3%) з підвищеним вмістом марганцю та кремнію, які використовують як добавки при виробництві сталі.
- Сірі чавуни поділяються на власне сірі, високоміцні, леговані й ковкі.



Види і марки чавуну

З сірих чавунів виготовляють елементи будівельних конструкцій, в тому числі й таких відповідальних, як опорні частини залізобетонних балок, ферм, тунелі метрополітену, башмаки під колони тощо

Ливарне виробництво

- Сталі за хімічним складом поділяють на вуглецеві і леговані.
- За вмістом вуглецю розрізняють сталі високовуглецеві з вмістом вуглецю більше ніж 0,65 %, середньовуглецеві – 0,25...0,60 % і низьковуглецеві – до 0,25 %.
- Марки вуглецевої сталі звичайної якості позначають літерами Ст і цифрами 0...6.

Види і марки сталі

Чим більше вуглецю в сталі, тим більші міцність, твердість, але менші пластичність і в'язкість.

Із збільшенням номера сталі підвищуються вміст вуглецю, міцність, твердість, але знижується пластичність.

Механічні властивості сталей звичайної якості

Марка сталі	Границя міцності на розтяг, МПа	Границя текучості, МПа	Відносне видовження, %
Ст0	Не менше ніж 310	–	20...23
Ст1	320...420	–	31...34
Ст2	340...440	200...230	29...32
Ст3	380...490	210...250	23...26
Ст4	420...540	240...270	21...24
Ст5	460...600	260...290	17...20
Ст6	Не менше ніж 600	300...320	12...15

- Якісна конструкційна сталь позначається двозначними цифрами, які показують вміст вуглецю у сотих частках процента: 05кп, 08кп, 08сп, 10кп,...,70.
- Інструментальні вуглецеві сталі мають марки У7, У8, У9, У10, У11, У12, У13, а якщо вони високоякісні, то додається літера А: У7А, У8А тощо.
- У вуглецевих сталях домішки марганцю у кількості 0,25...0,90 % підвищують міцність, домішки кремнію до 0,35 % не впливають на властивості сталі; фосфор і сірка роблять сталь крихкою, знижують міцність і корозійну стійкість, тому вміст їх не повинен перевищувати 0,05...0,07%.
- Найбільш поширені в будівництві сталі марок Ст3 і Ст5 звичайної якості.

Види і марки сталі

У марках сталей великими літерами позначено групи, за якими постачають сталь:

А – за механічними властивостями,

Б – за хімічним складом,

В – за механічними властивостями і хімічним складом.

- Легованими називають сталі, до яких додають легуючі елементи, що змінюють структуру і властивості сталей.
- Леговані сталі поділяють на низьколеговані з вмістом легуючих елементів до 2,5 %, середньо леговані – 2,5...10 % та високолеговані, які мають понад 10 % таких елементів.
- Для будівельних конструкцій застосовують низьколеговані сталі, марки яких позначають літерами і цифрами.
- Літери вказують наявність легуючих домішок: С – кремній, Г – марганець, Н – нікель, Х – хром, Ю – алюміній, М – молібден, В – вольфрам, Р – бор, Т – титан, Ф – ванадій, Ц – цирконій, Д – мідь, К – кобальт, П – фосфор

Види і марки сталі

Малі літери показують додаткові індекси: сп – спокійна сталь (повністю розкислена) пс – напівспокійна, кп – кипляча, малорозкислена.

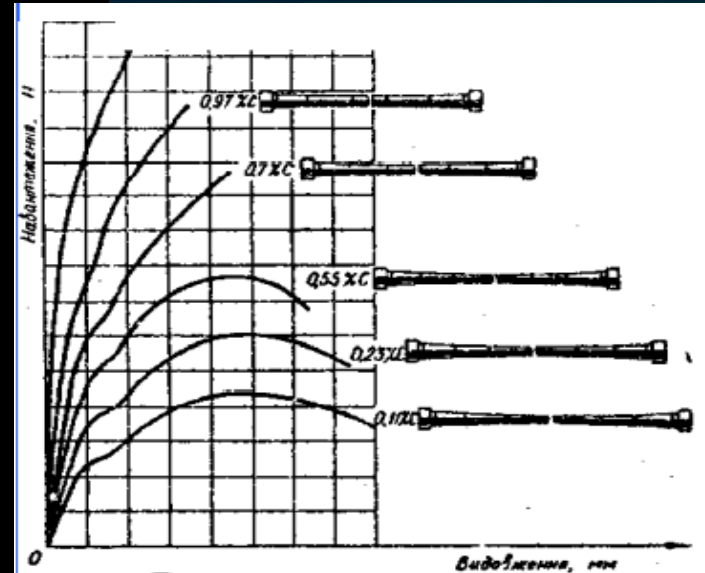
Спокійна сталь більш якісна, але дорожча за киплячу; кипляча легко обробляється.

