

О.Ф. Оснач

ТОВАРОЗНАВСТВО

Навчальний посібник

Рекомендовано
Міністерством освіти і науки України для
студентів вищих навчальних закладів

Київ
ТОВ “Центр учбової літератури”
2004

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України (лист № 14/18.2 – 311 від 23 лютого 2004р.)

Рецензенти:

А.І.Бутенко, доктор економічних наук, професор;
І.Г.Гречановська, доктор економічних наук, професор;

Оснач О.Ф. Товарознавство: Навч. посіб.-К.:ТОВ “Центр учбової літератури”, 2004.-203с.

Розкриті основні властивості, наведена класифікація, умови використання, принципи маркірування, правила транспортування і зберігання товарів промислового призначення.

Показано значення вивчення курсу для студентів спеціальності „Маркетинг”, визначено цілі, задачі і принципи товарознавства.

Наведені контрольні питання і тести до кожного розділу курсу для самостійного визначення рівня засвоєння матеріалу.

Рекомендується для студентів і викладачів економічних вузів, а також для практичного використання при роботі з ринком.

Зміст

Передмова.....	7
Розділ 1. Теоретичні основи товарознавства.....	
1.1. Предмет, цілі і задачі товарознавства.....	8
1.2. Класифікація, кодування і асортимент товарів.....	9
1.3. Стандартизація, сертифікація і якість продукції.....	11
1.4. Основні властивості промислової продукції.....	14
Розділ 2. Metали.....	
2.1. Атомно-кристалеий устрій і властивості металів.....	17
2.2. Механічні характеристики металів. Методи їх визначення.....	21
Розділ 3. Чорні метали.....	
3.1. Чавун. Склад чавуну.....	30
3.2. Класифікація чавуну. Характеристика видів та маркірування.....	30
3.3. Умови постачання, транспортування, зберігання чавуну.....	34
3.4. Сталь. Склад, класифікація та характеристика.....	36
3.5. Вуглецеві сталі. Класифікація та характеристика видів.....	38
3.6. Леговані сталі.....	39
3.7. Класифікація і маркірування легованих сталей.....	40
3.8. Металокерамічні інструментальні сплави.....	42
3.9. Підвищення якості сталі.....	43
Розділ 4. Кольорові метали і сплави.....	
4.1. Класифікація кольорових металів.....	51
4.2. Алюміній. Властивості, класифікація.....	51
4.3. Сплави алюмінію. Властивості. Маркірування.....	52
4.4. Мідь та її сплави.....	53
4.5. Класифікація мідних сплавів.....	54
4.6. Протигальмувальні сплави.....	55
Розділ 5. Продукція прокатного виробництва.....	
5.1. Характеристика процесів обробки металів тиском.....	58
5.2. Класифікація та характеристика прокату.....	59
5.3. Умови транспортування, зберігання прокату.....	63
5.4. Металеві вироби промислового призначення(метизи).....	64
Розділ 6. Паливо.....	
6.1 Класифікація, склад і основні характеристики палива.....	69
6.2. Сучасне становище паливно-енергетичного комплексу України.....	72
6.3. Тверде паливо. Основні характеристики. Види. Маркірування.....	76
6.4. Умови постачання, транспортування і зберігання твердого палива.....	79
6.5. Альтернативні види палива.....	80

Стор.

Розділ 7. Рідке паливо.....	
7.1. Нафта й основні способи її переробки.....	88
7.2. Класифікація, призначення, характеристика і маркірування різного палива.....	89
7.3. Дизельне паливо.....	92
7.4. Мазут. Основні властивості, марки і застосування.....	95
7.5. Умови зберігання і транспортування рідкого палива.....	96
Розділ 8. Газоподібне паливо.....	
8.1. Види, властивості, призначення газоподібного палива.....	99
8.2. Умови зберігання газоподібного палива.....	101
Розділ 9. Мастила.....	
9.1. Класифікація й основні властивості мастил.....	103
9.2. Асортимент мастильних матеріалів та їх позначення.....	105
9.3. Шляхи зниження витрат нафтопродуктів і регенерація відпрацьованих олій.....	107
Розділ 10. Полімери і пластмаси.....	
10.1. Класифікація, склад, властивості пластмас.....	109
10.2. Умови зберігання, транспортування пластмас.....	115
Розділ 11. Гума і гумотехнічні вироби(ГТВ).....	
11.1. Властивості, склад гуми і гумотехнічних виробів.....	118
11.2. Класифікація гуми і гумотехнічних виробів.....	119
11.3. Каучук.....	121
11.4. Умови зберігання, транспортування каучуків і гумотехнічних виробів.....	122
Розділ 12. Лакофарбувальні матеріали і покриття.....	
12.1. Призначення, склад, характеристики компонентів.....	125
12.2. Класифікація і маркірування лакофарбувальних матеріалів.....	126
12.3. Властивості лакофарбувальних матеріалів.....	129
12.4. Умови зберігання і транспортування лакофарбувальних матеріалів.....	130
Розділ 13. Продукція неорганічної хімії.....	
13.1. Неорганічні кислоти.....	133
13.2. Сірчана кислота. Її застосування.....	133
13.3. Виробництво сірчаної кислоти. Товарні види сірчаної кислоти.....	134
13.4. Азотна кислота. Її застосування.....	137
13.5. Виробництво азотної кислоти. Товарні види азотної кислоти.....	138
13.6. Соляна кислота.....	139
13.7. Содові продукти(луги). Застосування та властивості.....	140
13.8. Виробництво каустичної соди.....	141
13.9. Виробництво кальцінованої соди.....	143
13.10. Виробництво харчової соди.....	143
13.11. Умови постачання, зберігання та транспортування продукції неорганічної хімії.....	144

Розділ 14. Матеріали та вироби загально-будівельного призначення.....	
14.1. Види, класифікація та властивості будівельних матеріалів.....	149
14.2. Природні кам'яні матеріали.....	152
14.3. Керамічні матеріали і вироби.....	154
14.4. Скло і скловироби.....	161
14.5. Класифікація і характеристика видів будівельних виробів із скла.....	162
14.6. Умови зберігання і транспортування матеріалів і виробів загальнобудівельного призначення.....	165
Розділ 15. Мінеральні й органічні в'язкі матеріали і вироби на їхній основі.....	
15.1. Мінеральні в'язучі матеріали. Їх види і властивості.....	168
15.2. Гідравлічні в'язучі матеріали.....	170
15.3. Повітряні в'язучі матеріали.....	173
15.4. Бетон і залізобетон. Класифікація бетонів. Характеристика видів.....	173
15.5. Штучні кам'яні матеріали і вироби на основі мінеральних в'язучих речовин.....	176
15.6. Органічні в'язучі речовини і вироби на їхній основі.....	180
15.7. Збереження і транспортування мінеральних і органічних в'язучих речовин і виробів на їхній основі.....	182
Розділ 16. Деревинні будівельні матеріали і вироби.....	
16.1. Основні властивості і класифікація деревини.....	185
16.2. Основні види будівельних матеріалів із деревини.....	187
16.3. Умови зберігання і транспортування лісових матеріалів.....	188
Перелік використаної літератури.....	191

Передмова

В умовах ринкових відносин, з розширенням міжнародної торгівлі, з розвитком підприємництва і загостренням конкурентної боротьби за покупця, фахівцям необхідно знати і враховувати в своїх діях вимоги споживачів до товару. Тому маркетологи повинні знати номенклатуру і споживчі властивості товарів, умови їх виробничого використання, принципи їх маркірування, правила постачання, транспортування і зберігання.

Знання споживчих властивостей товарів дає можливість суб'єктам ринку визначити положення товарів на ринку, проаналізувати сучасний стан ринку окремого товару, визначити залежність попиту на нього від зміни кон'юнктури ринку, визначити потребу в них, займатися їх продажем і закупівлею, вирішувати питання заміни одних товарів іншими, впливати на формування товарної і цінової політики, визначити рівень досягнень науково-технічного прогресу в сфері виробництва і використання товару і т. ін.

Основна мета вивчення курсу “Товарознавство” – оволодіти знаннями, необхідними для вирішення практичних задач у сфері маркетингової діяльності на виробництві та в сфері товарообігу основних груп товарів виробничого призначення.

Посібник “Товарознавство” написаний згідно з програмою курсу і складається із 16 розділів, в яких розкриваються основні властивості товарів промислового призначення, наводиться їх маркірування, призначення, висвітлюється їх якість, умови транспортування та зберігання.

Для кращого сприймання матеріалу в тексті наводяться малюнки, таблиці, схеми. До кожного розділу наводяться контрольні питання і тести, спрямовані на те, щоб студент сам зміг виявити рівень засвоєння матеріалу. В кінці посібника додається перелік літературних джерел.

Розділ 1. Теоретичні основи товарознавства

1.1. Предмет, цілі і задачі товарознавства

В умовах ринкової економіки вся діяльність суб'єктів ринку здійснюється навколо товару. Товар — основна фігура, індикатор економічної сили і активності виробника. В залежності від того, який товар пропонується споживачу, залежить економічний успіх виробника та посередника, який працює на ринку. Якщо товар являється прогресивним, надійним, якісним, конкурентоспроможним, відповідає сучасному рівню розвитку науково-технічного прогресу, то такий товар може бути потрібним споживачу.

Цілями товарознавства як науки є вивчення споживчих властивостей товарів, які визначають їх споживчу цінність, якість і їх конкурентоспроможність.

Знання основних споживчих властивостей та асортименту товарів дає можливість суб'єктам ринку визначати потребу в них, займатися їх закупівлею і продажем, вирішувати питання заміни одних товарів на інші, визначати їх положення на ринку, визначати залежність попиту на них від зміни кон'юнктури, формувати цінову політику, визначати досягнення і перспективи науково-технічного прогресу в сфері виробництва і використання товарів.

Основні терміни: “продукція”, “товар”, “товарознавство”.

Продукція — це результат діяльності, призначений для задоволення реальних чи потенційних потреб. У сфері обігу вона стає товаром і одержує признання як споживча цінність.

Товар — це матеріальна продукція, наділена цілим комплексом властивостей, які призначені для задоволення потреб споживачів.

Маркетологи визначають *товар* “як комплекс помітних і непомітних властивостей, які включають в себе упаковку, колір, ціну, престиж виробника і оптового (роздрібного) продавця, які покупець використовує для задоволення своєї нужди і потреби”.

Таким чином, товар — це складне багатоаспектне поняття, де головним є його споживчі властивості. Кожний товар володіє сукупністю компонентів: функціональне призначення, надійність, довговічність, дизайн, упаковка, обслуговування, гарантії, супровідні документи й т. ін. Споживча цінність товару тим вища, чим більше вона відповідає вимогам споживачів.

Основні задачі товарознавства:

- визначення основних властивостей, які складають споживчу цінність товарів;

- формування принципів і методів вивчення товарознавства;
- класифікація і кодування товарів;
- вивчення асортименту і властивостей товарів;
- вивчення сфер використання товарів і їх взаємозамінності;
- визначення основних напрямів, досягнень і перспектив науково-технічного прогресу в сфері виробництва і використання матеріальних ресурсів;
- вивчення умов і правил упаковки, маркірування, кодування, зберігання і транспортування продукції;
- інформаційне забезпечення товароруку від виробника до споживача при маркетингових дослідженнях ринку й т. ін.

Основними принципами товарознавства є:

- безпечне їх використання;
- досягнення оптимального результату при їх переміщенні від виробника до споживача;
- взаємне замінення товарів при їх використанні;
- систематизація товарів при їх ідентифікації, класифікації і кодуванні.

Предметом товарознавства являються споживчі властивості товарів, умови їх виробничого використання, їх маркірування, правила постачання, упаковування, транспортування і зберігання з метою найбільш ефективного їх використання і забезпечення потреб споживачів.

Знання споживчої цінності товару, сукупності його властивостей дає можливість визначити місце товару на ринку: являється товар засобом виробництва, призначений для задоволення виробничих потреб, чи предметом кінцевого споживання, призначений для забезпечення особистих потреб.

Розподілення товарів на дві категорії дає ключ до розуміння особливостей попиту і пропозиції товарів на ринку і його сегментах, характеру зміни його кон'юнктури.

1.2. Класифікація, кодування і асортимент товарів

Класифікація — це розподілення товарів на окремі категорії по загальних і окремих, характерних для них ознаках. Цими ознаками можуть бути:

- вихідні матеріали;
- призначення;
- конструкція;
- спосіб виробництва.

Систематизація продукції тільки за одною ознакою називається розподіленням на групи. Класифікація відрізняється від угруповання і має кілька взаємопов'язаних ступенів розподілення.

Існує два *методи класифікації* — ієрархічний і фасетний. При ієрархічному методі послідовного розподілення множинності між класифікаційними групуваннями існує підпорядкована залежність, яка будується на основі підпорядкування нижче наведених угруповань вищенаведеним.

При фасетному методі класифікації множинність розподіляється на незалежні одна від одної паралельні групи.

Кодування — це присвоєння кожному виду товарів номенклатурного номеру (коду). *Код* — це знак, сукупність знаків, цифр, букв або їх сполучення, штрихи й т. ін. Код — це єдина світова “мова”, за допомогою якої можуть розумітись суб'єкти міжнародної торгівлі.

Послідовність означених знаків у коді визначається його розміром, а кількість знаків у коді без врахування прогалів — його довжиною.

Розрізняють такі *методи кодування*:

- порядковий;
- серійно-порядковий;
- послідовний (ієрархічний);
- паралельний (фасетний).

Класифікація і кодування необхідні при здійсненні автоматизованої обробки економічної інформації, для вивчення ринку товарів, розробки прейскурантів і каталогів, для статистичного аналізу виробництва і товарообігу на всіх рівнях управління.

Методи класифікації і кодування використовуються при створенні класифікаторів.

Класифікатор — це затверджений офіційний документ, в якому приводиться систематизований перелік найменувань і кодів груп і об'єктів класифікації.

На Україні розроблено класифікатор продукції України. Він адаптований до аналогічних зарубіжних класифікаторів і охоплює всю продукцію, яка регламентується стандартами і технічними умовами та іншими нормативними документами.

Важливим групуванням товарів являється асортимент. *Асортимент* — це сукупність товарів і виробів певного призначення, об'єднаних у групи по класифікаційних ознаках.

Асортимент може бути груповий, видовий і міжвидовий.

Асортимент може характеризуватись широтою, глибиною, гармонійністю, повнотою. Всі ці характеристики використовуються при формуванні товарного асортименту і товарної політики підприємства.

Номенклатура промислової продукції — це систематизований перелік продукції в натуральному вигляді з встановленими кодами, що використовується при автоматизованій обробці економічної інформації.

1.3. Стандартизація, сертифікація і якість продукції

У ринкових умовах конкурентоспроможність продукції забезпечує її якість.

У Міжнародному стандарті ISO 8402 дається таке визначення якості: “*якість товару* — це сукупність властивостей товару, яка обумовлює його спроможність задовольняти визначені потреби у відповідності до його призначення”.

Продукція (товари) виробничо-технічного призначення виготовляється у відповідно до вимог стандартів і сертифікатів.

Стандартизація — це діяльність, яка спрямована на досягнення оптимального ступеня упорядкування в певній сфері діяльності шляхом встановлення положень для загального і багаторазового використання у вирішенні реально існуючих і потенційних завдань.

Стандарт — це нормативний документ, в якому встановлені правила, вимоги, загальні принципи здійснення різноманітних видів діяльності та їх результатів для досягнення оптимального ступеня упорядкування в певній сфері.

Розрізняють міжнародну, державну, галузеву, регіональну, підприємницьку системи стандартизації.

Категорії нормативних документів зі стандартизації

Нормативні документи зі стандартизації розподіляють за такими категоріями:

- міжнародні стандарти;
- державні стандарти України — ДСТУ;
- галузеві стандарти України — ГСТУ;
- стандарти науково-технічних та інженерних товариств і спілок України — СТТУ;
- технічні умови України — ТУУ;
- стандарти підприємств — СТП.

Державні стандарти України розробляються на:

- організаційно-методичні та загальнотехнічні об'єкти, а саме: організація проведення робіт із стандартизації, науково-технічна термінологія, класифікація і кодування техніко-економічної та соціальної інформації, технічна документація, інформаційні технології,

організація робіт з метрології, достовірні довідкові дані про властивості матеріалів і речовин;

- виробу загальномашинобудівного застосування;
- складові елементи народногосподарських об'єктів державного значення (банківсько-фінансова система, транспорт, зв'язок, енергосистема, охорона навколишнього природного середовища, оборона тощо);
- продукцію міжгалузевого призначення;
- продукцію для населення та народного господарства;
- методи випробувань.

Галузеві стандарти розробляють на продукцію за відсутності державних стандартів України чи в разі необхідності встановлення вимог, які перевищують або доповнюють вимоги державних стандартів.

Стандарти науково-технічних та інженерних товариств і спілок розробляють у разі необхідності поширення результатів фундаментальних і прикладних досліджень, одержаних в окремих галузях знань чи сферах професійних інтересів.

Галузеві стандарти, як і стандарти науково-технічних та інженерних товариств і спілок, не повинні суперечити обов'язковим вимогам державних стандартів і підлягають державній реєстрації в Держстандарті України.

Технічні умови — нормативний документ, який розробляють для встановлення вимог, що регулюють стосунки між постачальником та розробником (виробником) продукції, для якої відсутні державні чи галузеві стандарти (або в разі необхідності - конкретизації вимог зазначених документів).

Стандарти підприємства розробляють на продукцію (процеси, послуги), які виробляють і застосовують (здійснюють, надають) лише на конкретному підприємстві.

Види стандартів

Відповідно до специфіки об'єкта стандартизації, складу та змісту вимог, встановлених до нього, для різних категорій нормативних документів зі стандартизації розробляють стандарти таких видів:

- основоположні;
- на продукцію, послуги;
- на процеси;
- на методи контролю (випробувань, вимірювань, аналізу).

Основоположні стандарти встановлюють організаційно-методичні та загальнотехнічні положення для визначеної галузі стандартизації, а також терміни та визначення, загальнотехнічні вимоги та правила, норми, що забезпечують впорядкованість, сумісність, взаємозв'язок та взаємопогодженість різних видів технічної та виробничої діяльності під час розроблення, виготовлення, транспортування та утилізації продукції, охорону навколишнього природного середовища.

Стандарти на продукцію, послуги встановлюють вимоги до груп однорідної або конкретної продукції, послуги, які забезпечують її відповідність своєму призначенню.

Стандарти на процеси встановлюють основні вимоги до послідовності та методів (засобів, режимів, норм) виконання різних робіт (операцій) у процесах, що використовуються у різних видах діяльності та які забезпечують відповідність процесу його призначенню.

Стандарти на методи контролю (випробувань, вимірювань, аналізу) встановлюють послідовність робіт, операцій, способи (правила, режими, норми) і технічні засоби їх виконання для різних видів та об'єктів контролю продукції, процесів, послуг.

Використання стандартів та технічних умов

Стандарти та технічні умови повинні використовуватися на всіх стадіях життєвого циклу продукції.

Державні стандарти на території України застосовують всі підприємства незалежно від форм власності і підпорядкування, громадяни-суб'єкти підприємницької діяльності, міністерства (відомства), органи державної виконавчої влади, на діяльність яких поширюється їх дія.

Галузеві стандарти на території України застосовуються підприємствами (установами, організаціями) сфери управління органу, який їх затвердив, та підприємствами-суміжниками, а також на добровільних засадах іншими підприємствами та громадянами-суб'єктами підприємницької діяльності.

Стандарти науково-технічних та інженерних товариств (спілок) застосовують добровільно підприємства, окремі громадяни-суб'єкти підприємницької діяльності, які вважають доцільним використовувати нові передові засоби, технології, методи і т.ін., вимоги до яких містяться в цих стандартах. Використання цих стандартів для виготовлення продукції можливе лише за згодою замовника або споживача цієї продукції, що закріплено договором або іншою угодою.

Технічні умови використовують підприємства незалежно від форм власності і підлеглості, громадяни-суб'єкти підприємницької діяльності за договірними зобов'язаннями або/та ліцензіями на право виготовлення та реалізації продукції (надання послуг).

Стандарти підприємства застосовують лише на конкретному підприємстві та на підприємствах, що входять до складу об'єднань (концернів, асоціацій і т. ін.), які затвердили ці стандарти.

Міжнародні, міждержавні та регіональні стандарти, національні стандарти інших країн застосовують в Україні в межах її міжнародних договорів за порядком, який встановлює Держстандарт України.

Дозволяється застосування цих стандартів та стандартів фірм інших країн для виготовлення та поставки продукції на експорт за пропозиціями споживачів (замовників) цих країн на договірних (контрактних) засадах

відповідно до міжнародно визнаного законодавства у сфері захисту авторських прав.

У разі поставки продукції на експорт відповідно до вимог міжнародних, регіональних та національних стандартів інших країн або стандартів фірм зарубіжних країн, які встановлені у контрактах на поставку за пропозицією споживача (замовника), слід виконувати обов'язкові вимоги державних стандартів України під час виготовлення продукції, її зберігання та транспортування на території України.

Продукція підприємств України або громадян-суб'єктів підприємницької діяльності не підлягає реалізації за призначенням, якщо вона не відповідає обов'язковим вимогам, передбачених чинними стандартами або технічними умовами.

Продукція, яка імпортується, повинна відповідати обов'язковим вимогам державних або галузевих стандартів України щодо безпеки та охорони навколишнього природного середовища.

Для підтвердження відповідності якості продукції вимогам міжнародних, національних стандартів країн-імпортерів продукції, державних стандартів, проводиться її *сертифікація*. При відповідності продукції вимогам стандарту видається спеціальний документ — сертифікат якості (або знак відповідності). Існує добровільна сертифікація (направлена на підвищення і додержання конкурентоспроможності продукції) і обов'язкова (переслідує ціль забезпечити безпеку і екологічність продукції).

В Україні головним органом по стандартизації є Державний комітет по стандартизації, метрології і сертифікації та Міністерство будівництва і архітектури України.

Відповідно до нормативних документів продукція повинна відповідати рівню якості, мати набір властивостей, специфічне оформлення і упаковку, марочне найменування або товарний знак, маркірування.

Марка — це ім'я (термін, символ, знак), призначене для ідентифікації товарів і диференціації їх від товарів конкурентів. Крім того, марка — це і реклама продукції. Маркірування призначається для визначення типів, видів, марок продукції відповідно до ДСТ і ТУ.

1.4. Основні властивості промислової продукції

Властивості товару (продукції) об'єктивно проявляються при її виготовленні, оцінці, зберіганні, переробці, транспортуванні, споживанні і експлуатації.

Від вихідних властивостей сировини і матеріалів залежить якість готових виробів, їх надійність та довговічність в експлуатації.

До основних властивостей продукції відносять:

- *фізичні* (щільність, об'ємна маса, маса 1 м², пористість, температура плавлення, теплове розширення, термічна стійкість, вогнестійкість, електропровідність, електричний опір, магнітна

проникненість, звукопроникненість, акустичні властивості, колір, блиск й т. ін.).

Знання показників фізичних властивостей необхідно при виборі сировини і матеріалів для визначених цілей.

- *Хімічні* (стійкість до кислот та лугів).

Основними хімічними властивостями промислової продукції є: водостійкість, кислотостійкість, лугостійкість, маслобензиностійкість, відношення до дії світла (старіння), а також активність (властивість вступати до взаємодії з іншими продуктами).

Значний вплив на якість промислової продукції справляють такі фізично-хімічні властивості: в'язкість, розчинність, теплота згорання, детонаційна стійкість, температура спалаху, температура застигання.

- *Механічні*. Важливими механічними властивостями є міцність (міцність на розтягування, стискування, згинання), деформація (розтягування, згинання, скручення, стискування), твердість, ударна в'язкість, крихкість, пружність, пластичність, виносливість і т. ін.

Механічні властивості враховуються при характеристиці сировини і матеріалів (виробів), які в процесі експлуатації зазнають впливу різних зовнішніх навантажень. Від механічних властивостей залежить призначення використання сировини і матеріалів, надійність і довговічність деталей і виробів. Механічні властивості регламентуються стандартами і вказуються в паспортах і сертифікатах якості.

- *Технологічні* (зварюваність, обробляемість та ін.).

Технологічні властивості сировини і матеріалів характеризують їх здібність підлягати різноманітним видам обробки. Основними технологічними властивостями є спроможність до кування, прокалювання, зварювання, клеювання, спроможність оброблятися різанням, спікатися, укриватися, висихати і затвердівати і т. ін.

Знання показників технологічних властивостей необхідно для визначення режимів технологічної обробки матеріалів і готових виробів, а також впливу різних методів виготовлення виробів на їх якість. Показники технологічних властивостей регламентуються державними стандартами.

Властивості продукції, які визначають її корисність в процесі експлуатації називаються *споживчими*:

- природні;
- функціональні;
- ергономічні;
- екологічні;
- естетичні;
- економічні;
- гігієнічні;
- інші.

Всі властивості товару визначають його якість і спроможність задовольняти потреби споживачів.

Для оцінки якості матеріалів і виробів використовуються різноманітні методи контролю: мікро- і макроструктурні аналізи, методи вимірювання і зовнішній огляд, хімічні, фізичні, механічні і технологічні методи випробувань.

Контрольні питання

1. Визначте предмет, цілі і задачі товарознавства.
2. Наведіть визначення поняття "товар".
3. Визначте основні принципи товарознавства.
4. Що таке класифікація і кодування товарів? Методи класифікації і кодування.
5. Що таке якість продукції?
6. Що таке стандартизація? Яка її роль? Що таке стандарт?
7. Що таке сертифікація? Визначте її види.
8. Наведіть категорії і види стандартів.
9. Що таке маркірування товарів?
10. Визначте основні властивості промислової продукції.

Тести

1. Що вивчає дисципліна "Товарознавство"?
 1. Основні властивості продукції виробничо-технічного призначення.
 2. Умови поставки продукції виробничо-технічного призначення.
 3. Умови зберігання з метою збереження споживчих властивостей.
 4. Технологічні процеси виготовлення засобів виробництва.
 5. Принципи маркірування продукції виробничо - технічного призначення.
2. Що є основними задачами дисципліни "Товарознавство"?
 1. Формування принципів і методів вивчення "Товарознавства".
 2. Безпечне використання товарів.
 3. Визначення основних властивостей, які складають споживчу цінність товарів.
 4. Вивчення сфер використання товарів і їх взаємозамінності.
 5. Вивчення умов і правил упакування, маркірування, зберігання товарів.
3. Що таке класифікація товарів?
 1. Це систематизація товарів.
 2. Це розподілення товарів на окремі категорії за характерними ознаками.
 3. Це взаємне замінення товарів.

4. Це присвоєння кожному товару номенклатурного номера.

4. Що відноситься до механічних властивостей?

1. Міцність.
2. Твердість.
3. Ударна в'язкість.
4. Щільність.
5. Пластичність.

Розділ 2. Metали

2.1. Атомно-кристалевий устрій і властивості металів

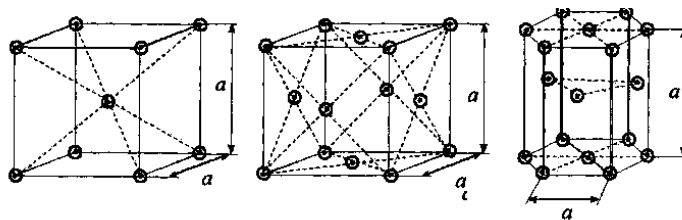
Metали є основними конструкційними матеріалами сучасної техніки.

Metали - непрозорі кристалічні речовини, що володіють тепло- і електропровідністю, стійкістю, твердістю, пластичністю і характерним металевим блиском. Широке практичне застосування металів обумовлено їх хімічними, фізичними, механічними і технологічними властивостями.

Всі метали умовно діляться на чорні (залізо і сплави на його основі - сталь, чавун) і кольорові.

Metали є *кристалічними тілами*, їхні атоми закономірно і періодично розташовані в просторі. Цим вони відрізняються від *аморфних тіл*, атоми яких знаходяться в безладному стані. Розташування атомів у металах характеризується кристалічними ґратками. Найменша частина кристалічної ґратки, що визначає структуру даного металу, називається елементарним осередком.

У металів найбільш часто зустрічаються такі *типи ґраток*: об'ємноцентрована кубічна (ОЦК), гранецентрована кубічна (ГЦК) і гексагональна щільноупакована (ГЦУ), що показано на мал.2.1.



Мал.2.1. Схеми кристалічних ґраток:
а - ОЦК; б - ГЦК; в - ГЦУ.

У кубічній об'ємноцентрованій ґратці (а) вісім атомів розташовані по кутам куба і дев'ятий атом - у центрі куба. Такий ґраток мають метали *Fe α* (модифікація альфа заліза); *Cr* (хром); *W* (вольфрам); *Mo* (молібден); *Nb* (ніобій); *V* (ванадій) та ін.

У кубічній гранецентрованій (б) крім восьми атомів у кутах куба ще є шість атомів у центрах граней куба; модифікація $Fe\gamma$ (модифікація гама заліза при температурі вище 910°C), Ni (нікель), Cu (мідь), Al (алюміній), Pb (свинець), Au (золото) і ін.

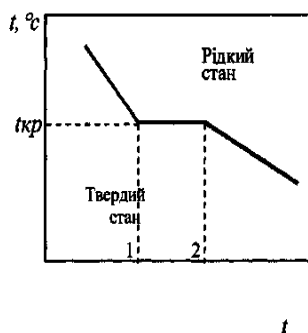
У гексагональній штахеті (в) атоми знаходяться у кутах і в центрах шестикутних основ, а також у центрах трьох (із шести) граней: Mg (магній), Zn (цинк), Be (берилій) та ін.

Кристалічні штахети вивчаються за допомогою рентгено-структурного аналізу, який встановлює тип штахети та її розміри.

Властивості металів визначаються силами взаємодії атомів, а тому залежать від відстані між атомами і їхнього розташування, іншими словами, обумовлені щільністю упакування атомів у штахеті. Щільність упакування оцінюють координаційним числом, під яким розуміють число атомів, які рівновіддалені і знаходяться на мінімальній відстані від заданого (базового). Для штахети ОЦК координаційне число - 8, для штахети ГЦК - 12, а для ГЦУ - 12. Букви "К" і "Г" показують тип штахети.

Деяким металам властива *алотропія* або *поліморфізм*, тобто спроможність змінювати свою кристалічну штахету при нагріванні (охолодженні). *Кристалізацією* називається процес утворення в металах кристалічної штахети. Існує первинна кристалізація, коли утворення кристалів відбувається при затвердінні металів, і у твердому стані - повторна кристалізація. У чистих металах твердий стан переходить у рідину при температурі плавлення, у газоподібний - при температурі кипіння. Температура плавлення металів коливається від 39°C (для ртуті) до 3390°C (для самого тугоплавкого металу вольфраму).

Кристали, що утворюються в процесі затвердіння металу, можуть мати різноманітну форму в залежності від швидкості охолодження. Чим вище швидкість охолодження, тим більше дрібнозернистим утворюється метал і кращі його механічні властивості. Тому регулюючи швидкість охолодження рідкого металу, можна змінити його структуру, що впливає на всі основні характеристики металу. На мал.2.2. приведена крива охолодження кристалічного тіла.

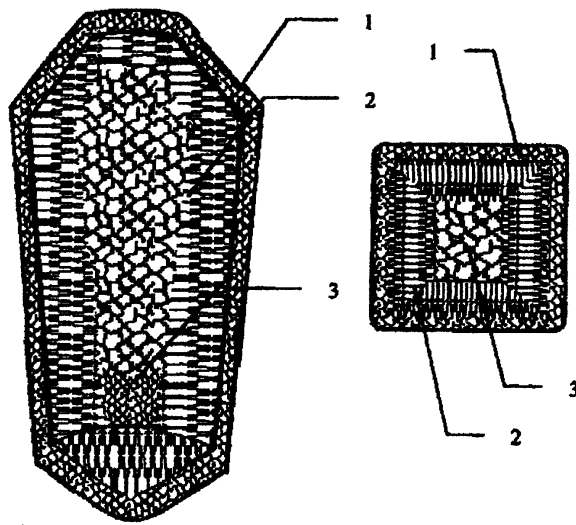


Мал. 2.2. Крива охолодження кристалічного тіла.

При охолодженні кристалічне тіло утворює горизонтальну ділянку з температурою $t_{кр.}$, що характеризує процес утворення кристалів (зернин). Вище горизонтальної ділянки метал знаходиться в рідкому стані, а нижче - у твердому. Температуру $t_{кр.}$ називають критичною температурою кристалізації з початком у точці 1 і закінченням у точці 2. При охолодженні атоми в металі приймають стійке положення і, наближаючись до температури затвердіння, групуються за схемою кристалічної ґратки, характерної для даного металу.

Розвиток кристалів протікає, у першу чергу, у тих напрямках ґратки, що мають найбільшу щільність упакування і мінімальну відстань між атомами. Кристали, що утворилися, є свого роду зародками для утворення і росту нових кристалів, у яких є частки неметалевих включень - окислів, нітридів, карбідів і ін., що грають роль готових зародків, тому має місце додаткова кристалізація. У цих умовах розмір зерна залежить від числа цих включень. Для збільшення числа центрів кристалізації і зменшення швидкості їхнього росту використовується процес модифікування - введення в рідкий сплав перед розливанням його у форми невеликої кількості спеціальної речовини - модифікатора. Модифікатор не змінює хімічного складу сплаву, а сприяє утворенню додаткових зародків, або, проходячи поверхнею речовини при охолодженні на гранях кристалів, що зростають, стримує їхній ріст. За допомогою процесу модифікування можна зменшити розмір зерен і змінити їхню форму, що сприяє підвищенню механічних властивостей металу.

Швидкість кристалізації залежить від швидкості охолодження металу. Чим вище швидкість охолодження, тим більше дрібнозернистим утворюється метал і краще його механічні властивості. На мал.2.3 показано устрій сталюого злитка, кристалізація якого протікає в три етапи. Спочатку кристалізується поверхнева зона 1, що складається з дрібних кристалів. Дрібнозернистість її обумовлена високою швидкістю охолодження поверхні і значною кількістю зародків на шорсткуватій поверхні стінки форми. Потім з'являються значні стовпчасті кристали в напрямку найбільшого тепловідводу (зона 2). Ця зона характеризується великою щільністю металу, проте в місцях стику концентруються включення і ці місця є ослабленими в злитку. У центральній частині злитка в результаті малого ступеня переохолодження метал має грубозернистий устрій (зона 3).

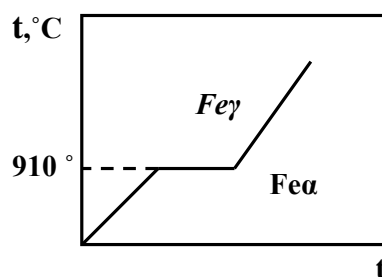


Мал. 2.3. Схема устрою сталюого злитка.

Регулювати розміри зерна і форму кристалічної штахети для одержання рівномірної структури можна застосуванням обробки металу у твердому стані. Основними видами обробки металу у твердому стані є алотропія, пластична деформація, рекристалізація.

Алотропія (поліморфізм) - спроможність кристалічної речовини змінювати свою кристалічну штахету при нагріванні до певної температури. Такі перетворення називаються алотропічними або поліморфними. Той самий метал у різноманітних модифікаціях має різноманітні властивості.

На мал.2.4 приведена крива алотропічного перетворення заліза при нагріванні.



Мал. 2.4. Крива нагрівання заліза.

При кімнатній температурі воно має ОЦК штахету. Ця модифікація називається альфа-залізом і позначається $Fe\alpha$. При нагріванні заліза до 910° крива плавно підіймається; при 910° на ній з'являється горизонтальна ділянка, що вказує на те, що при даній температурі відбувається перегрупування атомів у гранецентровану штахету, що називається

модифікацією гама-заліза $Fe\gamma$. По закінченню перетворення $Fe\alpha$ в $Fe\gamma$, крива нагрівання знову набуває плавного виду і при температурі 1392°C $Fe\gamma$ перетворюється у нову модифікацію з ОЦК штахетою, але з іншими, чим у $Fe\alpha$, параметрами. Ця модифікація зберігається до температури плавлення металу. Зміни кристалічної штахети завжди викликають зміни властивостей металу. Так, $Fe\alpha$ магнітний і майже не розчиняє вуглець, а $Fe\gamma$ немагнітний і розчиняє вуглець у значній кількості (до 2,06 %).

Пластичною деформацією називається властивість металів і їхніх сплавів змінювати свою форму і розміри під дією зовнішніх сил не руйнуючись. При пластичній деформації відбувається зміна форми і розмірів оброблюваного матеріалу, а також його внутрішнього устрою і механічних властивостей. При пластичній деформації відбувається зсув однієї частини зерен до іншої, порушується устрій кристалічних штахетів. Всі внутрішні зміни, що відбуваються при пластичній деформації, називають ущільненням металу. Міцнісні характеристики: σ_b , $\sigma_{0,2}$, НВ і ін. підвищуються, а пластичність - δ , Ψ - зменшується. Це явище називається наклепом. Наклеп широко використовується як засіб зміцнення деталей. У результаті пластичної деформації підвищується стійкість металу за рахунок його ущільнення, заварки усадочних пустот. Цей процес широко використовується в промисловості при обробці металів тиском (прокатування, волочіння, кування й ін.)

Наклепаний метал нестійкий і при підвищенні температури вище кімнатної рухається до переходу в більш стійкий стан. Для усунення наклепа метал нагрівають до певної температури (наприклад, залізо - $300-400^{\circ}\text{C}$), відбувається перебудова кристалічної штахети внаслідок переміщення атомів, а гаряча обробка металу знижує опір деформації. Цей процес називається *рекристалізацією*. Внаслідок рекристалізації відбувається зміна властивостей металів без повторного розплавлення. Міцнісні характеристики металу різко зменшуються, а пластичність збільшується. Механічні властивості поліпшуються.

Чисті метали в техніці використовуються рідко. В промисловості використовуються в основному металеві сплави. *Металевим сплавом* називається кристалічна речовина, яка складається з двох чи більше металів, або металів і неметалів, яку одержують сплавленням суміші у рідкому стані.

Контрольні питання

1. Дайте визначення, що таке метали і сплави на їх основі?
2. Кристалічний устрій металів. Основні типи кристалічних штахетів.
3. Етапи кристалізації металів.
4. Що таке модифікація металів? Для чого вона здійснюється?
5. Як можна регулювати розміри зерен і форму кристалічного штахету металів у твердому стані?
6. Що таке поліморфне перетворення? Етапи поліморфного перетворення металу.

7. Що таке пластична деформація, як вона впливає на зміну властивостей металу?
8. Що таке наклеп металу? Що таке перекристалізація? Який її вплив на механічні властивості?
9. Як впливає розмір зерна на механічні властивості металів?

2.2. Механічні властивості металів: методи їх визначення

Щоб правильно і найбільш ощадливо використовувати різноманітні метали і сплави потрібно знати їхні механічні властивості.

Механічні властивості характеризують спроможність металів і сплавів протистояти дії зовнішніх сил - статичних і динамічних, що розтягують і стискають, що скручують і зрізають, що викликають різноманітні види деформації.

Основними механічними властивостями металів є міцність, твердість, пружність, пластичність, хрупкість, ударна в'язкість, витривалість, опір крутінню й ін.

При оцінці показників механічних властивостей металів розрізняють декілька груп критеріїв:

1. Критерії, які характеризують якість металів без урахування їхнього призначення. Ці критерії знаходять шляхом стандартних іспитів зразків при статичних і динамічних навантаженнях.

2. Критерії оцінки конструктивної стійкості металу, що відбивають працездатність металу в умовах експлуатації.

Ці критерії визначають дві групи оцінок якості:

а) критерії, що визначають надійність металевих виробів, що можуть мати тріщини, надрізи, наскрізні отвори, неметалеві включення, порожнини та ін. Тріщини і мікропорожнини є концентраторами напружень і такий метал руйнується;

б) критерії, що визначає довговічність виробів - опір втоми, зносостійкість, опір корозії.

