

**МІНІСТЕРСТВО ВНУТРІШНІХ СПРАВ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВНУТРІШНІХ
СПРАВ
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ ЛЬОТНИЙ КОЛЕДЖ**

Циклова комісія технічного обслуговування авіаційної техніки

ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ

**навчальної дисципліни «Хімія, пально-мастильні матеріали і авіаційне
матеріалознавство»
вибіркових компонент освітньо-професійної програми
першого (бакалаврського) рівня
бакалавр**

Аеронавігація

**за темою № 16 – Основні поняття. Загальні вимоги та класифікація
матеріалів.**

ЗАТВЕРДЖЕНО

Науково-методичною радою
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від 30.08.2022 № 8

СХВАЛЕНО

Методичною радою
Кременчуцького льотного коледжу
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від 22.08.2022 № 1

ПОГОДЖЕНО

Секцією науково-методичної ради
ХНУВС з технічних дисциплін
Протокол від 29.08.2022 № 8

Розглянуто на засіданні циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки, протокол від 10.08.2022 № 1

Розробник:

1. канд. хім. наук, доцент, спеціаліст вищої категорії, викладач циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки, Козловська Т. Ф.

Рецензенти:

1. канд. хім. наук, доцент, завідувач кафедри екології та біотехнологій Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського, професор Новохатько О. В.
2. канд. техн. наук, доцент, викладач циклової комісії природничих дисциплін Кременчуцького льотного коледжу Харківського національного університету внутрішніх справ, викладач-методист, спеціаліст вищої категорії Долударева Я. С.

План лекції

1. Основні поняття матеріалознавства.
2. Характеристика і класифікація металів..
3. Властивості металів.

Література:

Основна

1. Романова Н. В. Загальна та неорганічна хімія : практикум. Київ : Либідь, 2003. 205 с.
2. Кириченко В. І. Загальна хімія : навч. посібник Київ : Вища школа, 2005. 635 с.
3. Басов В. П., Радіонов В. М. Хімія : навч. посібн. 4-те вид. Київ : Каравела, 2004. 302 с.
4. Бочеров А. Д., Жикол О. А., Красовська М. В. Хімія : Довідник з прикладами розв'язання задач. Харків, 2011. 416 с.
5. Григор'єва В. В., Самійленко В.М., Сич А. М., Голуб О. А. Загальна хімія : підручник для студентів нехімічних спеціальностей вищих навчальних закладів. Київ : Вища школа, 2009. 471 с.
6. Степаненко О. М., Рейтер Л. Г., Ледовських В. М., Іванов С. В. Загальна та неорганічна хімія. Част. 1. Київ : Педагогічна преса, 2002. 418 с.
7. Степаненко О. М., Рейтер Л. Г., Ледовських В. М., Іванов С. В. Загальна та неорганічна хімія. Част. 2. Київ : Педагогічна преса, 2000. 783 с.
8. Бойченко С. В., Черняк Л. М., Новікова В. Ф. Контроль якості паливно-мастильних матеріалів. Київ : НАУ, 2012. 308 с.
9. Бойченко С. В., Іванов С. В., Бурлака В. Г. Моторні палива і масла для сучасної техніки : монографія. Київ: НАУ, 2005. 216 с.
10. Бойченко С. В., Спіркін В. Г. Вступ до хіммотології палив та олив : навч. посібник. Одеса: Астропринт, 2009. Част. 1. 236 с.
11. Бойченко С. В., Любінін Й. А., Спіркін В. Г. Вступ до хіммотології палив та олив : навч. посібник. Одеса: Астропринт, 2009. Част. 2. 276 с.
12. Полянський С.К., Коваленко В.М. Експлуатаційні матеріали для автомобілів і будівельно-дорожніх машин : підручник . Київ : Либідь, 2005. 504с.
13. Животовська К. О, Мамлюк О. В. Авіаційні матеріали та їх обробка : навч. посібник. Київ : Вища освіта, 2003.
14. Гарнець В. М. Матеріалознавство : підручник. Київ : Кондор, 2009.

15. Попович В. Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство : навч. посібник. Львів, 2002. 264 с.
16. Більченко О. В., Дудка О. І., Лобода П. І. Матеріалознавство : навч. посібник. Київ : Кондор, 2009.