Перші цифри перед літерами показують середній вміст вуглецю у сотих частках процента;

цифри, що стоять за літерами, – вміст легуючих елементів у процентах.

- Напруження, при якому виникає текучість сталі, тобто зразок дістає деформації, які залишаються після зняття навантаження, називається *границею текучості*.
- При дальшому збільшенні навантаження зразок розривається; це максимальне напруження в зразку називають *границею міцності сталі*

Властивості сталей



Діаграми розтягу сталей з різним вмістом вуглецю



а)



б)

Випробування сталі:
 а) – зразок для випробування сталі;
 б) – діаграма розтягу сталі.



Корозія металів та захист від неї

- *Корозія* – це хімічне або електрохімічне руйнування металу під дією навколишнього середовища.
- В результаті корозії щорічно втрачається 10...12 % вироблених металів.
- Для захисту від корозії застосовують: покриття лакофарбове, неметалевими плівками, металевими корозійностійкими плівками та введення в метал легуючих елементів.
- На підготовлений, очищений і висушений метал наносять нафтовий, кам'яновугільний чи синтетичний лаки, нітроемалі, фарби на основі масел.
- Плівка, яка утворюється при цьому, ізолює метал від зовнішнього середовища.

Неметалеві покриття – це емалювання, покриття склом, цементним, клейовим розчином, пластиком, мінеральними та органічними плитками тощо.

Металеві покриття наносять на метали гальванічним методом (електролітичним осадженням з розчинів солей металів утворюється тонкий шар металу), гарячим методом (у ванну з розплавленим захисним металом занурюють виріб), металізацією (нанесення за допомогою стисненого повітря тонкого шару розплавленого з металу на поверхню виробу), хіміко-термічною обробкою та легування

Для термічної обробки сталі застосовують:

- **Загартування** полягає в нагріванні сталі до температури на 30-50 °C вище критичної (температура, при якій змінюється кристалічна решітка сплаву) і швидкому охолодженні у воді та маслі. Мета – підвищити міцність і твердість.
- **Відпускання** загартованої сталі полягає в нагріванні сталі до температури нижче критичної, витримуванні при цій температурі і дальшому повільному охолодженні. Відпускання зменшує внутрішні напруження, твердість і крихкість, підвищує пластичність.
- **Відпалювання** – нагрівання сталі до температури вище критичної на 20- 30 °C, витримування її при цій температурі і дуже повільне охолодження в печі під шаром піску чи шлаку. Мета – зниження твердості, підвищення пластичності і в'язкості, поліпшення оброблюваності.
- **Нормалізація** – нагрівання сталі до температури на 30- 50 °C вище критичної, витримування при цій температурі і охолодження на повітрі з метою підвищення твердості і міцності при більш низькій пластичності, ніж після відпалювання.

Термічна обробка сталі

хіміко-термічна обробка, полягає у зміні хімічного складу сталі на поверхні металу нагріванням у середовищі, яке збагачене різними елементами.

До хіміко-термічної обробки належать цементація, азотування, алітування, хромування тощо.



Кутові профілі (рівнобокі та нерівнобокі) випускають із шириною полички 10...250 мм.

Швелери мають висоту профілю 50...400 мм, за якою встановлюють номер швелера (5...40).

Двотаври мають також номер, що відповідає висоті його профілю (10...100).

Листову сталь залежно від товщини листів розподіляють на товстолистову (4...160 мм), тонколистову (0,2...4 мм), універсальну широкополицеву (4...60 мм), рулонну та рифлену.

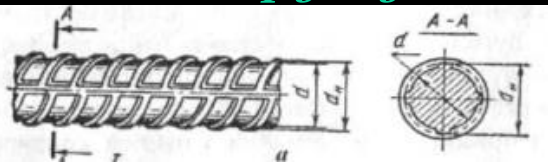
Тонколистова сталь (ДСТУ 3360-96, ДСТУ Б В.2.7-58-97) має вигляд листів шириною 8500 мм та довжиною до 12 м.

Листова покрівельна сталь має товщину 0,5...2 мм, ширину 510...1500мм.

Труби випускають діаметром 8...1620 мм.