3. Критерії конструктивної стійкості готових виробів, що залежать від залишкових напружень, що виникають внаслідок обробки металовиробів та ін.

Міцністю називається здатність металів протистояти руйнуючому впливу зовнішніх сил. У залежності від напрямку дії сил розрізняють міцність на розтяг, стискання, згинання, які характеризуються напруженнями, що відповідає найбільшим силам, які розривають або стискають, а також найбільшому вигинаючому моменту, що витримує зразок не руйнуючись.

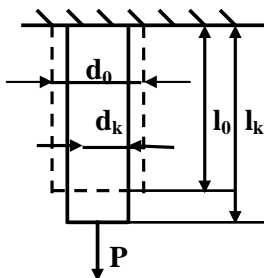
Найбільш важливим є дослідження на розтяг, що дозволяє за результатами одного досвіду встановити міцність, пружність і пластичність матеріалу. Схема випробувань металів на розтяг показана на мал.2.5.

Умовне напруження в МПа, що відповідає максимальному навантаженню P_H , досягнутому до поділу зразка на частини, називається *тимчасовим опором розтягання* σ_b , або *границею міцності*:

$$\sigma_b = \frac{P_H}{F_0} \text{ (МПа)},$$

де P_H - сила, прикладена до зразка, Н (кгс); $1 \text{ кгс/мм}^2 \approx 10 \text{ МПа}$;

F_0 - площа поперечного перетину зразка, мм. При розтягуванні спостерігається деформація зразка, де d_0 , d_k - початковий і кінцевий діаметр зразка, мм; l_0 , l_k - початкова і кінцева довжина зразка, мм.



Мал. 2.5. Схема випробувань металів на розтяг.

Дійсне напруження – момент поділу зразка на частини є дійсною границею міцності.

Деформацією називається зміна розмірів і форми тіла під впливом прикладних сил. Розрізняють еластичну та пластичну деформацію.

Пружністю називається властивість металів і сплавів відновлювати свою форму і розміри після припинення дії зовнішньої сили.

У металах під впливом сил виникають напруги. Якщо ці напруги не руйнують метал, то відбувається пружна деформація, при якій атоми металу в кристалах відхиляються від місця стійкої рівноваги на відстані, що не перевищують міжатомних. Пружна деформація зникає після зняття навантаження, тому що атоми повертаються у початковий стан.

Границя пружності визначається найбільшим умовним напруженням, за якого з обумовленим відхиленням зберігається пружність у разі деформування зразка. Границя пружності визначається як напруга, при якій деформація досягає 0,05% початкової довжини зразка:

$$\sigma_{0,05} = \frac{P_{0,05}}{F_0}$$

Границя плинності – це є напруження, за якого залишкова деформація зразка досягає обумовленої нормативно-технічними документами величини.

Якщо залишкова деформація $\sigma=0,2\%$, то має місце умовна границя плинності.

$$\sigma_{0,2} = \frac{P_{0,2}}{F_0}$$

При напруженні зразок подовжується, збільшення його довжини залежить від пластичності матеріалу.

Пластичність - спроможність металу або сплаву змінювати свою форму і розміри під дією зовнішніх сил, не руйнуючись.

Оцінюється пластичність розмірами відносних видовжень δ (%) зразка і відносних звужень після розриву ψ (%).

Відносним видовженням (δ) зразка називають відношення приросту розрахункової довжини зразка Δl при його розтягуванні до його початкової довжини l_0 (в %):

$$\delta = \frac{\Delta l}{l_0} = \frac{l_k - l_0}{l_0} \cdot 100,$$

Відносним звуженням після розриву є відношення площі поперечного перерізу в місці розриву зразка ΔF до початкової площі його поперечного перерізу F_0 (в %):

$$\psi = \frac{\Delta F}{F_0} = \frac{F_0 - F_k}{F_0} \cdot 100,$$

де l_0 - початкова довжина зразка, мм;

l_k - довжина зразка після розриву, мм;

F_0 - початкова площа поперечного перерізу зразка, мм²;

F_k - площа найменшого поперечного перерізу шийки зразка після розриву, мм².

Відносне звуження ψ є більш надійною характеристикою пластичності металу, ніж відносне видовження δ .

Границя міцності (σ_b), границя плинності (σ_T), границя пружності ($\sigma_{0,05}$), відносне видовження (δ) і звуження (ψ) є базовими показниками при постачанні виробництву матеріалів, що включаються в Держстандарти, паспорти приймальних іспитів, технічні характеристики. Чавун, ливарні алюмінієві сплави й інші хрупкі метали випробовуються на стиск і характеризуються *границею стійкості на стиск* (МПа), яка визначається відношенням руйнуючої сили P_p до початкової площі поперечного перерізу зразка: F_0 .

P_p

$$\sigma_{сж} = \frac{F_0}{F_0}$$

Хрупкі метали: чавун, інструментальні сплави після поверхневого зміцнення випробовуються на згинання. *Межа міцності при згинанні* визначається за формулою:

$$\sigma_{зг} (\sigma_{max}) = \frac{M_{max}}{W},$$

де M_{max} - максимальний момент, що згинає;

$$W = \frac{(bh^3)}{6}$$

W - для прямокутного перерізу зразка (h і b - висота і ширина зразка) і $(\pi \cdot d^3)$

$W = \frac{(\pi \cdot d^3)}{32}$ - для круглого перерізу.

Твердість характеризує властивість металів протистояти вдавлюванню (проникненню) у нього іншого, більш твердого тіла. Між твердістю металів і іншими механічними властивостями (особливо межею міцності) існує кількісна залежність. Дослідження твердості не потребує виготовлення спеціальних зразків і виконується безпосередньо на деталях після підготування на поверхні горизонтальної площадки, а іноді навіть без такого підготування. Цей вимір не спричиняє руйнацію деталі, що перевіряється, а після виміру її можна використовувати за призначенням.

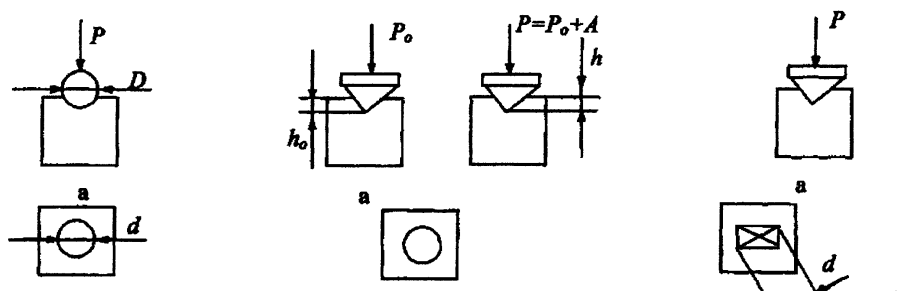
Існують різноманітні *способи визначення твердості*. На мал. 2.6 показано схеми вимірювання твердості металів по Брінеллю, Роквеллу, Віккерсу.

Метод Брінелля застосовується для визначення твердості чавунів, незагартованих сталей і кольорових металів. У матеріал вдавлюється сталева кулька, і за допомогою спеціальних таблиць по діаметру відбитка, що залишається кулькою, визначають значення твердості.

Число твердості по Брінеллю визначається відношенням навантаження, що діє на кульку, до поверхні відбитка і має розмірність напруги (МПа). Записується твердість по Брінеллю в одиницях НВ, наприклад, НВ 350 (3500 МПа).

На приладі Брінелля можна вимірювати метали і сплави, твердість яких не перевищує НВ 450. При більшій твердості може спостерігатися пружна деформація кульки, що вдавлюється. Товщина зразка, що вимірюється, повинна бути не менше десятикратної глибини відбитка.

Між межею міцності (МПа) і числом твердості НВ різноманітних металів існує визначена залежність, наприклад, для сталі з твердістю НВ 120-450 = 3,4 - 3,5 НВ.



Мал. 2.6. Схеми вимірювання твердості металів по Брінеллю (I), Роквеллу (II), Віккерсу (III).

Вимірювання твердості *по Роквеллу* полягає в тому, що твердість визначають по глибині відбитка, отриманого при вдавлюванні діамантового конуса або сталевий загартованої кульки, а не по площі відбитка. За одиницю твердості прийнята величина, яка відповідає заглибленню індикатора на 0,002 мм. Число твердості по Роквеллу можна вимірювати:

- діамантовим конусом із загальним навантаженням 1500 Н, значення твердості визначається цифрою, що вказується стрілкою на чорній шкалі С циферблата і позначається HRC. Наприклад, HRC 65. Такі виміри проводяться для загартованої сталі або білого чавуну, наприклад, HRC 60;
- діамантовим конусом із навантаженням 600 Н. У цьому випадку значення твердості характеризується цифрою, що вказується стрілкою на чорній шкалі А циферблата, позначається HRA. У одиницях HRA вимірюють твердість дуже твердих матеріалів (наприклад, твердих сплавів), коли вдавлювання діамантового конуса з великим навантаженням може викликати руйнування діаманту, а також вимірюють твердість тонких пластин, наприклад, HRA 40;
- сталевий кулькою з загальним навантаженням 1000 Н. У цьому випадку значення твердості характеризується цифрою, що вказується стрілкою по червоній шкалі В циферблата, і позначається HRB. За шкалою В вимірюють твердість м'якої (відпаленої) сталі або відпалених кольорових сплавів. Наприклад, HRB 70.

При вимірі твердості *по Віккерсу* в метал вдавлюється діамантова пірамідка. Твердість, також як і по методу Брінелля, визначається як зусилля що перепадає на одиницю поверхні відбитка, (МПа), позначається HV. На приладі Віккерса навантаження коливається від 10 до 1200 Н. Тому можна вимірювати твердість дуже твердих і тонких поверхневих слоїв, наприклад, азотованого слою сталі.

При оцінці якості металу, що піддається динамічним навантаженням, використовується показник ударної в'язкості.

В'язкість - властивість металу поглинати енергію зовнішніх сил за рахунок деформації. Ударна в'язкість є робота, витрачена на зруйнування ударним згинам зразка з концентратором напружень, віднесена до робочої площі поперечного перерізу зразка:

$$K_C = \frac{A}{F}; \quad K_C = \text{Дж/м}^2 (\text{кгсм/см}^2),$$

де K_C - символ ударної в'язкості;

A - робота руйнування;

F - площа поперечного перерізу зразка по місцю його зламу, мм^2 .

Ударна в'язкість характеризує надійність матеріалу - опір хрупкій руйнації.

Крихкість - це властивість металів і сплавів руйнуватися під дією зовнішніх сил, без залишкових деформацій.

Накопичення uszkodжень у металі, що виникає під дією циклічних навантажень, призводить до утворення тріщин і руйнування. Це явище називається *втомою*. Властивість же металів протистояти втомі називається *витривалістю*, а найбільша напруга, що витримує матеріал без руйнування, називається *границею* витривалості.

Якість різноманітної металопродукції (злитків і виливок, виробів, оброблюваних механічним опрацюванням, тиском, зварюванням і ін.) визначають методами мікро- і макроструктурних аналізів, а також різноманітними методами дефектоскопії.

Мікроструктурний аналіз сталей, чавунів дозволяє визначити в них самостійні фази, їхні розміри, склад і розмір зерен, а також визначити кількість вуглецю і неметалевих включень. При мікроаналізі чавуну визначають розмір і характер графітових включень.

Для проведення мікроструктурного аналізу використовуються мікроскопи. Найбільш часто використовуються оптичні мікроскопи, рідше - мікроскопи з ультрафіолетовим випромінюванням і кварцевою оптикою.

Методика вивчення мікроструктури металів і сплавів визначена відповідними стандартами. Наприклад, розміри зерна оцінюються номером від №1 (саме значне) до №8 (саме дрібне) - шляхом перегляду зразка при сторазовому збільшенні, кількісне співвідношення різноманітних структурних складових - по еталонах дев'ятох шкал, а кількість неметалевих включень - за п'ятибальною шкалою.

Макроструктурний аналіз застосовується для визначення структури металів неозброєним оком або при збільшенні її в 30 разів за допомогою лупи. Макроструктурний аналіз здійснюється трьома методами: методом зламів, методом макрошліфів і переглядом відшліфованої і протравленої поверхні готового виробу.

Методом надламів визначають наявність дефектів у внутрішній структурі матеріалу (тріщини, газові пухирі), товщину поверхневого слою, розміри зерен і їхнє взаємне розташування.

Методи макрошліфів дозволяють визначити волокнистість матеріалу, неоднорідність хімічного складу (ликвацію сірки і фосфору), а також дефекти внутрішньої структури (тріщини, пори, раковини й ін.).

Переглядом відшліфованої і протравленої поверхні готового виробу можна визначити спрямованість волокнистої структури, наявність неметалевих включень, неоднорідність хімічного складу, у зварних виробках виявити такі дефекти зварювання, як непровари, тріщини, свищі, а при аналізі виробів, отриманих поверхневим опрацюванням, наприклад цементацією й азотуванням - установити глибину і твердість обробленого прошарку.

Методи визначення і контролю дефектів у металевих виробках без руйнації називаються *дефектоскопією*. Основними видами дефектоскопії є ультразвукова, магнітна, рентгенівська, люмінесцентна й ін.

Зовнішньому огляду піддається кожний готовий вироб, що дозволяє виявити можливі перекручування форми і дефекти поверхні.

Геометричні розміри виробів і їх відповідність кресленням (технічній документації) перевіряються за допомогою універсального вимірювального інструменту: скоб, шаблонів, спеціальних калібрів і ін.

Показники якості металів і виробів оформляються документально. Одна група документів визначає технічні вимоги до якості металів і виробів: Держстандарти, ГСТУ, ТУ, наряди-замовлення; друга - характеризує якість виробів даної партії і марки: сертифікат про якість, акт перевірки і т. ін. У даний час розроблені і застосовуються міждержавні стандарти на іспит усіх видів продукції.

Контрольні питання

1. Механічні властивості металів. Критерії оцінки механічних властивостей.
2. Що таке міцність металів? Визначення характеристик металів досліджуванням на розтягування.
3. Що таке пластичність металів? Методи визначення пластичності.
4. Які метали досліджуються на стикування і критерії їх оцінки.
5. Що таке твердість металів? Зв'язок між твердістю і міцністю металів.
6. Методи визначення твердості металів і позначення числа твердості.
7. Що називається втомою металу? Витривалість металів.
8. Методи визначення якості металів і металопродукції.
9. Що називається дефектоскопією? Основні види дефектоскопії.
10. Які дефекти металовиробів визначаються зовнішнім оглядом і які за допомогою вимірювального інструменту?

Тести

1. Якими показниками механічних властивостей характеризуються метали?
Назвіть правильний варіант відповіді.

1. σ_v ; $\sigma_{ст}$; $\sigma_{изг}$; δ ; φ .
2. σ_v ; $\sigma_{0,2}$; $\sigma_{изг}$; HRC; FE α .
3. HB; σ_v ; $\sigma_{0,05}$; δ ; φ ; $\sigma_{изг}$.
4. FE β ; σ_v ; σ_k ; HRB.

2. Як позначається число твердості по Роквеллу ?

1. HB.
2. HRC.
3. HV.
4. HRB.
5. HRA.

3. Яка з характеристик ψ чи δ більш точно характеризує пластичність металу?

1. ψ .
2. δ .

4. Які дефекти дозволяє виявити зовнішній огляд прокатної продукції ?

1. Відхилення від форми і розмірів.
2. Якість обробки поверхні.
3. Хімічний склад.
4. Механічні властивості.
5. Неметалеві включення.

5. Що характеризує твердість металу ?

1. Міцність металу.
2. Опір пластичній деформації.
3. Опір металу руйнуванню.
4. Опір металу згинанню.

6. Якими показниками характеризуються механічні властивості металів?

1. σ_v .
2. HB.
3. HRC.
4. $\delta_{0,05}$.
5. Δl .

7. Яким методом – по Брінеллю, Роквеллу чи Віккерсу визначають твердість м'яких металів?

1. По Віккерсу.
2. По Брінеллю.

3. По Роквеллу.
4. По Роквеллу та Віккерсу.

Розділ 3. Чорні метали

3.1. Чавун. Склад чавуну

До чорних металів відносяться: технічне залізо, чавун, сталь, хром, марганець.

Чавун — це сплав заліза з вуглецем (вміст якого складає понад 2 % за масою) та іншими елементами.

До складу чавуна входить також кремній (Si) - від 0,5 до 3,6% і марганець (Mn) - від 0,5 до 1,5%; фосфор (P) — 0,2% і сірка (S) — 0,1-0,2%. Кремній сприяє графітизації (виділенню графіту), марганець перешкоджає графітизації, але знешкоджує сірку, яка окрихкує чавун і являється

шкідливою домішкою. Фосфор покращує рідиннотікучість і в розмірі 1% не знижує механічних властивостей.

Вуглець в складі чавуну може знаходитись у вигляді хімічної сполуки з залізом – карбідом заліза, може бути у вільному стані, тобто у вигляді графіту, і може бути частково у вільному, частково у сполученому стані.

На властивості чавуну в значній мірі впливає кількісне співвідношення вмісту зв'язаного і вільного вуглецю, а також форма графітових включень.

Чавун, в якому весь вуглець знаходиться у зв'язаному з залізом стані у вигляді Fe_3C (карбід заліза), називається білим чавуном (по білому кольору зламу). Він не містить видимих під мікроскопом включень графіту. Білий чавун дуже твердий (HB 450-550) і крихкий, погано піддається технологічній обробці і тому має обмежене використання. Він, в основному, переробляється в сталь. Для покращення експлуатаційних характеристик (підвищення зносостійкості, жаростійкості, корозієстійкості) до складу чавуну вводять леговані елементи: нікель, хром, вольфрам, алюміній і т. ін. Білі леговані чавуни дуже міцні, зносостійкі, жаростійкі, тому з них виготовляють гальмувальні колодки, леза екскаваторних ковшів, деталі дробилок, котлів і т. ін.

Графітізовані чавуни – це чавуни, які мають видимі під мікроскопом включення графіту в структурі після твердіння, та в результаті накладення зовнішніх дій (термічних, силових та інших) у твердому стані.

До числа графітізованих чавунів належать: чавун з пластинчастим графітом, чавун з вермикулярним графітом, чавун з кулястим графітом, ковкий чавун, половинчастий чавун (з двох складових: “білої” (ледебурітно-карбідно-перлітної) та “сірої” (перлітно-феритно-графітної)).

3.2. Класифікація чавуну. Характеристика видів та маркірування

У доменному виробництві виплавляють 3 види чавунів — переробний, ливарний і спеціальний (феросплави).

Переробний чавун відповідно до ДСТУ 3133-95 призначений для сталеплавильного виробництва, виготовляють марок П1 і П2; для ливарного виробництва – марок ПЛ1, ПЛ2, ПЛ3; фосфористий – марок ПФ1, ПФ2, ПФ3; високоякісний – марок ПВК1, ПВК2, ПВК3.

Ливарний чавун використовується для виробництва машинобудівних ливарних чавунів в чавуноливарних виробництвах.

В якості самостійного використання з нього одержують ливарні деталі для різноманітних механізмів і машин ливарними методами.

Переваги чавуну полягають в високих ливарних властивостях і невеликій ціні (у порівнянні зі сталлю). Температура розплаву чавуну на 300 – 400 °С нижча, ніж у сталі, що скорочує процес ливарництва.

Чавуни за рахунок вмісту графіту добре обробляються різанням, а також утворюється більш чиста поверхня готових виробів, ніж при обробці сталі.

Чавун володіє високою твердістю і низькою пластичністю, він крихкий, тому його неможливо піддавати пластичній деформації. Через низьку пластичність і високий вміст вуглецю чавун погано зварюється. Хімічні властивості його низькі, він піддається всім видам ржавіння.

Ливарний чавун менш крихкий, добре обробляється різанням через високий вміст кремнію, який сприяє графітизації, володіє добрими антифрикційними властивостями, великим опором стисненню, достатньо високою міцністю при розтягненні, згинанні, зрізі, стискуванні.

Використовується в машинобудуванні як самий дешевий спосіб виготовлення деталей.

Маркірується буквою Л і числами, які показують вміст кремнію. Випускають сім марок ливарного чавуну: Л1; Л2; Л3; Л4; Л5; Л6; Л7. Чим вище число, тим менший вміст кремнію (Л1 — 3,6% Si; Л7 — 0,8% Si).

В залежності від вмісту марганцю, фосфору, сірки ливарний чавун ділиться чотири групи (I, II, III, IV), п'ять класів (А, Б, В, Г, Д) і чотири категорії (I, II, III, IV).

Машинобудівні чавуни. За формою графітових включень машинобудівні ливарні чавуни діляться на:

- сірі чавуни — форма графітових включень у вигляді пластин;
- високоміцні — включення графіту кулеобразної форми;
- ковкі чавуни — включення графіту вермикулярної форми.

Держстандарт встановлює 8 марок *сірого чавуну*: СЧ-10; СЧ-15; СЧ-20; СЧ-25; СЧ-30; СЧ-35; СЧ-40; СЧ-45. Принципи маркірування сірого чавуну: СЧ — сірий чавун (його назва по сірому кольору зламу). Число показує середню величину тимчасового опору розриву: $\sigma_b = 100$ МПа або 10 кгс/мм². Твердість цих чавунів НВ = 143...255; $\delta = 0,2 - 0,5$ %. Хімічний склад: С = 3,2 - 3,5%; Si = 1,9-2,5%; Mn = 0,5-0,8 %; P = 0,1-0,3%; S ≤ 0,125%.

Регулюванням сумарного вмісту вуглецю і кремнію в розплавленому чавуні, а також швидкості охолодження в формі, можна одержати виливки з різноманітною структурою.

Сірі чавуни ідеальні ливарні сплави з невисокою температурою плавлення 1100°C і при твердінні не дають усаджування. Вони дешевші, ніж сталь, а виливки з них менше жолобляться і утворюють тріщини, мають більш чисту поверхню, тому що менше взаємодіють з піщаною формою. Виливки більш тонкостінні, ніж виливки зі сталі, що призводить до менших витрат металу.

Марки СЧ10 - СЧ20 використовуються для одержання виливок, які менше навантажуються, це кришки, фланці, маховики.

Чим вища марка, тим більш відповідальні виливки по несівній спроможності виготовляються.

Основними складовими структур, які визначають їх властивості, крім графіту, являється ферит, цементит, перліт.

Високоміцний чавун, що має кулясту форму графіту, одержують обробкою розплавленого чавуну різноманітними модифікаторами (магній, церій, марганець).

Хімічний склад: C = 2,7-3,6%; Si = 1,9-2,8%; Mn = 0,2-0,9; P = 0,1%; S = 0,1%; Cr = 0,15%.

Високоміцний чавун у 3 рази міцніший, ніж сірий, володіє пластичністю, добре обробляється різальним інструментом, має добрі ливарні властивості.

Марка чавуну визначається його тимчасовим опором розриву під час розтягання, умовною границею плинності та відносним видовженням.

Умовне позначення марки чавуну з кулястим графітом містить букви ВЧ В- високоміцний, Ч – чавун), цифрове позначення мінімального значення тимчасового опору під час розтягання, в мегапаскалях, та через дефіс-мінімального значення відносного видовження, у відсотках.

Приклад умовного позначення марки чавуну з кулястим графітом з мінімальним значенням тимчасового опору під час розриву 500 МПа та мінімальним відносним подовженням 2% : ВЧ 500-2 ДСТУ 3925- 99. Виготовляється всього 12 марок такого чавуну (див. табл. 3.1.)

Механічні властивості чавуну повинні відповідати вимогам, зазначених у табл.3.1.

Таблиця 3.1

Механічні властивості високоміцного чавуну*

Марка чавуну	Тимчасовий опір розриву під час розтягнення σ_b , МПа (кгс/мм ²)	Умовна границя плинності $\sigma_{0,02}$, МПа (кгс/ мм ²)	Відносне видовження δ , %	Твердість за Брінеллем, НВ
не менше				
ВЧ 350-22	350 (35)	230 (23)	22	140-170
ВЧ 400-15	400 (40)	260 (26)	15	140-202

Продовження табл. 3.1.

ВЧ 420-12	420 (42)	270 (27)	12	140-217
ВЧ 450-10	450 (45)	320 (32)	10	140-225
ВЧ 450-5	450 (45)	310 (31)	5	160-220

ВЧ 500-7	500 (50)	340 (34)	7	153-245
ВЧ 500-2	500 (50)	390 (39)	2	180-260
ВЧ 600-3	600 (60)	390 (39)	3	192-277
ВЧ 700-2	700 (70)	420 (42)	2	228-302
ВЧ 800-2	800 (80)	490 (49)	2	248-351
ВЧ 900-2	900 (90)	600 (60)	2	280-360
ВЧ 1000-2	1000 (100)	700 (70)	2	270-360

*Згідно з ДСТУ 3925-99

Ударна в'язкість чавуну за температурою випробувань +20°C КСУ , кДж/м² - 190.

Використовується для виготовлення високонавантажувальних деталей: колінчатих валів вагою від декількох кілограмів до 2-3 тон, деталей турбін, прокатних валиків, шпинделів, супортів, шаботів ковочних молотів і т.ін.

Чавун з вермикулярною формою графіту по міцності перевершує сірі і має більш високу пластичність

Хімічний склад: С = 3,1-3,5%; Si = 2,0-2,8%; Mn =0,6-1,2%; P = 0,05-0,08%; S = 0,02%; Cr=0,1-0,3%; Mg=0,012-0,028%; Ca=0,01-0,06%; рідкоземельні=0,03-0,12%.

Марка чавуну визначається його тимчасовим опором розриву під час розтягнення, умовною границею плинності та відносним видовженням.

Приклад умовного позначення марки чавуну з вермикулярним графітом з тимчасовим опором розриву під час розтягнення 300 МПа та відносним видовженням 4%: ЧВГ 300-4 ДСТУ 3926-99.

Механічні властивості чавуну повинні відповідати вимогам, які наведені у табл.3.2

Таблиця 3.2

Механічні властивості чавуну з вермикулярним графітом

Марка чавуну	Тимчасовий опір розриву під час розтягнення $\sigma_{\text{в}}$, МПа (Відносне видовження δ , %	Умовна границя плинності $\sigma_{0,02}$, МПа (кгс/мм ²)	Твердість за Брінеллем, НВ
--------------	---	----------------------------------	---	----------------------------

	кгс/мм ²			
ЧВГ 300-4	300 (30)	4	240 (24)	130-180
ЧВГ 300-5	300 (30)	5	230 (23)	120-180
ЧВГ 400-4	400 (40)	4	330 (33)	160-210
ЧВГ 500-1	500 (50)	1	390 (39)	200-250

* ДСТУ 3926-99

Із ковких чавунів виготовляють корпуси повітряного інструменту, кронштейни, гальмові колодки, кратери і редуктори (використовуються в автотракторобудуванні), фітинги. Виливки із ковкого чавуну володіють властивостями, близькими до сталених виливок.

Ковкий чавун одержують внаслідок спеціального тривалого високотемпературного відпалу вихідної литої заготовки із білого чавуну.

Точність чавунних виливок характеризується трьома класами (припущеннями відхилень від розмірів) I, II, III; але I- найбільш точний.

Марку на виливці проставляють на поверхні, яка не підлягає обробці. Маркування може бути у вигляді виливки, карбуванням, нанесенням фарби.

Спеціальні чавуни або феросплави. Їх використовують при виплавці сталі як спеціальні домішки для її розкислювання (відбору кисню з розплавленої сталі) і легування. Це сплави заліза з кремнієм (Fe =18-50%, Si =60-95%, C = 2-2,5%) і марганцем, а також хромом (феромарганець, ферохром, феросиліцій, феросилікомарганець і т.ін.).

Феросилікомарганець – сплав, основою якого є залізо та марганець із масовою часткою від 10 до 35% та фосфор, сірка і вуглець з обмеженими верхніми значеннями масових часток, одержаний способом відновлення оксидних матеріалів. Випускається таких марок: МнС 25, МнС 22, МнС 17, МнС 12, де літери Мн – означають марганець, С – кремній, наступні за ними цифри – середню масову частку кремнію в цілих одиницях. Частка марганцю не менше 60-65%, вуглецю від 0,5-3,5%.

3.3. Умови постачання, транспортування, зберігання чавуну

Чавун поставляється партіями. Партія чавуну повинна складатись із чавуну однієї марки, групи, класу, категорії і оформляться одним документом якості.

Транспортують чавун у вигляді невеликих виливок, які називають чушками. Маса чушок не повинна перевищувати 18, 30, 45, 55 кг. Чушки не повинні мати раковин, пригарів та інших дефектів. На поверхні чушок не повинно бути землі, шлаку, піску. Для перевірки якості поверхні відбирають від партії 20т 10 чушок, та 20 чушок від більшої партії. Кількість битих чушок не повинна перебільшувати 2% від маси партії. Боєм вважають куски масою не більше 2 кг. При транспортуванні чавунних виливок необхідно запобігати ударів, тому що вони крихкі. Транспортувати потрібно на спеціальних піддонах.

Окрім візуального контролю здійснюють контроль хімічного складу, який є основним показником якості. Аналіз здійснюють при виплавці чавуну в рідкому стані. Для цього відбирають від партії 20 тон чушкового чавуну не менше 3 чушок із різних місць і 6 чушок від партії більше 20 тон.

Чушки і виливки зберігають на відкритих майданчиках. Корозійна стійкість чавунів низька, тому майданчики повинні мати відводи дощової води, а чушки і виливки повинні бути вкриті брезентом.

Кожна партія чушок повинна зберігатись окремо. Необхідно при зберіганні та транспортуванні вживати заходи, які б унеможливили змішування чушок чавуну різних марок, класів груп категорій.

Контрольні питання

1. Що таке чавун? Який склад чавуну ?
2. На які групи класифікуються чавуни, їх призначення і відмінності?
3. Характеристика машинобудівних ливарних чавунів, їх призначення і маркірування ?
4. Що таке спеціальні чавуни? Їх призначення, склад і маркірування?
5. Які існують методи контролю якості чавунів?
6. Які умови транспортування, постачання і зберігання чавунів?

Тести

1. Чи можна по мікроструктурі визначити, чи являється чавун сірим, високоміцним, ковким? За якою ознакою?
 1. Можна – за кількістю графіту.
 2. Неможливо.
 3. Можна за характером металевої основи.
 4. Можна за характером металевої основи та формою графітових включень.
2. Вкажіть марку виливки з модифікованого чавуну.
 1. ВЧ 60-2.
 2. КЧ 50-4.
 3. СЧ 30-4.
 4. СЧ 10.
 5. КЧ 60-3.
3. За якими показниками чавуни мають переважність перед сталями?
 1. За міцністю.
 2. За ливарними властивостями.
 3. За собівартістю.
 4. За складом.

4. Назвіть марку найбільш міцного машинобудівного чавуну.
1. КЧ 50-5.
 2. СЧ 45.
 3. Ст. 65.
 4. КЧ 55-4.
5. Які основні класи чавунів використовуються як конструкційний матеріал?
1. Білі.
 2. Сірі.
 3. Високоякісні.
 4. Ковкі.
 5. Переробні.
6. Що показує перша цифра в марці високоякісного чавуну ВЧ 50-7?
1. Відносне подовження при розтягненні (%).
 2. Межа міцності при розтягненні (кгс/мм²).
 3. Твердість по Брінеллю (МПа).
 4. Вміст вуглецю (%).
 5. Межа міцності (МПа).
7. За якими видами класифікуються чавуни?
1. Ливарні.
 2. Переробні.
 3. Спеціальні.
 4. Феросплави.
 5. Антифрикційні.

3.4. Сталь. Склад, класифікація та характеристика

Сталь - це сплав заліза з вуглецем, в якому вміст вуглецю менше 2,14 %, крім того в сталі присутні постійні вclusions - марганцю, кремнію, сірки, фосфору, що впливають на її властивості. Сталі, які застосовуються в машинобудуванні, містять від 0,05 до 1,3% С. Марганець і кремній застосовуються в якості розкислювача, а присутність шкідливих домішок - сірки і фосфору пояснюється труднощами їх усунення при виплавці сталі. Вміст постійних складових компонентів в сталі знаходиться в межах 0,35...0...0,40% Si, 0,5...0,8 Mn, 0,05...0,015 S, 0,045...0,025P.

Марганець і кремній - корисні компоненти. Ці елементи підвищують міцність сталі, але зменшують пластичність. Сірка викликає високотемпературну хрупкість сталі, а фосфор - низькотемпературну хрупкість. Шкідливими вclusions також є гази (H, O, N), що підвищують хрупкість. Якщо кількість постійних складових компонентів (Mn, Si, S, P) не перевищує припустимого, то її властивості визначаються кількістю вуглецю.

З його збільшенням міцність і твердість сталі збільшується, а пластичність і в'язкість зменшується.

Межа міцності досягає максимуму при 0,9% вуглецю, подальше збільшення концентрації вуглецю призводить до зниження міцності.

Високовуглецеві сталі, внаслідок високої твердості і низької теплопровідності, погано обробляються різанням. Низьковуглецеві сталі також погано обробляються різанням, тому що утворюється зливна стружка. Найкраще обробляються різанням сталі, що містять 0,3...0...0,4% *C*. Зі збільшенням кількості вуглецю знижується технологічна пластичність - спроможність деформуватися в гарячому й особливо холодному стані. Вуглець погіршує зварювальні властивості сталі.

Структурними складовими сталей є ферит, перліт і цементит.

Ферит - твердий розчин вуглецю й інших складових домішок компонентів в об'ємноцентрованій кубічній штахеті α - заліза, при 20°C концентрація вуглецю складає 0,006 %, а при 727 °C - 0,02%.

Перліт має концентрацію вуглецю 0,8% і складається з феріта і цементита.

Цементит - хімічне з'єднання заліза з вуглецем - карбід заліза Fe_3C . У цементиті міститься 6,67 % *C*.

Сталі класифікуються за способом виробництва, ступенем розкислення, хімічним складом, призначенням, якістю й іншими ознаками.

За способом виробництва розрізняють сталь мартенівську (основну або кислу), бесемерівську, томасівську, киснево-конвертерну та електросталь (дугова або індукційна).

За ступенем розкислення - спокійну, напівспокійну, киплячу.

За хімічним складом сталі можуть бути вуглецеві і леговані. За наявністю вуглецю сталі діляться на низьковуглецеві (до 0,3%), середньовуглецеві (0,3-0,7%) і високовуглецеві (більш 0,7%). За концентрацією легованих елементів сталі підрозділяють на низьколеговані (до 5%), середньолеговані (5-10%) і високолеговані (більш 10%).

За призначенням розрізняють сталі конструкційні, інструментальні і сталі зі спеціальними властивостями (жароміцні, іржостійкі, зносостійкі й ін.).

За показниками якості сталі класифікуються на: звичайної якості, якісні, високоякісні й особливо високоякісні, залежно від вмісту газів і шкідливих включень (сірки, фосфору).

Відповідно до Держстандарту, сталі звичайної якості повинні містити не більш 0,045% *P* та 0,05 *S*, якісні - не більш 0,035% *P* та 0,040% *S*, високоякісні - не більш 0,025% *P* та 0,025 *S* і особливо високоякісні - не більш 0,025% *P* та 0,015 % *S*.

3.5. Вуглецеві сталі. Класифікація та характеристика видів

Вуглецеві конструкційні сталі діляться на якісні і звичайної якості.

Якісні сталі характеризуються зниженим вмістом шкідливих домішок. Ці сталі виплавляються киснево-конвертерним способом, а також у мартенівських або електричних печах і застосовуються для виготовлення найбільш відповідальних деталей машин: колінчатих валів, шатунів двигунів, різноманітних деталей машин і механізмів, корпусів приладів і апаратів, зубчатих коліс і т. ін. Ці сталі випускаються таких марок: 08, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80 і 85. Цифри показують середній вміст вуглецю в сотих частках відсотка.

Низьковуглецеві сталі (0,3% С) мають невисоку міцність, їх застосовують для виготовлення невідповідальних деталей (шайби, прокладки, змійовики, елементи зварних конструкцій, штампувальних виробів). Ці ж сталі після поверхневого зміцнення (цементації) використовуються для виробництва деталей, що працюють в умовах підвищеного зносу (колінчаті вали, штовхачі клапанів двигунів внутрішнього згорання).

Середньовуглецеві сталі (від 0,3 % до 0,55 %), що поєднують міцність і пластичність, застосовуються для виготовлення різноманітних деталей у всіх галузях машинобудування (колінчаті вали, шатуни, шестерні, деталі машин і т.ін.)

Сталі, що містять 0,55...0,75% С, мають найбільш високу міцність, зносостійкість, пружність. З них виготовляють пружини, ресори. Сталі, призначені для виготовлення виливок, позначаються з додаванням букви "Л". Наприклад: 20Л, 30Л, 45Л, 70Л і т.ін.

Вуглецеві *сталі звичайної якості* (мартенівські, конверторні) у процесі виплавки менше звільняються від шкідливих домішок, їх відливають у великі виливки, тому вони містять підвищену кількість неметалевих включень і шкідливих включень, але це найбільш дешеві сталі. З них шляхом гарячого прокатування одержують листи, труби, балки, швелери, кутики й ін.

У залежності від призначення та гарантованості властивостей сталі звичайної якості діляться на три групи (А, Б, В).

Група А. Сталі поставляються з гарантованими механічними властивостями. Їх використовують у стані постачання, тобто для виготовлення виробів, що не піддаються гарячій обробці. Випускаються семи марок: Ст0, Ст1, Ст2, Ст3, Ст4, Ст5 і Ст6. Чим більший номер марки, тим більший вміст вуглецю, тим вища міцність і нижча пластичність сталі.

Група Б. Сталі групи Б поставляються з гарантованим хімічним складом. Призначені для виготовлення виробів, що піддаються гарячій обробці, для вибору режимів якої необхідні дані по хімічному складу. Поставляється також семи марок: Ст0, Ст1, Ст2, Ст3, Ст4, Ст5, Ст6.

Група В. Сталі поставляються з гарантованим хімічним складом і механічними властивостями. Застосовуються такі сталі для зварних конструкцій, де їх механічні властивості зберігаються в місцях, що не піддаються нагріванню при зварюванні. Випускаються п'яти марок: Ст1, Ст2, Ст3, Ст4, Ст5.

Позначаються вуглецеві сталі звичайної якості буквами Ст, перед якими вказується група сталі за назвою: Б або В (для групи А букви не ставлять), а за буквами цифра, що визначає номер марки, яка залежить від хімічного складу і механічних властивостей сталі.

Наприклад, марка сталі Ст4 сп, це сталь групи А, марки 4, спокійна; марка Б Ст2 кп - сталь, групи Б, марки 2, кипляча; марка В Ст2 пс - сталь, групи В, марка 2, напівспокійна.

Автоматні сталі відрізняються гарною оброблюваністю різанням через підвищений вміст сірки (0,08...0,2%) і фосфору (0,08-0,15%). Вони призначені для виготовлення деталей масового виробництва на швидкохідних верстатах-автоматах. Їх маркують буквою А (автоматна) і цифрою, що показує середній вміст вуглецю в сотих частках відсотка. Наприклад, А12, А20, А30.

Сірка і фосфор полегшують обробку деталей, полегшують відділення і подріблення стружки, усувають прилипання металу на інструмент. Утворення сипучої стружки знижує нагрівання інструменту, збільшує його стійкість, що дозволяє підвищувати швидкість різання. Водночас, вони знижують механічні властивості сталі – в'язкість, пластичність, корозійну стійкість. Тому автоматні сталі використовуються для виготовлення метизів і дрібних малонавантажувальних деталей машин і приладів.

Інструментальні сталі. Вуглецеві інструментальні сталі маркуються буквою У і цифрою, що показує кількість вуглецю в десятих частках відсотка. Застосовуються сталі марок У7, У8, У8А, У10, У10А, У12, У13. У марках високоякісної сталі зі зниженим вмістом сірки і фосфору ($\leq 0,02\%$) наприкінці ставиться буква А. Наприклад, У7А, У10А.