Допоміжна

17. Карпинець А. П. Лекції з курсу «Використання експлуатаційних матеріалів та економія паливно-енергетичних ресурсів» : навч. посібник. Горлівка, 2014. 107 с.
18. Чабанний В. Я., Магопець С. О., Мажейка О. Й. Паливо-мастильні матеріали, технічні рідини та системи їх забезпечення : навч. посібник. Кіровоград: Центрально-Українське видавництво, 2008. ч.1. 353 с.
19. Чабанний В. Я., Магопець С. О., Осипов І. М. Паливо-мастильні матеріали, технічні рідини та системи їх забезпечення : навч. посібник. Кіровоград: Центрально-Українське видавництво, 2008. ч.2. 500 с.
20. Сизова З.О. Конспект лекцій з дисципліни «Хімотологія» : навч. посібник. Харків, 2013. 83 с.
21. ГСТУ 320.00149943.007-97. Паливо для реактивних двигунів «РТ». [Чинний від 1997-06-15]. Держнафтогазпром України, 1997. 19 с. (Галуzeвий стандарт України).
22. ГСТУ 320.00149943.011-99. Паливо ТС-1 для реактивних двигунів. [Чинний від 1999-07-01]. Держнафтогазпром України, 1999. 27 с. (Галуzeвий стандарт України).
23. ДСТУ 4796:2007. Паливо авіаційне для газотурбінних двигунів ДЖЕТ А-1. [Чинний від 2007-10 -01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2007. 8 с. (Національний стандарт України).
24. ДСТУ 7687:2015. Бензини автомобільні євро. Технічні умови. [Чинний від 2016-01 -01]. Київ : УкрНДНЦ, 2015. 15 с. (Національний стандарт України).
25. ДСТУ 7688 : 2015. Паливо дизельне євро. Технічні умови. [Чинний від 2016-01 -01]. Київ : УкрНДНЦ, 2015. 15 с. (Національний стандарт України).
26. Хільчевський В. В., Кондратюк С. Є, Степаненко В. О., Лопатько К. Г. Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів : навч. посібник. Київ : «Либідь», 2002. 328 с.

Текст лекції

1. Основні поняття матеріалознавства.

Матеріалознавство – це прикладна наука, що вивчає будову (структуру) та властивості матеріалів, встановлює зв'язок між їхнім складом, будовою і властивостями, вивчає залежність будови і властивостей від методів виробництва та обробки матеріалів, а також зміну їх під впливом зовнішніх чинників: силових, теплових (термічних), радіаційних та інших.

Технологія – (від грецького *technē* – мистецтво, майстерність, уміння та *logos* – наука, вчення) – це сукупність методів обробки, виготовлення, зміну стану, властивостей, форми сировини, матеріалу або напівфабрикату, що здійснюються в процесі виробництва продукції (виробів). Завдання технології як науки – з'ясування фізичних, хімічних, механічних та інших закономірностей з метою визначення та практичного використання найефективніших і економічних виробничих процесів. Технологія пов'язана з відповідними галузями виробництва: технологія загального машинобудування, літакобудування, виготовлення будь-яких виробів, матеріалів тощо.

Конструкційними називають матеріали, з яких виготовляють деталі машин, приладів, елементи різних конструкцій, інструменти, тобто матеріали, здатні витримувати значні механічні навантаження. Отже *технологія конструкційних матеріалів* – наука про сучасні методи одержання та обробки конструкційних матеріалів з метою виготовлення конструкцій і деталей необхідних розмірів, конфігурації, стану (чистоти) поверхні та властивостей.

Рівень технічного розвитку суспільства залежить від того, якими матеріалами воно володіє. Навіть основні етапи розвитку людства визначаються матеріалами (кам'яний вік, бронзовий, вік заліза), що підкреслює важливе місце курсу матеріалознавства серед інших технічних наук.

Курси матеріалознавства і технології взаємопов'язані, оскільки технологія обробки залежить від властивостей оброблюваних матеріалів, а властивості – значною мірою – від методів виробництва матеріалів та їх обробки. В прискоренні науково-технічного поступу важлива роль відводиться машинобудуванню. Сучасне машинобудування характеризується безперервним зростанням енергонапруженості, екстремальними параметрами (граничні механічні навантаження, високі та низькі температури, агресивні середовища, високий рівень радіації тощо), тому в багатьох випадках тільки

надання специфічних властивостей матеріалам, що застосовуються, можна забезпечити надійність та довговічність машин. Нові технології, що пов'язані з використанням надвисоких температур і тиску, лазера, плазми, електропорошкової металургії, енергії вибуху, електро- і магнітоімпульсної обробки тощо, дають змогу одержувати та синтезувати такі матеріали, яких раніше людство не лише не мало, але й не знало, або які взагалі в природному стані не зустрічаються (надтверді, надміцні, жаростійкі тощо).