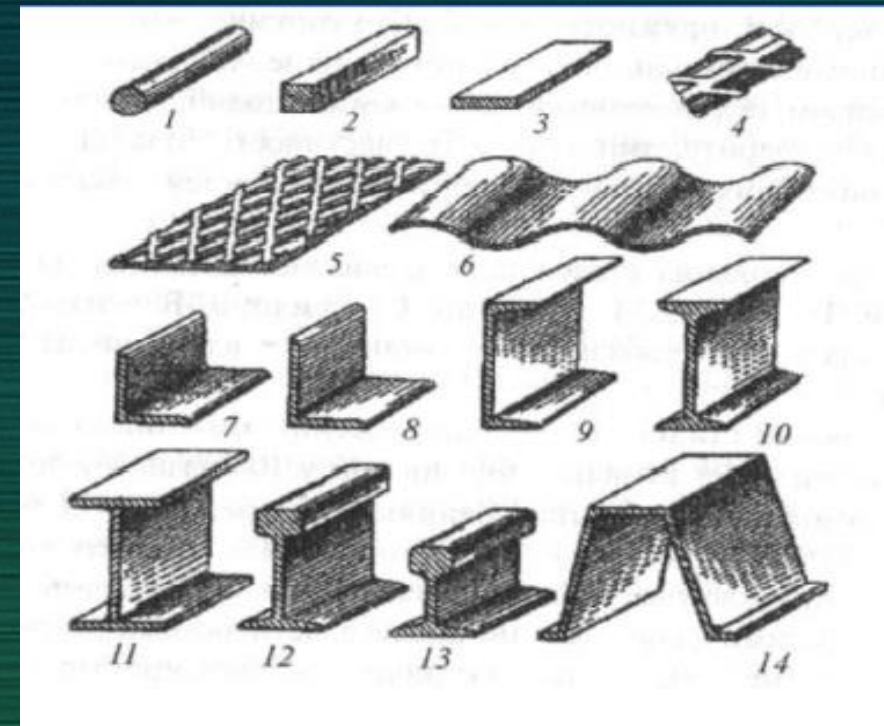
Гнуті профілі використовують для виготовлення ферм, стінових панелей та для перекриттів, вітражів.

Круглу сталь використовують для виготовлення арматури залізобетонних виробів.



Вироби із сталей

Сталеві вироби виготовляють із злитків. Відомі такі способи обробки сталевих злитків під тиском:
ПРОКАТКА, пресування, волочіння, штампування, кування.



Із сталей виготовляють:

- *несучі сталеві конструкції* (ферми, арки та рами з розвинутих двутаврів, балки підкранові, колони)
- *огорожуючі конструкції* (панелі перекриття і стінові панелі).

Ферми прольотом 12, 18, 21 м виготовляють із труб і кутових профілів.

Арки і рами прольотами 18, 21 м виконують із розвинених двутаврів.

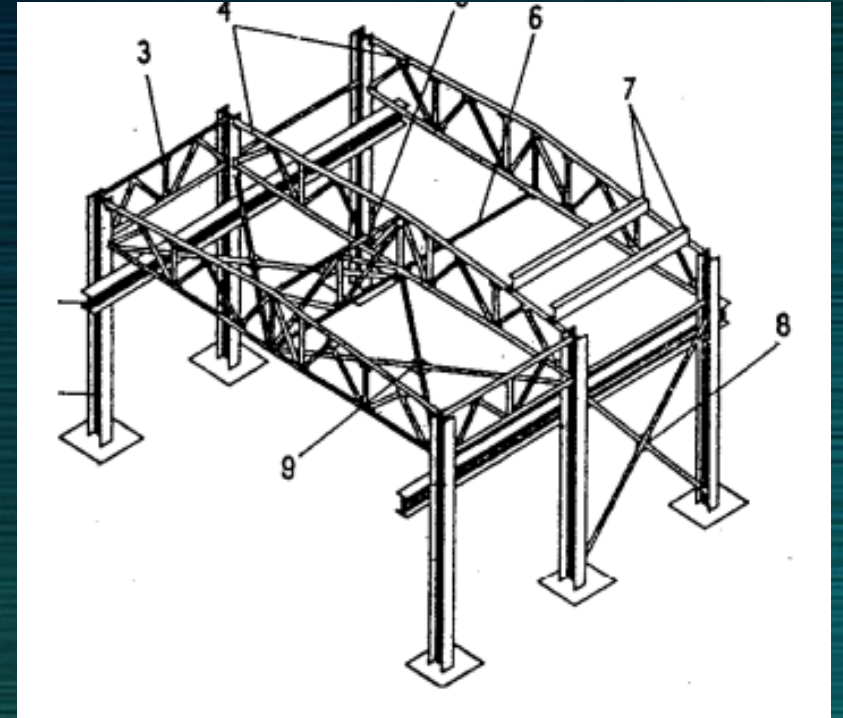
Підкранові балки мають довжину 6...36 м.

Висота колон – 9,6...18 м.

Для покриттів будинків виготовляють двошарові панелі зі сталевого листа і поліуретанового або фенольного пінопласту. Товщина таких панелей – 30...80 мм.