Сталі марок У7, У8 відрізняються максимальною в'язкістю і застосовуються для виготовлення інструменту, підверженого ударам (зубила, рашпилі, ковальні штампи, матриці, пуансони). Зі сталі марок У9, У10 виготовляють ріжучий інструмент - свердла, мітчики, розгортки. Сталі марок У12, У12А, У13 використовуються для виготовлення інструменту, що повинен мати максимальну твердість і зносостійкість (терпуги, надфілі).

3.6 Леговані сталі

Вуглецеві сталі дешевші, але мають ряд недоліків, в першу чергу, не мають спеціальних властивостей. Тому для виробів, що працюють у складних умовах, наприклад, високих тисків, високих температур, корозійного впливу середовищ, застосовують леговані сталі. Це сталі, у які крім вуглецю і постійних домішок, вводяться спеціальні домішки – легуючі елементи (Л.Е.) з метою зміни експлуатаційних властивостей. Легуючими елементами є *Cr, Ni, Ti, W, V* й ін. При легуванні змінюється склад, структура, а, отже й характеристики сплавів.

Розчинення ЛЕ в α - залізі істотно впливає на властивості феріта. Їх атоми відрізняються за розмірами від атомів заліза, тому розчинення

супроводжується перебудовою кристалічної штахети і зміцненням. Особливо інтенсивно зміцнює марганець, кремній, нікель. В'язкість і пластичність при цьому дещо зменшується. Винятком є нікель, що підвищує ударну в'язкість. Легований елемент впливає на температурний поріг низькотемпературної хрупкості. Більшість елементів підвищують його, нікель же знижує.

Вуглець, поєднуючись із залізом, утворює карбід (цементит). Карбіди мають велику твердість, зносостійкість, теплоємність, тому є основною складовою структури інструментальних сталей.

3.7. Класифікація і маркірування легованих сталей

Леговані сталі маркуються набором цифр і літер, що дозволяє визначити хімічний склад, клас за структурою і призначенням. За застосуванням, розрізняють сталі конструкційні, інструментальні, а також сталі з особливими властивостями (спеціальні). У марках, перш за все, показується вміст вуглецю (у конструкційних двозначна цифра, що показує кількість вуглецю в сотих частках відсотка, в інструментальних - однозначна, відповідно до концентрації його в десятих частках відсотка, в останньому випадку, якщо кількість вуглецю $\sim 1\%$, цифра не проставляється). Потім великими українськими літерами вказується наявність ЛЕ, що стоять після кожної літери. Цифра показує кількість даного елемента у відсотках. Якщо вміст ЛЕ $\sim 1\%$, цифра не проставляється. Літера А в кінці марки вказує, що сталь високоякісна (знижений вміст шкідливих включень - *S* (сірка) і *P* (фосфор)). Літери, що позначають ЛЕ, часто збігаються з буквою української назви елемента: *X*-Хром, *H*-Нікель, *T*-Титан, *B*-Вольфрам, *M*-Молібден, *K*-Кобальт, *Ф*-Ванадій, *Б*-Ніобій, *Д*-Мідь, *Г*-Марганець, *Ю*-Алюміній, *С*-кремній, *P*-Фосфор, *A*-азот, *E*-селен, *Ц*-цирконій й таке інше.

Наприклад, 9ХС - інструментальна сталь, що містить 0,9% С, по 1% хрому і кремнію; 12ХНЗ - конструкційна сталь, яка вміщає 0,12% С, 1% хрому, 3% нікелю.

Сталі з особливими властивостями відрізняються великою кількістю ЛЕ: 40Х14Н14В2М, де 0,40% С, 14% *Cr*, 14% *Ni*, 2% *W*, 1% *Mo*. Сталі карбідоутворюючі мають більш високий вміст карбідоутворюючих елементів (*Cr*, *W*, *Mo*, *V*) і вуглецю. Це інструментальні сталі. Наприклад, Р18Ф2К5 - швидкоріжучі сталі з нестандартним маркіруванням, цифра після літери Р показує вміст головного ЛЕ - вольфраму у відсотках. Тут присутні 2% ванадію, 5% кобальту. У цих сталях є хром *Cr* (2-5%), хоча в марці він не показаний.

Конструкційні леговані сталі

Ці сталі повинні мати комплекс властивостей: велику міцність у сполученні з в'язкістю і гарними технологічними властивостями. Вони повинні бути по можливості дешевими. Тому використовуються для виготовлення машин і конструкцій переважно низьколеговані сталі.

Машинобудівні сталі

За вмістом вуглецю ці сталі діляться на цементовані, покращувальні, ресорно-пружинні. Цементовані використовуються для деталей машин, що працюють при зносі під дією ударних і перемінних навантажень. Вони повинні мати високу твердість поверхні при в'язкій серцевині. Ці властивості досягаються в низьковуглецевих сталях (0,08 – 0,35% С) після насичення поверхні вуглецем і термообробки (загартуванням з низьким відпуском). Покращувальні сталі піддаються термічному поліпшенню (загартуванню із високим відпуском). Вони працюють при високих навантаженнях, у тому числі динамічних. Покращувальні сталі – це середньовуглецеві (0,3 – 0,5% С). Найбільш поширеними сталями, що покращуються, є такі їх марки: 40Х, 40ХГТР, 30ХГСА, 40ХНМА, 38ХНЗМФА, 38Х2МЮА й ін. Останні використовуються для виготовлення найбільш відповідальних деталей машин великих розмірів (вали, ротори, турбіни, колінчаті вали), де потрібна в експлуатації підвищена твердість поверхні при в'язкій серцевині. Такі сталі піддаються поверхневою загартуванню з нагріванням ТВЧ.

Пружини і ресори при роботі зазнають багаторазових знакоперемінних навантажень, при цьому вони не повинні піддаватись пластичним деформаціям. Приклади ресорно-пружинних сталей: 65Г, 60С2, 70С3А, 50ХФА.

Інструментальні леговані сталі

Ці сталі застосовуються для ріжучого, вимірювального і штампового інструменту.

Сталі для ріжучого інструменту

Вони повинні бути міцними і зносостійкими, оскільки в процесі роботи інструменти нагріваються, то вони повинні мати теплостійкість (зберігати твердість при нагріванні).

Нетеплостійкі сталі використовуються при роботі з невеликими швидкостями різання. Це леговані сталі марок 13Х, ХВ5, 9ХС, ХВГ, ХВСГ.

Низьколеговані інструментальні сталі дозволяють підвищувати швидкість різання в 1,2-1,4 рази в порівнянні з вуглецевими. Вони використовуються для виготовлення сверدل, метчиків, плашок, протяжок.

Теплостійкі сталі – *швидкорізальні*. Їх використовують при обробці твердих матеріалів при високих швидкостях різання. До їх складу входить більше 10% легуючих елементів і 0,7-1,55% вуглецю. Основним легуючим елементом у їх складі є вольфрам (9-18%). Крім того, до їх складу входить хром, нікель, молібден, ванадій.

Швидкорізальні сталі умовно діляться на помірної теплостійкості і підвищеної теплостійкості. В першу групу входять сплави легіровані W і Mo - P18, P12, P9, P6M3, P6M5. Вольфрамо-молібденові сталі широко

застосовуються, тому що вони дешевші із-за часткової заміни дефіцитного вольфраму молібденом. Ці сталі теплостійкі до 650°C, зберігають твердість не нижче HRC 60.

Сталі підвищеної теплостійкості - це сплави з підвищеним вмістом (>2%) ванадію, а також додатково леговані кобальтом - P6K5, P12ФЗ, P18K5Ф5. Зберігають твердість при нагріванні до 650°C. Марка сталі починається з букви P- швидкорізальна. Цифра, яка стоїть за буквою P, показує вміст основного легуючого елементу - вольфраму. Далі проставляються букви і цифри, які показують вміст спеціальних домішок.

Сталі зі спеціальними властивостями

Вони мають підвищену жароміцність, жаростійкість, зносостійкість та ін.

Жароміцні сталі зберігають свою міцність і твердість при високій температурі. Легуючими домішками яких є: хром, нікель, молібден, вольфрам, кремній, ванадій та ін. елементи.

При температурі 700-1000°C застосовуються жароміцні сплави нікелю, а більш 1000°C - сплави на основі тугоплавких металів. Найбільш поширеними жароміцними сплавами є: ХН77ТЮ, ХН77ЮР, ХН70МВТЮБ.

Жаростійкі (окалиностійкі) - це такі, що не окислюються при високих температурах. Наприклад: 15Х5, 15Х28, 30Х13Н7С2, Т5Х6СЮ, 36Х18Н25С2.

Нержавіючі (корозійностійкі) підрозділяються на хромисті і хромонікелеві. Хром є основним легуючим елементом, що робить сталь корозійностійкою в умовах агресивного середовища: води, пари, розчинів кислот. Для того, щоб сталь була корозійностійкою, вміст хрому повинен бути не менше 12%. Приклади марок: 12Х12, 20Х13, 30Х13 та ін., а хромонікелевих корозійностійких - 12Х18Н10Т, 10Х17Н13М2Т, 12Х17Г9АН4 та ін.

Зносостійкі сталі повинні мати високу твердість і опір стиранню. Цим вимогам відповідають сталі з підвищеним вмістом вуглецю (до 1,75%) і кремнію (1,6%). Високовуглецева хромиста шарикопідшипникова сталь ШХ15, високомарганцева сталь Г13, де (Ш - шарикопідшипникова, Х - Сг, вміст якого виражається в десятих частках відсотка, у даному випадку 1,5%, С ~ 1%), та ін.

3.8. Металокерамічні інструментальні сплави

При різанні з більш високими швидкостями, коли температура нагрівання леза інструмента перевищує 650°C, використовують для виготовлення інструмента металокерамічні тверді сплави. Вони складаються з карбідів WC, TC, TaC, що надають металу твердість, зносостійкість і металевої кобальтової зв'язки, що забезпечує міцність. Одержують вироби методами порошкової металургії, основними операціями якої є пресування і

високотемпературне спікання. У залежності від складу ці сплави діляться на 3 групи. Перша – *однокарбідні*, що містять WC і кобальт. Ці сплави використовуються при обробці матеріалів, які мають сипку стружку (чавун, бронза). Приклади марок: BK 3 (97% WC, 3%Co), BK4, BK6, BK8.

Двокарбідні сплави - вольфрамтитанові, їх використовують для обробки матеріалів зі зливною стружкою і малою теплопровідністю. Приклади марок: T3OK4 (30% Ti, 40% Co, інше WC), T15K6, T5K10.

Трьохкарбідні сплави, що містять WC, TiC, TaC. Вони мають більш високу міцність і зносостійкість, ніж двокарбідні і застосовуються для чорного точіння сталевих зоготівок. Марки TT7K12 (TiC + TaC – 7%, Co – 12%, інше WC), TT20K9, TT10K8.

Штампові сталі використовуються для деформації металу в холодному і гарячому стані. Інструмент при холодній пластичній деформації (витяжний, вирубний, гибочний) повинен мати твердість, зносостійкість, достатню в'язкість. Це сталі високовуглецеві, кількість легуючих елементів залежить від необхідної точності. Прикладами марок цих сталей є: ШХ15, X, ХВГ, 7ХГ2ВМ, Х6ВФ. Інструмент, деформуючий метал у гарячому стані, повинен мати високу твердість і зносостійкість, бути жаростійким. Марки: 5ХНМ, 5ХВН, 5ХГМ.

3.9.Підвищення якості сталі

Для оцінки якості металу визначають його хімічний склад, механічні властивості, використовують макро- та мікроструктурні аналізи, роблять зовнішній огляд та ін. Готові вироби, крім того, характеризуються основними геометричними параметрами.

Основні показники якості зазначаються в супровідній документації: сертифікаті якості і паспорті. Технічні вимоги до якості металу і виробів визначаються в таких документах, як Держстандарти, ТУ, наряди-замовлення й т.ін.

Хімічний склад є основною і важливою характеристикою якості сталі, тому що весь комплекс фізичних, хімічних, механічних і технологічних властивостей залежить від вмісту вуглецю, шкідливих (сірки, фосфору), корисних (легованих) і супутніх елементів.

Методи підвищення якості сталі

Підвищення якості сталі здійснюється різноманітними групами методів:

1. Металургійні.
2. Термічні.
3. Хімікотермічні.

1. Суть *металургійних методів* підвищення якості сталі полягає у виборі способу виплавки сталі. Для одержання сталі звичайної якості та якісної використовуються мартенівський і киснево-конверторний способи виплавки, високоякісні сталі одержують в електропечах, особливо якісні - за допомогою електрошлакового, вакуумно-дугового й інших методів виробництва сталі.

Металургійні способи засновані, по-перше, на усуненні зі сталей газів і неметалевих включень і, по-друге - на зміні хімічного складу сталей за рахунок введення в них спеціальних легованих елементів. Безупинний розлив сталі також сприяє підвищенню її якості.

Електрошлаковий переплав полягає в наступному. З металу, що підлягає обробці, виготовляють електроди (штанги), що опускають у прошарок робочого флюсу, через який пропускають струм. У результаті робочий флюс плавиться й утворює шлак, що виділяє тепло, достатнє для розплавлення електрода, який переплавляється. Краплі металу, які проходять через рідкий шлак, очищуються від сірки, фосфору, газів та інших шкідливих домішок, охолоджуючись утворюють високоякісні виливки. Таким способом одержують високоякісні шарикопідшипникові, жароміцні сплави, що йдуть на виготовлення деталей турбін, конструкційних сталей авіаційного призначення та ін., які володіють високими механічними властивостями.

Вакуумна дегазація полягає в усуненні зі сталі водню, азоту, кисню. Вона здійснюється усуненням домішок при переливі сталі з ковша в порожній ковш, що знаходиться у вакуумній камері, футерованій з середини окислювачем. Струмінь металу, попадаючи в розріджений простір, розпадається на краплі і в результаті відбувається з'єднання вуглецю металу з киснем. Окис вуглецю, водень і азот відкачуються, відбувається дегазація.

Вакуумно-дуговий переплав полягає в тому, що виплавлену сталь переплавляють повторно у вакуумному просторі за допомогою електричної дуги, що виникає між металом-електродом і піддоном виливниці - вакуумування струму металу в процесі заповнення виливниці. В результаті оплавлення металу у вакуумі відбувається дегазація, сталь набуває більш високих механічних властивостей.

2. *Термічна обробка сталі* полягає у впливі на структуру сталі, тобто її внутрішній устрій. Це дозволяє надавати сталі різноманітні властивості. Цей вплив можна робити у твердому стані, тобто у стані готового виробу.

Для цього виріб нагрівають до визначеної температури (набагато нижче температури плавлення сталі), витримують при цій температурі, і потім охолоджують із різною швидкістю. Такий вид обробки називають термічною обробкою. Змінюючи температуру нагрівання і швидкість охолодження, можна одержати виріб з однієї марки сталі, але з різними механічними властивостями. Причиною такої особливості сталі є специфічна спроможність заліза при нагріванні змінювати свій кристалевий устрій (727°C перліт); ферітно-карбідна структура перетворюється в аустеніт.

Зміцненню термообробкою піддаються 8-10% сталей, що виплавляються. У машинобудуванні використовують до 40% термічно оброблюваного прокату. Номенклатура різноманітна: від дрібних деталей приладів до елементів металургійного, тракторного, енергообладнання та ін.

Термічна обробка сталі має такі основні види: загартування, відпустка, віджиг, нормалізація. Характеризуються вони, як було зазначено, температурою нагрівання і швидкістю охолодження.

В результаті нагрівання (750-950°C) із наступним швидким охолодженням, така операція називається загартуванням, сталь набуває високої твердості і міцності, проте, пластичність і в'язкість різко знижуються. Чим більше вуглецю в сталі, тим більше змін робить загартування.

Для загартування використовуються такі рідини: вода, мінеральна олія (нафтова), водяні розчини лугів і солей. Для зниження хрупкості загартованої сталі, підвищення її пластичності і в'язкості, сталь після загартування нагрівають до 100 - 600°C, витримують при цій температурі, потім охолоджують на повітрі. Така операція називається відпусткою (висока відпустка нагрівання до 600°C, низька відпустка нагрівання до 250°C). Чим вище температура відпустки, тим більш пластичною і в'язкою стає сталь. Тривалість відпустки 1-6 годин і залежить від габаритів виробів.

Відмінною рисою віджигу є повільне охолодження після відпустки, часто разом із піччю, де проводилось нагрівання. Наприклад, нагрів до 950°C впродовж 8-12 год., а потім охолодження до 70-90 годин. У результаті в металі утворюється однорідна дрібнозернистість (однорідність зерна), знижується твердість і підвищується пластичність, відбувається зняття напруги сталі. Застосовують віджиги для вирівнювання хімічного складу після виливки (ліквація, флокени), зварювання, штампування, кування перед обробкою різанням.

Нормалізація спрямована на усунення внутрішньої напруги і одержання сталого стану, а також вирівнювання структури металу заготовок і зварювальних конструкцій. Нагрівають до 750-1200°C заготовку, охолоджують декілька швидше, ніж при віджигу. Після нормалізації відбувається перекристалізація, поліпшується структура (дрібнозерниста), підвищується твердість і зменшується в'язкість у порівнянні з віджигом.

Термомеханічна обробка підвищує міцність і ударну в'язкість, зберігає пластичність (змінюється внутрішній устрій металу, відбувається перебудова кристалічної ґратки).

3. *Хіміко-термічна обробка.* У тих випадках, коли необхідно додати певні властивості тільки поверхневому шару (0,2-0,3 мм) виробів, застосовують хіміко-термічну обробку. Вона полягає в нагріванні металу в хімічно активному середовищі (рідкому, газовому, твердому). При цьому відбувається насичення сталі неметалами: C, N, Si, B або металами: Cr, Al й ін.

Відрізняють такі види хіміко-термічної обробки неметалами: цементация, нітроцементация, азотування, цианування, борірування, сіліціювання.

Цементация - насичення поверхні виробу вуглецем при нагріванні в середовищі - карбюрізаторі (твердий і газовий). Температура нагрівання 900 - 950°C. Як правило, піддаються цементации низьковуглецеві сталі (0,2 – 0,3%). Мета цементации - одержання високої поверхневої твердості при в'язкій серцевині, підвищення контактної витривалості зубів черв'ячних коліс, шестерень, фрез. Після цементации, загартування і низької відпустки цементний прошарок має твердість HRC 58-62, а середина 20-35, тобто пластична і в'язка, що підвищує зносостійкість.

Нітроцементация - процес насичення поверхневого слою вуглецем і азотом при температурі 840-860°C в газовому середовищі газу й аміаку впродовж 4-10 годин. Призначення цементации - підвищення твердості, зносостійкості, межі витривалості. Товщина нітроцементного слою 200 - 800 мкм. Як правило піддаються деталі складної конфігурації, схильні до короблення. Нітроцементацию широко застосовують на автомобільних і транспортних заводах.

Азотування - процес дифузійного (570°C) насичення поверхневого прошарку сталі азотом. Азотування дуже сильно підвищує твердість поверхневого слою, його зносостійкість, межу витривалості й опір корозії в середовищі води, пари та атмосфери. Азотування проводять в середовищі аміаку NH_3 при температурі 500-700°C. Твердість таких виробів у 2 рази вище, ніж цементованого прошарку, підвищується зносостійкість. Піддаються азотуванню в основному легувані сталі. У рідкому середовищі азотування проводять у розплавлених цианістих солях $KCNO + NaCN + NO_2CO_3$ або карбаміду $(NH_2)_2CO$ (але ці солі дуже токсичні і дорогі). Азотування широко застосовується для обробки деталей автомобілів (колінчатих валів, шестернів), штампів, пресформ.

Цианування - процес дифузійного насичення поверхневого прошарку сталі одночасно вуглецем і азотом при температурі 820 - 950°C у розплавленій цианістій солі ($NaCN$). Цианований прошарок у порівнянні з цементацией має більш високу зносостійкість, підвищену межу витривалості. Застосовується в основному для дрібних деталей. Стримується через токсичність цианістої солі.

Дифузійна металізація - це насичення поверхневого слою сталі металами, що надають їм визначені властивості (поверхнєве легування) у рідкому, газоподібному, твердому середовищі. Це відбувається такими способами:

1. Зануренням у розплавлений метал.
2. Зануренням у випарюваний дифундуючий елемент, у вакуумі та ін.

Алітування - насичення поверхневого слою алюмінієм. Забезпечується висока окаліностійкість до 800-950°C, тому що утворюється на поверхні плівка окису алюмінію Al_2O_3 , що захищає метал від окислювання. Підвищується корозійна стійкість в атмосфері і морській воді, досягається

висока твердість (деталі розливних ковшів, клапани, газогенератори машин й ін. деталі).

Хромування - насичення поверхневого слою хромом. Збільшується стійкість до газової корозії (600°C) в морській воді та азотній кислоті. Підвищується твердість та зносостійкість деталей пароводяної арматури, клапанів, вентилів, деталей працюючих в агресивних середовищах.

Сіліціювання - насичення поверхневого слою кремнієм, що забезпечує твердість, корозійну стійкість особливо кислотостійкість і жаростійкість, підвищує зносостійкість.

Контрольні питання

1. Визначте, що таке сталь? Які структурні складові сталі?
2. Як впливають *Si* і *Mn* на властивості сталі?
3. Назвіть включення сталі, що викликають низькотемпературну хрупкість. Що це за властивість?
4. Як впливає на властивості сталі сірка?
5. При якому вмісті вуглецю (%) сталь має максимальну міцність?
6. Як впливає вуглець на оброблюваність сталі різанням, зварюванням?
7. Назвіть характеристику вуглецевих сталей.
8. Наведіть класифікаційні ознаки сталей і дайте їм характеристику.
9. Як маркуються вуглецеві конструкційні сталі?
10. Які сталі використовуються для виготовлення пружин?
11. Як маркуються автоматні сталі? Які їхні властивості?
12. За якими властивостями постачаються сталі групи А, групи Б, групи В?
13. Як маркуються інструментальні вуглецеві сталі?
14. Як позначаються сталі для виготовлення виливок?
15. Вкажіть позначення і назву легованих елементів. Як вони впливають на властивості сталей?
16. Як позначаються швидкорізальні сталі із нестандартним маркуванням?
17. Яким комплексом властивостей повинні володіти конструкційні леговані сталі?
18. Вкажіть хімічний склад таких марок сталей: 9ХС, ХВГ, РО6МЗ, Р18Ф2, 6ХВ2С, Х6ВФ, 3ХВВ8.
19. Якими експлуатаційними якостями повинні володіти сталі для ріжучого інструмента? Їхня класифікація, маркування.
20. Класифікація, маркування, властивості і призначення інструментальних твердих сплавів.
21. Класифікація штампувальних сталей, їхні експлуатаційні властивості, приклади марок.
22. Назвіть типи зносостійких сталей, їхні експлуатаційні властивості, маркування.
23. Жароміцні, жаростійкі і корозійні сталі. Їх склад, приклади марок.
24. Які способи термічної обробки можна використовувати для роздріблення

зерна в сталі?

25. Що таке кристалізований віджиг і для чого він застосовується?
26. Як знизити твердість сталей із метою поліпшення їхньої оброблюваності різанням?
27. Для чого використовують нормалізацію?
28. У чому відмінність хіміко-термічної обробки від термічної обробки?
29. З якою метою проводиться цементація, азотування, боридування?
30. Який процес хіміко-термічної обробки сталей забезпечує водночас підвищення корозійно-, жаро- і зносостійкості сталей?

Тести

1. Розшифруйте склад і укажіть назву сталі У13А?
 1. Конструкційна якісна сталь із вмістом вуглецю 0,13%, легована алюмінієм.
 2. Вуглецева інструментальна сталь високої якості, вміст вуглецю 1,3%.
 3. Інструментальна швидкоріжуча сталь, вміст вуглецю 13%, легована азотом.
 4. Вуглецева сталь звичайної якості з вмістом вуглецю 0,13%, групи А.
2. Укажіть назву і склад сталі БСт.4?
 1. Вуглецева якісна конструкційна сталь, вміст вуглецю 0,4%, яка постачається за механічними властивостями.
 2. Вуглецева конструкційна сталь звичайної якості групи Б, марки 4, яка постачається за хімічним складом.
 3. Конверторна вуглецева сталь звичайної якості, інструментальна, марки 4, вміст вуглецю 4%.
 4. Конструкційна якісна сталь, бесемерівська, вміст вуглецю 4%.
3. Визначте марку вуглецевої високоякісної інструментальної сталі.
 1. 7ХЗ.
 2. 5ХНМ.
 3. 4ХЗН4.
 4. ШХ-15.
 5. У8А.
4. Покажіть марку інструментальної легованої сталі.
 1. 9ХС.
 2. 30Н2МФА.
 3. 30ХГС.
 4. Р9.
 5. 40ХН.
5. Назвіть марку та назву сталі, в якій міститься 14% вольфраму(W), 5% кобальту(K).

1. Сталь спеціального призначення для виготовлення високонавантажених виробів 30В14К5.
 2. Інструментальна швидкоріжуча сталь Р14К5.
 3. Жароміцна сталь В14К5.
 4. Зносостійка.
6. Які сталі являються низьколегованими?
1. До 5% легуючих елементів.
 2. До 10% легуючих елементів.
 3. До 15% легуючих елементів.
 4. До 3% легуючих елементів.
7. Який приблизно склад марки 3Х2В8?
1. 0,3С%, Сr-2%, W-8%.
 2. Сr-3%, С-3%, W-0,8%.
 3. 3%С, Сr-0,2%, W-8%.
 4. 0,14-0,25С%, Сr-1-2,5%, W-8-10.
8. Визначте назву і склад сталі А25Г.
1. Високоякісна вуглецева конструкційна сталь, вміст вуглецю 0,25%, марганцю до 1%.
 2. Високоякісна легована конструкційна сталь, вміст вуглецю 0,25%, марганцю до 1%.
 3. Автоматна конструкційна якісна сталь, вміст вуглецю 0,25%, марганцю до 1%.
 4. Автоматна високолегована сталь, вміст марганцю 0,25%, вуглецю до 1%.
9. Визначте марку швидкоріжучої сталі.
1. 40ХН.
 2. У10А.
 3. 9ХС.
 4. Р18Ф2.
 5. 25ХГМ.
10. Які вуглецеві сталі звичайної якості поставляються споживачами із гарантованим хімічним складом?
1. Сталі групи А.
 2. Сталі групи В.
 3. Сталі групи Б.
 4. Сталі групи одержання сталених виливок.
11. Укажіть марку сталі з найбільшим вмістом вуглецю.
1. БСт.3КП.

2. 40Х.
3. 65Г.
4. У13.
5. Ст.5СП.

12. Яка кількість хрому (в%) повинна входити до складу сталі для того, щоб вона була іржостійкою.

1. 5% Cr.
2. 10% Cr.
3. 12% Cr.
4. 2% Cr.
5. 8% Cr.

Розділ 4. Кольорові метали і сплави

4.1. Класифікація кольорових металів

Кольорові метали і сплави широко застосовуються в різних галузях завдяки своїм властивостям, таким як:

- низька щільність при задовільній міцності;
- висока тепло і електропровідність;
- корозійна стійкість і таке інше.

Однак, використання кольорових металів залежить не тільки від їх властивостей, а й від наявності в земній корі, доступності і рентабельності процесу добування, обробки і виробництва.

За фізичними і хімічними властивостями кольорові метали діляться на чотири групи:

- 1 — легкі: алюміній, магній, титан, цезій, калій, берилій, кальцій та інші;
- 2 — важкі: мідь, олово, нікель, свинець, кобальт, ртуть;
- 3 — благородні: золото, срібло, платина, паладій, осмій;
- 4 — рідкі: тугоплавкі — вольфрам, молібден, ванадій, титан;
легкі — стронцій, рубідій, цезій;
радіоактивні — уран, радій, торій, актиній;
розсіяні і рідкоземельні — германій, галій, індій й таке інше.

Значення кольорових металів весь час підвищується, тому що розвиваються такі галузі, як електроніка, ракетобудування, атомна енергетика, швидкісна авіація, медицина, харчова промисловість та ін. Найбільш широкого використання набули такі метали, як мідь, алюміній, цинк, хром, нікель, олово, свинець, магній, титан.

4.2. Алюміній. Властивості, класифікація

Алюміній — метал білого кольору, щільність дорівнює $2,7 \text{ г/см}^3$ температура плавлення $660 \text{ }^\circ\text{C}$, твердість після прокатки і випалювання 20 – 25 НВ, відносне подовження 30-40 %, межа міцності при розтягуванні 80 – 100 МПа, висока тепло-, електропровідність. Це пластичний метал срібно-

сірого кольору, добре обробляється тисненням і зварюванням; на повітрі покривається тонкою оксидною плівкою, що надає йому корозійну стійкість, особливо до азотної кислоти. Недоліками алюмінію є погана здібність до обробки на металорізальних верстатах і низькі ливарні властивості. Нараховують 250 мінералів, які містять алюміній (боксити, алуніти, каоліни). Алюміній — це самий розповсюджений метал в земній корі (8 %).

У залежності від домішок, промисловість отримує 30 марок первісного алюмінію, який складає три групи:

- особливої чистоти;
- високої чистоти;
- технічної чистоти.

Марки алюмінію і вміст домішок показано в табл. 4.1.

Таблиця 4.1

Марки алюмінію

Марка	Вміст алюмінію, %, не менше	Марка	Вміст алюмінію, %, не менше
A 999	99,999 особливої чистоти	A8	99,80 технічної чистоти
A 995	99,995 високої чистоти	A7	99,70
A 99	99,99 --/--	A7 E	99,70
A 97	99,97 --/--	A6	99,60
A 95	99,95 --/--	A5	99,50
A 85	99,85 технічної чистоти	A5 E	99,50
		A0	99,0

Буква Е в марках алюмінію АЕ показує, що даний алюміній призначається для виготовлення електричних дротів.

Алюміній поставляється в чушках вагою 515 і 1000 кг і у вигляді плоских зливок різноманітної довжини і ширини.

Алюміній знаходить широке використання в промисловості. Значна його частина іде на виготовлення електричних дротів, алюміній також використовується в електроніці і ядерній техніці, в харчовій промисловості та в будівництві, в машинобудуванні і космічній галузі, для виготовлення цистерн, трубопроводів. Його використовують як антикорозійне покриття, а також в якості легуючого елемента при виплавленні сталі.

4.3. Сплави алюмінію. Властивості. Маркірування

Сплави алюмінію діляться на дві групи: деформовані і ливарні. *Деформовані сплави* - це сплави алюмінію з міддю, марганцем, магнієм, залізом, цинком, кремнієм та іншими елементами, мають високу пластичність, випускаються у вигляді листів, дротів, труб, прутків і таке інше. Діляться на зміцнюючі і незміцнюючі.

Зміцнюючі алюмінієві сплави можуть підвищувати свою міцність при термічній обробці. Найбільш популярним зміцнюючим сплавом є дюралюміній — сплав алюмінію з міддю, кремнієм і залізом, а можливо і з марганцем і магнієм. Дюралюміній маркірується буквою Д і цифрою, що показує номер сплаву. Випускається п'ять основних марок дюралюмінію: Д1; Д16; Д18; Д19; Д20. Дюралюміній має низьку корозійну стійкість, і для захисту від корозії здійснюється його плакування — нанесення на поверхню металу тонкого захисного шару чистого алюмінію. Такий плакувальний метал позначається буквою П в марці алюмінію — Д18П.

Дуже міцними зміцнюючими алюмінієвими сплавами являються авіалі, які використовуються для виготовлення стійких конструкцій. Маркіровка: АВ; високоміцні алюмінієві сплави : В95; ВАД23; В 93, використовують для виготовлення стрингерів, лонжеронів літаків, кузовів автомобілів й т. ін.

Жароміцні сплави використовують для виготовлення деталей методами гарячої обробки тисненням — куванням, штампуванням. Приклади марок цих сплавів: АК2; АК4; АК8.

Найбільш широко використовуваними незміцнюючими сплавами алюмінію являються сплави на основі алюмінію і магнію, алюмінію і марганцю (магнали). Ці сплави характеризуються не дуже високою міцністю ($\sigma_b = 200 — 320$ МПа), але доброю пластичністю і високою корозійною стійкістю. Підвищення їх міцності можливо способом пластичного деформування. З них виготовляють палубні надбудови і корпуси морських і річкових суден, вікна і двері, зварюють цистерни для пального, азотної і інших кислот. Вони маркуються буквами АМг1; АМг2 (сплав алюмінію і магнію); АМц5; АМц3 (сплав алюмінію і марганцю). Цифра просто кодує номер сплаву.

Особливим класом являються *спечені алюмінієві порошки*: САП1; САП2; САС1; САС2. Виготовляють з них лопаті вентиляторів, турбін, обмотки трансформаторів.

Ливарні алюмінієві сплави призначені для отримання виливок, які володіють добрими ливарними властивостями, достатньою пластичністю, здатністю чинити опір корозії, добре оброблятися різанням: АЛ 1; АЛ 2; АЛ 7.

Основними легуючими елементами є кремній, мідь, марганець, цинк. Найбільш широке розповсюдження знайшли сплави алюмінію та кремнію (силуміни АЛ2) - домішки кремнію досягають 10-13 %. Характеризуються найкращими ливарними властивостями, але недостатньо міцні. Для підвищення міцності до їх складу додають домішки міді, марганцю і магнію, і зменшують вміст кремнію.

Жаростійкі алюмінієві сплави отримують за рахунок сплаву з титаном, нікелем, хромом.

Ливарні алюмінієві сплави поставляються як у вигляді виливок готових виробів, так і в чушках.

4.4. Мідь та її сплави

Мідь — це метал рожево-червоного кольору, щільність дорівнює 8,96 г/см³, температура плавлення 1083 °С, твердість — 85-115 НВ, $\sigma_b = 200-250$ МПа, $\delta = 40-50$ %.

Мідь володіє високою електро- та теплопровідністю, лише не набагато поступається за цими властивостями сріблу. Електропровідність міді в 1,7 разів вища за електропровідність алюмінію. Мідь володіє високою корозійною стійкістю в прісній і морській воді, різних хімічних середовищах, кислотах, лугах, але реагує з аміаком. Розчиняється в гарячій сірній та азотній кислотах. Мідь дуже технологічна і пластична, добре обробляється штамповкою, прокаткою, добре прокатується в листи, дріт, стрічку, добре зварюється та паяється.

Мідь отримують з мідних руд — сульфідних, оксидних. Усі мідні руди відносно бідні. Мідь в природі частіше за все зустрічається у вигляді мідних самородків.

Домішками міді є сурма, срібло, залізо, які впливають на її властивості і електропровідність. У залежності від вмісту домішків виготовляються декілька видів первинної міді, що показано в табл. 4.2. М008, М08, М00 — найбільш чиста мідь використовується для виготовлення провідникових матеріалів, в електротехніці. Друга група - чиста мідь М1, М2 - для виробництва деформованих та ливарних сплавів високої якості. Третя група - менш чиста мідь М3, М4 - для сплавів звичайної якості, яка використовується для виробництва виробів продовольчого машинобудування.

Таблиця 4.2

Марки міді

Марка	Вміст міді, %, не менше	Марка	Вміст міді, %, не менше
М00	99,99	М1	99,9
М0ку	99,97	М1р	99,9
М0к	99,95	М1ф	99,85
М1к	99,9	М2р	99,7
М00б	99,99	М3р	99,5
М0б	99,97	М2	99,7
М1б	99,95	М3	99,7

Її основні марки: катодна – МВЧк, М00к, М0ку, М0к; безкиснева — М00б, М0б; катодна переплавлена - М1у, М1 і т. ін.

4.5. Класифікація мідних сплавів

Сплави з міді класифікуються у три групи: латуні, бронзи, мідно-нікелеві сплави.

Латуні — це сплав міді з основним легуючим елементом цинком, також з іншими елементами. Вміст цинку може досягати 45%. Латуні маркуються літерою “Л” та цифрою, яка вказує вміст міді, а залишок — цинк. З них виробляють медалі та ордени. Наприклад, Л 70 означає: Л – латунь, 70 – вміст міді, останнє – 30 % цинк.

У легованих латунях після букви “Л” показується буквене позначення основних домішок і цифри, які показують вміст міді і домішок.

Наприклад, ЛС 59-1 – латунь, яка вміщає 59 % міді и 1 % свинцю, останнє – 40 % цинк.

Бронзи — сплав міді зі всіма елементами (олово, свинець, берилій, крім цинку) і в залежності від вмісту конкретного елемента вони поділяються на олов'янисті, кремнисті та інші. Вміст елемента позначається російською літерою; поділяються на деформовані та ливарні, мають гарні антифрикційні властивості.

Деформовані маркуються літерами “Бр”, після яких ідуть цифри, що показують вміст легуючих елементів у сплаві, наприклад, БрОЦС-8-4-3, де О — олово (8%), Ц — цинк (4%), С — свинець (3%), все інше — мідь (85%). У марках ливарних бронз вміст кожного легуючого елемента ставиться одразу після букви, що визначає його назву. Наприклад, Бр04Ц4С17, включає 4% олова, 4% цинку, 17% свинцю.

Із сплавів на основі міді широке поширення одержали мідно-нікелеві сплави — мельхіори (МНЖМц 30-1-1, МН19), нейзильбери, копелі, константани, монелі, хромелі. Наприклад, із мельхіору МН-19 виготовляють медичні інструменти, деталі в точній механіці і т.і.

4.6. Протигальмувальні сплави

Протигальмувальні сплави володіють малим коефіцієнтом тертя, тому призначені для виготовлення втулок, підшипників ковзання, вузлів тертя. До матеріалів цих виробів висуваються такі вимоги: добра в'язкість, низький коефіцієнт тертя, достатня пластичність, добра теплопровідність, мікропористість (для змащування), приробленість й т. ін.

Для виробництва втулок, підшипників використовують металічні і біметалічні матеріали. Металічні виготовляють з сірого чавуну, а якщо біметалічний вузол, то сталь і чавун покривають баббітами.

Баббіти — протигальмувальні сплави, основу яких складає олово чи свинець, тому вони діляться за хімічним складом: олов'яні, олов'яно-свинцеві, свинцеві баббіти. Найкращими властивостями володіють олов'яні баббіти. Крім олова до їх складу входить сурьма, мідь, а іноді й свинець. Основними марками олов'яних баббітів є Б83, Б88, Б89, Б83С. Баббіт Б83 включає 83 % олова, 10-12% – сурьми, 5,5 – 6,5 % міді.

Олов'яні баббіти дорогі, використовуються для виготовлення підшипників для механізмів великої потужності (парові турбіни, гідравлічні преси, дизелі й т. ін.).

Олов'яно-свинцеві баббіти використовуються як замітники олова (для його економії) при виготовленні підшипників, які працюють в умовах навантажень (електропотяги, паропотяги, гідротурбіни й т. ін.).

Прикладами марок олов'яно-свинцевих баббітів є: БН, БС6; Б – баббіт, Н – нікель (легований нікелем, для підвищення корозійної стійкості). БС6 – вміщує 6 % олова, а також домішки свинцю.

Свинцеві баббіти є найдешевшими. Їх виготовляють із свинцю та домішку кальцію, натрію та інших металів. Наприклад, БКА вміщує майже 1 % кальцію, біля 1 % натрію і алюмінію, останнє – свинець. Із цих баббітів виготовляють підшипники для залізничного, міського транспорту й іншого обладнання.

Останнім часом широко використовуються порошкові метали. Протигальмувальні сплави постачаються в чушках різних форм з проймами чи поперечними пережимами вагою 20-28 кг.

Контрольні питання

1. Визначте значення використання кольорових металів.
2. Назвіть класифікацію кольорових металів.
3. Алюміній. Властивості алюмінію, класифікація.
4. Класифікація, характеристика та маркіровка алюмінієвих сплавів.
5. Мідь. Властивості міді, класифікація.
6. Класифікація, характеристика та маркіровка мідних сплавів.
7. Протигальмувальні сплави. Класифікація, характеристика та маркіровка антифрикційних сплавів.