Отже, завдання матеріалознавства – це розробка нових і вдосконалення існуючих матеріалів.

Конструкційні матеріали, що використовуються в машинобудуванні, поділяються на металеві та неметалеві.

Металеві – сталі, чавуни та кольорові метали. Залізо і його сплави (сталі, чавуни) – чорні, всі інші – кольорові метали.

Неметалеві – полімери, пластмаси, гуми, деревина, силікатні матеріали – кераміка, скло та ін.

Нині в загальному обсязі застосовуваних конструкційних матеріалів пластмаси становлять дещо більше 5 % (за вагою, а не за асортиментом виготовлюваних виробів). У США вже тепер пластмаси складають більше 15 %, кольорові метали – 30 %. В Україні до недавнього часу частка чорних металів становила 90 %. Україна посідає четверте місце в світі після Японії, США та Росії по виробництву чорної металургії.

2. Характеристика і класифікація металів.

Метали – найбільш розповсюджені у природі елементи. Це хімічно прості речовини, які мають особливий (металевий) блиск, високу пластичність, електро- й теплопровідність. У техніці поняття «метал» означає речовину, що має вказані характерні властивості. Цей термін також використовують при визначенні металевих сплавів. За визначенням М. В. Ломоносова, «метали – суть світлі тіла, які кувати можна».

Метали – це елементи, атоми яких складаються з позитивно зарядженого ядра, навколо якого на різній відстані обертаються негативно заряджені електрони, утворюючи певні електронні оболонки. Зовнішня електронна оболонка металів містить невелику кількість електронів. Сила притягування ядра атома щодо зовнішніх (валентних) електронів значною мірою компенсується електронами внутрішніх оболонок. Тому атоми металів досить легко втрачають зовнішні електрони і перетворюються на позитивно заряджені іони. Вільні електрони легко переміщуються в усіх напрямках між утвореними позитивно зарядженими іонами, нагадуючи рух частинок газу

(«електронний газ»). Існування водночас нейтральних й іонізованих атомів та вільних електронів є основою уявлень щодо особливого типу міжатомного зв'язку, притаманного тільки металам – металевому. В металі постійно відбувається обмін електронами між нейтральними та іонізованими атомами, завжди є певна кількість електронів, що на даний момент не належать якомусь з атомів. Якщо створити у металі різницю потенціалів, рух електронів набуде певного напрямку і виникне електричний струм. Наявністю вільних електронів пояснюють існування спільних для всіх металів властивостей (пластичність, непрозорість, блиск, високі електро- і теплопровідність), а їх кількістю – різний ступінь «металевості» окремих металів.

Властивості металів зумовлює їх атомна будова і кристалічна структура. Залежно від будови і властивостей метали об'єднують у різні групи. За загальною і найбільш поширеною класифікацією метали поділяють на дві групи: чорні і кольорові.

Чорні метали загалом мають темно-сірий колір, більш високі температури плавлення, значну твердість і щільність, здатні до поліморфних перетворень (крім Ni). Серед них розрізняють залізні – Fe, Co, Ni, Mn; тугоплавкі – температура плавлення яких вища за температуру плавлення заліза (понад 1539 °C) – W, Mo, Re, Nb, Ti, V, Cr; уранові – актиніди; рідкісноземельні (РЗМ) – La, Ce, Nd, Pr та ін. У техніці використовується понад 90% чорних металів. До кольорових відносять решту металів. Характерним для них є забарвлення (червоне, жовте, біле), висока пластичність, низька твердість, відносно низька температура плавлення, відсутність поліморфізму. Типовим представником групи кольорових металів є мідь і сплави на її основі (бронза, латунь). Серед кольорових металів розрізняють легкі – Be, Mg, Al; благородні – Ag, Au, Pt і метали платинової групи – Pd, Ir, Os, Ru, Rh; «напівблагородні» – Cu; легкоплавкі – Zn, Cd, Hg, Sn, Pb, Bi, Tl, Sb, а також елементи з послабленими металевими властивостями – Ga, Ge.