Тришарові панелі з обшивками із листів профільного металу з утеплювачем із пінопластів для стін мають товщину 50...160 мм і довжину до 3,6 м

Сталеві конструкції



Елементи сталевого каркаса:

- 1 – колони;
- 2 – підкранові балки;
- 3 – вертикальні зв'язки між фермами;
- 4 – кроквяні ферми;
- 5 – вертикальні зв'язки;
- 6 – розтяжки;
- 7 – прогоны;
- 8 – вертикальні хрестові зв'язки (між колонами);
- 9 – горизонтальні хрестові зв'язки (на рівні нижнього пояса ферм).

Алюміній – легкий метал, який має низьку міцність, малу щільність (2700 кг/м³), високу стійкість до корозії, високу пластичність, відносно низьку температуру плавлення (657 °С).

У чистому виді у будівництві застосовують у вигляді фольги, порошку для фарб і газоутворювачів.

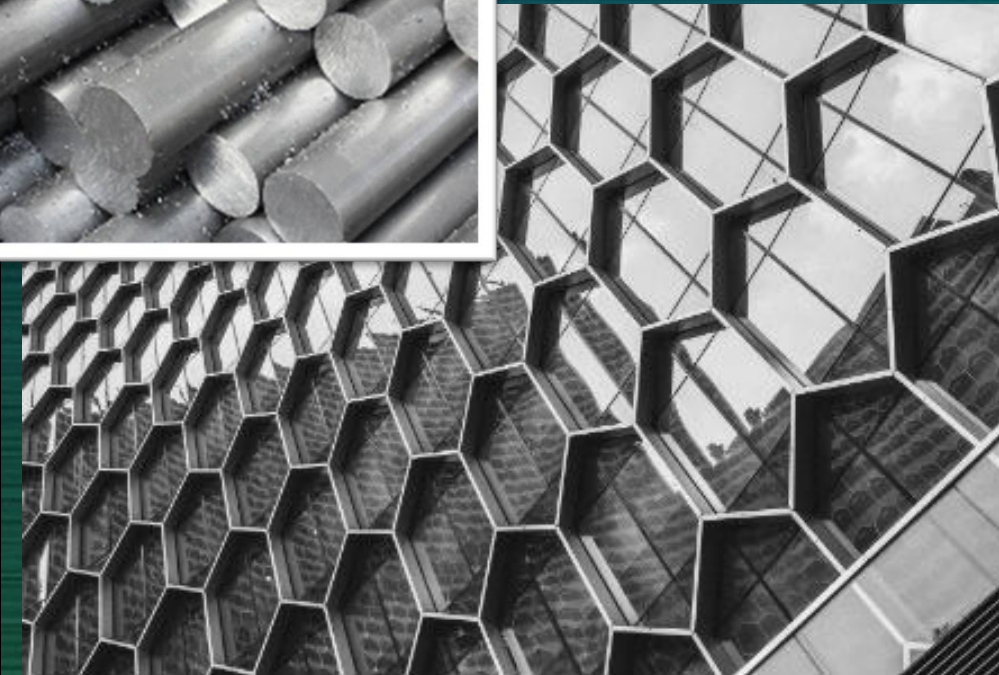
Частіше використовують сплави алюмінію, які мають більш високий коефіцієнт конструктивної якості та інші переваги перед чистим алюмінієм:

- алюмінієво-марганцеві (АМгц),
- алюмінієво-магнієві (АМг),
- дюралюміній (сплав алюмінію з міддю, кремнієм, марганцем, магнієм –АД),
- силумін (сплав алюмінію з кремнієм);
- альвіль (ті самі метали, що і в дюралюмінії, але в інших співвідношеннях).

Із алюмінієвих сплавів виготовляють різні типи прокату: кутики, двутаври, листи, труби, тавр, швелер та ін.

Кольорові метали та їхні сплави

Із алюмінієвих сплавів виготовляють різні типи прокату: кутики, двутаври, листи, труби, тавр, швелер та ін.



Кольорові метали та їхні сплави

Мідь – м'який, пластичний метал червоного кольору щільністю 8900 кг/м³, температура плавлення – 1083 °С, границя міцності на розтяг 180...240 МПа, має високу теплопровідність і пластичність, стійкий проти корозії.

Латунь – сплав міді з цинком – має високі механічні властивості, корозійностійкий, добре обробляється. Використовують у вигляді листів, прутків, дроту, труб. Сплав міді з оловом, алюмінієм, марганцем або нікелем називається бронзою. Із бронзи виготовляють санітарно-технічну арматуру, різні фасонні елементи, фурнітуру.

Цинк – метал синювато-білого кольору, добре обробляється корозійно- та рентгеностійкий. Використовується для захисту чорних металів.