Тести

1. Вкажіть марку ливарної бронзи.
 1. Бр ОЦ 4-3.
 2. Бр АЖ 9-4.
 3. БрБ2.
 4. Бр04Ц4С6.
 5. БРС-30.

2. Укажіть, які види сплавів мають такий принцип маркірування: Бр ОЦС -8-4-3, ЛАЖ 60-1-1.
 1. Ливарні.
 2. Деформаційні.
 3. Високоміцні.
 4. Спечені.
3. Що показує цифра в баббіті марки Б 89?
 1. 89% міді.
 2. 89% олова.
 3. 89% сурьми.
 4. 89% свинцю.
 5. 89% сірого чавуну.
4. Назвіть марку алюмінію високої чистоти.
 1. А995.
 2. А999.
 3. А85.
 4. А6.
 5. А8.
5. Назвіть марку сплаву алюмінію з міддю, магнієм, марганцем та іншими елементами, термічно зміцнюваного.
 1. А85.
 2. Д20.
 3. Д14.
 4. В95.
 5. АК5.
6. Сплав міді з яким основним елементом називається латунню.
 1. З оловом (Sn).
 2. Алюмінієм (Al).
 3. Цинком (Zn).
 4. Залізом (Fe).
 5. Сріблом (Ag).

Розділ 5. Продукція прокатного виробництва

5.1. Характеристика процесів обробки металів тиском

Металопродукція прокатного виробництва відноситься до найбільш прогресивних і технологічних засобів отримання виробів обробкою металів тиском. Ця обробка основана на здібності металів змінювати свою форму та розміри під дією зовнішніх сил не руйнуючись (пластичність металів). Внаслідок такої обробки заготовка за розмірами та формою наближається до форм та розміру готової деталі, що призводить до найбільш раціонального використання металу та зниження собівартості готової продукції. Пластичність залежить від хімічного складу, структури, від механічних властивостей, від температури нагріву, швидкості деформації.

Пластичність крупнозернистого металу нижча, ніж дрібнозернистого. Знижують пластичність неметалеві включення, пори. З підвищенням температури нагріву металу пластичність збільшується, а опір деформації зменшується.

Основними процесами обробки металів тиском є:

- волочіння;
- кування;
- пресування;
- штампування;
- прокатка.

Прокатка є одним із основних засобів обробки металів тиском, шляхом обжимання холодного чи нагрітого металу валками прокатних станів.

У процесі прокатки заготовка пластично деформується, зменшується її товщина, збільшується довжина і надається їй потрібна форма.

Розрізняють холодну і гарячу прокатку.

Для нагріву металів використовується наступні види печей: методичні, камерні та електропечі.

У методичних печах температура підвищується від вікна загрузки до вікна вигрузки.

У камерних печах температура однакова по всьому простору печі. Температура нагріву металу - від 800 до 1200 °С.

Найбільш прогресивним способом нагрівання заготовок є електронагрівання.

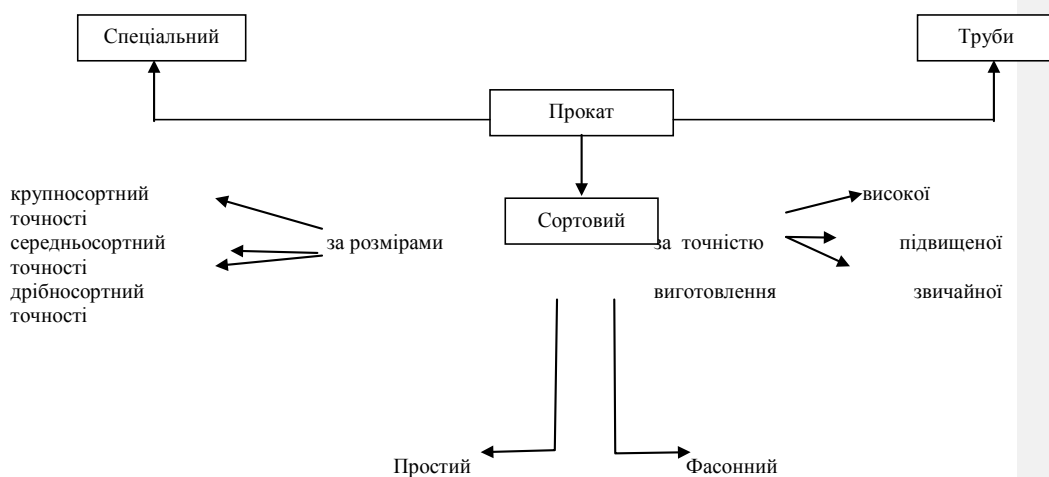
Продукція прокатного виробництва є заготівками для подальшої обробки різанням, штампуванням. Початковим матеріалом для отримання прокату є вилити метал. Заготівками прокату є блюми (квадратна форма профілю), сляби (прямокутна форма профілю), сутунки і трубні заготівки.

5.2. Класифікація та характеристика прокату

У прокатному виробництві метал перетворюється у готову продукцію у виді листів, прутків, стрічок, труб, фасонних виробів, тобто більше 1000 найменувань різного *профілю* – форма поперечного перерізу, яка може бути однаковою чи різною по довжині прокату. Сукупність різних профілів та їх розмірів називається *ортаментом прокату*. Він ділиться на такі групи:

- 1) заготівлі прокатні (блюми та сляби);
- 2) сортовий прокат;
- 3) листовий прокат;
- 4) профілі спеціального призначення;
- 5) прокат періодичного профілю і гнуті профілі;
- 6) труби.

На мал. 5.1 показана класифікація продукції прокатного виробництва.





Мал. 5.1. Класифікація продукції прокатного виробництва.

У залежності від точності прокат випускається наступних видів:

- А – високої точності;
- Б – підвищеної точності;
- В – звичайної точності.

Прокат випускається із плюсовим чи мінусовим відхиленням числової характеристики параметрів від номінального значення в більшу чи меншу сторону.

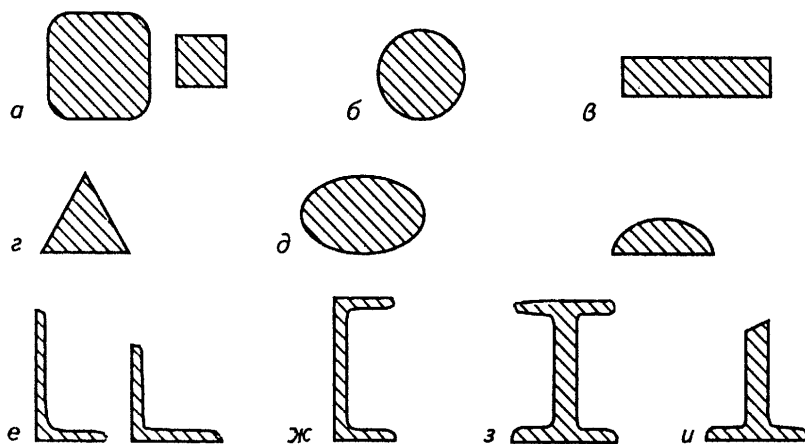
У залежності від матеріалу прокат ділиться на:

- рядовий (сталі звичайної якості);
- якісний (високоякісні сталі).

У залежності від профілю сортовий прокат ділиться на прокат:

- простого профілю;
- фасонного профілю.

Основні види сортового прокату показані на мал.5.2.



Мал. 5.2. Основні види сортового прокату: а – квадратний; б - круглий(пруток); в – полосовий; г – трикутний; д – овальний, сегментний; е – кутовий нерівнополичний і рівнополичний; ж – швелерний; з – двотавровий; и – тавровий.

До сортового прокату простого профілю відносяться:

- сталь гарячекатана кругла: діаметром від $\text{Ø } 5 \div 250$ мм; довжина (L) прутка від $1,5 \div 10$ м;
- сталь гарячекатана квадратна; зі стороною квадрату до 200 мм і довжиною прутка $L=1,5 \div 10$ м;
- сталь гарячекатана шестигранна, діаметр вписаного кола дорівнює $8 \div 100$ мм; $L = 2 \div 6$ м;
- сталь полосова, шириною 12 - 200 мм, товщиною 4 – 60 мм, довжиною $L = 3 - 9$ м;
- сталь трикутнікова, сегментна, напівкругла, шинна і т. ін.

За розмірами прокат простого профілю ділиться на :

- крупно сортний, якщо діаметр прутка більше 100 мм;
- середньосортний - $\text{Ø } 38 - 100$ мм;
- дрібносортний - Ø до 38 мм.

У контракті на поставку простого прокату вказується його вид, основні розміри, марка сталі, номер стандарту й т. ін. Наприклад:

100 – В – НД – ДСТУ

де:

НД – нормальна довжина;

Коло _____, В – звичайна точність
 обробки; Ст 30 ДСТУ 30 – сталь конструкційна;
 100 – діаметр кола.

де:
 Б 60 ДСТУ Б – підвищеної точності
 обробки; Квадрат _____, 60 – сторона квадрата (мм).
 Ст 3 ДСТУ

До сортового прокату фасонного профілю відносяться:

- кутики рівнополичні з шириною полиць 20 ÷ 250 мм. Ширина полиць визначає їх товщину, радіуси закруглень і є визначальною для позначення цього профілю. Профілі кутиків рівнополичних випускаються номерами від №2 до №25, довжиною 3-12 м.

- кутики нерівнополичні випускаються з шириною більшої полиці 25-250 мм, меншої 16-165 мм. Позначення здійснюється неправильним дробом, в чисельнику позначається ширина більшої полиці, в знаменнику - меншої. Наприклад, №2,5/1,6. Довжина кутиків нерівнополичних може бути від 3 до 12м.

- швелер номерується по висоті профілю (розмір h) від №5 до №40, тобто його висота коливається в межах 50 -400 мм. Висота є основним розміром, який визначає ширину полиць, товщину стінок, радіуси скруглень. Швеллер випускається довжиною 5-19 м.

- двотаврова балка позначається по висоті профілю (розмір h) від №10 до №70, тобто висота балки 100-700 мм, довжина 5-19 м.

Листовий прокат.

До нього відносяться тонколистова та товстолистова сталь; трьохшарова та двухшарова, стрічка, гарячокатана і холоднокатана.

У залежності від товщини прокат випускають:

- товстолистовий від 4 до 160 мм; різної ширини і довжини. Максимальна ширина 600-800 мм, довжина 3-4 м.
- тонколистовий від 0,5 до 4 мм; ширина листів 600-1400 мм, довжина 1,2-4м.

Випускають прокат в рулонах, листах. У замовленні на листовий прокат вказують:

Лист $\frac{\text{Б – ПН – 0 – 4,0 * 1000 * 3000 ДСТУ}}{\text{В ст 2 КП ДСТУ}}$, де

Б – точність прокатки;
ПН – плоскість нормальна;
О – обрізний край;
ВСт 2 КП – марка сталі;
4,0 x 1000 x 3000 – розміри листа.

Велике використання отримала листова сталь з покриттям та гнуті профілі. Листова сталь з покриттям – біла жерсть; оцинкована сталь – покрита шаром цинку, декапірована сталь - з протравленням поверхні.

Прокат спеціального призначення включає прокат різних видів із різноманітною формою профілю в залежності від його призначення: овальний, сегментний, трапецієвидний, кільцевий, рельси залізничні, трамвайні, кранові та інші. Рельси позначаються по масі 1м довжини, вираженої в кг. Мають номери Р75, Р50, Р13, Р38, Р24, Р8,Тн-60, Тн-55. Рельси усіх видів випускаються довжиною 12,5 і 25 м. Більш легкі, такі як Р11, Р8 випускаються довжиною 7 і 8 м.

Прокат періодичного профілю

Це вироби з профілем, який періодично повторюється по довжині прокату. Форма поперечного зрізу може бути круглою, квадратною, овальною, прямокутною і т. ін. Форма може чередуватись. Прикладом тому може бути арматурна сталь.

Гнуті профілі – це прокат, який виготовляють методом холодного профілювання листів, стрічок; виготовляється різного профілю, є досить економічним видом прокату.

Серед продукції прокатного виробництва велике використання знаходять *труби*, які класифікуються за рядом ознак:

за матеріалом:

- труби чорних металів (чавунні, сталеві);
- труби кольорових металів;

за методом виробництва:

- тянуті (безшовні);
- зварні труби – зварюються з листів прокату.

за призначенням:

- загальні (водо; газопровідні);
- спеціальні (жаростійкі, корозійностійкі);

за формою (профілю)

- круглі;
- квадратні;
- фасонні;
- овальні;

за видом металевого покриття:

- оцинковані; лужені;
- нікеліровані; хроміровані;

У замовленні пишеться:

труба 630x70 — Б Ст 2 КП ДСТУ , що означає:

630 – діаметр труби;

70 – товщина стінки;

Б Ст 2 КП – марка сталі.

5.3. Умови транспортування, зберігання прокату

Поставляється прокат партіями однорідної за якістю продукції, яка направляється на одну адресу і супроводжується документом – сертифікатом якості, в якому вказується товарний знак, найменування товаровиробника, номер партії та результати дослідження якості, номер стандарту. Поставляється залізничним транспортом – транзитна поставка, зі складів дилерських організацій – складська партія.

Основними вимогами при транспортуванні є збереження споживчих властивостей металовиробів, які закладаються в процесі виробництва. Велику небезпеку несуть механічні пошкодження і пересортування виробів.

Сортовий листовий та інші види прокату можуть бути пом'ятими, зігнутими та переплутаними. Велику небезпеку несе механічне пошкодження прокату з захисним покриттям або спеціальним обробленням (шар олова, цинку). Для уникнення механічних пошкоджень всіх видів металів необхідно дотримуватись певних заходів: правильно складувати, розвантажувати, зв'язувати, упаковувати в тару та інше.

Важливою умовою попередження механічних пошкоджень є упакування металопродукції. Дрібносортовий прокат, полосову і тонколистову сталь слід надійно зв'язувати у в'язку. Не підлягає упакуванню прокат великих розмірів. Для попередження пересортування використовують маркування відповідно до ДСТУ: маркують кожне товарне місце продукції

нанесенням фарби чи прикріпленням бірок, також використовується набивна маркіровка. Металопродукцію великих розмірів клеймують поштучно на відстані 50 - 100 мм від кінця прокату. Маркують фарбою різного кольору, прикріплюють бірки.

Прокат до 25 мм поставляють у в'язках з кольоровою маркіровкой чи з прикріпленням бірок. Зберігають на відкритих складських площадках чи у закритих складських приміщеннях.

5.4. Металеві вироби промислового призначення (метизи)

Метизи - це вироби подальшої переробки (четвертої переробки) металів. До метизів відносяться: дріт та дротові вироби, сталеві сітки, металеві зварні електроди, сталеві канати, металокард, сталеві стрічки, кріпильні вироби (болти, гвинти, шпильки, шурупи, залізничні костилі та ін.)

Дріт – виробляється різної форми: круглий, квадратний, напівкруглий, фасонний та ін. Класифікується дріт:

за діаметром:

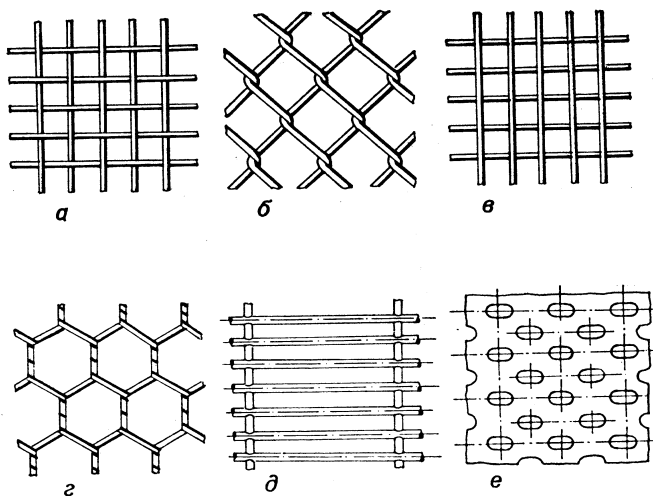
- особливо товстий - \varnothing більше 8 мм;
- товстий - \varnothing 6 – 8 мм;
- середньої товщини - \varnothing 1,6 – 6 мм;
- тонкий - \varnothing 0,4 – 1,6 мм;
- тонкіший - \varnothing 0,1 – 0,4 мм ;
- найтонкіший - \varnothing менш ніж 0,1 мм.

За призначенням – конструкційний, інструментальний, пружинний, арматурний і т. ін.

За формою профілю – круглий, плоский, квадратний, прямокутний, шестигранний, трикутний, періодичного профілю.

За хімічним складом – низько-, середньо-, високолегований. Крім того, випускається з покриттям і відповідної термообробки.

Сітки – використовуються для просіювання різних матеріалів, фільтрації різних газів та рідин, осушення різних вологих матеріалів (мал. 5.3.).



Мал. 5.3 Основні види металевих сіток.

За способом виготовлення розділяються на ткані, плетені, зварні, скручені, шпарові, колосникові, штамповані (виготовлені із листової сталі). Основною характеристикою сітки є її просіююча здатність, яка визначається площею живого перерізу. Площа живого перерізу визначається відношенням площі чарунок до всієї площі сітки.

Щільність сітки – це відношення площі дроту до всієї площі сітки. За щільністю сітки підрозділяються на:

- сітки малої щільності (питома вага дроту – до 25%);
- сітки нормальної щільності (питома вага дроту 25 – 50%);
- сітки великої щільності (питома вага дроту 50 – 75%);
- сітки особливо великої щільності (питома вага дроту – понад 75%).

Сітки *нумеруються* за розміром сторони чарунки у світлі, вираженої у міліметрах. Якщо номер сітки – N 05, це означає, що довжина сторони квадратної чарунки 0,5 мм.

Сітки *постачаються* у бухтах, рулонах, пачках. Якщо сітка постачається в пачках, то торці повинні бути обшиті дошками, якщо у рулонах – папером, чи ганчіркою для запобігання травматизму.

Стальні канати широко використовуються в підйомно-транспортному устаткуванні, в устаткуванні для розробки корисних копалин на великій глибині, для оснащення підвісних канатних доріг, а також в устаткуванні по механізації технічних робіт у різних галузях. Їх одержують, скручуючи та переплітаючи декілька рядів дроту.

Конструкції канатів визначаються переліком цифр, де перша визначає кількість пасм, друга – кількість дротів в пасмах, цифри в дужках: перша – кількість центральних дротів, друга – кількість дротів в першому прошарку, третя – кількість дротів у другому прошарку і т. ін.

Основні характеристики канатів такі: розривна сила, тимчасовий опір розриву, коефіцієнт запасу міцності.

Зварювальні електроди відносяться також до метизів. Зварювальні електроди – це металеві стержні, покриті обмазочною масою по товщині маси. Випускаються з тонким (М), середнім (С), товстим (Д) та особо товстим шаром покриття. Взагалі товщина шару покриття досягає 1-3 мм. Залежно від механічних властивостей зварюваного шва металу розрізняють електроди, наприклад, Е42; Е42А - цифра показує міцність до розриву зварного шва в МПа, літера А говорить про те, що цей електрод може підвищити міцність та ударну в'язкість зварного шва (це електроди з покриттям). Електроди без покриття – це звичайний дріт. Використовується 77 марок дроту різного складу який позначається Зв – 08; Зв – 10Г; Зв – 12Х11НМФ. Порошковий дріт – це трубка, усередині якої знаходиться порошковидна шихта для захисту шва від впливу атмосфери.

Кріпінні вироби – це найбільш розповсюджений вид метизів. За призначенням поділяються на:

- стрижневі (цвяхи, гвинти, болти, шурупи, шпильки, костилі, металічні крючки);
- гайки та інші.

Болт – це гвинт із гайкою. Скріплення двох деталей здійснюється за допомогою гайки. Використовується для скріплення частин, коли не потребується довговічного поєднання, коли необхідно часто розбирати конструкцію. Гвинти, навпаки, використовуються, коли не треба часто розбирати конструкцію. Гвинт вкручується в одну із деталей і з'єднує конструкцію. Болти, гвинти, шурупи позначаються за діаметром різьби, наприклад, М 20; М 40, де М – метрична різьба, діаметром 20 мм; та можуть позначатися по довжині і т.д. Окрім метричної різьби, існує ще трапецієвидна різьба. Шпилька має різьбу з обох кінців. Шурупи призначаються для скріплення між собою дерев'яних виробів або металевих і дерев'яних. Болти, гвинти, шпильки і гайки, цвяхи поставляються в дерев'яних ящиках, коробах, бочках і паперових мішках.

Контрольні питання

1. Назвіть види продукції, одержувані обробкою металів тиском, в чому її прогресивність?
2. Які властивості металів проявляються при одержанні металів тиском?
3. Які групи прокату одержують в прокатному виробництві? Дайте їм характеристику.
4. Класифікація сортаменту за різноманітними ознаками.
5. Які умови позначення і маркування прокату?
6. Які умови постачання, зберігання, транспортування прокату, контроль якості продукції?
7. Що таке метизи, за якими ознаками здійснюється їх класифікація?

8. Дріт, металеві сітки, сталеві канати, сталеві стрічки і зварювальні електроди, кріплені деталі. Назвіть їх характеристики, визначте їх призначення, товарне маркування.
9. Які умови транспортування, зберігання, постачання металовиробів промислового призначення?

Тести

1. Які умови нумерації швелера?
 1. По висоті профіля (розмір h). №5-№40.
 2. По ширині полок та висоті профіля №5-№40.
 3. По висоті профіля №5-№40, товщині стінки.
 4. По висоті полок і радіусам скруглень.
1. Що відноситься до сортового прокату фасонного профілю?
 1. Сталь горячекатана шестигранна.
 2. Сталь горячекатана кутова нерівнобока.
 3. Швелер.
 4. Двотавр.
 5. Прокат періодичного профілю.
2. Які пошкодження металопрокату виникають при порушенні правил транспортування і зберігання?
 1. Механічні пошкодження поверхні.
 2. Деформація і спутування.
 3. Пластичний прогиб, змяття.
 4. Пересортування.
 5. Порушення хімічного складу.
3. За якими ознаками класифікуються труби в залежності від призначення?
 1. Труби зварні.
 2. Труби безшовні.
 3. Жароміцні, жаростійкі, інструментальні.
 4. Газові.
 5. Труби фасонного профілю.
4. Який прокат відноситься до листового?
 1. Сталь товстолиста горячекатана.
 2. Сталь рулона горячекатана.
 3. Жерсть біла.
 4. Сталь прокатна полосова.
 5. Стрічка сталеві.
5. Які дані вказуються в заказі на постачання труб?

1. Діаметр труби.
 2. Діаметр труби, її довжина, товщина стінки, ДСТУ.
 3. Назва, діаметр труби, довжина, товщина стінки, марка сталі і ДСТУ на цю сталь.
 4. Назва труби та її товщина.
6. Які вироби відносяться до метизів?
1. Гвинти, болти.
 2. Канати.
 3. Зварювальний дріт.
 4. Сітки.
 5. Рівнополічна сталь.
7. На які види розподіляються сітки за способами виготовлення?
1. Зварні.
 2. Плетені.
 3. Тканні.
 4. Литтеві.
 5. Кручені.
8. Який принцип нумерації металевих сіток?
1. За розмірами чарунки в мм, наприклад 0,5 мм-№05.
 2. За діаметром дроту, наприклад $\varnothing 0,5$.
 3. За щільністю сітки.
 4. За способом виготовлення.
 5. За призначенням.

Розділ 6. Паливо

6.1. Класифікація, склад і основні характеристики палива

Паливо як джерело енергії є основою економіки народного господарства. Паливно-енергетична промисловість є базовою галуззю народного господарства, на основі досягнень якої вирішуються як виробничі, так і соціальні задачі.

Паливо - це природні або штучні органічні пальні речовини, використовувані як джерело енергії або сировина для промисловості.

У залежності від характеру використання паливо підрозділяється на енергетичне, технологічне або комплексне.

Якщо паливо використовується як джерело енергії, то воно називається *енергетичним*, коли паливо бере участь у технологічному процесі як реагент у плавильних, випалювальних та інших промислових печах - називається *технологічним*, і *комплексним*, коли з палива попередньо виділяють цінні речовини, які використовуються як хімічна сировина, а потім застосовують у якості енергетичного палива.

Спалювання енергетичного палива забезпечує енергією теплові електростанції, промислові підприємства, транспорт, побут, одержання механічної й електричної енергії.

Структура паливно-енергетичного балансу світу:

- Нафта - 40%;
- Вугілля-31%;
- Природний газ - 23%;
- Інші види палива -1%;
- Атомна енергія - 2%;
- Гідроенергія - 3%

Класифікація палива

Всі види палива за *агрегатним станом* діляться на:

<i>ТВЕРДЕ</i>	<i>РІДКЕ</i>	ГАЗОПОДІБНЕ
Вугілля (буре, кам'яне, антрацит) дрова, сланці, торф, відходи сільського господарства	Нафта, продукти її переробки (бензин, керосин, мазут)	Гази природні, гази переробки вугілля, нафти та інші

За походженням паливо підрозділяється на:

Природне, яке використовується в тому виді, в якому воно знаходиться в природі.

Штучне, яке одержується в результаті переробки природного палива:

ТВЕРДЕ	РІДКЕ	ГАЗОПОДІБНЕ
Кам'яновугільний кокс, дерев'яне вугілля, полукокс, брикети	Бензин, керосин, дизельне паливо, мазут	Гази: коксовий світільний, крекінговий, доменний, генераторний (повітряний, водяний або змішаний)

За масштабом застосування:

ВСЕСВІТНЬОГО ЗНАЧЕННЯ	МІСЦЕВОГО ЗНАЧЕННЯ
ТВЕРДЕ Кам'яне вугілля Антрацит	ТВЕРДЕ Буре вугілля Торф Відходи деревини Пальні сланці

Паливо складається з органічної частини, що містить вуглець, водень, сірку, азот, кисень; і зовнішнього баласту - це мінеральні речовини, що при згоранні утворюють золу і вологу.

C;	H;	N;	O;	S;
A i W				

Тепло виділяють при згоранні вуглець і водень; азот, кисень, сірка представляють внутрішній баласт палива. Співвідношення горючої маси (C, H) і баласту й обумовлює характеристики палива. Баласт знижує енергетичні показники палива, підвищує вартість транспортування, ускладнює технологію переробки. Сірка, перетворюючись у токсичні газоподібні оксиди SO_2 і SO_3 , забруднює навколишнє середовище.

Зола, що утворюється при згоранні палива містить окисли магнію, кальцію, натрію, заліза.

За елементним складом всі існуючі види палива підрозділяються на три

класи:

1. Складається з вуглецю (кокс, дерев'яне вугілля).
2. Складається з водню і вуглецю (нафта і продукти її переробки, газоподібні вуглеводи).
3. Складається з вуглецю, водню і кисню (копальневе вугілля, дрова, торф, брикети, генераторний газ і ін.).

Якісними показниками палива є такі характеристики:

- питома теплота згорання;
- вихід летучих речовин;
- вміст вологи, золи, сірки та ін.

Питома теплота згорання - це кількість теплоти, що виділяється при повному згоранні 1 кг твердого або рідкого палива і 1 м³ газоподібного палива. Кількість теплоти вимірюють у калоріях або джоулях (1 кКал =

4,1867 кДж). Чим вище вміст вуглецю і водню, тим більша теплота згорання палива.

При постачаннях палива в супровідних документах теплоту згорання підставляють до робочої маси палива (органічна частина + зола + волога), сухої маси (органічна частина + зола), паливної маси (органічна частина).

Розрізняють вищу і нижчу теплоту згорання палива. *Вища теплота згорання* (Q_v) - це кількість теплоти, що виділилася при повному згоранні одиниці маси вугілля, з урахуванням теплоти конденсації водяного пару, що утворився внаслідок наявності вологи в паливі. *Нижча теплота згорання* (Q_n) - без урахування теплоти конденсації водяного пару. Всі основні теплотехнічні розрахунки ведуться за показниками нижчої теплоти згорання палива на робочу масу.

Оцінку теплоти згорання проводять також розрахунковим шляхом на підставі даних елементного складу палива (формула, запропонована Д.І. Менделєєвим)

$$Q_n^p = 81C + 244H - 26(O - S) - 6W \text{ кКал/кг,}$$

де: коефіцієнти при елементах показують кількість тепла, що виділяється ними при згоранні; 6 - кількість тепла, що витрачається на перетворення в пар 1 г. води. Чим вище теплота згорання, тим більше практична цінність палива. Різні види палива мають різну теплоту згорання, тому що володіють різним елементним складом, фізичними і хімічними властивостями (див. табл. 6.1).

Таблиця 6.1

Теплота згорання і калорійні еквіваленти основних видів палива

Найменування палива	Q_n^p , ккал/кг	Q_n^p , Дж/кг	$\mathcal{E}_{\text{кал}}$
Умовне	7000	29307	1,00
Буре вугілля	3400	14235	0,49
Кам'яне вугілля	7001	29310	1,00
Антрацит	7220	30230	1,03
Торф	3210	13440	0,46
Деревина	2300	12560	0,43
Нафта	10000	41867	1,42
Бензин	10780	45216	1,57
Дизельне	10200	42704	1,45
Мазут	9900	41448	1,40
Гази:			
- природний	8480	35586	1,21
- водяний	2600	10885	0,37
- світільний	4300	18003	0,63
- скраплений	10987	46000	1,56
Уран - 235	2010 ⁹		

*ДСТУ, ГОСТи, ТУ.

$$E_{\text{кал}} = Q_{\text{н}^{\text{р}}}/29307 = Q_{\text{н}^{\text{р}}}/7000,$$

де: $Q_{\text{н}^{\text{р}}}$ і $Q_{\text{н}^{\text{р}}}$ - теплота згорання палива відповідно до кДж/ кг і ккал/кг по нижчій теплоті згорання на робочу масу.

Для зіставлення ефективності різноманітних видів палива, а також для зручності розрахунків при плануванні потреби, при урахуванні запасів уведено поняття «умовне паливо».

Теплота згорання еталона умовного палива прийнята для твердого і рідкого палива на рівні 29307 кДж/кг, для газоподібного - 29307 кДж/м³ (відповідно 7000 ккал/кг і ккал/м³).

Співвідношення між реальним і умовним паливом виражається за допомогою *теплого еквівалента* ($E_{\text{кал}}$), що визначається співвідношенням нижчої теплоти згорання натурального палива до теплоти згорання умовного палива

$$E_{\text{кал}} = Q_{\text{н}^{\text{р}}} / Q_{\text{у}} = Q_{\text{н}^{\text{р}}}/7000 = Q_{\text{н}^{\text{р}}} / 29307,$$

При розрахунках різноманітних видів палива, які застосовуються у котельних установках, користуються технічним еквівалентом:

$$E_{\text{тех}} = (Q_{\text{н}^{\text{р}}} / 7000) \cdot \eta_{\text{у}},$$

де $\eta_{\text{у}}$ - к.к.д. котельної установки при згоранні даного палива.

Переклад маси натурального палива в умовне проводиться множенням його маси на тепловий еквівалент.

$$M_{\text{нат}} = M_{\text{у}}/E_{\text{кал}}$$

$$M_{\text{у}} = M_{\text{нат}} \cdot E_{\text{кал}}$$

Наприклад, на складі в споживача знаходиться 10 тон бурого вугілля ($M_{\text{нат}}$). Яку частину потреби в бурому вугіллі забезпечує ця кількість, якщо для повнооб'ємного забезпечення потреби необхідно 20 тон умовного палива? Теплота згорання бурого вугілля $Q_{\text{н}^{\text{р}}} = 3400$ ккал/кг.

$$M_{\text{у}} = M_{\text{н}} \cdot E_{\text{кал}}; E_{\text{кал}} = Q_{\text{н}^{\text{р}}} / 7000 = 3400 / 7000 = 0,49;$$

$$M_{\text{у}} = 10 \cdot 0,49 = 4,9 \text{ т} = 4900 \text{ кг} = 4,9 \text{ т}.$$

$$O_3 = (4,9_{\text{т}} / 20_{\text{т}}) \cdot 100 = 24,5 \%$$

Видобуток рідкого і газоподібного палива в багато разів дешевше, чим твердого, згорання рідкого і газоподібного палива у форсунках і пальниках технологічно простіше, чим згорання твердого в топках.

6.2. Сучасне становище паливно-енергетичного комплексу України

До 50 - х років основним видом палива було кам'яне вугілля. Проте в наступні роки тверде паливо виявилось неконкурентоспроможним у порівнянні з транспортабельним, більш дешевим і більш калорійним рідким природним і газоподібним паливом. Одночасно з цим швидко розвивалася і хімічна промисловість, що споживає нафту і газ як основну технологічну сировину.

В умовах високих темпів його споживання воно стало дефіцитним, (запаси почали виснажуватися), що викликало різке підвищення цін на нафту і газ. Частка палива й енергії у вартісному вираженні в структурі собівартості випуску продукції значно зросла, що спричинило за собою підвищення цін на продукцію, яка випускається. Енергоємність національного доходу України в 4 - 6 разів вище, чим у США, Японії, країнах Західної Європи. Протягом останніх років Україна переживає велику енергетичну кризу, викликану прискореним розвитком енергоємних галузей господарського комплексу, безкоштовним і марнотратним використанням енергоносіїв, відсталими технологіями, виснаженням і деградацією розвіданих покладів вугілля, нафти і газу, через що їхній видобуток постійно зменшується (див. табл.6.2).

Таблиця
6.2

Видобуток енергоресурсів в Україні

Ресурси	Роки					
	1990	1995	1996	1999	2000	2001
Вугілля, млн. тонн	165	83,8	70,5	76,5	81,0	83,9
Нафта, млн. тонн	5,3	4,1	4,1	4,1	3,7	3,7
Газ, млрд. м ³				18,1	17,9	18,3
Електроенергія, млрд. кВтч. год			88,8	172,1	171,4	173,0

*Статистичний щорічник України за 2002р. Київ: Техніка 2002.

За рахунок видобутку Україна забезпечує свої потреби в нафті на 10%, у газі - на 20%.

З'явилася серйозна необхідність розвідки і розробки нових родовищ, відкриття нових джерел енергії, які можуть замінити нафту і газ. Найбільш реальна альтернатива нафти і газу – це:

- широке використання атомної енергії для виробництва електроенергії, теплофікації і технологічних цілей;

- використання нетрадиційних видів енергії, таких як: сонячна, гідравлічна, енергія вітру, теплота земних надр, тобто геотермічних джерел енергії;

- збільшення масштабів споживання твердого палива. Тому були розроблені засоби одержання з твердого палива рідкого і газоподібного. Для цього тверде паливо піддають таким засобам хімічної переробки:

- піролізу - розкладання твердого палива без доступу повітря при температурі 1100°C з метою одержання коксу;
- газифікації - перетворення палива в горючий газ. У залежності від реагенту продування одержують: повітряний, водяний, змішаний газ (продування повітрям з водяним паром, так званий генераторний газ - в установці генератора). Моторне газоподібне паливо використовується при експлуатації газобалонних автомобілів;
- гідруванню - нагрівання палива в присутності водню і каталізатора до одержання рідкого палива (з більшою насиченістю H).

В Україні з усіх видів палива природний газ має дуже високу питому вагу споживання. Так, у використанні первинних енергоресурсів його частка складає 37%, тоді як у цілому світі - 22, у США - 23, у Західній Європі - 17, у тому числі в Німеччині - 17, Франції - 13, Італії - 26%.

На основі удосконалення структури використання паливно-енергетичних ресурсів, структурної перебудови господарського комплексу, зниження енергоємності продукції Україна має реальні можливості значного скорочення споживання газу. Потреба в газі може бути задоволена за рахунок таких джерел:

1. Ефективного використання ресурсної бази України.
2. Використання нетрадиційних джерел - газу метану вугільних шахт, біогазу, коксового газу.
3. Одержання нафти, газу в якості плати за експорт їх із Росії нафтогазотранспортною системою України в Західну Європу.
4. Закупівлі газу і нафти в Росії, Туркменістані, Казахстані, Ірані. Причому пріоритет повинен бути наданий Ірану, який займає друге місце у світі після Росії по запасах газу (20 трлн. м³) і розташований на меншій відстані.
5. Закупівлі скрапленого природного газу в Алжирі, Лівії, Нігерії й інших країнах світу. Одержання від них 4-6 млрд. м³ скрапленого газу в рік цілком задовольняло б потреби України.

Для цього необхідно будівництво терміналу на Чорному морі місткістю 1 млрд. м³. Подібні термінали скрапленого газу побудовані в Іспанії (Барселона, Картагена, Узльфа), Франції (Монтуар), Великобританії (Конвей), Бельгії (Зеебрюпге), будуються вони й у Німеччині, Португалії, Греції, Туреччині й інших країнах світу.

Великі втрати енергоресурсів мають місце при видобутку їх із природних джерел. Так, із родовищ нафти її добувають тільки 40 - 45%.

Велика увага повинна приділятися раціональному використанню палива, тому що:

- через недосконалість устаткування теплових електростанцій втрачається велика кількість тепла;
- велика кількість тепла втрачається при його транспортуванні;
- одним із джерел економії палива є перехід вантажних автомобілів на споживання дизельного палива, легкових - на газоподібне.

В Україні високий рівень розвитку одержала електроенергетика. На її території розташована значна кількість атомних, теплових, гідроелектростанцій, потужність яких із кожним роком зростає.

Проте в міру розвитку енергетики погіршуються техніко-економічні показники роботи електростанцій. Кількість часів використання середньорічної встановленої потужності електростанцій скорочується, зменшується виробництво електроенергії, росте собівартість, знижується економічна ефективність роботи електростанцій. Все це негативно позначається на ефективності функціонування господарського комплексу держави.

Все вищесказане говорить про необхідність нових підходів у використанні енергоресурсів. У табл. 6.3 показана потреба економіки України в паливно-енергетичних ресурсах.

Таблиця
6.3

Потреба економіки України в паливно-енергетичних ресурсах на період до
2005 року

Види ресурсів	1996р.	1997р.	2000р. (прогноз)	2005р. (прогноз)	2005 р. у % до 1996 р.
Паливно-енергетичні ресурси, усього (млн. т у.п.) у тому числі	210,1	208,0	224,12	250,9	119,4
Котельно-пічне паливо	163,6	160,9	176,0	196,7	120,2
Моторне паливо	15,8	13,1	18,0	22,5	142,4
Природні енергетичні ресурси, усього	30,7	30,3	30,12	31,7	103,2
У тому числі традиційні природні енергетичні ресурси, усього, з них:	30,7	30,3	30,1	31,5	102,6
Атомна енергія	27,5	26,8	26,3	27,1	98,5
Гідроенергія	3,2	3,5	3,8	4,4	137,5
Нетрадиційні природні енергетичні ресурси	-	0,01	0,02	0,2	*
Виробництво електроенергії (млрд. кВт. ч)	183,0	178,0	186,7	211,5	115,6
Виробництво теплоенергії, млн. Гкал (відпущено з урахуванням теплоізоляційного	241,1	257,0	282,0	320,0	132,3

устаткування)					
---------------	--	--	--	--	--

*ж. Економіка України, 1996.

Спеціалізацію господарського комплексу України у теперішній період визначають найбільш фондоемні, енергоємні, матеріалоемні, трудомісткі галузі, такі, як чорна і кольорова металургія, вугільна і хімічна промисловість, промисловість будівельних матеріалів і важке машинобудування. Тому в перспективі головним повинна бути структурна перебудова господарського комплексу України і переорієнтування його на переважний розвиток тих галузей, що менше забруднюють природне середовище, мало енергоємні, матеріало-, фондо- і трудомісткі.

6.3. Тверде паливо. Основні характеристики. Види. Маркірування

До твердого палива відносяться: вуглі - кам'яні, антрацит, напівантрацит, бурі вуглі, торф, деревне вугілля, пальні сланці.

Його характеристиками є: теплота згорання (вміст вуглецю і домішок), вихід летких речовин, спікаємість, щільність, міцність, розміри кусків та ін.

Чим більший вік копальневих вуглів, тим більший вміст вуглецю (тим складніше їх добувати, тому що глибина залягання їх більше), тим вище теплота згорання. Вміст вуглецю коливається в межах 55 - 97 % (С).