Кольорові метали додають до складу легированих сталей і сплавів для поліпшення їхньої структури та властивостей, а також використовують для виготовлення різноманітних виробів.

3. Властивості металів.

Властивості матеріалів в основному поділяються на фізичні, механічні, хімічні, технологічні та експлуатаційні (спеціальні). Властивості металів і сплавів залежать від їх складу та стану. Домішки, які є в металу або в сплаві,

значно змінюють його властивості.

До фізичних властивостей відносять: теплові властивості (теплоємність, теплопровідність, температуру плавлення, теплове розширення), електричну провідність, магнітну проникність, густину, колір тощо.

Під механічними властивостями розуміють здатність металу чинити опір дії зовнішніх сил. При виборі матеріалу для виготовлення деталей машин необхідно, перш за все, враховувати його механічні властивості: міцність, пружність, жорсткість, пластичність, ударну в'язкість, твердість та витривалість та інші.

До хімічних властивостей належить хімічна стійкість протидії зовнішньому середовищу (кислот, лугів, прісної та морської води, вологого повітря, газів, високої температури тощо). Не всі метали однаково стійкі проти корозії. Так, свинець дуже стійкий проти дії деяких кислот і лугів, а залізо і мідь такими властивостями не володіють. Золото і платина мають високу хімічну стійкість у воді, а залізо, мідь, магній у воді руйнуються. Для досягнення високої хімічної стійкості металічних деталей машин виробляють спеціальні нержавіючі кислотостійкі сталі, а також виконують різні захисні покриття.

Технологічні властивості характеризують здатність металу піддаватись різним методам обробки – різанню (точіння, фрезерування, шліфування та інші), обробці тиском (прокатування, штампування, пресування, волочіння, кування), зварюванню, литтю (рідко текучість, усадка).

Експлуатаційні властивості визначають залежно від умов роботи спеціальними випробуваннями. Однією з найважливіших експлуатаційних властивостей є зносостійкість.

Зносостійкість – властивість матеріалу чинити опір зносу, тобто поступовому зменшенню розмірів і зміні форми тіла внаслідок руйнування поверхневого шару виробу при терті. Випробування металів на знос проводять у лабораторних і експлуатаційних умовах шляхом вимірювання розмірів, зважування зразків та іншими методами. До експлуатаційних властивостей належать також холодостійкість, жароміцність, антифрикційність, поведінка металів при підвищених її знижених температурах і тиску. Окрім того, це властивості, яких метали і сплави звичайно не мають, але набувають їх введенням спеціальних домішок при виплавці.

Усі властивості металів діляться на *фізичні, хімічні, механічні та технологічні*.

Фізичні властивості металів і сплавів визначаються кольором, питомою вагою, щільністю, температурою плавлення, тепловим розширенням, тепло- і

електропровідністю, а також магнітністю.

Фізичні властивості металів обумовлені будовою металевої кристалічної ґратки. У вузлах ґраток розміщуються атоми і позитивні іони металів, пов'язані за допомогою поєднаних зовнішніх електронів, які належать усьому кристалу.

Фізичні властивості металів характеризуються цілком певними числовими значеннями – «фізичними постійними сталими».

Кольором називають здатність металів відображати світлове випромінювання з певною довжиною хвилі. Наприклад, мідь має рожево-червоний колір, алюміній – сріблясто-білий.

Щільність металу характеризується його масою, закладеною в одиниці об'єму. За щільністю всі метали ділять на легкі (менше 4,5 г/см³) і важкі. Щільність має велике значення при виборі металевих матеріалів для виготовлення різних виробів. Так, деталі і конструкції в приладобудуванні, в авіа- і вагонобудуванні поряд з високою міцністю повинні мати малу щільність. З металів, найуживаніших у техніці, найменшу щільність мають магній і алюміній. Ось чому в зазначених вище галузях машинобудування широко застосовуються сплави на основі алюмінію і магнію.