Буре вугілля - 55 - 78% С.

Кам'яне вугілля - 75-92%С.

Антрацити - 92 - 97% С.

Теплота згорання:

Вуглецю - 8100 ккал/кг.

Водню - 34200 ккал/кг.

(H = 4 - 5,8%). O = 3 -15%. N = 2%. S =1- 6%. W =4 -12%. Золи = 6 - 15%.

Кисень, азот, сірка, пов'язані з вуглецем, утворюють смолисті речовини, вміст яких визначається виходом летких речовин (чим вище вміст вуглецю, тим менше летких речовин). Леткі речовини виділяються в міру нагрівання вуглів.

Вихід летких речовин позначається символом Vd, сухе і беззолне Vdaf(%). Ця характеристика важлива для оцінки термічної усталеності структур, що складають органічну масу вугілля. Аналіз проводять у закритому тиглі при температурі муфельної печі 850°C. При нагріванні вуглів утворюються леткі речовини і твердий (неліткий залишок). Вихід летких речовин при прокалюванні послужив основою для однієї з класифікацій вуглів по марках у залежності від виходу летких (кількість 9 - 50 %) речовин. З найбільшим виходом летких речовин 37% і більше -

називаються довгополум'яні марки «Д», із найменшим -9% - тощі марки «Г». Усі інші займають проміжне місце: «Ж» - жирні, «Г» - газові, «К» - коксові, «ОС» - охляні спікливі. Вуглі з високим виходом летких речовин горять полум'ям, із низьким - без полум'я.

Наприклад, для донецьких вуглів розрізняють марки, показані в табл. 6.4.

Таблиця 6.4

Марки вуглів Донбасу

Вугілля	Марка	Vdaf, %	Середній вміст С, %
Довгополум'яне	Д	>35	76
Газове	Г	35	83
Газове жирне	ГЖ	27-35	86
Жирне	Ж	27-35	88
Коксівне	К	18-27	88
Пісне	П	8-17	90
Антрацит	А	<8	91-96

*Держстандарти, ГСТи, ТУ.

Високий вміст летких речовин у бурих вуглях (50%) дозволяє виробляти з них кам'яновугільні смоли і рідке моторне паливо. Ці вуглі використовуються, в основному, на місці видобутки, тому що вони недостатньо механічно міцні, що не дозволяє їх перевозити на далекі відстані. Великий вміст сірки обумовлює їхнє використання вдаліні від житлових масивів. За вмістом вологи вуглі підрозділяються на 3 групи: Б1 - більш 40% вологи; Б2 -30 - 40%; Б3 - до 30%.

Неліткий залишок, що залишився, сприяє спікаємості вуглів, тобто перетворенню їх у кокс - найцінніше технологічне паливо. Добре спікаються вуглі марок «Ж» і «К», слабше газові. Не спікаються бурі і довгополум'яні, антрацити. Запаси антрациту в Україні незначні - 3% всього загального запасу кам'яних вуглів, розташовані вони на території Донецького басейну. Антрацит використовується тільки в якості палива для енергетичних, транспортних, комунально-побутових і інших потреб.

Щільність вугілля - це відношення його маси до маси такого ж об'єму води при 20°C. Щільність кам'яних вуглів 1,6 - 1,7 т/м³, а бурих - 1,1 - 1,5 т/м³. *Насипна щільність* - відношення маси палива в насипному стані до його обсягу-1,3-0,8 т/м³. Насипною щільністю користуються при визначенні складських площ, визначенні маси вугілля в бункерах, вагонах, штабелях.

Міцність вугілля - важлива механічна властивість, яка залежить від фракційного складу. Найбільшою міцністю володіють антрацити, довгополум'яні, газові вуглі, найменшої - худі, бурі, жирні.

За розмірами кусків бурі і кам'яні вуглі, антрацити поділяються на класи. Чим більші куски, тим вище якість (див. табл. 6.5).

Таблиця 6.5

Класифікація кам'яного вугілля

Сорт	Р-ри шматків, мм	Бурі	Кам'яні			Антрацити
			Довгопол.	Газові	Пісні	
1. Плита	100 - 200	-	-	-	-	АП
2. Крупний	50 - 100	БК	ДК	ГК	ПК	АК
3. Горіх	25-50	БГ	ДГ	ГГ	ПГ	АГ
4. Дрібний	13-25	БД	ДД	ГД	ПД	АД
5. Насіннячко	6-13	БН	ДН	ГН	ПН	АН
6. Штиб	Менше 6	БШ	ДШ	ГШ	ПШ	-
7. Рядовий	-Р-	НЕ	СОРТИ-	РО-	ВАН-	ИЙ

*Держстандарти, ГСТи, ТУ.

Маркують вуглі за розмірами кусків.

Наприклад, БД (13 - 25) – Кузбаський, АН (6 - 13) - Донецький.

Кам'яне вугілля використовується для виробництва коксу, супутніх продуктів коксування (кам'яновугільна смола, коксовий газ), які є сировиною для хімічної промисловості, а також цінним паливом (полуантрацит). На виробництво коксу використовується 25% видобутку кам'яного вугілля. З коксу одержують карбід кальцію (кокс + негашене вапно), вугільні електроди, феросплави. Розрізняють доменний кокс і ливарний кокс.

Кокс характеризується: високою механічною тривкістю, твердістю, визначеними розмірами кусків, достатньою пористістю (вільно пропускають газовий потік). Вода - не більше 3 - 4%.

Доменний кокс:

За вмістом золи і сірки кокс підрозділяється на 3 марки:

КДІ (не більше 11,5% золи і 0,53%S);

КДШ (не більше 13,6% золи і 0,85%S);

КДШ (не більше 13,6% золи і 0,85%S).

Ливарний (у вагранках ливарних цехів, який маркірується в залежності від вмісту сірки):

КЛ1 (не більше 0,6% S);

КЛ2 (не більше 1% S);

КЛ3 (не більше 1,4% S).

Кам'яні вуглі та антрацити мають високу щільність і міцність і менше руйнуються при перевезеннях і зберіганні, чим бурі вуглі. Підвищений вміст води і баласту знижує ефективність їхніх перевезень на великі відстані, утруднює проведення вантажно-розвантажувальних робіт.

Під час перевезення багато кам'яного вугілля вивірюється і губиться.

6.4. Умови постачання, транспортування і зберігання твердого палива

Викопане вугілля поставляється споживачу безпосередньо із шахт, збагачувальних або брикетних фабрик, а кокс - із коксохімічних комбінатів. Відвантажене паливо повинно відповідати марці, класу, якості, зазначених у відповідній нормативній документації (ГОСТи, ТУ). Характеристики палива перевіряються в місцях його навантаження відділами технічного контролю, спецапаратом.

Контроль якості здійснюється зовнішнім оглядом і відбором проб від партії в процесі відвантаження на транспорт, а також на складах зберігання.

Зовнішнім оглядом визначають наявність води, забруднень сторонніми предметами, розміри кусків. Дані лабораторних проб показують наявність мінеральних домішок, вміст вологи, сірки, золи, вихід літких речовин, температуру згорання й інше. Розрахунки між постачальниками і споживачами палива здійснюються на основі даних лабораторних іспитів за якістю, тобто вміст вологи, сірки, показник зольності, теплоти згорання й інше. Зберігання твердого палива повинно здійснюватися так, щоб при цьому не знижувалися його властивості і якість. При тривалому зберіганні вуглів знижується їхня теплота згорання, відбувається розтріскування, вивірювання, зміна гранулометричного складу, окислювання, що викликає самонагрівання і самозаймання.

Процес окислювання пришвидшується присутністю в паливі вологи, тому площадки для зберігання повинні бути відведені в сухому піднятому місці, штабелі повинні мати форму, яка б сприяла стіканню води.

Всі вуглі діляться за схильністю до окислювання і самозаймання на 4-и групи (I - IV) для яких визначені різні терміни зберігання.

Найбільш стійкі до окислювання, як правило, із підвищеним ступенем углефікації, тобто антрацити, полуантрацити, кам'яні вуглі - група I - термін зберігання 2 - 2,5 роки.

Стійкі до окислювання кам'яні вуглі марок "Т" і "К" віднесені до II-ї групи і можуть зберігатися протягом 18 місяців. Кам'яні вуглі середньої стійкості віднесені до III-ї групи можуть зберігатися 12 місяців. Нестійке кам'яне вугілля, таке як "Д" і "Г" (несортировані) і буре вугілля відносяться до IV групи. Термін їх зберігання 4-6 місяців.

Вугілля, що знаходиться на складах для зберігання, повинно бути складене у штабелі не пізніше 2-ї доби з дня розвантаження.

Максимальна висота штабеля залежить від схильності вугілля до окислювання. Для найбільше стійких вуглів (I гр.) висота штабеля не обмежена, для інших груп:

групи II- установлена не більше 10 м;

групи III - установлена не більше 6 м;

групи IV - установлена не більше 5 м;

Для попередження самозаймання вуглів роблять спеціальне опрацювання штабеля - ущільнюють поверхневий прошарок ковзанками, або здійснюється пошарове ущільнення, вводять інгібітори - антиокислювачі (емульсії, хімічні розчини), покривають поверхню штабеля рідким склом, суспензією вапна, NaCl. Роблять перевірку температури усередині штабеля. При температурі більш 40°C проводиться розформування штабеля, заливання вугілля розчинами, ущільнення і т.п.

Кожний штабель позначається табличкою, в якій указується марка, клас, вид, вологість, % виходу летких речовин, маса штабелю, термін початку і кінця його формування.

Транспортування твердого палива здійснюється, в основному, залізничним транспортом.

6.5. Альтернативні види палива

Закони природи підтверджують, що одержати енергію, придатну для використання, можна тільки за рахунок її перетворень з інших форм. Вічні двигуни, які нібито виробляють енергію і незвідки її не беруть, на жаль, неможливі. А структура світового енергогосподарства до сьогоднішнього дня склалася таким чином, що чотири з кожних п'ятьох вироблених кіловат утворюються в принципі тим же способом, яким користувалася первісна людина для зігрівання, тобто при згоранні палива, або при використанні запасеної в ньому хімічної енергії, перетворенні її в електричну на теплових електростанціях.

Звичайно, способи згорання палива стали набагато складнішими і досконалішими.

Нові чинники - зростання ціни на нафту, швидкий розвиток атомної енергетики, зростання вимог до захисту навколишнього середовища - потребують нового підходу до енергетики. Рішення цієї задачі дослідники

шукають на різних шляхах. Самим привабливим, звичайно, є використання вічних, поновлюваних джерел енергії - енергії поточної води і вітру, океанських припливів і відливів, тепла земних надр, сонця. Багато уваги приділяється розвитку атомної енергетики.

Енергія сонця

Останнім часом інтерес до проблеми використання сонячної енергії різко зріс, і хоча це джерело також відноситься до поновлюваного, увага, що приділяється йому в усьому світі, змушує нас розглянути його можливості окремо.

Потенційні можливості енергетики, заснованої на використанні безпосередньо сонячного випромінювання, надзвичайно великі.

Зауважимо, що використання усього лише 0,0125% кількості енергії Сонця могло б забезпечити всі сьгоднішні потреби світової енергетики, а використання 0,5% - цілком покрити потреби на перспективу. На жаль, навряд чи коли-небудь ці величезні потенційні ресурси вдасться реалізувати у великих масштабах. Одним із найбільш серйозних перешкод такої реалізації є низька інтенсивність сонячного випромінювання. Навіть при найкращих атмосферних умовах (південні широти, чисте небо) щільність потоку сонячного випромінювання складає не більш 250 Вт/м^2 . Тому, щоб колектори сонячного випромінювання «збирали» за рік енергію, необхідну для задоволення всіх потреб людства, потрібно розмістити їх на території 130 000 км^2 !

Необхідність використовувати колектори величезних розмірів, крім того, потребує значних матеріальних витрат. Найпростіший колектор сонячного випромінювання являє собою металевий (як правило, алюмінієвий) лист, усередині якого розташовуються труби з рідиною, що циркулює в них. Нагріта за рахунок сонячної енергії, поглиненої колектором, рідина надходить для безпосереднього використання.

Поки що електрична енергія, породжена сонячними променями, обходиться набагато дорожче, ніж та, яка одержується традиційними способами. Вчені сподіваються, що експерименти, які вони проведуть на дослідних установках і станціях, допоможуть вирішити не тільки технічні, але й економічні проблеми.

Вітрова енергія

Величезна енергія повітряних мас, що рухаються. Запаси енергії вітру більш ніж у сто разів перевищують запаси гідроенергії всіх рік планети. Постійно і всюди на землі дують вітри - від легкого вітру, що несе бажану прохолоду в літню спеку, до могутніх ураганів, що приносять величезну шкоду і руйнації.

Техніка ХХ сторіччя відкрила цілком нові можливості для повітроенергетики, задача якої стала іншою - одержання електроенергії. На

початку сторіччя М.Е. Жуковський розробив теорію повітродвигуна, на основі якої могли б бути створені високопродуктивні установки, спроможні одержувати енергію від самого слабого вітерцю.

У наші дні до створення конструкцій повітроколеса - серця будь-якої повітряно-енергетичної установки - залучаються фахівці - будівельники, які вміють вибрати найбільш доцільний профіль лопаті, досліджувати його в аеродинамічній трубі. Зусиллями вчених і інженерів створені найрізноманітніші конструкції сучасних вітрових установок.

Енергія рік

Запаси її на Землі колосальні. Недарма деякі вчені вважають, що нашу планету вірніше було б називати не Земля, а Вода - адже біля трьох чвертей поверхні планети покриті водою. Величезним акумулятором енергії служить Світовий океан, що поглинає велику її частину, яка надходить від Сонця. Можна вважати, що сучасна гідроенергетика народилася в 1891 році.

Переваги гідроелектростанцій очевидні - постійно поновлюваний самою природою запас енергії, простота експлуатації, відсутність забруднення навколишнього середовища. Та й досвід будівництва й експлуатації водяних коліс міг би надати чималу допомогу гідроенергетикам. Проте будівництво греблі значної гідроелектростанції виявилось задачею куди більш складною, чим будівництво невеличкої греблі для обертання вітряка. Щоб привести в обертання потужні гідротурбіни, потрібно нагромадити за греблею величезний запас води. Для будівництва греблі потрібно укласти таку кількість матеріалів, що обсяг гігантських єгипетських пірамід у порівнянні з ним покажеться незначним. Тому на початку ХХ сторіччя було побудовано усього декілька гідроелектростанцій, але поки людям служить лише невеличка частина гідроенергетичного потенціалу землі. Щорічно величезні потоки води, що утворилися від дощів і танення снігів, стікають у моря невикористаними. Якби вдалося затримати їх за допомогою гребель, людство одержало б додатково колосальну кількість енергії.

Енергія землі

Потужність виверження навіть порівняно невеличкого вулкана колосальна, вона багаторазово перевищує потужність самих значних енергетичних установок, створених руками людини.

Правда, про безпосереднє використання енергії вулканічних вивержень говорити неможливо, та й, на щастя, виверження ці достатньо рідкісні події. Але це прояви енергії, що таїться в земних надрах, коли лише крихітна частка цієї невичерпної енергії знаходить вихід через вогнедимні жерла вулканів.

Маленька європейська країна Ісландія - «країна льоду» у дослівному перекладі - цілком забезпечує себе помідорами, яблуками і навіть бананами!

Численні ісландські теплиці одержують енергію від тепла землі - інших місцевих джерел енергії в Ісландії практично немає. Зате дуже багата ця країна гарячими джерелами і знаменитими гейзерами-фонтанами гарячої води, яка із точністю хронометра виривається з-під землі. І хоча не ісландцям належить пріоритет у використанні тепла підземних джерел (ще древні римляни до лазень підвели воду з-під землі), жителі цієї маленької північної країни експлуатують підземну котельню дуже інтенсивно. Столиця - Рейк'явік, у якій мешкає половина населення країни, опалюється тільки за рахунок підземних джерел.

Але не тільки для опалення черпають люди енергію з глибин землі. Вже давно працюють електростанції, що використовують гарячі підземні джерела.

Енергія світового океану

Відомо, що запаси енергії у Світовому океані колосальні. Так, теплова (внутрішня) енергія, що відповідає перегріву поверхневих вод океану в порівнянні з глибинними, скажемо, вище на 20 градусів. Однак поки що люди вмiють утилізувати лише незначні частки цієї енергії, та й то ціною великих капіталовкладень, які повільно окупаються, так що така енергетика дотепер здавалася малоперспективною.

Проте, швидке виснаження запасів копалинних палив (насамперед нафти і газу), використання яких до того ж пов'язано з істотним забрудненням навколишнього середовища (включаючи сюди також і теплове «забруднення», і підвищення рівня атмосферної вуглекислоти), що погрожує кліматичними наслідками, різка обмеженість запасів урану (енергетичне використання яких до того ж породжує небезпечні радіоактивні відходи) і непевність як термінів, так і екологічних наслідків промислового використання термоядерної енергії, змушує вчених і інженерів приділяти все більше уваги пошукам можливостей рентабельної утилізації великих і нешкідливих джерел енергії і не тільки перепадів рівня води в ріках, але і сонячного тепла, вітру й енергії у Світовому океані.

Найбільш очевидним способом використання океанської енергії рекомендується будівництво приливних електростанцій (ПЕС).

Несподіваною можливістю океанської енергетики виявилось вирощування на плотах в океані гігантських водорослів келп, які швидко ростуть, легко переробляються в метан для енергетичної заміни природного газу. За наявними оцінками, для повного забезпечення енергією кожної людини-споживача достатньо одного гектара плантацій келпа.

Рекомендуються перспективи одержання електроенергії за рахунок розходження між солоною і прісною, наприклад, морською і річковою водою.

Океан наповнений позаземною енергією, що надходить до нього з космосу. Вона доступна і безпечна, і не забруднює навколишнє середовище, невичерпна і вільна.

З космосу надходить енергія Сонця. Вона нагріває повітря й утворює вітри, що викликають хвилі. Вона нагріває океан, що накопичує теплову енергію. Вона надає рух течіям, що у той же час змінюють свій напрямок під впливом обертання Землі.

З космосу ж надходить енергія сонячного і місячного тяжіння. Вона є рушійною силою системи Земля - Місяць і викликає припливи і відливи.

У наші дні, коли зросла необхідність у нових видах палива, океанографи, хіміки, фізики, інженери і технологи звертають усе більшу увагу на океан як на потенційне джерело енергії.

У океані розчинена величезна кількість солей. Чи може солоність бути використана як джерело енергії?

Може: для одержання великої кількості енергії цілком можливо сконструювати батареї, у яких відбувалися б реакції між солоною і несолоною водою.

Літаки і легкові автомобілі, автобуси і вантажівки можуть приводитися в рухання газом, який можна отримати з води. Цей газ - водень, і він може використовуватися в якості пального. Водень - один із найбільш поширених елементів у Всесвіті. У океані він міститься в кожній краплі води. Отриманий із води водень можна спалювати як паливо і використовувати не тільки для того, щоб надавати рух різноманітним транспортним засобам, але і для одержання електроенергії.

Усе більше число хіміків та інженерів з ентузіазмом ставиться до «водневої енергетики» майбутнього, тому що отриманий водень достатньо зручно зберігати у виді стиснутого газу в танкерах або в скрапленому виді в криогенних контейнерах при температурі 423 градуса за Фаренгейтом (-203 °C).

Його можна зберігати й у твердому виді після з'єднання з залізо-титановим сплавом або магнієм для утворення металевих гідридів. Після цього їх можна легко транспортувати і використовувати в міру необхідності.

Таким чином, в океані, що складає 71% поверхні планети, потенційно є різноманітні види енергії - енергія хвиль і припливів; енергія хімічних зв'язків газів, живильних речовин, солей і інших мінералів; схована енергія водню, що знаходиться в молекулах води; енергія течій, які спокійно і нескінченно рухаються в різних частинах океану; надзвичайна за запасами енергія, яку можна одержувати, використовуючи різницю температур води океану на поверхні й у глибині, що можна перетворити в стандартні види палива.

Така кількість енергії, різноманіття її форм гарантують, що в майбутньому людство не буде відчувати в ній нестачі. У той же час не виникає необхідності залежати від одного - двох основних джерел енергії якими, наприклад, є корисні копалини, що давно використовуються, і ядерного пального, методи одержання якого були розроблені нещодавно.

Атомна енергія

Відкриття випромінювання урану згодом стало ключем до енергетичних складових природи.

Атоми деяких елементів схильні до розпаду, який супроводжується випромінюванням енергії в величезних кількостях, у порівнянні з енергією, що звільняється при звичайних молекулярних видозмінах.

Небаченими темпами розвивається сьогодні атомна енергетика. Енергетичний ядерний реактор улаштований досить просто - у ньому, так само як і в звичайному казані, вода перетворюється в пар. Для цього використовують енергію, що виділяється при ланцюговій реакції розпаду атомів урану або іншого ядерного палива.

Найпоширеніший у даний час тип реактора водографітовий.

Атомна енергетика зайняла стале місце в енергетичному балансі людства. Вона, безумовно, буде розвиватися і надалі, безвідмовно поставляючи настільки необхідну людям енергію. Проте знадобляться додаткові заходи щодо забезпечення надійності атомних електростанцій, їхньої безаварійної роботи, а вчені й інженери зуміють знайти необхідні рішення.

Зрозуміло, важко навіть уявити собі перехід від настільки звичних, традиційних видів палива - вугілля, нафти і природного газу - до незнайомих, альтернативних методів одержання енергії.

Копальневі види палива виснажуються, ми змушені їх заощаджувати і збільшувати енергозабезпечення за рахунок будівництва ядерних реакторів, які потребують значних фінансових витрат і викликають побоювання людей, що живуть поблизу. Звичайно, енергоспоживання знизиться, якщо людство буде більш ошадливим.

Велика увага заощадження енергоресурсів, особливо їх традиційних видів, повинна приділятися і в нашій державі, тим більше, що значну кількість їх ми закуповуємо за кордоном.

Контрольні питання

1. Визначте поняття, що таке паливо?
2. Наведіть класифікацію палива визначте характеристику його видів.
3. Що входить до складу палива?
4. Визначте якісні характеристики палива.
5. Охарактеризуйте сучасне становище паливно-енергетичного комплексу України.
6. Визначте склад і якісні характеристики твердого палива.
7. Визначте, за якими ознаками тверде паливо поділяється на марки, а за якими на класи.
8. Визначте, що таке кокс? Наведіть характеристику його видів.
9. На які групи діляться бурі вуглі?
10. Розкрийте умови зберігання і транспортування твердого палива.

11. Визначте джерела альтернативних видів палива і обґрунтуйте необхідність їх використання.

Тести

1. В якій із вказаних груп бурого вугілля вміст вологи більш, ніж 40%?
 1. Б1.
 2. Б2.
 3. Б3.
 4. Б40.

2. Чому бурі вуглі при згоранні забруднюють оточуюче середовище?
 1. Через низький вміст вуглецю.
 2. Через високий вміст вуглецю.
 3. Через високий вміст сірки
 3. Через високий вміст вологи.

3. З чого складається суха маса пального?
 1. З органічної частини.
 2. З органічної частини та золи.
 3. З органічної частини та зовнішнього баласту.
 4. З органічної частини та вологи.

4. Як визначається тепловий еквівалент палива?
 1. Відношенням нижчої теплоти згорання справжнього палива до теплоти згорання умовного палива.
 2. Відношенням нижчої теплоти згорання на робочу масу справжнього палива до теплоти згорання умовного палива.
 3. Відношенням теплоти згорання умовного палива до теплоти згорання справжнього палива.
 4. Відношенням теплоти згорання умовного палива до теплоти калорійності справжнього палива.

5. Що таке питома теплота згорання палива?
 1. Кількість теплоти, яка виділяється при повному згоранні 1кг. твердого палива.
 2. Кількість теплоти, яка виділяється при повному згоранні 1кг. рідкого палива.
 3. Кількість теплоти, яка виділяється при повному згоранні 1м³ газоподібного палива.
 4. Кількість теплоти, яка виділяється при повному згоранні окремих складових палива.

6. Для чого встановлено поняття умовне паливо?
 1. Для зіставлення різноманітних видів палива.
 2. Для заміни одного виду палива іншим.
 3. Для розрахунку попиту і запасів.
 4. Для визначення кількості теплоти, яка виділяється при повному згоранні 1кг. твердого палива.

7. За якою ознакою кам'яні вуглі поділяються на марки "Д", "Г", "Т", "Ж", "К"?
 1. За розмірами кусків.
 2. За рівнем вуглефікації.
 3. За виходом летких речовин.
 5. За щільністю.

8. В якому з указаних видів твердого палива найбільший вміст вуглецю?
 1. Буре вугілля.
 2. Кам'яне вугілля.
 3. Горючі сланці.
 4. Торф.
 5. Антрацит.

9. Як проводиться перелік маси натурального палива в умовне?
 1. Діленням маси умовного палива на тепловий еквівалент.
 2. Перемноженням маси натурального палива на тепловий еквівалент.
 3. Перемноженням маси натурального палива на одиницю умовного.
 4. Перемноженням маси умовного палива на тепловий еквівалент.

Розділ 7. Рідке паливо

7.1. Нафта й основні способи її переробки

Рідке паливо одержують головним чином у результаті переробки *нафти* - єдиного рідкого пального, яке одержують з копалин. Нафта утворюється з залишків рослинних і тваринних мікроорганізмів на дні древніх морів і являє собою маслянисту рідину жовтого чи темно-коричневого, а іноді і чорного кольору, у залежності від її складу. Продуктами переробки нафти є високоефективні палива, мастильні і спеціальні олії, бітуми, парафін, сажа й ін. З продуктів нафтопереробки виробляють пластмаси, синтетичні волокна, каучук, барвники, миючі засоби, отруйні хімікати.

Нафта являє собою суміш великого числа вуглеводів різної молекулярної маси і хімічної побудови з домішкою сірчастих, азотних і смолистих речовин. У ній міститься вуглецю 82,8 – 87,2%, водню 11,7 – 14,1%, сірки 0,3 – 3,1% і більше, кисню 0,3 – 2,1%, азоту 0,1 – 1,1%, а також у дуже малих кількостях ванадій, нікель, залізо, хром, германій та ін. В'язкість нафти досягає 80-100 мм²/с, а щільність 0,73 – 0,95 г/см³. Нафта майже не містить золи; теплота її загорання близько 10 000 ккал/кг, чи 41 900 кДж/кг.

Нафта як паливо безпосередньо майже не використовується, а

переробляється в товарні нафтопродукти. Перед переробкою нафту направляють у газовідокремлювачі і виділяють попутний нафтовий газ, а потім очищують від інших домішок: відокремлюють розчинені гази, воду, мінеральні солі, а також механічні домішки – пісок і глину.

Основними способами одержання нафтопродуктів є пряма перегонка і крекінг. У процесі прямої перегонки нафта розділяється на окремі легкі фракції в залежності від температури кипіння і конденсації. Різні вуглеводні конденсуються при різних температурах: соляровий дистилят – приблизно при 350 - 300 °С, газойлевий – при 300 - 250 °С, лігроїн – при 250 - 200 °С, бензин – нижче 200 °С. Сконденсовані фракції (дистиляти) охолоджуються в теплообмінниках і водяних холодильниках і перетворюються в рідину. Для перегонки мазуту (80% маси) його піддають повторному нагріванню в вакуумі до 350 °С і переводять у пароподібний стан. З продуктів перегонки одержують різноманітні мінеральні олії. Залишок перегонки – гудрон, що представляє собою малорухома масу, використовуються для готування покрівельних і ізоляційних матеріалів і в будівництві доріг.

Відносно невисокий відсоток виходу світлих нафтопродуктів, особливо бензину, при прямій перегонці нафти обумовив необхідність застосування крекінг-процесу, заснованого на розщепленні довгих молекул важких вуглеводнів на більш короткі молекули, які можуть кипіти при низькій температурі. Розрізняють термічний (високотемпературний) і каталітичний крекінг. При термічному крекінгу (температура його 450 – 550 °С і тиск 3 – 6 МПа) переробляють гас, соляровий дистилят, мазути і гудрон. Однак бензин термічного крекінгу, що представляють собою суміш вуглеводів, фізично і хімічно недостатньо стійкі, тому використовуються як компоненти автомобільних бензинів. Для одержання бензинів більш високої якості застосовують каталітичний крекінг, при якому бензин виробляється в присутності каталізатора – речовин, що прискорюють і поліпшують процеси розщеплення важких вуглеводів. Температура каталітичного крекінгу 450 - 500 °С, тиск 0,2 – 0,3 МПа. Як каталізатори застосовуються синтетичні алюмосилікати і деякі глини. Різновидом каталітичного крекінгу є ріформинг, призначений для одержання ароматичних вуглеводів, що складають основу високоякісних бензинів. При каталітичному крекінгу як вихідну сировину використовують гасові і солярові фракції прямої перегонки і дистиляти нафтопродуктів вторинного походження.

7.2. Класифікація, призначення, характеристика і маркірування рідкого палива.

Нафтове паливо за призначенням підрозділяється на дві основні групи: моторне, або світле, що застосовується для спалювання в двигунах, і котельно-пічне (котельне, газотурбінне і побутове), яке використовується для топків парових котлів, промислових і побутових пічних установок.

Моторне паливо, в залежності від виду двигуна, у свою чергу поділяється на карбюраторне і дизельне, що використовується в двигунах внутрішнього згорання, і паливо для повітряно – реактивних двигунів та ін. На мал. 7.1 і 7.2 показані основні види і марки моторних палив.

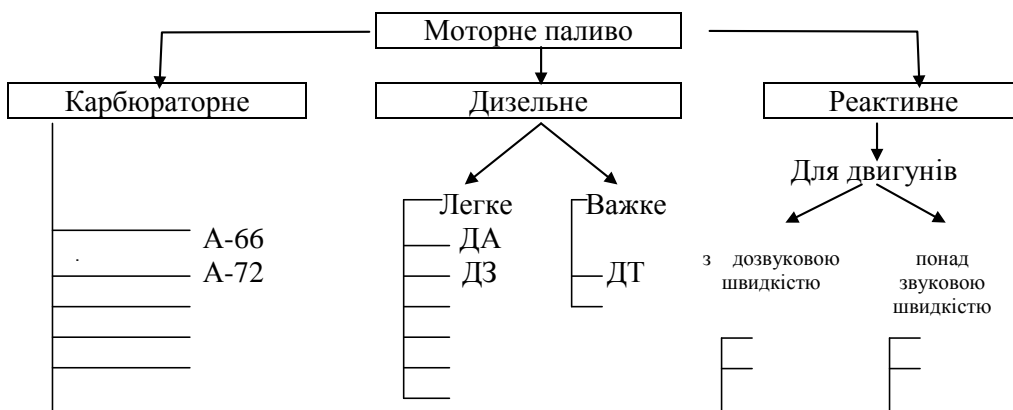
Бензин: основні характеристики і марки

Бензин є одним з основних видів карбюраторного палива. Він являє собою суміш легких ароматичних, нафтових і парафінових вуглеводів. До складу бензину входять вуглець (85%) і водень (близько 15%), а також кисень, азот і сірка. Бензин – безбарвна чи трохи жовтувата рідина з характерним запахом, щільністю 0,7 – 0,8 г/см³. Температура його спалаху нижче - 40 °С, застигання – нижче - 60 °С. Бензин застосовується також як розчинник жирів, смол і інших матеріалів. Основну частину бензину одержують прямою перегонкою і каталітичним крекінгом. Властивості автомобільних бензинів характеризуються теплотою згорання, детонаційною стійкістю, фракційним складом, хімічною стабільністю, вмістом сірки й інших шкідливих домішок.

Здатність палива протистояти детонаційному згоранню називається *детонаційною стійкістю* і характеризується октановим числом. Чим вище октанове число, тим більше може бути стиснута в циліндрі пальна суміш.

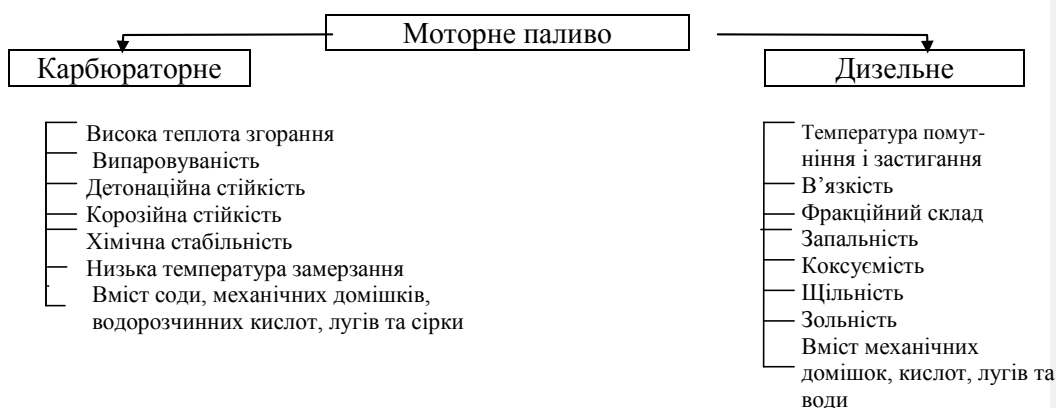
В якості еталонного палива прийнята суміш двох вуглеводів: ізооктану (C₈H₁₂), що володіє високими антидетонаційними властивостями, і нормального гептану (C₇H₁₆), що легко детонує. *Октановим числом* називається умовна одиниця, чисельно рівна відсотку (по об'єму) ізооктана в суміші, що складається з ізооктану і нормального гептану і рівноцінна по своїм антидетонаційним властивостям даному паливу.

Октанове число ізооктану приймається за 100, а нормального гептану за 0. Так, якщо бензин детонує при роботі суміші, яка складається із 76% ізооктану і 24% нормального гептану, то октанове число такого бензину дорівнює 76.



А-76	ДЛ	ДМ	Т – 1	Т – 5
АИ-93	ДС		ТС – 1	Т – 6
АИ-98	ТЗ		Т - 2	Т - 8
“Екстра”	ТЛ			

Мал. 7.1. Види і марки моторного палива.



Мал. 7.2. Характеристики моторних палив.

Маркірування: промисловість випускає автомобільні бензини марок А-72, А-76, А-93, А-98. У марці бензину буква “А” показує, що він автомобільний, а цифра - мінімальне октанове число. У бензинах А – 72 і А – 76 октанове число (72 і 76) встановлено моторним методом, а в бензинах АІ – 93 і АІ – 98 друга буква “І” показує, що октанове число (93 і 98) встановлено дослідницьким методом. Для підвищення детонаційної стійкості в бензини вводять антидетонатори (тетраетилсвинцеві рідини - ТЕС), які дуже ядовиті, хімічно активні. Такі бензини називаються етилірованими. Вони офарблюються. Бензин А – 72 випускається неетилірованим: А – 76 офарблюється в жовтий колір, АІ – 93 – в оранжево-червоний і АІ – 98 – в синій. Усі бензини, крім АІ – 98, поділяються на літні, призначені для використання в період з 1 квітня по 1 жовтня, а в південних районах – протягом усього року, і зимові, які використовуються в період з 1 жовтня по 1 квітня, а в північних і північно-східних районах – протягом усього року.

Паливо для авіаційних двигунів, що експлуатуються в різних режимах: звичайному (крейсерському) і форсованому (режимі злету літака), повинно зберігати свою стійкість як на бідних, так і на багатих сумішах. Детонаційна стійкість авіаційного бензину при роботі на бідній суміші оцінюється октановим числом, а при роботі на багатій суміші – сортністю. *Сортністю* бензину називається число, що показує, яку потужність може розвивати

двигун на випробному паливі в порівнянні з ізооктаном, сортність якого прийнята за 100. Наприклад, Б-95/130, Б-100/130.

Фракційний склад є важливим показником якості бензину та його випаровуваності, тобто здатності переходити з рідкого в газоподібний стан. Від випаровуваності палива залежать утворення пальної суміші, тривалість прогріву і легкість пуску двигуна.

Промисловістю випускаються сезонні (літні і зимові) автомобільні бензини. Для бензину зимового виду температура википання 10% палива має бути не більш 55°C, а літнього виду – не більш 70°C.

Хімічна стабільність характеризується стійкістю бензину до окислювання, смоло- і нагароутворення та інших хімічних змін у двигуні, залежить від фракційного складу і вмісту смол і смолоутворюючих речовин.

Вміст смол устанавлюється спеціальними стандартами і для різних марок бензину повинен не перевищувати 7 – 15 мг/100 мл.

Хімічна стабільність виражається тривалістю індукційного періоду – часу штучного окислювання бензину в спеціальній лабораторній установці і визначається в атмосфері чистого кисню при тиску 0,7 МПа і температурі 100°C.

Для підвищення хімічної стійкості в паливо додають антиокислювачі (деревносмольний, детонафталь й ін.), що підвищують індукційний період окислювання бензину.

Наявність сірки викликає корозію робочих органів двигуна і знижує детонаційну стійкість палива, сприяє утворенню смоли. Чим менше вміст сірки в бензині, тим вище його якість. Наявність сірки визначають іспитом бензину на корозію відполірованої пластинки з чистої міді. У залежності від марки бензину вміст сірки не повинен бути більш 0,10 – 0,15%.

Основні показники автомобільних бензинів показані в табл.7.1.

Таблиця 7.1

Основні показники автомобільних бензинів

Показник	А-66	А-72	А-76	АИ-93	АИ-98
Октанове число: За моторним методом, не менше	66	72	76	85	89
За дослідницьким методом, не менше	не нормується	не нормується	не нормується	93	98
Початок кипіння бензину, не менше, °С	35	35	35	35	35
Літнього	не нормується	не нормується	не нормується	не нормується	не нормується
Зимового					
Перегонається бензин при температурі, не вище, °С:					
10% літнього	79	70	70	70	70
зимового	65	55	55	55	-

50% літнього зимового	125 115	115 100	115 100	115 100	115 -
Кінець кипіння бензину, не вище, °С:					
Літнього	205	195	195	195	195
Зимового	185	185	185	185	-
Тиск насичених парів бензину, мм рт. ст.:					
Літнього	500	500	500	500	500
Зимового	500-700	500-700	500-700	500-700	-
Кислотність, мг КОН/100мл	3	3	3	3	3
Вміст сірки, %	0,15	0,12	0,10	0,10	0,10
Колір	червоний		зелений	синій	жовтий

7.3. Дизельне паливо

Дизельне паливо, як і бензин, являє собою суміш парафінових, нафтових і ароматичних вуглеводів і є продуктом прямої перегонки нафти з додаванням (не більш 20%) компонентів каталітичного крекінгу. Щільність дизельного палива 0,79 – 0,97 г/см³, температура спалаху 35-80°С, температура помутніння для літніх сортів не вище - 5°С, а для зимових – від -25 до - 30 °С. Температура застигання повинна бути на 5 - 10 °С нижче температури помутніння. Дизельне паливо використовується в двигунах, установлених на великовантажних автомобілях, тракторах і дорожніх машинах, на водному і залізничному транспорті, у різних енергетичних установках і випускається двох видів: легке, малов'язке паливо – для швидкохідних дизелів і важке, високов'язке паливо – для тихохідних дизелів.

Дизельне паливо, на відміну від карбюраторного, містить більш важкі фракції вуглеводів: гасові, газойлеві і соляркові, які не схильні до детонації. Фізико-хімічні властивості дизельного палива характеризуються теплою згорання, займистістю, фракційним складом і температурою спалаху, в'язкістю, температурою помутніння, початку кристалізації і застигання, вмістом сірки й інших шкідливих домішок. Для реактивних авіаційних двигунів як паливо використовується гас і лігроїн прямої перегонки нафти, а також газойлеві фракції дистилятів окремих нафт із продуктами вторинного походження і прямогонні дистиляти.

Один з основних показників якості дизельного палива є загорання, що характеризує здатність палива займатися без джерела запалювання й оцінюється цетановим числом. *Цетановим числом* називається умовна одиниця, чисельно рівна відсотку (по об'єму) цетана в суміші, що складається з цетана (займистість 100), α -метилнафталіна, який рівнозначний займистості 0. Температура samozапалювання дизельного палива знижується зі збільшенням цетанового числа.

В табл. 7.2 наведені основні показники дизельних палив.

Від фракційного складу дизельного палива залежить якість утворення паливно-повітряної суміші і повнота її згоряння, димність вихлопу й інші показники роботи двигуна, а також температура спалаху пальної суміші при піднесенні вогню. Температура спалаху характеризує вогнебезпечність палива для застосування, транспортування і збереження.

В'язкість є важливою експлуатаційною властивістю і визначає рухливість дизельного палива (тобто опір, який роблять частки рідини один одному при переміщенні під дією сили), ступінь його розпилення й однорідність пальної суміші. При зниженій в'язкості відбувається надмірне розпилення палива, його підтікання через зазори, знижується тиск упорскування, погіршуються його властивості змашування, при підвищеній в'язкості збільшується опір при русі палива по трубопроводах, погіршуються процеси розпилення і сумішоутворення, паливо цілком не згоряє, підвищуються його витрати. Дизельне паливо звичайно характеризується кінематичною в'язкістю, що являє собою питомий коефіцієнт внутрішнього тертя рідини. В'язкість дизельного палива залежить від температури і підвищується при її зниженні: у паливах для швидкохідних дизелів вона визначається при 20 °С, а для тихохідних – при 50 °С. Кінематичну в'язкість установлюють за часом витікання через капіляр віскозиметра заданої кількості палива при температурі 20 °С. В'язкість дизельного палива для швидкохідних двигунів 1,8 – 8,0 мм²/с, а для тихохідних – до 36 мм²/с. У холодну пору року необхідно застосовувати зимові сорти дизельного палива, що мають менші показники в'язкості.

Таблиця 7.2

Основні показники дизельних палив

Показник	ДА	ДЗ	ДЛ	ДС
Цетанове число, не менше	40	40	45	50
В'язкість				
При 20°С	2,5 – 4,0	8,5 – 6,0	3,5 – 8,0	-
При 50°С	-	-	-	2,5 – 4,0
Перегоняється при температурі, °С:				
50%	225	275	290	280
90%	300	335	350	-
96%	330	-	-	340
Коксуємість, %, не більше	0,05	0,5	0,5	0,5
Кислотність, мг КОН/100 мл	5	5	5	5
Зольність, %	0,001	0,02	0,02	0,02

Вміст сірки, %	0,2	0,2	0,2	0,2
Температура запальності в закритому тиглі, °С	35	50	60	90
Температура застигання, °С	-60	-45	-10	-15

На роботу двигуна при низькій температурі впливають також температура помутніння, початку кристалізації і застигання палива, що залежить від його фракційного складу. *Температурою помутніння* називається така температура, при якій паливо втрачає свою форму і однорідність. Це називається процесом *кристалізації*.

Температура повної втрати рухливості палива є *температурою застигання*.

Вміст сірки в дизельному паливі завжди вище, ніж у бензині. Сірка і сірчасті сполуки викликають корозію деталей двигунів, особливо швидкохідних. Корозійна активність дизельного палива залежить також від вмісту водно-розчинних кислот і лугів, кисневих сполук, механічних домішок, води. Для поліпшення властивостей дизельного палива до нього додають присадки, що підвищують цитанове число, інгібітори корозії, дезактиватори металів й т. ін.

Маркірування: у залежності від умов застосування промисловість випускає дизельне паливо трьох марок: Л (літнє) – для експлуатації при температурі навколишнього повітря 0 °С і вище; З (зимове) – для експлуатації при температурі навколишнього повітря - 20 °С і вище; А (арктичне) - для експлуатації при температурі навколишнього повітря - 50 °С і вище. Норма цитанового числа для всіх трьох марок дизельного палива встановлена не менше 45. За вмістом сірки дизельні палива поділяються на види: І – не більше 0,2% і ІІ – не більше 0,5% (для марок А – не більше 0,4%). У маркірування палива Л входять вміст сірки і температура спалаху; палива З – вміст сірки і температура застигання; палива А – вміст сірки.

7.4. Мазут. Основні властивості, марки і застосування

Мазут є найбільш розповсюдженим видом котельно-пічного палива. Його одержують як у процесі прямої перегонки нафти, так і при крекінгу нафтопродуктів – це залишки після відгону з нафти бензину, гасу, фракцій дизельного палива. Використовується на залізничному транспорті, у хімічній промисловості як сировина й в інших галузях народного господарства, а також для забезпечення населення, дрібних комунально-побутових і сільськогосподарських підприємств.

Найважливішими характеристиками мазуту є теплота згорання, в'язкість, температура застигання, щільність, температура спалаху, зольність, вміст сірки й інших домішок.

Основним показником якості мазуту при його маркіруванні є *в'язкість*, що визначає умови заповнення і зливу з ємкостей, транспортування по трубопроводах, подавання в топковий простір печей й т. ін. В'язкість мазуту залежить від температури, щільності, смолистості.

Температура застигання мазуту залежить від хімічного складу сировини і способів одержання нафтопродукту. Прямогонні мазути з парафінової нафти мають температуру застигання більш 25°C, а крекінг-мазути – від 25 до 34 °C.

При розрахунках обсягів ємкостей для зберігання і транспортування палива, визначенні умов відстоювання води та осадження механічних домішок з мазуту користуються показником *щільності* мазуту. Чим менше щільність мазуту, тим легше і швидше відокремлюються від нього вода і механічні домішки. Щільність мазуту коливається в межах 0,94 – 1,02 г/см³ і підвищується зі збільшенням в'язкості.

Температура спалаху товарних мазутів 80-90 °C. Максимальна температура розігріву палива при подачі по трубопроводах, заливанні повинна бути не менше, ніж на 10°C нижче температури спалаху.

Зольність мазуту залежить від якості підготовки і переробки сировини і визначається вмістом солей, неорганічних домішок, використаних присадок, а також продуктів корозії нафтової апаратури.

Вміст сірки в котельному паливі залежить від хімічного складу нафти і складає: для високосірчастих мазутів – до 3,5%; для сірчастих – до 2,0% і для малосірчастих - до 0,6%. Спалювання сірчистої нафти призводить до утворення кислотних оксидів, що викликають підвищену корозію деталей котлів і апаратів і забруднюють навколишнє середовище. Особливу корозійну активність мають сірководень і елементарна сірка. Тому малосірчасті мазути застосовуються в першу чергу в технологічних нагрівальних установках: мартенівських печях, нагрівачах ливарних, прокатних та інших підприємств металургійної промисловості.

Маркірування: нафтопереробною промисловістю виробляється кілька марок мазутів, які використовуються як паливо: флотські Ф-5 і Ф-12, топкові 40 і 100. Цифри, що входять у марки (5, 12, 40, 100), вказують на максимальну в'язкість при температурі 50 °C в одиницях умовної в'язкості. Мазути Ф-5 і Ф-12 (легке паливо) застосовуються в судових котельних установках, 40 (середнє паливо) і 100 (важке паливо) – як масове паливо у всіх котельних і нагрівальних установках загального призначення. Мазути марок 40 і 100 за вмістом сірки підрозділяються на малосірчасті, сірчасті і високосірчасті.

Паливо для мартенівських печей поставляється марок МП – малосірчасте і МПС – сірчасте. Газотурбінне паливо виробляється двох марок: ТГ – звичайне і ТГВК – вищої категорії якості, а паливо пічне побутове випускається марки ТПБ.

7.5. Умови зберігання і транспортування рідкого палива

Рідке паливо відвантажується споживачам партіями, які супроводжуються єдиним документом (паспортом) про якість. У документі вказується: найменування підприємства-постачальника, вид нафтопродукту, марка, номер партії і транспортної одиниці, а також показники якості даної продукції, нормовані встановленим стандартом, і результати іспиту даного нафтопродукту. Рідке паливо перевозять усіма видами транспорту: трубопровідним, річковим, залізничним, автомобільним і, в особливих випадках, повітряним. На ємкостях ставлять попереджувальні написи: “Вогненебезпечно”, “Етиловий бензин” – для світлих нафтопродуктів і “Отрута” – для отрутих нафтопродуктів.

Приймання рідкого палива здійснюється по масі чи зважуванням по об’єму і щільності. При відсутності паспорта на паливо, що надійшло, вантажоодержувач зобов’язаний визначити його якість у лабораторії.

Для зберігання палива використовують металеві чи залізобетонні резервуари, горизонтальні чи вертикальні, підземного чи надземного типу. Заповнення резервуару повинно бути максимальним для зменшення витрат на випар. Заправлення повинно здійснюватись тільки закритим способом (через шланг).

Гарантійні терміни збереження для автомобільного бензину і дизельного палива – 5 років, авіаційного бензину – 2 роки з дня виготовлення, а після закінчення цього терміну варто знову перевірити якість нафтопродукту на відповідність вимогам стандартів.

Бензин, мазут та інші рідкі палива є вибухонебезпечними, легкозаймистими паливими рідинами, їхні пари отрутні для людини. Тому в місцях їхнього збереження потрібно строго дотримання правил безпеки. До роботи з рідким паливом допускаються тільки особи, що пройшли інструктаж з техніки безпеки. Нафтобази і склади повинні мати справну і безпечну електропроводку й бути обладнані необхідними засобами пожежогасіння, резервуари для збереження повинні бути заземлені. На їх території категорично забороняється палити, користатися відкритим вогнем чи інструментом, що дає при ударі іскру. При низьких температурах в’язкість значно зростає, тому його з ємкостей і перекачування по трубопроводах вимагає підігріву.

Контрольні питання

1. Визначте класифікацію рідкого палива, способи його одержання і властивості вихідної сировини.
2. Що таке карбюраторне паливо? Призначення, основні характеристики.
3. Властивості, маркірування карбюраторного палива.
4. Що таке дизельне паливо? Призначення, основні характеристики.
5. Властивості, маркірування дизельного палива.
6. Що таке котельно-пічне паливо?
7. Властивості, застосування, маркірування котельно-пічного палива.

8. Умови постачання, зберігання і перевезення рідкого палива. Основи техніки безпеки.

Тести

1. Який основний показник якості мазуту вказується при його маркіруванні?
 1. Теплота згорання.
 2. Щільність.
 3. Вміст сірки.
 4. В'язкість.

2. Які дані включаються в маркірування дизельного палива марки Л?
 1. Вміст сірки і температура застигання.
 2. Вміст сірки і температура спалаху.
 3. Вміст сірки і термін зберігання.

3. Яке цетанове число дизельного палива, що використовується авто-тракторними механізмами?
 1. 20-25.
 2. 45-50.
 3. 80-100.
 4. 95-130.
 5. 50-70.

4. Якими з указаних властивостей характеризується бензин?
 1. Детонаційною стійкістю.
 2. Теплотою згорання.
 3. Фракційним складом.
 4. Хімічною стабільністю.
 5. Температурою помутіння.

5. Що є сировиною для моторних палив?
 1. Деревина.
 2. Торф.
 3. Нафта.
 4. Кокс.
 5. Буре вугілля.

6. Що показує цифра в марці мазуту М 40?
 1. Температуру згорання.
 2. В'язкість мазуту.
 3. Вміст сірки.
 4. Термін зберігання.

7. Який вміст сірки у високоякісних мазутах, що використовуються в якості котельнопічного палива?

1. До 5%.
2. До 3,5%
3. До 8%.
4. До 2%.
5. До 0,5%.

Розділ 8. Газоподібне паливо

8.1. Види, властивості, призначення газоподібного палива

У загальному обсязі споживання первинної енергії в Україні пріоритетним ресурсом є природний газ, різна потреба в якому складає 70 млрд. м³.

Газоподібне паливо є найбільш привабливим у використанні завдяки своїм *властивостям*:

- висока теплоутворююча здібність;
- відсутність золи при згоранні;
- незначний вміст шкідливих домішок, які не забруднюють оточуюче середовище;
- відсутність диму і копоти при згоранні;
- зручність у використанні, транспортуванні, зберіганні;
- можливість автоматизації процесів горіння.

За призначенням газоподібне паливо ділиться на котельно-пічне і моторне. В якості котельно-пічного палива використовується в основному природний газ, дуже рідко - промислові гази, які одержують в процесі переробки природного палива.

Природний газ, теплоутворююча здібність якого складає 8480 Ккал/кг, тобто значно більша, ніж кам'яного вугілля, знаходить найбільш широке використання. Його використовують в металургійній промисловості, електро-, теплоенергетиці, в побуті, а також як сировину в хімічній і нафтохімічній промисловості.

Основною складовою частиною природного газу є метан (СН₄), який виділяє велику кількість теплоти при згоранні. Крім того, до його складу входить пропан, бутан, пентан, а також двооксид водню, окис вуглецю та інші домішки, які є баластом газу.

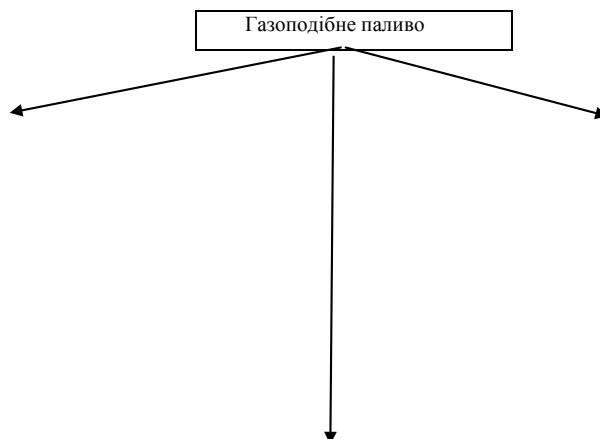
Природний газ все більше знаходить використання на автомобільному транспорті, тому що він є більш зручним у використанні, октанове число його значно вище порівняно з бензином, менша ступінь забруднення повітря відпрацьованими газами, при його використанні менше зношуються деталі двигуна.

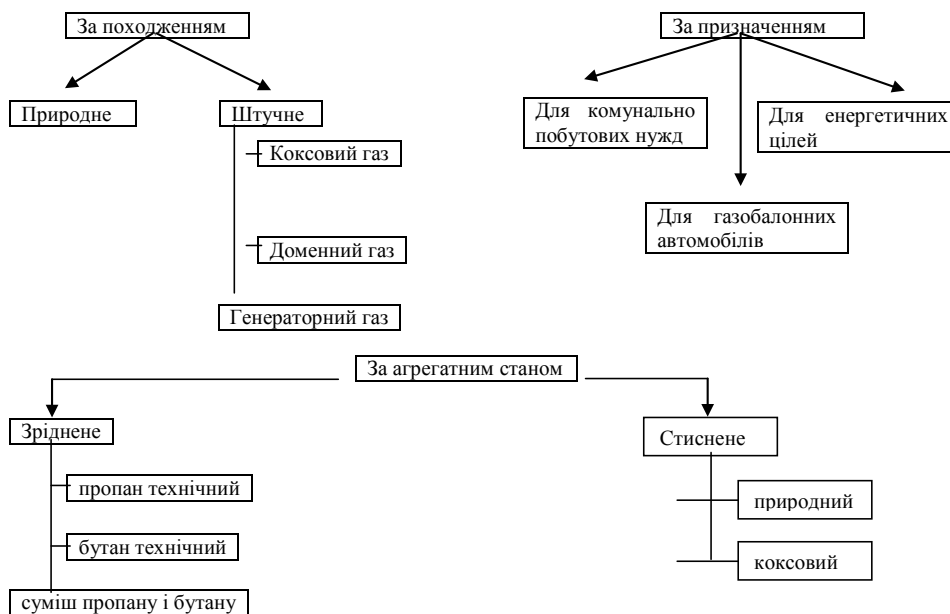
Але використання газу транспортом обмежено через те, що недостатньо розвинена мережа газозаправних станцій, необхідно оснащувати автомобілі балонами великої місткості, високого тиску і взагалі переоснащувати паливно-провідну систему, менший радіус пробігу автомобіля і він більш пожежебезпечний.

Класифікація газоподібного палива наведена на мал.8.1.

Генераторні гази одержують в результаті газифікації твердого палива (вугілля, торф, напівкокс) окисненням водню, який в них знаходиться, при високій температурі.

У залежності від призначення генераторного газу виділяють: паливо для промислових печей, двигунів внутрішнього згорання чи побутових газових установ. Генераторний газ в залежності від реагенту продування одержують наступних видів: повітряний, водяний, змішаний; процес проходить у вертикальних печах-газогенераторах,





Мал. 8.1. Класифікація газоподібного палива.

в які зверху завантажують паливо, а знизу проводять його продування. Якщо окислювач – повітря, то одержаний газ називають повітряним генераторним газом, пари води – водяним генераторним газом, суміш водяного пару і кисню – парокисневим генераторним газом (змішаним).

У табл. 8.1 показані склад і питома теплота згорання газів.

Доменний газ є побічним продуктом доменного виробництва і після очищення від пилу використовується в суміші з коксовим газом в цехах металургійних підприємств. Теплота згорання доменного газу 900-1000 Ккал/м³, або 3770-4190 кДж/м³.

Коксовий газ одержують в результаті коксування твердого палива. Його використовують для нагрівання коксових, мартенівських і скловарних печей, для комунально-побутових нужд і як сировину в хімічній галузі.

	CO	H ₂	CH ₄	CnHm	CO ₂	O ₂	N ₂	
--	----	----------------	-----------------	------	-----------------	----------------	----------------	--

Гази	Склад за вмістом хімічних елементів, %	Питома теплота згорання, кДж/м ³

Таблиця 8.1

Природний газ і гази нафтопереробки	0 – 1,5	0 - 30	10 - 95	1 - 20	0 - 10	0 - 7	0,1 - 10	29,0 – 4,0
Коксовий	5 - 10	48 - 55	10 - 25	1,5 - 3	2 - 4	0,1 - 1	5 - 10	18,8
Доменний	26 - 33	1 - 3	0,2 - 05	-	7 - 12	-	57 - 60	3,6 – 4,2
Генераторний із антрацити	25 - 28	12 - 16	1 – 2,5	-	3 - 6	0,5 – 0,8	50 - 58	5,4 – 6,7

Зріджені гази при температурі від $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$ і тиску 0,2-1,6 МПа знаходяться в рідкому стані, а при підвищенні температури і зниженні тиску переходять у газоподібний стан. Їх одержують на газоконденсаторних установках при газових родовищах і як побічний продукт при переробці нафти. Випускаються трьох видів : пропан технічний, бутан технічний і суміш пропану з бутаном.

Стиснені гази знаходяться в балонах і газопроводах у стисненому стані під тиском до 20 МПа. Стиснені гази випускаються трьох марок: коксовий метанозований, коксовий збагачений і природний.

8.2. Умови зберігання газоподібного палива

Газоподібне паливо із транспортних магістральних трубопроводів поступає на газорозподільні станції і після відповідної підготовки по газопроводах постачається споживачам, або подається в накопичувальні резервуари для зберігання.

Газ зберігається в балонах, газгольдерах і підземних сховищах. Балони для зберігання газу (пропану, бутану та ін.) виготовляються з якісних сталей і розраховані на тиск 20,15 і 10 МПа. Для розпізнавання їх фарбують в червоний колір.

Пальні гази в різноманітних пропорціях з повітрям утворюють вибухові суміші, крім того деякі з них, особливо промислові, токсичні і отруйні. При вдиханні метану - основного компоненту природного газу настає задуха. Зріджені гази, коли попадають на шкіру людини, викликають обмороження. Тому необхідно при поводженні з ними дотримуватись правил безпеки.

Контрольні питання

1. Визначте властивості газоподібного палива, що обумовлюють привабливість його використання.

2. Які складові газоподібного палива?
3. Наведіть класифікацію газоподібного палива.
4. Розкрийте умови зберігання газоподібного палива.
5. Що є основним компонентом природного газу?

Тести

1. Який із вказаних газів має різкий запах?
 1. Водень.
 2. Кисень.
 3. Аміак.
 4. Вуглекислий газ.
2. Завдяки яким властивостям газоподібне паливо привабливе у використанні?
 1. Висока теплоутворююча здібність.
 2. Нешкідливість у використанні.
 3. Зручність у використанні, транспортуванні, зберіганні.
 4. Можливість автоматизації процесів горіння.
 5. Відсутність золи при згоранні.
3. Що являється основною складовою частиною природного газу, яка виділяє велику кількість теплоти при згоранні?
 1. Пропан.
 2. Бутан.
 3. Метан.
 4. Пентан.
 5. Окис вуглецю.
4. За якими ознаками здійснюється класифікація газоподібного палива?
 1. За агрегатним станом.
 2. За походженням.
 3. За стисненням.
 4. За призначенням.

Розділ 9. Мастила

9.1. Класифікація й основні характеристики мастил

Мастильні матеріали — це речовини, які використовуються для змазування і охолодження деталей машин і механізмів, що призводить до зменшення сили тертя і видалення зношених частинок. Крім того, мастильні матеріали захищають метал від корозії, виконують функцію робочої рідини, яка охолоджує різні частини при їх взаємодії.

Основна частина мастильних матеріалів мінерального походження отримується у результаті переробки нафти. Органічні мастила (рослинні і тваринні), хоч і володіють хорошими властивостями щодо змазування чутливі до дії підвищеної температури, тому застосовуються головним чином як добавки до мінеральних олій. Недоліками мастильних матеріалів (мінеральних і органічних) є те, що вони застигають при охолодженні до температури нижче -20°C , випарюються і окислюються при нагріванні до температури вище $150 - 200^{\circ}\text{C}$. Синтетичні мастильні матеріали, які виробляються на основі спиртів, ефірів і кремнійорганічних з'єднань, володіють високими експлуатаційними властивостями (у тому числі і термостійкістю), однак мають поки обмежене застосування, тому що вони дорожче нафтових олій.

Мастила підрозділяються на:

- моторні, призначені для використання в карбюраторних, дизельних і авіаційних двигунах внутрішнього згорання;
- індустріальні, які застосовуються для змащення промислового устаткування, приладів, гідравлічних передач, металорізальних верстатів, сепараторів, контрольно-вимірювального обладнання й інших машин і механізмів;
- трансмісійні - для змащення агрегатів усіх видів трансмісій;
- турбінні;
- компресорні й ін.

Для поліпшення експлуатаційних властивостей у мастила вводять *присадки* - складні органічні або металоорганічні з'єднання. Кількість присадок залежить від призначення й умов експлуатації мастильних матеріалів і коливається від сотих часток до десятків відсотків. Присадки поділяються на індивідуальні (при додаванні в мастило поліпшують лише якусь одну його властивість) і багатофункціональні (комплексні). За здатністю поліпшувати ті або інші властивості мастил застосовуються присадки в'язкі, депресорні, антиокисні, противозносні, антикорозійні, миючі і комплексні. В'язкі присадки (до 3%) підвищують в'язкість і поліпшують в'язкісно-температурні властивості мастил; депресорні (до 0,5-1,0%) - знижують температуру застигання мастил за рахунок утворення на поверхні продукту високозастигаючої захисної вуглеводної плівки; антиокисні (до 1%) - підвищують хімічну стабільність мастил завдяки затримці періоду утворення продуктів окислювання. Антикорозійні присадки (десяті частки відсотка і вище) підрозділяються на дві основні

групи: перша група (сірчасті і фосфорні з'єднання) утворює на поверхні металу захисні плівки, друга - нейтралізує агресивні продукти згорання палива й окислювання мастила. Протизношувальні присадки (до 1,5-2,0%) зменшують знос металу в результаті підвищення поверхневої пластичності, миючі (3-15%) - зменшують інтенсивність нагаро- і шлакоутворення на деталях циліндропоршневої групи. Комплексні (багатофункціональні) присадки, що поліпшують декілька властивостей олій, являють собою суміші присадок різного призначення або специфічні органічні сполуки.

Основні *експлуатаційні властивості мастил* - в'язкість, температура застигання і спалаху, ступінь окислювання, корозійна стійкість, противозносність, миючі і противопінні властивості.

Найважливішою характеристикою мастил є *в'язкість*, яка впливає на ефективність охолодження, легкість запуску і т.ін., тому значення в'язкості вказується в марках багатьох олій. В'язкість залежить від температури, причому для різних видів олій в'язкість нормується при різній температурі і визначається за часом витікання випробуваного мастила в обсязі кульової ємкості через капіляр віскозиметра. З підвищенням температури в'язкість мастил знижується, однак інтенсивність зміни в'язкості від температури різна для різних видів мастил. У стандартах на мастила в'язкісно - температурні показники оцінюють індексом в'язкості, яким називають відносну величину, що показує інтенсивність зміни в'язкості в залежності від температури (у порівнянні з еталонним мастилом). Індекс в'язкості розраховують за формулами або знаходять за спеціальною номограмою. Для підвищення індексу в'язкості в малов'язкі мастила вводять в'язкісні присадки. Найбільше поширення одержали такі високов'язкісні полімери, як поліізобутилен, поліметакрилат і ін. *Температура застигання* мастил - це температура, при якій мастило в процесі дослідження застигає настільки, що при нахилі пробірки з продуктом під кутом 45° залишається рухомим протягом 1 хв. Наприклад, температура застигання моторних мастил від -20° до -30°C, а малов'язких (трансформаторне, приладове й ін.) - від -50 до -60°C. Для зниження температури застигання мастил застосовують різні депресорні присадки, основними з яких є продукти конденсації нафталіну, розчин алкилфенолята кальцію в мастилі, поліметакрилат та ін.

Температура спалаху мастила характеризує межі його кипіння і пожежну безпеку. Властивості мастил змінюються не тільки під дією температури, але й у присутності кисню. Здатність мастил протистояти реакціям взаємодії з киснем називається *хімічною стабільністю*. Хімічна стабільність мастил з підвищенням температури значно знижується. При температурі 60-70°C в мастилі утворюються кислі і нейтральні з'єднання і воно починає темніти. При подальшому збільшенні температури підсилюються процеси окислювання, накопичуються нерозчинні асфальтові речовини й вуглеводні речовини, а при температурі близько 300°C поряд з окислювальними процесами відбувається термічне руйнування вуглеводів мастил. Для посилення хімічної стабільності мастил

до них додають антиокисні присадки (інгібітори окислювання): феноли, аміни, диалкілдитиофосфати цинку і барію й ін.

Корозійна стійкість деталей машин багато в чому залежить від якості і хімічного складу мастил . Найбільш шкідливого корозійного впливу завдають органічні і мінеральні кислоти, що знаходяться в мастилі, вода і сірчасті з'єднання, тому їхній вміст повинен бути обмеженим. Кислотність мастил, що характеризується кількістю міліграмів їдкою калію для різних мастил коливається від 0,005 до 0,30 мг в 1 г мастила. Для нейтралізації продуктів неповного згорання палива і запобігання їхнього корозійного впливу на деталі двигуна моторні мастила повинні містити визначений лужний запас (лужне число) - звичайно від 2 до 10 мг.

Для зниження корозії підшипників і деталей циліндропоршневої групи в мастила додають антифрикційні присадки: сірчані і фосфорні з'єднання , алкідфеноляти лужних металів і ін. Протизношувальні властивості мастил залежать від в'язкості, хімічного складу і чистоти. Перед застосуванням мастила варто очищати від механічних домішок відстоюванням або фільтрацією. Ефективними зносостійкими присадками є екстракти олій, ефіри й ін. Мийні властивості характеризують здатність мастил створювати необхідну чистоту деталей, підтримуючи продукти окислювання в зваженому стані. Мийні властивості залежать від хімічного складу, способу одержання та очищення мастила і можуть бути поліпшені введенням у мастило мийних присадок: сульфатів кальцію, барію та ін. Противопінні присадки поліпшують експлуатаційні властивості мастил і підвищують їхню здатність виділяти повітря і газу без появи піни.

9.2. Асортимент мастильних матеріалів та їх позначення

Моторні мастила, призначені для експлуатації карбюраторних і дизельних двигунів, мають єдину систему позначень і випускаються в'язкістю 6-20 мм/с (з інтервалом через 2 мм/с) при температурі 100°C. За експлуатаційними показниками вони підрозділяються на шість груп (А, Б, В, Г, Д і Е), у кожному з яких входять мастила з однаковою в'язкістю, що відрізняються кількістю й ефективністю введених присадок. При маркіруванні моторних олій спочатку ставлять букву М (моторне мастило), потім цифри, що показують значення кінематичної в'язкості при 100°C, і букву, що характеризує рівень експлуатаційних властивостей олій з індексами 1 або 2. Індекс 1 показує, що мастило призначене для карбюраторних двигунів, а 2 - для дизельних. У групу А входять мастила, що містять невелику кількість присадок. Вони випускаються марок М-6А, М-8А, М-10А й використовуються в малофорсорованих карбюраторних двигунах. Мастила групи Б, В й Г випускаються для карбюраторних і дизельних двигунів, а групи В й Г - крім того, зимові і літні. Разом з тим, можуть випускатися й універсальні мастила цих груп без вказівки цифрового індексу. Мастила групи Б застосовуються для малофорсорованих карбюраторних і дизельних двигунів, містять до 5% багатофункціональної

присадки і випускаються марки М-6Б₁, М-8Б₁, М-8Б₂, М-10Б₂, М-12Б₂ і ін. Найбільш масовими є мастила групи В, призначені для експлуатації середньофорсованих карбюраторних і дизельних двигунів, і групи Г - для високофорсованих карбюраторних і дизельних двигунів. Перші містять до 8%, а другі до 11% багатофункціональної присадки. Моторні мастила групи В у межах єдиної в'язкості є взаємозамінними. Промисловість випускає мастила марок М-6В₁, М-8В₁, М-8В₂, М-10В₁, М-10В₂, М-12В₂ і ін.

Мастила групи Д містять до 18% різних присадок і застосовуються у високофорсованих дизелях, що працюють на сірчаному паливі, а групи Е - до 22% присадок і використовуються в тихохідних дизелях, що працюють на високосірчаному (до 3, 5% сірки) паливі. Промисловість випускає мастила марок М-8Д, М-10Д, М-12Д та ін., а також М-12Е, М-14Е, М-16Е та ін. Мастила для авіаційних двигунів внутрішнього згорання випускаються чотирьох марок: МС-14, МС-20 (нафтові мастила селективного очищення в'язкістю 14 і 20 мм/с), МК-22 і МС-20с (мастила кислотного і фенольного очищення в'язкістю 22 і 20 мм/с).

Індустріальні мастила підрозділяються на мастила загального і спеціального призначення і випускаються без присадок і з присадками. Основним експлуатаційним показником мастила є в'язкість, що входить у марку. За рівнем в'язкості індустріальні мастила умовно поділяються на легкі (в'язкість до 10 мм/с при 50°C), середні (від 10 до 58 мм/с при 50°C) і важкі (від 19 до 28 мм/с при температурі 100°C). Індустріальні мастила загального призначення І-5А й І-8А (без присадок) застосовуються для змащення високошвидкісних механізмів текстильних машин, шпиндельних вузлів металорізальних верстатів, вузлів тертя механізмів, швейних машин, контрольно-вимірювальних приладів і для технологічних потреб (рідин для загартування сталі, охолодження інструмента і т.ін.); мастило вазелінове приладове (МВП) - для контрольно-вимірювальної апаратури; мастило сепараторне Л (легке) і В (важке) - для змащення підшипників сепараторів, центрифуг і іншого устаткування. Мастила індустріальні селективного очищення з антиокисною, протизносною і протипінною присадками ІПП-4 (гідралічне), ІПП-6 та ІПП-8 застосовуються для змащення високошвидкісних вузлів верстатів і машин вітчизняного і закордонного виробництва, можуть використовуватися також замість олій І-5А й І-8А. Індустріальні мастила І-12А, І-20А, І-40А та І-50А застосовуються як робочі рідини гідралічних систем, що не пред'являють особливих вимог до експлуатаційних властивостей олій, а також для змащення мало- і середньо- навантажених зубцюватих і черв'ячних передач, а мастила ІПП-18, ІПП-30, ІПП-38, ІПП-40, ІПП-72 і інш. - для гідралічних систем металорізальних верстатів, автоматичних ліній, різних пресів і т.д. і для змащення коробок передач,

середньо- і важко навантажених зубчатих і черв'ячних передач, редукторів і т.д. Мастила циліндрові 11, 24 і 38 використовуються для змащення важко навантажених механізмів, що працюють при підвищеній температурі, і поршневих парових машин різного призначення.

Змащення прокатних станів здійснюється мастилами П-28, ПС-28, П-40, П-8П й ін. У групу індустріальних олій спеціального призначення входять мастила індустріальні ІЦП-20 і ІЦП-40- для змащення ланцюгів конвесрів та ІМТ-200-для змащення масляним туманом підшипників валків каландрів, мастило телеграфне - для змащення телеграфних апаратів і ін.

Трансмійні мастила призначені для змащення редукторів, коробок швидкостей, коробок передач рульового керування й ін. Умови тертя в зубчатих передачах більш напружені (високі питомі навантаження і температури) у порівнянні з іншими механізмами, тому трансмісійні мастила повинні мати високі і стабільні протизношувальні та інші властивості, а також необхідну в'язкість при температурі 100°C. Із трансмісійних мастил без присадок, призначених для промислового устаткування (редуктори, зубчаті передачі різних механізмів), застосовують нігрол, а частіше - мастило трансмісійне ТС-14, 5, що може бути використане також для тракторів і автомобілів. Однак умовам тертя зубчатих передач найкраще відповідають мастила з протизношувальними і противозадирними присадками, такі, як мастило трансмісійне тракторне ТАп - 15ФО з протизношувальною присадкою (екстракт фенольного очищення), мастило трансмісійне ТАп-15В с противозадірною присадкою й мастило ТСП-15К з багатофункціональною присадкою, які використовуються при експлуатації автомобілів. Для роботи машин і механізмів в умовах низької температури застосовуються трансмісійні мастила ТСП-10 і ТСП-10ЕФО.

Турбінні мастила застосовуються для змащення підшипників парових і газових турбін, турбонасосів, турбокомпресорів, генераторів електричного струму й іншого енергетичного устаткування. Найбільш розповсюдженими турбінними мастилами є Тп-22, Тп-30 і Тп-46. Турбінні мастила містять комплексну присадку і володіють високими експлуатаційними властивостями.

Компресорні мастила (К-12, К-19, КС-19 і ін.) призначені для змащення деталей компресорів (циліндр, клапан і ін.) і герметизації камер стиску і використовуються в умовах високих температур і тисків. Компресорні мастила повинні володіти високою термоокислюючою і корозійною стійкістю, хорошими в'язкісно-температурними показниками.

9.3. Шляхи зниження витрат нафтопродуктів і регенерація відпрацьованих олій

Ощадливе використання нафтопродуктів - важливий важіль інтенсифікації паливно-енергетичного комплексу нашої країни, підвищення його ефективності. Тим часом витрати нафтопродуктів, які виникають в процесі транспортування, приймання, видавання, зберігання та експлуатації ще значні і підрозділяються на дві основні групи в залежності від випару і від витоків через нещільності з'єднань. Для зниження втрат від випару використовуються резервуари з герметизованими кришками і шлангами для відводу пару нафтопродукту, газовирівлювальні системи,

що регулюють внутрішній тиск у резервуарах і ін. Щоб уникнути втрат від витоків встановлюється строгий контроль за транспортуванням, прийманням, видачею і зберіганням нафтопродуктів. При цьому не допускається перевищення затверджених норм втрат на всіх основних навантажувально-розвантажувальних і транспортних операціях.

Контрольні питання

1. Що таке мастильні матеріали?
2. Визначте основні властивості мастил.
3. Класифікація мастильних матеріалів.
4. Ассортимент, призначення та маркування мастильних матеріалів.
5. Визначте шляхи раціонального використання нафтопродуктів.

Тести

1. Яка з указаних марок мастил відноситься до індустріальних?
 1. М-6А.
 2. МС-14.
 3. ІПП-4.
 4. М12Г1.
2. На що вказує літера “М” в марці мастила?
 1. Мастило для змазування масляним туманом.
 2. Мастило моторне.
 3. Мастило багатофункціональне.
 4. Мастило індустріальне.

Розділ 10. Полімери і пластмаси

10.1. Класифікація, склад, властивості пластмас

Полімери (від грецького “полі” – багато, “мерос” – частин) складаються з великого числа повторюваних однакових чи різних груп атомів, з’єднаних хімічними зв’язками.

Полімери одержують з мономерів, низькомолекулярних сполучень, що внаслідок ненасичених зв’язків здатні взаємодіяти один з одним. Молекула мономера називається *макромолекулою*, що складається з атомів вуглецю, водню, сірки, азоту, кисню, хлору і т.д.

Полімери *підрозділяються* на:

- природні (натуральний каучук, натуральні смоли);
- штучні (целюлоза, нітроцелюлоза, штучні смоли), тобто результати переробки натуральних полімерів;
- синтетичні, одержувані синтезуванням з низькомолекулярних сполук (синтетичні смоли, поліетилен).

Властивості полімерів залежать від хімічного складу мономерів, від числа вхідних у полімер атомів, від форми ланцюгів молекул. Зі збільшенням числа мономерів, що входять у макромолекулу полімеру, зміцнюються його фізичні та хімічні властивості, підвищується його міцність, твердість, температура плавлення, знижується розчинність у розчинниках.

Способи одержання полімерів.

Існує два способи: реакція полімеризації і реакція поліконденсації.

При полімеризації відбувається послідовне з’єднання великого числа мономерів однакового складу в макромолекулу полімеру без виділення побічних речовин. Основними методами полімеризації є емульсійний, суспензійний, блочний та інші. Готова продукція називається по способу виготовлення: оргскло блокове, полівінілхлорид суспензійний.

При поліконденсації високомолекулярні сполучення утворюються з різних мономерів з виділенням побічного продукту: аміаку, хлористого водню, води й інших хімічних виходів.

Сировину для синтезу полімерів можна розбити на п’ять груп:

- коксохімічна;
- нафтохімічна;
- рослинна;
- мінеральна;
- переробка природного газу.

Пластмаси – сучасні конструкційні матеріали

Пластмаси – це матеріали, які одержуються на основі природних чи синтетичних полімерів. Вони здатні при нагріванні переходити в пластичний стан і за допомогою пластичної деформації здобувати форму, що стійко зберігається після охолодження і затвердіння.

Найважливішими *властивостями* пластмас є:

- низька щільність (0,9 – 1,9 г/см³, у деяких видах – 2,6 г/см³);
- досить висока питома міцність;
- висока хімічна стійкість;
- низька звуко- та теплопровідність;
- на відміну від металів, пластмаси не бояться не тільки води, але й кислот, лугів;
- не проводять електричний струм; деякі з них є найкращими діелектриками, тому їх застосовують в електроніці як ізоляційний матеріал і основний конструкційний матеріал;
- володіють антифрикційними властивостями, що дозволяє виготовити з них підшипники, що не вимагають змащення; а також фрикційними властивостями, що дозволяє виготовляти з них гальмові колодки та інші вироби;
- пластмаси в 5-8 разів легші за метали, що робить їх незамінними в авіатехніці, автомобілебудуванні, побутовій техніці, радіоелектроніці. Наприклад, застосування 1 тонни пластмасових труб замість сталевих чи чавунних заощаджує в середньому 5-6 тонн чорних металів;
- багато видів пластмас є прозорими, оптичними. Вони можуть бути пружними і еластичними, легко формуються.

Вироби з пластмас роблять, як правило, сучасними високопродуктивними способами: пресуванням, литтям під тиском, пневмоформуванням, видуванням. Усі ці методи виробництва піддаються автоматизації, завдяки чому вироби з пластмас не вимагають високої трудомісткості. Пластмаси використовуються в машинобудуванні, в електротехнічній, автомобільній і авіаційній галузях, в судобудівництві і т. ін.

Важливою підставою для широкого використання пластмас є те, що практично існують необмежені сировинні ресурси для їхнього виробництва. Широке застосування пластмас дозволяє знизити матеріаломісткість продукції за рахунок заміни традиційних матеріалів. Коефіцієнт використання пластмас дорівнює 0,98.

Недоліки пластмас:

- порівняно невисока твердість, термо- і теплостійкість;
- зниження міцності при перемінних навантаженнях;
- прискорене старіння під впливом сонця, тепла, повітря, світла;
- деякі з них токсичні.

Для зміни властивостей пластмас застосовують крім полімерів різні наповнювачі, пластифікатори, стабілізатори, затверджувачі, барвники (мал.10.1).



Мал. 10.1 Склад пластмас.

Сполучні компоненти: синтетичні смоли (полімери) чи ефіри целюлози.

Наповнювачі:

- порошкові (деревне борошно, кварцове борошно, графіт, тальк);
- листові (папір, деревний шпон);
- тканинні чи волокнисті (скловолокно, тканина, текстильні обчеси);

Пластифікатори додають підвищену пластичність і полегшують процес формування (камфора, гліцерин, олеїнова кислота й інші).

Стабілізатори уповільнюють процес старіння: солі, мила та інші хімічні сполуки.

Затверджувачі прискорюють процес переходу в неплавкий стан.

Барвники додають відтінок і охороняють від світлових променів.

Виробництво пластмас складається із таких етапів: підготовка сировинних матеріалів, змішування компонентів суміші, розплав, охолодження, гранулювання чи подрібнення.

Класифікація пластмас

Існує кілька видів класифікації пластмас:

1. *За складом:*

- прості;
- складні.

Прості - складаються на 90% зі смоли та інколи додається 10% пластифікатора. Вони дуже пластичні і прозорі (оргскло).

Складні - крім полімерів містять ще не менше 50% домішок, велику частину яких складають наповнювачі та пластифікатори.

Складні пластмаси класифікуються:

- без наповнювачів – ненаповнені;
- з наповнювачем – наповнені.

I. За видом наповнювача:

- преспорошки;
- волокнисті;
- листові чи шаруваті;
- газонаповнені – пінопласти, поропласти, чарунисті.

Газонаповнені пластмаси відрізняються невеликою щільністю, невисокою міцністю, високими теплоізоляційними властивостями (пенополіуретан).

II. За кількістю пластифікаторів:

- тверді;
- пластичні.

III. За сортаментом: пластмаси випускаються в вигляді гранул, порошоків, таблеток, листів, плит, труб. Деякі реактопласти випускаються в рідкому стані, що дає змогу їх використовувати для просочення наповнювачів, склеювання, нанесення покриття й т. ін.

2. *За застосуванням:*

- сировинні пластмаси, що випускаються у виді гранул, порошоків, дрібок, таблеток, тобто загального призначення;
- спеціального призначення, що випускаються у виді заготовок різної форми (декоративні). До пластмас спеціального призначення відносяться також конструкційні, антифрикційні, фрикційні, ізоляційні та ін.

3. *За хімічною природою при нагріванні:*

- термопласти;
- терморективні, чи реактопластичні.

4. *За фізико-механічними властивостями:*

- жорсткі;
- напівжорсткі;
- м'які;
- еластичні.

Назва пластмаси походить від назви полімеру, із якого вона одержана. Наприклад, поліетилен є пластмасою, одержаною із полімера – поліетилена, а поліаміди - із поліамідної смоли.

Термопласти можуть багаторазово піддаватися переробці (поліетилен, полістирол, поліпропілен, поліаміди, полівінілхлорид, поліметилметакриат (оргскло), фторопласти (самий міцний термопласт)).

Існує чотири види *фторопластів*: Ф1, Ф2, Ф3, Ф4, які відрізняються властивостями похідного мономеру.

Цифра в назві фторопласту (1, 2, 3, 4) вказує на кількість атомів фтору в похідному мономері, що заміщає водень.

Реактопласти після нагрівання твердіють, неминуче втрачаючи здатність плавитися при новому нагріванні, що виключає можливість їхнього повторного використання. Реактопласти механічно міцні і більше теплостійкі. До них відносяться фенопласти, які одержуються на основі фенолоформальдегідних смол, текстоліти, гетинакси, склотекстоліти, амінопласти.

Вони хімічно стійкі (за хімічною стійкістю перевершують всі хімічні матеріали, навіть золото і срібло).

Основні властивості термопластів і реактопластів наведені в табл. 10.1 і табл. 10.2

Таблиця 10.1

Основні властивості термопластів

Види	Щільність, г/см ³	Твердість, НВ	Міцність при розтягуванні, МПа	Відносна довжина при розтягуванні, %	Робоча температура, °С	Хімічна стійкість
Поліетилен:						
ВТ	0,92	1,4-2,5	10-16	400-600	-50 +70	Стійкі щодо кислот і лугів
НТ	0,95	4,5 – 5,9	20 – 30	300-800	-60 +100	
Поліпропилен	0,90	4 – 7	25-40	700	-10 +130	
Полівінілхлорид:						
Вініпласт	1,4	3 – 16	70 – 120	10 – 15	0 +60	Стійкість в кислотах і лугах, більш стійкі до бензину, нестійкі до ацетону
Пластикат	1,30	0,1 – 0,2	10 – 20	200 – 400	-60до+70	
Полістирол заг. призначення	1,1	1,5	45	1,5 – 3	До 65	Нестійкі в бензині і ацетоні
Удароміцні	1,1	1,5	18 – 25	25 – 33		
АБС-пластики	1,1	9 – 18	35 - 55	18 – 50		
Фторопласт 1	1,4	10 – 12	50 – 75	50 – 150	- 80 +200	Стійкі у всіх кислотах(крім азотної) і лугах; набухає в розчинниках Самий стійкий із всіх відомих матеріалів
Фторопласт 4	2,2	3 - 4	14 - 30	250 - 500	-260+260	

Таблиця 10.2

Властивості реактопластів

Види	Щільність, г/см ³	Твердість, НВ	Міцність при розтягуванні, МПа	Електрична міцність, кВ/мм	Робоча температура, °С
Волокніт	1,45	25	30 – 35	2	-40 +110
Фаоліт	1,8	25 – 30	40 – 90	4 – 6	-60 +120
Текстоліт	1,4	25 – 35	100	4 – 5	-65 +105
Гетінакс	1,25 – 1,45	25	60 – 80	12 – 30	-65 +100

Поліетилен – один з найбільш використовуваних термопластів. Його одержують з газу етилену – побічного продукту переробки нафти.

Властивості поліетилену залежать від способів його виробництва, що відрізняються регуляцією тиску в реакторі. При високому тиску одержують поліетилен високого тиску (ПЕВТ), при низькому – поліетилен низького тиску (ПЕНТ). Поліетилен високого тиску має порівняно невелику щільність (0,91 – 0,93 г/см³), поліетилен низького тиску – більш високу щільність (0,94 – 0,96 г/см³), а тому має більш високу міцність, твердість, теплостійкість в порівнянні з поліетиленом високого тиску.

Маркування поліетилену залежить від способу його виробництва і його основних властивостей, наприклад:

11503 – 070

21003 – 075

Перша цифра вказує на спосіб виробництва: “1” – поліетилен високого тиску, “2” – поліетилен низького тиску. Наступні дві цифри показують номер марки. Четверта цифра – завжди “0”, показує гомогенізацію розплаву, тобто те, що усі компоненти введені в одному стані (рідкому, емульсійному, суспензійному, газоподібному). П’ята цифра – відповідна група щільності. Через тире показане десятикратне значення показника плинності розплаву, тобто те, що через вушко віскозиметра за 10 хвилин проллється 7 чи 7,5 г рідкого поліетилену.

Випускається поліетилен двох сортів, у залежності від вмісту домішок: наповнений та ненаповнений. Застосовується для виготовлення різних деталей, для ізоляції кабелів, дротів, для виготовлення плівки, каністр та ін.

Контроль якості

Якість готових виробів з пластмас залежить від ряду факторів:

- від якості вихідної сировини;
- від правильності відбору складових частин пластмаси;
- від вибору конструкції;
- від умов збереження;
- від дотримання режимів переробки;

- від ступеня очищення від літників, стиків, задирок, облоїв, рисок та ін., від зачищення, очистки виробу;
- від способу виробництва (наприклад, при одержанні виробу литтям його поверхня блискуча, а при одержанні виробу пресуванням – матова).

У залежності від призначення продукції пластмаси випробовують на міцність фарбування, стійкість до дії холодної та гарячої води, розчинників, солей, кислот, лугів, а також до впливу тепла, світла, вогню, морозу. Особлива увага приділяється механічним дослідженням на міцність, еластичність, твердість, опірність розриву, стиску, вигину, площинності.

У виробках із пластмас не допускаються наступні дефекти: тріщини, недопресовки, сторонні включення, роздуті раковини, жолоблення, задирки. Краї виробів повинні бути рівні, гладкі. Вироби харчового призначення повинні бути фізіологічно нешкідливими, а будівельні – безпечними в пожежному призначенні.

10.2. Умови зберігання, транспортування пластмас

Умови постачання залежать від виду пластмас:

- сировинні пластмаси поставляються в чотирьох і п'ятишарних паперових чи поліетиленових мішках;
- поліаміди особливо вимагають водонепроникного упакування, тому що вони схильні до вбирання вологи;
- плівкові пластмаси поставляються у виді бобін, рулонів, пачок, упакованих у пакувальний папір, укладених у ящики, контейнери, короби;
- оргскло поставляється в листах, кожен лист перекладається пакувальним папером і укладається у ящики.

Готові вироби також упаковуються в папір і укладаються в ящики, контейнери.

На тару наноситься напис чи наклеюється ярлик, де вказується найменування чи товарний знак підприємства, марка і найменування пластмас, номер партії, кількість продукції, число рулонів, маса нетто, брутто, дата виготовлення, номер стандарту. На упаковку наносять написи: “Верх”, “Обережно – скло”, “Не кидати”.

Транспортується будь-яким транспортом, але в процесі транспортування необхідний захист від забруднення, від сонячних променів, від атмосферних опадів.

Зберігатися пластмаси і полімери повинні в закритих складських приміщеннях з гарною вентиляцією, тому що вони схильні до виділення отруйних речовин. Зберігати їх потрібно на стелажах та піддонах на відстані одного метра від обігрівальних приладів. Зберігаються не більше зазначених

термінів збереження: полістирол – 1 рік; поліетилен – 6-8 років; текстоліт – 2 роки.

Контрольні питання

1. Визначте, що таке полімери? Їх види і способи одержання, сировина для їх виробництва.
2. Визначте поняття “пластмаси”? Назвіть їх властивості.
3. Наведіть класифікацію пластмас і дайте характеристику видів. Наведіть приклади.
4. Наведіть характеристику поліетилену, покажіть його види, принципи маркірування.
5. Сучасне становище ринку полімерів і пластмас.
6. Розкрийте умови транспортування та зберігання пластмас.

Тести

1. За якою ознакою пластмаси розподіляються на термопластичні (термопласти) та термоактивні (реактопласти)?
 1. За конструкцією
 2. За походженням (хімічна реакція одержання полімера).
 3. За фізико-механічними властивостями.
 4. За відношенням до нагрівання.
2. До складу пластмас входять різні речовини. Які з них являються сполучниками?
 1. Наповнювачі.
 2. Пластифікатори.
 3. Стабілізатори.
 4. Смоли.
 5. Активатори.
3. За якими з приведених ознак класифікують пластмаси?
 1. За типом хімічних реакцій, які лежать в основі одержання синтетичних полімерів.
 2. За поведінкою при нагріванні.
 3. За складом.
 4. За складом сировини, з якої їх одержують.
4. Який з перелічених полімерів одержують методом полімеризації?
 1. Поліетилен.
 2. Фенолформальдегідна смола.
 3. Амінопласти.
 4. Поліефірні смоли.

5. Які види пластмас відносяться до реактопластів?

1. Полістірол.
2. Поліамід.
3. Текстоліт.
4. Гетінакс.
5. Асботекстоліт.

6. Який вид поліетилену має більш високу твердість, міцність, теплостійкість?

1. Поліетилен високого тиску (ПЕВТ).
2. Поліпропілен.
3. Пластікат.
4. Поліетилен низького тиску (ПЕНТ).
5. Поліетилен марки 210.

Розділ 11. Гума і гумотехнічні вироби (ГТВ)

11.1. Властивості, склад гуми і гумотехнічні вироби

Асортимент гумотехнічних виробів (ГТВ) нараховує близько 100 тис. найменувань, які використовуються в різних галузях.

Для виготовлення ГТВ використовують більше ніж 150 марок каучуків і 350 інгредієнтів різноманітних найменувань. Широке застосування обумовлено їх високою еластичністю, повітро- і водонепроникністю, тепло- і морозостійкістю, масло- і бензиностійкістю, радіаційною стійкістю, зносостійкістю і ізоляційними властивостями. Завдяки цим властивостям ГТВ є найважливішим конструкційним матеріалом для автомобільного, морського транспорту, машинобудування, виробів медтехніки, санітарно-гігієнічних виробів і товарів народного вжитку.

Гума – від лат. “смола”, еластичний матеріал, який утворюється в результаті вулканізації суміші каучука, вулканізуючи речовин і різноманітних інгредієнтів.

Вулканізація – це процес хімічної взаємодії каучуку з добавками. Лінійна структура каучуку перетворюється в сітчасту. В якості агентів вулканізації використовують сірку, селен, тиурам.

Властивості гуми, яка має складну композицію, залежать від складових частин – інгредієнтів. До складу гуми крім основного компоненту – каучуку, входять: прискорювачі, пластифікатори, наповнювачі, барвники, вулканізатори, протистарювачі, регенерати.

Протистарювачі - призначені для збільшення служби ГТВ (парафін, віск).

Вулканізатори – 4% від маси каучуку - утворюється м'яка гума, до 10% - тверда, до 50% - ебоніт.

Пластифікатори полегшують виробництво ГТВ, збільшують еластичність і морозостійкість (5-8% від маси гумової суміші) – вазелін, мінеральні масла, бітум, стеорін.

Наповнювачі – використовують для підвищення міцності, хімічної стійкості, тепло – і морозостійкості (15 – 50 %):

- порошкові – крейда, сажа, азбест, тальк;
- тканинні;
- металеві.

Барвники – використовують для фарбування гумової суміші і захисту ГТВ від світлового випромінювання.

Регенерати (10-15%) – продукти переробки старих ГТВ і відходів виробництва ГТВ. Це понижує вартість виробництва ГТВ. Виробництво ГТВ розпочинається з підготовки складових для отримання, спочатку сирової гумової суміші, а потім виготовлення ГТВ. Вміст каучуку досягає 10 – 95 %.

Існують різноманітні технологічні *методи виготовлення ГТВ*:

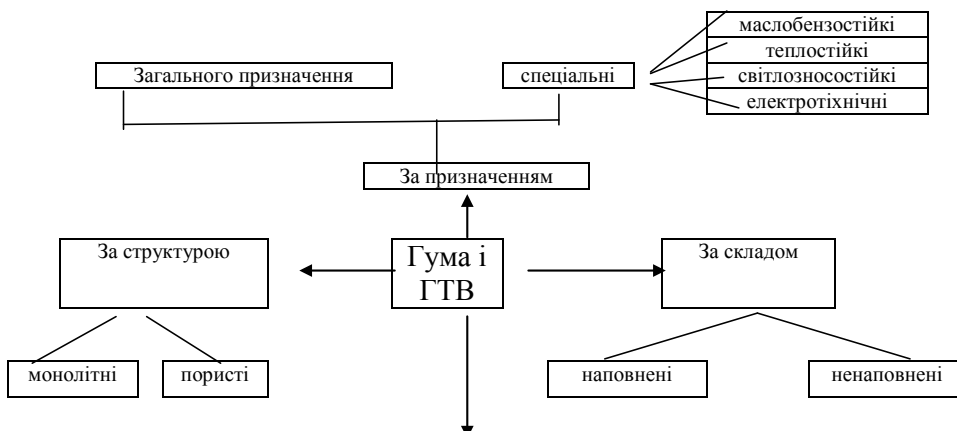
- штампування;
- шприцювання;
- формування;
- лиття під тиском;
- каландрування, завдяки яким отримують заготовки майбутніх ГАВ.

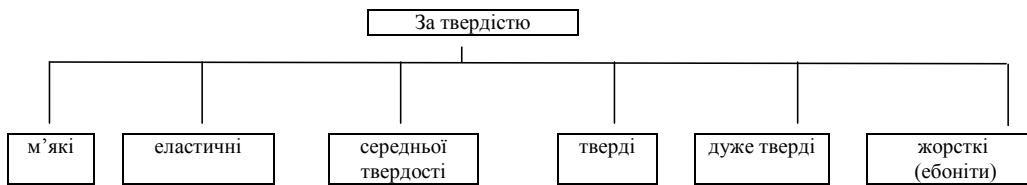
Сирі заготовки вулканізують на протязі 5 – 40 хвилин, потім визначають якість і запаковують. Перевіряють геометричні розміри і форму, чистоту поверхні, фізико - механічні властивості (міцність НВ), хімічну стійкість, тепло- і морозостійкість, старіння.

11.2. Класифікація гуми і гумотехнічних виробів

Класифікація ГТВ здійснюється за такими ознаками:

1. За міцністю: еластичні, м'які, тверді, жорсткі (ебоніти);
2. За призначенням (див. мал. 11.1) :
 - загального призначення (на основі натурального каучуку (НК), синтетичного бутадієноавого каучуку (СКБ), синтетичного стирольного (СКС) і т.ін.), використовуються для виробництва шин та інших ГТВ;





Мал. 11.1. Класифікація гуми і гумотехнічних виробів.

- спеціального призначення - зі спеціальними властивостями: масло- і бензостійкі "М", термостійкі "Т", кислотостійкі "К", харчові "Х". Із них виготовляють скафандри, аеростати, спецодяг, хімічностійкі апарати. До ГТВ спеціального призначення відносять також і арміровану гуму, яка витримує високе навантаження .

Гумотехнічні вироби класифікуються:

- за технологією виготовлення на:
 - штамповані;
 - формовані;
 - вилиті;
 - клеєні.
- За типом конструкції:
 - шини;
 - привідні ремні;
 - транспортерні стрічки;
 - труби;
 - діелектрики й інше.
- За устрієм:
 - без включень матеріалів;
 - з тканевим прошарком.
 - арміровані металевими матеріалами.

Шини випускають більш ніж 70 типорозмірів. Вони діляться на камерні і безкамерні, звичайні і з підвищеним проходженням, шини з металевим кордом, радіальної або меридіальної конструкції.

Маркірування шин літерно-цифрове у вигляді відтиска. В марці указується дата виготовлення, знак "R" – радіальна, розміри в дюймах або мм, перша літера заводу-виробника. В документі на постачання шин вказують розміри, міцність, опір стиранню, допустиме навантаження і швидкість, внутрішній тиск повітря в шинах.

Транспортерні стрічки використовують для переміщення грузів. Випускають армовані й не армовані, з використанням різноманітних наповнювачів. Діляться на тепло-, масло-, бензо-, негорючестійкі, харчові.

Привідні ремні використовують для передачі руху від одного механізму до іншого.

Випускають: клинові, плоскі, багатопрофільні, напівклинові. Асортимент їх налічує більше ніж 400 типорозмірів.

Технічна листова гума.. Прокладки клапанів, амортизаторів, діелектриків.

Випускають у листах, рулонах, з шаром тканини і без. Також гумові шнури різноманітного перетину, рукавні вироби, гумові рідкі суміші, клеї, герметики. Ебоніт виробляють у вигляді пластин, прутків, плит, листів простої і складної форми. Використовують для виготовлення різноманітних виробів приладобудування, електроапаратури, електроізоляторів, машинобудування.

Вони маркуються з тильної сторони. Марка містить: найменування або торговий знак підприємства, тип, вид, розміри, дату виготовлення.

11.3. Каучук

Натуральний каучук (НК) - еластичний матеріал рослинного походження, який одержують із соку гевеї бразильської. Основні види каучуку: смокед – шит, світлий крп і пара - каучук.

НК розчиняється в бензині, бензолі, хлороформі, інших реагентах, старіє. При нагріванні вище 200°C розкладається, при - 70°C стає крихким.

Висока ціна і відносно невисокі якісні показники натурального каучуку обумовили розвиток виробництва синтетичних каучуків (СК). Теоретичні основи промислової розробки СК були запропоновані визнатним вченим С.В. Лебедевим.

Сировиною для їх одержання є нафта, природний газ, вугілля і т. ін.

Асортимент вітчизняних синтетичних каучуків включає більш 30 типів і 200 марок. Основні типи синтетичних каучуків: СКБ (бутадієновий), СКС (бутадієн – стирольний), СКІ (ізопреновий), СКЕП (хлоропреновий), полісульфідний (тіокол), СКТ (теплостійкий), СКУ (поліуретановий) і інші. Основна маса каучуків переробляється в гуму.

Основні властивості каучуків і гуми наведені в табл. 11.1.

Таблиця 11.1

Властивості каучуків і гуми

Тип	Механічні властивості		Характеристика
	Межа міцності при розтягуванні, Мпа	Відносне подовження, %	

	Каучук	Гума	Каучук	Гума	
1	2	3	4	5	6
Натуральний (НК)	2,0–3,0	2,5-3,4	700-800	650	Еластичність від –5°C до +90°C
Бутадієновий (СКБ)	0,1-0,2	1,5-1,8	700-1000	500-650	- “ -
Бутадієн-стірольний (СКС)	0,3-0,5	2,0-2,5	500-600	600-700	Зносостійкість, теплостійкість до +100°C
Бутадієн-нітрильний (СКН)	0,3-0,4	2,6-3,2	500-700	500-600	Теплостійкість до +100°C

Продовження табл. 11.1.

Хлоропреновий	2,5-3,0	2,2-3,5	800-1000	600-700	Хімічностійкий
Бутилкаучук	1,5-2,0	1,6-2,2	700-850	650-750	Хімічностійкий, газонепропускаємий, низька теплостійкість і кислотостійкість
Ізопреновий	7-1	0,4-1,2	400-500	250-450	Незначна теплостійкість і кислотостійкість
Фторкаучук	-	2,0-2,5	-	250-550	Теплостійкий, морозостійкий, хімічностійкий, міцний

11.4. Умови зберігання, транспортування каучуків і гумо-технічних виробів

Для кожного виду сировини, яка має свою специфіку, встановлені свої умови постачання, зберігання і терміни запуску у виробничий процес.

Рідкі каучуки транспортуються і зберігаються в сталевих (оцинкованих, лужених, або з поліетиленовим покриттям), алюмінієвих, з білої жерсті флягах, бочках, ємністю від 20 до 250 л.

Тверді – упаковуються в поліетиленову плівку, а потім укладаються в дерев'яні ящики, контейнери.

ГТВ оберігають від впливу сонячних променів, перепадів температур, відносної вологості повітря, а також від дії постійних навантажень. Шини повинні зберігатись в підвішеному стані, з вкладеними в них трохи надутими камерами. Ремені, стрічки, шланги повинні пересипатись тальком і скручуватись у бухти.

Труби і гумові рукави повинні зберігатись в розпрямленому стані, на стелажах, ремені підвішені на дерев'яні крючки відповідно їх перетину. Зберігатись ГТВ повинні на відстані не ближче 1 м від опалювальних приладів. При транспортуванні і зберіганні треба запобігати дії бензину, масел, кислот, сонячного випромінювання і атмосферних опадів. На тарі указують товарний знак підприємства, якість і основні характеристики виробів, номер партії і стандарту, дату виготовлення.

Приміщення для зберігання гуми і гумових виробів повинні бути сухими і теплими, скло на вікнах покращене у жовтий чи білий колір. Температура повітря повинна бути 5 – 20°C, а вологість – 40 – 60 %. Приміщення повинні бути обладнані засобами пожежної безпеки, електричне обладнання заземлене, а проводи і кабелі заізолювані.

Контрольні питання

1. Розкрийте поняття “що таке гума”, визначте її властивості, які обумовлюють її широке використання.
2. Склад гумотехнічних виробів, методи їх виробництва.
3. Класифікація гумми і гумотехнічних виробів. Характеристика їх видів.
4. Що таке каучук? Види каучуків. Властивості, застосування і маркірування.
5. Сучасне становище ринку гуми і гумотехнічних виробів.
6. Наведіть умови транспортування та зберігання гуми і гумотехнічних виробів.

Тести

1. Якими властивостями володіють гумотехнічні вироби, що обумовлює їх широке використання?
 1. Висока еластичність.
 2. Тепло і морозостійкість.
 3. Висока механічна міцність.
 4. Масло-, кислото-, бензо- і радіаційна стійкість.
 5. Висока насипна щільність.
2. За якими ознаками класифікуються гумотехнічні вироби?
 1. За еластичністю.
 2. За типом конструкції.
 3. За властивостями.
 4. За твердістю.
 5. За призначенням.

3. Яку роль відіграють регенерати (продукти переробки старих виробів), введені в склад гумової суміші в кількості 10-15%?

1. Зміцнюють виготовлений виріб.
2. Знижують вартість гумово-технічного виробу.
3. Полегшують технологію виготовлення гумово-технічного виробу.
4. Збільшують термін служби ГТВ.
5. Збільшують електроізоляційні властивості.

4. Яким показникам контролю якості підлягають готові гумові вироби технічного призначення?

1. Відповідність розмірів.
2. Фізико-механічні властивості.
3. Опір стиранню.
4. Чіткість рельєфу.
5. Тепло- і морозостійкість.

5. На які види в залежності від вмісту сірки і від вмісту каучуку ділиться гума?

1. Губчаста.
2. М'яка.
3. Тверда.
4. Ебоніти.
5. Морозостійка.

6. Для виробництва яких виробів використовується гума загального призначення?

1. Шин.
2. Ременів.
3. Аеростатів і скафандрів.
4. Хімічно стійкої апаратури.
5. Транспортувальної стрічки, кабелю.

7. З якої сировини одержують синтетичний каучук?

1. Тропічних рослин.
2. Відходів переробки кам'яного вугілля.
3. Газів переробки нафти і попутних нафтових газів.
4. Природного газу.
5. Хімічних сполучень.

8. Які основні недоліки мають гумові вироби і гуми загального призначення?

1. Низька теплостійкість.
2. Схильність до старіння.
3. Втрати експлуатаційних властивостей.

4. Втрати зовнішнього виду.
5. Виділення отруйних речовин.

Розділ 12. Лакофарбувальні матеріали і покриття

12.1. Призначення, склад, характеристика компонентів

Лакофарбувальні матеріали (ЛФМ) – це багатокомпонентні суміші, які наносяться тонким шаром на поверхню виробу і при висиханні утворюють щільні плівочні покриття.

Плівка може бути кольоровою, безбарвною, прозорою і непрозорою.

ЛФМ використовують для захисту виробів від руйнування. Ізолюючи поверхню виробу від зовнішнього середовища, лакофарбувальна плівка чинить опір проникненню у виріб агресивних реагентів і, тим самим, оберігає їх від руйнування і корозії.

Через те, що вони відносно дешеві, за рахунок простоти їх нанесення, надійності, доступності, вони знайшли широке застосування у багатьох галузях.

Одночасно із захисною дією вони мають здатність надавати виробам гарний і необхідний кольоровий відтінок, декоративний вид, а також мають електроізоляційну здатність і кислотостійкість.

Для отримання надійного і зручного покриття застосовують багатошарове нанесення ЛФМ на поверхню.

Виробництво їх нараховує більше ніж 2000 марок.

ЛФМ *складаються* із плівкоутворюючих речовин, сикативів, розчинників, розріджувачів, пластифікаторів, наповнювачів і пігментів.

Утворення плівки обумовлене присутністю основного компонента – плівкоутворюючої речовини, яка є основою ЛФМ і від якої залежать її властивості.

Найбільш розповсюджені *плівкоутворюючі компоненти* – синтетичні і натуральні смоли, ефіри целюлози і мінеральні масла.

Синтетичні смоли – це алкідні, поліуретанові, епоксидні, фенолформальдегідні та інші.

Натуральні смоли – нафтові бітуми, кам'яновугільні смоли, каніфоль.

Ефіри целюлози – нітроцелюлоза і етилцелюлоза.

Мінеральні олії, рослинні олії (трьох видів):

- висихаюча – льняна, тунгова, конопляна;
- напіввисихаюча – соняшникова, соєва;
- невисихаюча – касторова, хлопка ва.

Плівки, які утворюються при висиханні рослинних олій, повинні мати достатню міцність, водо- і хімічну стійкість, швидко висихати, тому в їх склад вводять оліфу.

Оліфа – рідка плівкоутворююча речовина на основі рослинних олій, алкідної смоли, яка вміщує олійні масла, нафторечовини. Вона використовується для розведення густотертих фарб, при виготовленні ґрунтовок, шпатлівок. Її отримують при варінні олій з додаванням сикативів – 3% від маси масла.

Сикативи є сполучення кобальта, марганця, свинця та інших каталізаторів, які прискорюють процес висихання ЛФМ.

Крім того, до складу ЛФМ вводять розчинники, розріджувачі, наповнювачі, пластифікатори, пігменти й т. ін.

Розчинники – це безбарвні, леткі рідини, призначені для розчинення плівкоутворювача і, тим самим, зменшення в'язкості ЛФМ.

Після висихання ЛФМ розчинник випаровується. В залежності від хімічного складу плівкоутворювача застосовують і певний розчинник.

Епоксидна смола – ацетон.

Масляні смоли – бензин (уайт-спирит).

Глифталеві смоли – ксилол, скипидар, толуол, метиловий спирт.

Розріджувачі застосовують для економії дорогих розчинників. Вони не розчиняють плівкоутворювачів, але розбавляють склад ЛФМ (бензол, спирти, дихлоретан).

Наповнювачі використовуються для підвищення міцності, стійкості пофарбованого шару, надання матовості (крейда, тальк, гіпс).

Пластифікатори надають плівці пластичність, морозостійкість, оберігають її від розтріскування, протизапалення.

Пігменти надають колір ЛФМ, а також хімічну, термічну і механічну стійкість (охра, муміє, ультрамарин, сполуки металу – оксиди цинку, титану, свинцю; сажа, графіт).

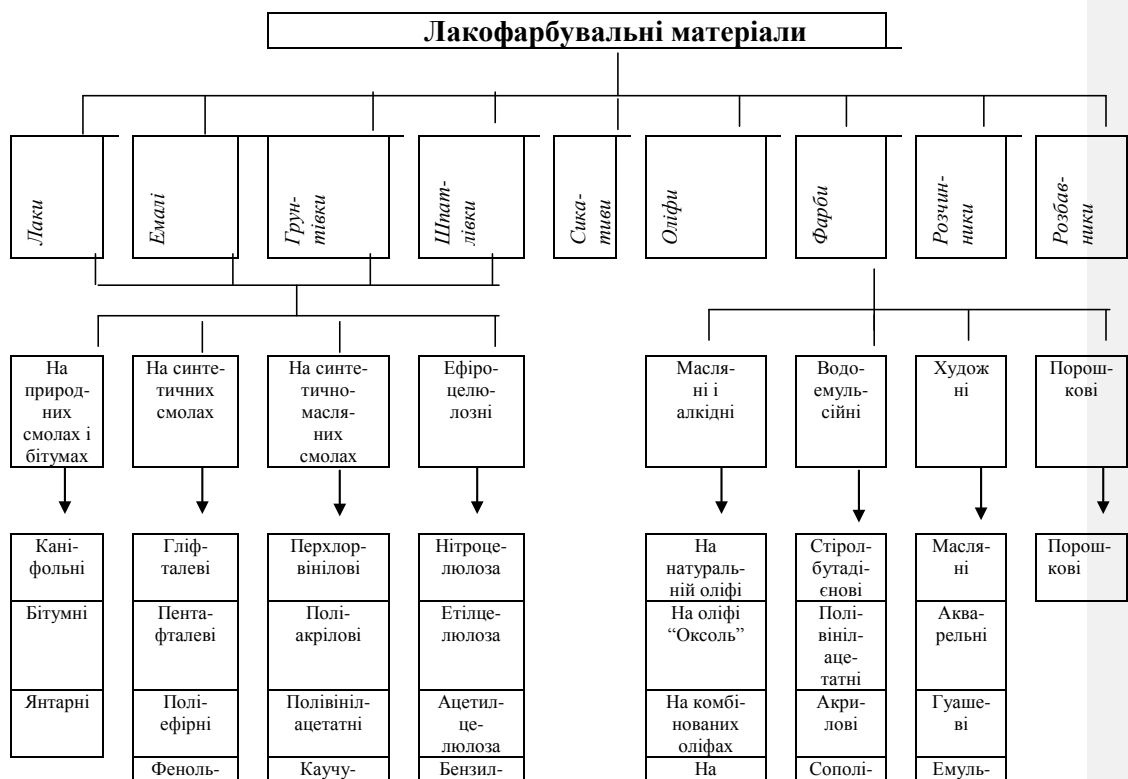
До складу ЛФМ може також входити емульгатор (водоемульсійна краска) і стабілізатор (для збереження покриття).

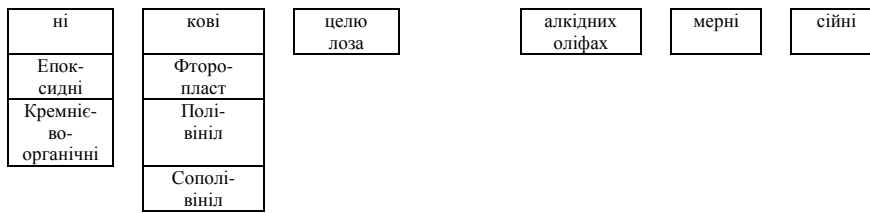
12.2. Класифікація і маркірування лакофарбувальних матеріалів

Виготовлені промисловістю лакофарбувальні матеріали класифікуються:

- за видом ЛФМ;
- за плівкоутворювачем;
- за призначенням.

Ці ж ознаки покладені в основу маркування лакофарбувальних матеріалів. Класифікація лакофарбувальних матеріалів наведена на мал. 12.1.





Мал. 12.1. Класифікація лакофарбувальних матеріалів.

1. *За видом* лакофарбувальні матеріали діляться на: лаки, фарби, емалі, ґрунтовки, шпатлівки.

Лаки – це розчин плівкоутворюючої речовини в розчиннику. Вони використовуються як обробні матеріали, електроізоляційні, захисні, для нанесення малюнків на кераміці, склі. Розрізняють синтетичні лаки, нітролаки, бітумні лаки.

Фарби: масляні, алкідні (гліфталеві, пентафталеві), фенолформальдегідні, порошкові.

Оліфа: оксоль – 55% масла, 45% бензину; алкідні оліфи – 50% масла, 50% уайт-спириту; комбіновані – 60% різноманітних масел, 40% уайт-спириту.

При маркіровці види оліфи позначаються цифрами:

- 1- натуральна;
- 2- оксоль;
- 3- гліфталева;
- 4- пентафталева;
- 5- комбінована.

Ґрунтовки – суміш пігмента з наповнювачем у плівкоутворювачі. Є основою для лакофарбувального покриття. Забезпечують адгезію лакофарбувального покриття з поверхнею, яку фарбують.

Шпатлівки – суміш пігмента з наповнювачем в плівкоутворювачі. Густа, в'язка маса, призначена для заповнення нерівностей, вирівнювання поверхні.

Емалі (лакові фарби) – одержують розтиранням пігмента з лаком. Найчастіше застосовуються в машинобудуванні, електротехніці, деревообробній промисловості. Виділяють такі види емалей:

- нітроемалі;
- масляні емалі;
- синтетичні емалі.

Принцип *маркування* ЛФМ. У позначенні марки ЛФМ вказується його назва (“ґрунтівка”, “шпатлівка”, “фарба” і т.ін.); скорочена назва основного компоненту – плівкоутворюючої речовини; переважне значення

матеріалу (для красок числове позначення від 1-9, для ґрунтівок – 0; для шпатлівок – 00); порядковий номер і його колір.

II. За плівкоутворювачем. Якщо плівкоутворювачі одержані на основі синтетичних смол, то вони мають таке позначення:

ГФ – гліфталеві;
ПФ – пентафталеві;
ХВ – перхлорвінілові;
ФЛ – фенол формальдегідні;
УР – уританові;
ЕП – епоксидні;
КО – кремнієво-органічні.

Якщо на основі ефірів целюлози:

НЦ – нітроцелюлоза;
ЕЦ – ефірцелюлоза.

Якщо на основі натуральної сировини:

МА – масляна;
БТ – бітумна;
В – водорозбавлена;
П - порошкова.

III. За переважним призначенням ЛФМ діляться на 9 груп; позначаються цифрами 1- 9:

- 1- атмосферостійкі – покриття використовуються для зовнішніх робіт;
- 2- обмеженоатмосферостійкі – внутрішні роботи;
- 3- консерваційні покриття;
- 4- водостійкі;
- 5- спеціальні;
- 6- маслобензостійкі;
- 7- хімічностійкі;
- 8- термостійкі;
- 9- електроізоляційні.

Приклади маркірування. Ґрунтівка АС-095 біла. Ґрунтівка – вид матеріалу, АС – позначення плівкоутворювача за хімічним складом (алкідно-акрілова); 0 – ґрунтівка; 95 – порядковий номер; біла – колір ґрунтівки.

Шпатлівка ХВ – 0060. Шпатлівка – вид матеріалу; ХВ – перхлорвінілова; 00 – шпатлівка; 60 – порядковий номер матеріалу.

Краска ХВ – 161. ХВ – перхлорвінілова, 1 – атмосферостійка, 61 – порядковий номер краски.

Лакофарбувальні матеріали наносять на поверхню різними способами: нанесення щіткою, розпилування, обливання, вальцювання, умочування й т. ін. Висихання лакофарбувальних покриттів може здійснюватись в природних умовах при температурі навколишнього середовища і в штучно створених умовах (при підвищених температурах).

12.3. Властивості лакофарбувальних матеріалів

В'язкість лакофарбувальних матеріалів визначається внутрішньою взаємодією частинок і можливістю нанесення ЛФМ на поверхню виробу. Вона визначається в секундах, кількістю витoku матеріалу через отвір віскозиметра при температурі 20°C.

Укривістість – це здатність лакофарбувальних матеріалів робити пофарбовану поверхню непомітною. Чим вище укривістість, тим менше витрачається ЛФМ. Укривістість вимірюється в грамах: маса матеріалу, яка використовується для пофарбування певної площі - називається витратою матеріалу.

Розлив – це здатність ЛФМ при нанесенні на поверхню утворювати рівне, гладеньке, без слідів щітки покриття. Він є задовільним, якщо сліди щітки зникають через 15 хвилин.

Час висихання – впливає на якість покриття. Встановлено 7 ступенів висихання: 1 – висихання від пилу (тонка плівка), 2 – перехідна стадія; 3 - 7 – повне висихання.

Сухий залишок – це вміст нелетких речовин у ЛФМ після його нагріву (u %). Вміст сухого залишку (C_3 , %) розраховують за формулою:

$$C_3 = \frac{m_2}{m_1} \times 100,$$

де m_1 – вихідна маса матеріалу,
 m_2 – маса матеріалу після його нагрівання.

Механічні властивості.

а) твердість плівки – основний показник механічних властивостей.

Чим більш тверда плівка, тим менше подряпин і тріщин з'являється на поверхні покриття в процесі експлуатації виробу. Найбільш висока твердість приймається за 1; цей показник для різних лакофарбувальних матеріалів змінюється від 0,1 до 0,8;

б) міцність плівки (опір витиранню, удару, згину, розтягання), визначається часом витирання;

в) термічна стійкість (стійкість до нагрівання).

Хімічні властивості – кислото-, водо-, лугостійкість.

Зовнішній вид ЛФМ. Характеризується глянцевою поверхнею, кольором, ступенем запиленості і т. ін.

Властивості лакофарбувальних матеріалів повинні відповідати технічним умовам, а технологічні процеси їх нанесення – виключати утворення таких дефектів, як пухирі, зморшки, тріщини, напливи і т. ін.

12.4. Умови зберігання і транспортування лакофарбувальних матеріалів

ЛФМ постачаються споживачам партіями. За *партію* приймають кількість ЛФМ, одержаних за один технологічний цикл, яку супроводжує один документ про якість. У документі повинно указуватись найменування підприємства, найменування ЛФМ, маса нетто – брутто, дата виготовлення, правила техніки безпеки.

Тарою для упакування можуть бути бочки, банки, бідони, фляги, цистерни. Тара повинна бути справною, щільно закритою.

ЛФМ – це ядовиті, токсичні, вогнебезпечні речовини, які потребують спеціальних правил зберігання.

На тарі пишуть: “отрута”, “вибухонебезпечно”, “їдка речовина”.

На складах ЛФМ не можна зберігати кислоти, луги, тому що ЛФМ втраять свої властивості.

Необхідно дотримуватись гарантійних термінів зберігання.

У складських приміщеннях повинна бути витяжка, вентиляція, використовуватись спецодяг.

Контрольні питання

1. Визначте поняття що таке лакофарбувальні матеріали? Розкрийте їх призначення.
2. Визначте склад лакофарбувальних матеріалів, та наведіть характеристику складових елементів.
3. За якими ознаками класифікуються лакофарбувальні матеріали? Дайте характеристику складових частин, визначте їх призначення.
4. Які принципи маркірування лакофарбувальних матеріалів? Наведіть приклади маркірування.
5. Сучасне становище ринку лакофарбувальних матеріалів.
6. Наведіть умови транспортування та зберігання лакофарбувальних матеріалів.

Тести

1. Якими основними властивостями володіють лакофарбувальні матеріали?
 1. В'язкість, укривістість, сухий залишок.
 2. В'язкість, укривістість, розлив, зовнішній вигляд покриття.

3. В'язкість, укривістість, розлив, час висихання, витрати, твердість та механічна міцність покриття, термоміцність і стійкість до різних середовищ, зовнішній вид.
 4. Укривістість, час висихання, твердість та механічна міцність покриття, зовнішній вид.
2. Які за походженням плівкоутворювачі використовують для виготовлення лакофарбувального матеріалу.
1. Синтетичні смоли.
 2. Природні смоли.
 3. Рослинні масла.
 4. Соняшникове масло.
3. Які букви показують, що фарба виготовлена на синтетичному плівкоутворювачеві?
1. ГФ.
 2. МА.
 3. НЦ.
 4. ПФ.
 5. КО.
4. Яке цифрове позначення при маркіруванні лакофарбувального матеріалу прийнято для красок за переважним призначенням?
1. 00.
 2. 0.
 3. 1-9.
 4. 9-20.
 5. 1,2,3,4,5.
5. Що таке укривістість лакофарбувального матеріалу (ЛФМ)?
1. Здатність ЛФМ наноситися на поверхню виробу.
 2. Здатність ЛФМ, нанесеного на поверхню виробу, робити її непомітною.
 3. Здатність ЛФМ при нанесенні на поверхню створювати рівне, гладке покриття.
 4. Здатність ЛФМ швидко висихати.
6. Що означає час висихання (в годинах) лакофарбованого покриття “від пилу”?
1. Час затвердіння лакофарбованого покриття.
 2. Час утворення тонкої плівки, коли покриття втратило липучість.
 3. Час затвердіння лакофарбованого покриття до ступеня, що не залишає вм'ятин при механічній дії.
7. При маркіруванні масляних красок, якими цифрами позначається вид

натуральної оліфи?

1. 1.
2. 2.
3. 4.
4. 5.

8. Яка цифра в позначенні фарби вказує на те, що вона рекомендована для внутрішніх робіт?

1. 2.
2. 4.
3. 1.
4. 3.

Розділ 13. Продукція неорганічної хімії

13.1. Неорганічні кислоти

До важливих видів хімічної продукції відносять продукцію неорганічної хімії, яка включає неорганічні кислоти та содові продукти (луги), мінеральні добрива, хімічні засоби захисту рослин, неорганічні промислові гази.

Кислоти – це речовини, які містять водень та дисоціюють у воді з утворенням позитивних іонів водню (H^+). Присутність цих іонів у розчині обумовлює його гострокислий смак та здатність змінювати забарвлення хімічних індикаторів. Чим більше іонів водню присутні у водяному розчині кислоти, тим вона сильніша, тобто більш активно взаємодіє з іншими речовинами.

До сильних неорганічних кислот відносяться: сірчана, азотна, соляна та інші, які повністю дисоціюють, тобто відщеплюють атоми водню у водяних розчинах. Всі вони являють собою за нормальних умов прозорі рідини, які мають кислий смак, руйнівню діють на організм людини та вимагають обережного ставлення.

13.2. Сірчана кислота. Її застосування

Сірчана кислота – вид хімічної продукції, який має найбільше загальнопромислове застосування. Вона є одною із активних та дешевих кислот. Висока активність та порівняно невелика вартість сірчаної кислоти визначають величезні масштаби її виробництва та надзвичайно різноманітне застосування майже в усіх галузях народного господарства. Наприклад, найбільш значним споживачем сірчаної кислоти – приблизно 40% її загального обсягу виробництва – являється виробництво мінеральних добрив: суперфосфату, сульфату амонію, тощо.

Значна частина таких важливих у господарському відношенні продуктів як фосфорна, соляна, оцетна та інші кислоти виготовляються за допомогою сірчаної кислоти.

У металообробній промисловості сірчана кислота використовується для підготовки чорних металів до захисного покриття.

Виробництво барвників, лаків, лікарських речовин, деяких пластмас, багатьох ядохімікатів, ефірів, спиртів було б неможливим у сучасних масштабах без сірчаної кислоти.

Сірчана кислота застосовується при виробництві штучного шовку, в текстильній промисловості.

У харчовій промисловості сірчана кислота використовується для виготовлення крохмалу, патоки та інших продуктів.

Транспорт використовує свинцеві сірчаноокислотні акумулятори.

Сірчана кислота використовується для виробництва більшості вибухових речовин та інших органічних сполук.

Властивості сірчаної кислоти

Концентрована сірчана кислота H_2SO_4 – тяжка масляниста рідина без кольору та запаху; присутність домішок надає їй жовтуватий чи більш темний колір.

Основні *фізичні властивості* сірчаної кислоти: густина, температура кипіння та кристалізації залежать від її концентрації. Найбільш розповсюджена сірчана кислота концентрації 94% має густину при нормальних умовах $1,85 \text{ г/см}^3$, температуру кипіння 296°C та температуру кристалізації -30°C . 100%-ва сірчана кислота, маючи таку ж густину, кристалізується при $+10^\circ\text{C}$, містить розчин сірчаного ангідриду SO_3 в кількості 81,63 %, який називається олеумом, останні 18,37% - вода.

Специфічною особливістю сірчаної кислоти є її відношення до води. По-перше, вона являється сильним водовідбірним засобом – обуглює вуглеці (крохмал, целюлозу, рослинні та тваринні тканини), обезводнюючи їх, інтенсивно поглинає воду із неконцентрованих кислот, вологих газів, тощо; по-друге, при взаємодії сірчаної кислоти з водою виділяється велика

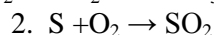
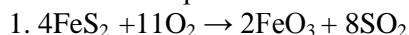
кількість тепла, тому розбавляти сірчану кислоту водою слід обережно, додаючи кислоту у воду, а не навпаки, інакше вона може нагрітися до кипіння з виділенням парів. У виробничих умовах розбавлення кислоти відбувається у спеціальних змішувальниках.

Концентрована сірчана кислота є сильним окисником, особливо при підвищених температурах; вона окислює велику кількість металів, вуглець (до SO₂), сірку(до SO₄), тощо. На холоді деякі метали пасивуються сірчаною кислотою, наприклад, хром, нікель, залізо та його сплави (чавун та сталь).

13.3. Виробництво сірчаної кислоти Товарні види сірчаної кислоти

Хімічна промисловість нашої країни випускає декілька видів сірчаної кислоти, які відрізняються концентрацією, якістю та іншими показниками, які обумовлені, в основному, способами виробництва. На даний час використовуються два *способи промислового отримання* сірчаної кислоти: нітрозний, який також називається вежним, та контактний. Обидва методи включають такі технологічні стадії: I – одержання двоокису сірки SO₂ (сірчастого ангідриду); II – окислення SO₂ до SO₃ (сірчаного ангідриду); III – абсорбція (поглинання SO₃ водою (SO₃ + H₂O → H₂SO₄) чи частіше сірчаною кислотою (із-за специфіки хімічних перетворень) та одержання товарної продукції).

Перша стадія виробництва. Сірчастий ангідрид SO₂ отримують із сполук, які містять сірку чи із елементарної природної сірки. Сірчана кислота виробляється із газу SO₂, отриманого спалюванням природного сірчаного колчедану FeS₂, який містить 35-50% сірки.



Також одержують сірчану кислоту, використовуючи відходячі гази кольорової металургії, що є прогресивним способом як в економічному, так і в екологічному відношенні. Наприклад, використання SO₂, який виділяється при виплавці 1т міді, дає 10 т сірчаної кислоти. Звичайно, на великих мідеплавильних заводах працюють також цехи з виробництва сірчаної кислоти.

Крім того, сірчастий ангідрид SO₂ одержують із сірководню H₂S, який міститься в більшості горючих газів (газах нафтопереробки, коксовому, природному, тощо), із опалювальних газів, відпрацьованих кислот, травильних розчинів, тощо.

Друга стадія виробництва – одержання сірчаного ангідриду SO₃ - є найбільш важливою. Від неї залежить концентрація та якість сірчаної кислоти.

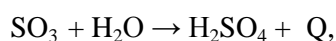
У промисловості окислення SO₂ до SO₃ здійснюється двома способами: перший - за допомогою оксидів азоту; другий – киснем повітря в присутності каталізатора при підвищеній температурі (400 - 600°C).

Перший спосіб (більш старий) заключається в тому, що оксиди азоту розчиняються в 75%-ній сірчаній кислоті та утворюють нітроз (звідси назва методу - нітрозний), який поглинає SO₂ і віддає йому кисень, при цьому утворюється сірчана кислота. Ці реакції проходять у вежах (тому назва методу також вежний) висотою 18 м і діаметром 10 м; у системі знаходяться від 4 до 7 веж; у них відбуваються послідовні процеси отримання сірчаної кислоти, утворення оксидів азоту та нітрози. Для відновлення втрат оксидів азоту у вежну систему вводять азотну кислоту в суміші з сірчаною (мелаж). Сірчана кислота, отримана таким способом, називається вежною. Вона володіє недостатньо високою концентрацією та низькою якістю (велика кількість домішків); крім того, її виробництво супроводжується викиданням оксидів азоту (так званий за кольором NO₂ “лисячий хвіст”), що забруднює навколишнє середовище, негативно впливає на організм людини, рослинний та тваринний світ. Через ці причини будівництво вежних систем у нашій країні припинено. На даний час працюють системи, які побудовані в минулих роках, в основному, на суперфосфатних заводах.

Більш прогресивним способом одержання сірчаної кислоти є контактний, названий так тому, що окислення SO₂ в SO₃ відбувається в присутності контактної маси, яка є каталізатором, тобто речовиною, яка набагато прискорює хімічну реакцію. Спочатку у якості каталізатора використовувалась платина. Зараз використовують ванадієвий каталізатор – пориста речовина, яка містить приблизно 7% п'ятиоксиду ванадію V₂O₅ в загальній контактній масі, куди входять також активізатори та ін. Каталізатори в присутності шкідливих домішків, особливо сполук миш'яку та селену, парів води та пилу “отруюються”, тобто різко знижують свою активність, тому сірчастий газ, перш ніж надійти до контактної апарату, ретельно очищується та висихає. Контактний апарат являє собою сталевий циліндр діаметром від 3 до 12 м та висотою 10-25 м, в центрі якого міститься опорна труба з закріпленими на неї решітками (полками) з контактною масою. Нагрітий до 450° газ SO₂ послідовно проходить через шари контактної маси та окислюється до SO₃. Ця реакція проходить з виділенням тепла та надзвичайним підвищенням температури, що зменшує ступінь перетворення SO₂ в SO₃, тому температуру газу після кожного шару контактної маси знижують до оптимальної (400-500°С) відведенням тепла до теплообмінника. В кожному подальшому шарові загальний ступінь окислення підвищується і в кінцевому підсумку досягає 98 %.

Останньою стадією сірчанокислотного виробництва є адсорбція (поглинання) сірчаного ангідриду SO₃ та одержання товарних видів сірчаної кислоти.

Теоретично реакція одержання сірчаної кислоти досить проста:



але при взаємодії SO₃ з водою утворюються дрібні краплинки так званого тумана сірчаної кислоти, який важко уловлюється та використовується. Тому

на практиці утворення сірчаної кислоти являє собою складний процес, особливо “вежним” способом, де в процесах окислення та абсорбції беруть участь різні кислоти, що містять сірку та азот (сама сірчана, нітрозилсірчана, сірчаста, азотна та азотиста). В контактному способі одержаний сірчаний ангідрид поглинається концентрованою (98%-ною) сірчаною кислотою.

Основні властивості окремих видів товарної сірчаної кислоти обумовлені способом виробництва. Найбільшу частину в загальному обсязі випуску займає технічна сірчана кислота, яка випускається наступних видів: вежна, контактна та олеум. Назви перших двох видів вказують метод їх виробництва; олеум одержується контактним способом. *Вежна кислота* випускається 75%-ної концентрації, вона забруднена оксидами азоту та іншими домішками; в основному використовується для одержання мінеральних добрив (суперфосфату, сульфатів амонію, тощо) на місці виробництва.

Контактна кислота має концентрацію не менше 92,5 %, у неї набагато менше зайвих домішок, вміст яких знижується з підвищенням сорту (див. табл. 13.1). 90% H_2SO_4 виробляється контактним способом.

Олеум, перенасичений розчин сірчаного ангідриду SO_3 в безводній сірчаній кислоті, випускається, в основному, з 20-24% вільного SO_3 і являє собою безколірну маслянисту рідину з густиною 1,9 г/см³ та температурою кристалізації +2,5°C; на вологому повітрі “димить” внаслідок утворення “туману” сірчаної кислоти. Використовується для синтезу високомолекулярних сполук.

Деяким споживачам необхідна більш якісна кислота *спеціальних видів*. Наприклад, транспорт використовує акумуляторну кислоту з мінімальним вмістом оксидів заліза, які різко знижують термін їхньої служби; харчова промисловість, хімічні лабораторії споживають особливо чисту кислоту (95,6%). Ці види також виготовляються контактним способом, але з дотриманням особливих умов, які перешкоджають забрудненню кислоти: використання більш корозійностійких матеріалів для обладнання та зберігання, установлення додаткових фільтрів, додаткових сховищ-відстійників тощо.

У табл. 13.1 наведені показники якості різних видів сірчаної кислоти. Показники відповідають 1-му сорту; вежна кислота на сорти не поділяється.

Таблиця 13.1

Показники якості сірчаної кислоти різних видів

Вид сірчаної кислоти	Концентрація, %	Вміст домішок, %		
		Оксиди азоту	Оксиди заліза	Твердий залишок
1. Вежна	75	0,05	0,05	0,3
2. Контактна технічна	92,5	-	0,02	0,05

3. Контактна покращена	92,5-94	$1 \cdot 10^{-4}$	0,015	0,03
4. Олеум покращений	24	$5 \cdot 10^{-4}$	0,01	0,03
5. Кислота сірчана особливої чистоти	93,5	-	-	$5 \cdot 10^{-4}$

13.4. Азотна кислота. Її застосування

Азотна кислота – одна з важливих мінеральних кислот. Концентрована азотна кислота, також як і розбавлена, використовується для виробництва мінеральних добрив; у хімічній промисловості для одержання синтетичних смол та хімічних волокон, лакофарбних матеріалів, а також для виробництва інших хімічних сумішей, кислот, солей, тощо; використовується для виробництва пластмас, кіноплівок, вибухових речовин, ракетного палива; в металургії кольорових металів.

Властивості азотної кислоти

Концентрована азотна кислота HNO_3 – безкольорова чи злегка жовтувата прозора рідина з різким задушливим запахом, під дією світла повільно розкладається з виділенням двоокису азоту NO_2 , який надає їй в залежності від ступеня розкладу забарвлення від жовтого до буро-червоного, пари NO_2 , які виділяються, утворюють з вологою повітря дрібні крапельки жовто-бурого туману, тому азотна кислота мов би “димить” на повітрі; при нагріванні ці процеси посилюються. Густина та температура кристалізації азотної кислоти, також, як і у сірчаної, залежать від її концентрації. Концентрована (98 % - на) кислота має густину $1,5 \text{ г/см}^3$ і кристалізується, тобто застигає, при температурі -42°C , кипить при температурі $+86^\circ\text{C}$, у розведеної кислоти (56%-ної) густина $1,4 \text{ г/см}^3$.

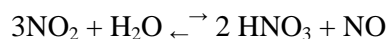
Специфічною особливістю азотної кислоти є її сильні окислювальні властивості, особливо концентрованої, під дією якої деякі органічні суміші (папір, вугілля, масла, тощо) навіть займаються.

13.5. Виробництво азотної кислоти.

Товарні види азотної кислоти

Концентрація та якість товарних видів азотної кислоти, яка випускається промисловістю, особливості їх використання обумовлені так само, як і сірчаної, методом виробництва, яких також два. В обох методах сировиною для одержання азотної кислоти є аміак NH_3 , який окисляється при високій температурі киснем повітря в контактному апараті в присутності платинового каталізатора з утворенням NO , а він, в свою чергу, окисляється

до NO₂. Відмінність цих методів заключається в особливостях подальшого процесу утворення власне азотної кислоти з оксидів азоту та води. В одному випадку NO₂, який утворився, реагує з водою по реакції:



Хімічні властивості цієї реакції такі, що теоретично вона не дозволяє отримати азотну кислоту з концентрацією більше 60%, на практиці отримують 46-47%-ну кислоту і лише при підвищенні тиску в системі концентрацію можна збільшити до 57-60%. Така кислота випускається під назвою “Кислота азотна неконцентрована”.

Використовується вона, в основному, на місці споживання для виробництва азотних добрив. Обсяг її виробництва скорочується, але на даний час вона ще випускається за галузевим стандартом.

Особливістю другого методу є взаємодія з водою рідкого NO₂ (замість газового) при підвищеному тискові та застосуванні чистого кисню (а не повітря). Для отримання рідкого оксиду азоту NO₂ його охолоджують до – 8°C, при цьому він перетворюється в рідину складу NO₂, при поглинанні якого водою під тиском та в присутності кисню відразу відбувається утворення (синтез) концентрованої азотної кислоти (97-98%-ної). Така кислота називається “Кислота азотна концентрована методом прямого синтезу”. Випускається також “Азотна кислота концентрована методом концентрування”. Азотну неконцентровану кислоту, одержану першим методом, можна концентрувати. Але цей процес складний, бо простим нагріванням та випаровуванням води підвищити її концентрацію не можна через те, що при температурі 122°C утворюється суміш парів азотної кислоти (68,4%) та води, яка при подальшому нагріванні не змінює свого складу.

Щоб підвищити концентрацію, слід зв'язувати пари води, для чого використовують сірчану кислоту - сильний водовідбираючий засіб. Це вимагає великих додаткових витрат. Тому основним є метод прямого синтезу.

За обсягом виробництва азотна кислота займає друге місце після сірчаної кислоти. За вартістю концентрована азотна кислота дорожча сірчаної та соляної.

13.6. Соляна кислота та її властивості

Соляна кислота HCL – це безкольоровий з гострим задушливим запахом розчин хлористого водню (HCL) у воді; домішки надають їй жовтий чи рідше зеленуватий колір. Соляна кислота сильно “димить” на повітрі внаслідок виділення хлористого водню та утворення з вологою повітря дрібних крапель “туману”. Хлористий водень в звичайних умовах - безкольоровий газ, який обмежено розчиняється у воді. Так, при кімнатній температурі та нормальному тискові його максимальна розчинність складає 42%, тому товарні види соляної кислоти, які випускаються промисловістю,

мають концентрацію значно меншу, ніж сірчана та азотна кислоти (максимально 35-36%). Її густина та температура кристалізації, як і інших кислот, залежить від концентрації (табл. 13.2.).

Таблиця 13. 2

Властивості соляної кислоти

Властивості	Показники властивостей			
Концентрація, %	35	31,5	22	10
Густина, г/см ³	1,18	1,16	1,11	1,05
Температура кристалізації, °С	-32	-48	-68	-15

Складна залежність температури кристалізації пояснюється утворенням гідратів ($\text{HCl} \cdot n \text{H}_2\text{O}$) з різною точкою замерзання.

Товарні види соляної кислоти. Їх застосування

Основним методом одержання хлористого водню є синтез водню та хлору із водних розчинів кухонної солі. Синтез проводять у вертикальній печі з горілкою, яка знаходиться в нижній її частині. Горілка являє собою дві труби: по одній подається хлор, а по другій – водень. На виході вони з'єднуються, згораючи з утворенням хлористого водню, та утворюючи факел із температурою 2400°C. Охолоджений до 100°C хлористий водень поглинається водою, при цьому одержується “Кислота соляна синтетична технічна”, вона випускається марок А та Б, що відрізняються концентрацією та якістю:

- марка А має концентрацію $\geq 34,5\%$, домішків $\leq 75 \cdot 10^{-4} \%$
- марка Б вищого гатунку має концентрацію 33,0 %, домішків $64,10^{-4} \%$
- марка Б першого гатунку – концентрацію 31, 5%, домішків $54 \cdot 10^{-4} \%$.

Використовують ці марки в хімічній промисловості для виробництва хлоридів металів та неметалів, продуктів органічного синтезу, каучуків, лакофарбувальних матеріалів тощо; в металообробці та металургії для очистки металу від окалини; для дублення шкіри; при бурінні нафтових свердловин тощо.

При виробництві особливо чистої соляної кислоти для харчової та медичної промисловості та для хімічних реактивів синтетичний хлористий водень більш ретельно очищається від домішків, крім того апаратура для його отримання виготовляється з більш стійких матеріалів, наприклад, із кварцового скла.

Усе більшого значення набуває застосування хлористого водню, який виділяється у виді побічного продукту при виробництві органічних сполук. Ці види кислоти випускаються по спеціальних технічних умовах з концентрацією не менше 24,5 –30 % і можуть використовуватись для тих же цілей, що і синтетичні. Вартість такої кислоти набагато нижча.

“Соляна кислота технічна” виготовляється по технічних умовах у невеликих обсягах найбільш старим, сульфатним методом, в якому хлористий водень утворюється внаслідок хімічної реакції кухонної солі NaCl і сірчаної кислоти. Одержана кислота забруднена домішками іонів реагуючих речовин, поступово її випуск припиняється.

13.7. Содові продукти (луги). Застосування та властивості

До содових продуктів відносяться:

- каустична сода, чи їдкий натрій, чи гідроксид натрію NaOH;
- кальцінована сода, чи карбонат натрію, чи вуглекислий натрій, чи натрієва сіль вугільної кислоти Na_2CO_3 ;
- харчова чи питна сода, чи бікарбонат натрію, чи двовуглекислий натрій NaHCO_3 .

Каустична сода застосовується в хімічній, нафтохімічній, целюлозно-паперовій, текстильній промисловості, кольоровій металургії.

Кальцінована сода застосовується для виробництва каустичної соди, мила, скла, а також в електронній, шкіряній, фармацевтичній, лакофарбовій та інших галузях.

Харчова сода використовується в харчовій промисловості, медицині, для виготовлення вогнегасників – під дією на неї кислот вона розкладається з виділенням та шипінням CO_2 .

Луги—це тверді безкольорові речовини, крім каустичної соди, які постачаються також і у водному розчині, милкі на дотик, дуже гігроскопічні, розчиняються у воді з виділенням тепла. На повітрі вступають у взаємодію з вуглекислим газом.

Найбільш сильними властивостями володіє каустична сода. Вона роз’їдає папір, шкіру, тканини тощо; у випадку попадання в очі призводить до часткової чи повної втрати зору; діє на скло, фарфор.

Каустична та кальцінована сода досить *гігроскопічні* – легко поглинають воду та розпливаються у вологих умовах у суцільну масу, при цьому NaOH, приєднуючи з повітря вуглекислий газ CO_2 , покривається кіркою, що утворюється на її поверхні Na_2CO_3 .

Двовуглекисла сода NaHCO_3 у вологому повітрі поступово розкладається з виділенням CO_2 та переходить в Na_2CO_3 .

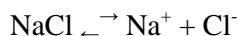
Властивості та якість, принцип маркірування (найменувань) товарних видів содових продуктів обумовлені також, як і для кислот, способом їх виробництва.

13.8. Виробництво каустичної соди

Споживачам каустична сода постачається у вигляді розчину чи у твердому стані під назвою “Натр їдкий” декількох видів та марок, якість та

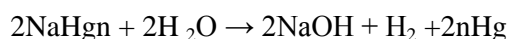
принцип маркірування яких визначаються способом виробництва. На даний час основна маса NaOH виробляється електрохімічним методом – розкладом (електролізом) концентрованого водного розчину кухонної солі NaCl електрострумом - та хімічним способом із кальцінованої соди.

Електрохімічний метод має два різновиди: в одному випадку використовується твердий (стальний) катод та фільтруюча діафрагма; в іншому – рідкий ртутний катод, в обох випадках застосовуються графітові аноди. Електроліз відбувається у ваннах–електролізерах, до яких підводиться постійний (випрямлений) струм з перетворювальною підстанцією, яка в більшості випадків приєднується до цеху електролізу. При проходженні струму через розчин NaCl, який є електролітом, відбувається його розклад (дисоціація):



При цьому позитивні іони, в даному випадку Na^+ та H^+ направляються до катоду, а негативні - Cl^- та OH^- - до аноду. Які з цих іонів будуть розряджатись на електродах (катоді та аноді) буде залежати від режиму електролізу, в основному, від щільності струму. Саме в умовах процесу принципова відмінність цих двох способів. Режим роботи ванни з твердим (стальним) катодом підібраний таким чином, що на катоді розряджаються тільки іони водню H^+ , а на анодові -іони хлору. Іони, які залишилися в розчині Na^+ та OH^- , утворюють розчин лугу NaOH. Продукти електролізу – їдкий натр та виділившийся на анодові хлор можуть реагувати між собою з утворенням хімічних сумішей. Щоб перешкодити цьому, анод відокремлюють від катоду пористою діафрагмою, яка і дала назву цьому способу електролізу та одержаної ним марки їдкого натрію – “діафрагмовий”. Умови цього процесу не дозволяють повністю розкласти кухонну сіль, яка частково залишається в готовому продукті (до 38%). Отриманий діафрагмовим способом розчин їдкого натрію має низьку концентрацію (приблизно 10%), тому його потім упарюють до товарної концентрації (приблизно 50%) та відправляють споживачам під назвою “Розчин діафрагмовий”, марка РД.

У залежності від вмісту домішок випускають РД вищого і першого сорту. Більш якісний їдкий натр утворюється при використанні ртутного катоду. Жорсткий режим електролізу в цьому випадку (щільність струму в 10 разів вища, ніж в діафрагменому методі) призводить до того, що на катоді розряджаються іони натрію Na^+ , який утворює з ртуттю амальгаму NaHg_n ; її виводять із електролізу та розкладають в окремому апараті – розчинникові з водою:

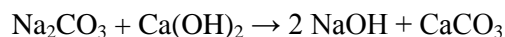


Ртуть, яка виділилася, повертається у процес. Утворення їдкою натру в ізольованому від електролізеру розчиннику значно скорочує можливість попадання в нього NaCl та інших домішок, крім того, тут відразу утворюється луг товарної концентрації (не менше 42%), який направляється споживачеві під назвою (маркою) РР (розчин ртутний). Даний процес є технічно більш прогресивним, але розширення його споживання поки що стримується економічними міркуваннями.

Випуск NaOH у вигляді розчину (марки РД та РР) є переважним і лише 10% загального обсягу складає виробництво твердого їдкою натру. Твердий продукт має високу концентрацію (до 95- 99 %) і кращу якість, бо в процесі зневоднення розчину додатково віддаляються сторонні домішки; крім того зручніше та вигідніше його зберігання та транспортування. Випускаються марки ТД і ТР, що означає – твердий діафрагмовий та твердий ртутний. Вони застосовуються на виробництвах, де необхідна висока чистота речовини – в органічному синтезі, фармацевтичній промисловості при одержанні чистих матеріалів, наприклад, металічного натрію в лабораторних умовах, тощо.

Зневоднення розчину називається також *плавкою* – це складний процес, який вимагає додаткового палива, електроенергії, металоємного обладнання. Діафрагмовий розчин зневоджується в котлах із лугостійкого чавуну, а ртутний – в котлах із чистого нікелю для запобігання забруднення його оксидами заліза. Все це підвищує вартість твердого їдкою натру.

Найбільшу кількість їдкою натру все ще виробляють хімічним способом: дією на кальціновану соду вапняного молока



Цим способом одержують марки: РХ і ТХ, які означають розчин хімічний та твердий хімічний відповідно. Вони у великій кількості забруднені домішками, особливо вуглекислим натрієм (до 2%), тому їх виробництво скорочується.

13.9. Виробництво кальцінованої соди

Кальцінована сода NaCO_3 виробляється в промисловості двома методами: аміачним та із нефелінової сировини.

При *аміачному способі* сода одержується шляхом насичення водного концентрованого розчину кухонної солі аміаком (NH_3) з наступною його обробкою вуглекислим газом (CO_2); при цьому утворюється бікарбонат натрію (NaHCO_3), який випадає в осад; його зневоднюють, нагріваючи до температури приблизно 160°C ; цей процес розкладу бікарбонату називається кальцінацією, внаслідок його утворюється кальцінована сода.

Відносно новим є спосіб *одержання соди із природних нефелінових руд*. Вони містять оксиди алюмінію, натрію, калію та кремнію. При комплексній переробці цієї сировини поряд з кальцінованою содою утворюється ряд цінних продуктів: глинозем, цемент, поташ (K_2CO_3),

сульфат калію та інше. При цьому виробництво є майже безвідходним. Одержана цим методом “Сода кальцінована технічна з нефелінової сировини” має велику насипну щільність - більше $1,0 \text{ г/см}^3$ порівняно з аміачною ($0,5 \text{ г/см}^3$), яка пилить і тому незручна для споживання, упаковки та транспортування. За вмістом зайвих домішок аміачна сода більш якісна, бо із нефелінів у готову продукцію переходять сульфат і карбонат калію, загальний вміст яких в 1- му сорті до 3,5 %, в 3-му - до 13%. Проте, для основних споживачів кальцінованої соди; таких як скляна та целюлозно-паперова промисловість, кольорова металургія, ряд хімічних виробництв і таке інше, ці домішки не являються шкідливими і не перешкоджають її споживанню.

В електронній, нафтохімічній та ряді інших галузей, де необхідна більш чиста сода, використовують аміачну. Крім вказаних видів кальцінованої соди, в нашій країні використовується так звана “тяжка сода”, яка відрізняється більшою щільністю ($0,9 - 1,0 \text{ г/см}^3$), що зручно для споживачів, а також високоякісна хімічно чиста сода. На даний час більше 80% кальцінованої соди виробляється аміачним методом, але безвідходна технологія переробки нефелінів є більш перспективною.

13.10. Виробництво харчової соди

Двовуглекислий натрій – бікарбонат натрію, виділяється в процесі одержання кальцінованої соди, але використовувати його у вигляді товарного продукту не можна через велику кількість домішок, зменшення вмісту яких ускладнюється незначною розчинністю NaHCO_3 у воді (приблизно 9% при 90°C та 16% при 80°C) та розкладом його вже при 100°C . Тому в промисловості харчову соду одержують із кальцінованої соди Na_2CO_3 , пропускаючи через розчин соди вуглекислий газ:



Висушений осад NaHCO_3 являє собою дрібний білий порошок з насипною щільністю $0,9 \text{ г/см}^3$, який при дії на нього кислот розкладається з виділенням вуглекислого газу CO_2 (з шипінням). Він містить менше домішок порівняно з кальцінованою содою. Товарний продукт постачають під назвою “натрій двовуглекислий” підприємствам харчової, медичної, хімічної промисловості, а також для виготовлення вогнегасників, тощо.

13.11. Умови постачання , зберігання та транспортування продукції неорганічної хімії

Продукція неорганічної хімії постачається споживачеві партіями. Партією називається однорідний за своїми якісними показниками продукт,

який направляється на одну адресу, супроводжується одним документом про якість. Документ містить:

А. найменування чи товарний знак підприємства-виробника;

Б. найменування продукту, його вид, марка та сорт;

В. номер партії та транспортуючої ємкості (цистерни);

Г. дату її виготовлення та результати аналізу з підтвердженням якості продукції відповідно до вимог стандарту, згідно з яким вона виготовлена і на який повинне бути посилання.

Кислоти транспортуються в цистернах, бочках, скляних пляшках чи перекачуються по кислотопроводу. Матеріали ємкостей залежать від виду кислоти та її концентрації. Концентровані кислоти пасивірують деякі метали (залізо, алюміній, тощо), тому ємкості для зберігання технічної сірчаної кислоти виготовляють із сталі марки Ст.3, а для азотної – із алюмінію для концентрованих кислот, а також більш якісних (покращеної, акумуляторної) для уникнення попадання в ці останні домішків заліза, використовують нержавіючі кислотостійкі сталі чи футерують ємкості кислотостійкими матеріалами. Для соляної кислоти використовують сталні (із Ст.3) гумовані цистерни чи бочки.

Сірчана, азотна неконцентрована та соляна кислоти можуть також транспортуватися та зберігатися в скляних бутлях ємкістю до 40л, поміщені в вербові корзини, дерев'яні чи поліетиленові обрешітки, які ущільнені соломою чи дерев'яною стружкою. Для концентрованої азотної кислоти це заборонено, бо вона визиває займання органічних речовин. Для соляної та розведеної сірчаної кислоти можна використовувати поліетиленові ємкості. Слід мати на увазі, що сильні окисники (концентрована сірчана кислота, азотна любих концентрацій) руйнують поліетилен. Ураховується також температура кристалізації (замерзання) рідкої продукції. Так, наприклад, олеум зберігають в опалювальних приміщеннях, транспортують в утеплених цистернах чи мають прилад для підігріву.

Кальціновану соду та бікарбонат натрію упаковують у багатошаровий паперовий мішок, а твердий їдкий натр – у сталні (Ст.3) чи картонні барабани, в поліетиленові мішки, вкладені в барабани. Застосовується і дрібна розфасовка їдкого натру у вигляді пластин-лусок у скляні чи поліетиленові банки вагою 2-3 кг, які вкладаються в дерев'яні чи картонні ящики.

Соду (NaCO_3 та NaHCO_3) можуть транспортувати також навалом в содовозах чи спеціальних вагонах. При зберіганні та транспортуванні твердих содових продуктів слід захищати їх від вологи. Їдкий натрій технічний у виді розчину транспортують в цистернах із сталі Ст.3, сталевих чи поліетиленових бочках, а призначений для промисловості штучного волокна та медичної – в ємкостях із нержавіючої сталі чи гумованих.

Слід звернути увагу на гарантійний термін зберігання цієї продукції. Так, наприклад, азотна кислота з часом розкладається, тому гарантійний термін її зберігання становить 1 місяць з дня виготовлення в літню пору, та 3 місяці – в інші пори року. По закінченню гарантійного терміну продукт перед

споживанням повинен бути перевіреном на відповідність вимогам стандарту.

Кислоти та содові продукти являються їдкими речовинами, є небезпечними для здоров'я людини. Тому при їх зберіганні слід дотримуватись вимог безпеки. На упаковці чи ємкостях повинні бути нанесені попереджувальні написи, а в накладних – стояти штампель: “Небезпечно”, “Бережись опіку”, “Їдка речовина” чи “Кислота”. Пари, гази чи пил цих речовин володіють ядовитими властивостями і при попаданні в дихальні шляхи визивають отруєння, а при контакті зі шкірою, слизовими оболонками – опіки, втрату зору. Розлиті сірчана та азотна кислоти можуть бути причиною пожежі в складських приміщеннях, визиваючи спалах органічних речовин, тому заборонено зберігати разом з кислотами сторонні, особливо горючі предмети.

Склади та площі для збереження кислот повинні бути обладнані засобами пожежегасіння та нейтралізації. Для азотної кислоти, наприклад, нейтралізаторами є розчини аміаку, соди, рідкого мила, вапняного молока; для розведення використовується вода. Розливу сірчану кислоту не можна змивати водою, її слід засипати піском чи попелом, а потім нейтралізувати розчином їдкого натру.

При попаданні їдкої речовини на шкіру чи в очі слід промити ушкоджене місце сильним струмом води та звернутися до лікаря.

Контрольні питання

1. Назвіть основні види неорганічних кислот, визначте основні їх властивості і напрямки їх застосування.
2. Визначте залежність якості від способу виробництва неорганічних кислот, назвіть товарні сорти кислот.
3. Визначте види содових продуктів (лугів), розкрийте основи їх виробництва.
4. Визначте товарні сорти, якість, застосування кальцінованої (карбонат натрію) соди, їдкого натру, двуглецевого натру (бікарбонат натрію).
5. Які умови постачання продукції неорганічної хімії, кислот (сірчаної, азотної, соляної), содових продуктів (кальцінованої, харчової) і їдкого натру?
6. Назвіть правила безпеки і правила нейтралізації продукції неорганічної хімії.

Тести

Кислоти

1. Які з товарних видів сірчаної кислоти виробляються промисловістю?
 1. Особливої чистоти.
 2. Башенна.

3. Концентрована.
 4. Контактна.
2. Яку концентрацію має неконцентрована азотна кислота?
1. 75%.
 2. 45-55%.
 3. 94%.
 4. 33%.
3. У чому перевозять концентровану азотну кислоту?
1. У цистернах з вуглецевої сталі.
 2. У алюмінієвих цистернах.
 3. У скляних бутілях.
 4. У цистернах з іржостійкої сталі.
3. Чим можна нейтралізувати азотну кислоту?
1. Водяний розчин рідкого мила, соди і аміака.
 2. Водяний розчин вапна.
 3. Розчин їдкого натрію.
4. Який з перелічених апаратів є основним у виробництві сірчаної кислоти?
1. Вежі.
 2. Мокрий електрофільтр.
 3. Контактний апарат.
 4. Вертикальна футерована піч.
5. Які товарні види соляної кислоти випускаються в промисловості?
1. Соляна кислота технічна.
 2. Соляна кислота синтетична.
 3. Соляна кислота неконцентрована.
 4. Соляна кислота сульфатна.
7. В яких приміщеннях зберігається концентрована сірчана кислота?
1. Опалюваних.
 2. Неопалювальних.
 3. Не має значення.
 4. Під землею.

Луги

1. Які товарні марки рідкої каустичної соди (їдкий натр) виготовляє промисловість?
1. РХ (розчин хімічний).
 2. РД (розчин діафрагменний).
 3. РР (розчин ртутний).

4. РС (розчин содовий).

1. Яка сода має найбільші лугові якості?

1. Кальцінована сода.
2. Аміачна сода.
3. Харчова сода.

2. В яких виробництвах використовується двуглекислий натрій (харчова сода)?

1. У нафтовій промисловості.
2. У медичній, харчовій та хімічній промисловості.
3. Для виготовлення вогнегасників.
4. Для виготовлення каустичної соди.

4. Який товарний вид кальцінованої соди використовується у виробництві скла, металургійному, целюлозно-паперовому, де не вимагається її чистота.

1. Аміачна сода.
2. Сода з нефелірованих руд.
3. Каустична сода.
4. Важка сода.

5. Яка концентрація каустичної соди (NAOH) в марці "PX" – розчин хімічний?

1. 61%.
2. 95%.
3. 92%.
4. 42%.

6. Яку концентрацію має "Сода кальцінована технічна", одержана аміачним способом?

1. 99%.
2. 80%.
3. 75%.
4. 94%.

7. Які умови зберігання і транспортування рідкого їдкого натрію високої чистоти?

1. У цистернах із вуглецевої сталі.
2. У поліетиленових цистернах.
3. У цистернах із іржостійкої сталі марок X18H10T.