Таблиця 1 – Щільність металів (при 20 °С)

Метал	Щільність, г/см ³	Метал	Щільність, г/см ³	Метал	Щільність, г/см ³
Алюміній	2.6889	Літій	0.534	Ртуть	13.5
Ванадій	6.12	Магній	1.738	Свинець	11.336
Вольфрам	19.35	Марганець	7.43	Срібло	10.50
Графіт	1.9-2.3	Мідь	8.96	Тантал	16.6
Залізо	7.874	Молибден	10.22	Титан	4.505
Золото	19.32	Натрій	0.971	Уран	19.04
Кадмій	8.642	Нікель	8.91	Хром	7.18
Калій	0.862	Ніобій	8.55	Цезій	1.873
Кальцій	1.55	Олово	7.29	Цинк	7.13
Кобальт	8.90	Платина	21.45	Цирконій	6.45
Кремній	2.3263	Плутоній	19.25		

Температурою плавлення називають температуру, при якій метал переходить з твердого стану в рідкий. За температурою плавлення розрізняють тугоплавкі метали (вольфрам 3416 °С, тантал 2950 °С, титан 1725 °С) і легкоплавкі (олово 232 °С, свинець 327 °С). Температура плавлення має велике значення при виборі металів для виготовлення литих виробів, зварювальних і паяних з'єднань, термоелектричних приладів та інших

виробів. Температури плавлення металів, які найчастіше застосовуються у техніці, наведені в табл. 2.

Теплопровідністю називають здатність металів передавати тепло від більш нагрітих до менш нагрітих ділянок тіла.

Метали на відміну від неметалів є хорошими провідниками тепла. Теплопровідність має велике значення при виборі матеріалу для деталей.

Таблиця 2 – Температури плавлення металів

Метал	t плавлення, °C	Метал	t плавлення, °C
Молибден	2620	Алюміній	660
Мідь	1083	Магній	651
Нікель	1455	Свинець	328
Залізо	1539	Олово	232
Титан	1665	Ртуть	-39

Тепловим розширенням називають здатність металів збільшуватися в розмірах при нагріванні і зменшуватися при охолодженні.

Теплове розширення характеризується коефіцієнтом лінійного розширення. Теплові розширення треба враховувати при зварюванні, куванні і гарячому об'ємному штампуванні, виготовленні ливарних форм, штампів, прокатних валків, калібрів, виконанні точних з'єднань і складанні приладів, при будівництві мостових ферм, укладанні залізничних рейок.

При вимірах точними вимірювальними приладами (мікрометр, штангенциркуль та ін.) необхідно враховувати вплив, який чинить температура на результати вимірювання.

Теплоємністю називають здатність металів при нагріванні поглинати певну кількість тепла. Теплоємність різних металів порівнюють за величиною питомої теплоємності – кількості тепла, вираженого у великих калоріях, потрібного для підвищення температури 1 кг металу на 1 °C.

Електропровідністю називається здатність металів проводити електричний струм, який є впорядкованим рухом вільних електронів. Хороша електропровідність потрібна, наприклад, для струмопровідних проводів.

Електричний опір – це здатність металів протидіяти проходженню через них електричного струму.

Електричний опір металів є результатом зіткнення рухомих електронів з атомами й іонами. Високий електричний опір властивий сплавам нікелю і хрому (ніхроми), тому з них виготовляють нагрівальні пристрої електричних печей, опору і спіралі електронагрівальних приладів. Високий електричний

опір вольфраму використовується для виготовлення з нього нитки розжарення електричних ламп. Електроопір металів залежить від температури – при підвищенні її опір збільшується. У чистих металів при нагріванні до 100°C електроопір збільшується на 40-50 %. У сплавів він збільшується менше.

При дуже низьких температурах, близьких до абсолютного нуля (-273°C), опір проходження електричного струму у багатьох металів різко падає практично до нуля. Це явище отримало назву **надпровідності**. Ефект надпровідності виявлено у свинцю (при температурі 7,3° K), ртуті (4,12° K), алюмінію, титані, олові та інших металах.

Магнітні властивості характеризуються абсолютною магнітною проникністю або магнітною постійною, тобто здатністю металів намагнічуватися.

Високі магнітні властивості мають залізо, нікель, кобальт і їхні сплави, які називають феромагнітними. Матеріали з магнітними властивостями застосовують в електротехнічній апаратурі для виготовлення магнітів. У решти металів і сплавів магнітні властивості виражені вкрай слабо, тому практично вони вважаються немагнітними.

Магнітні властивості феромагнітних матеріалів яскраво проявляються при низькій температурі. При нагріванні заліза, нікелю, кобальту та їх сплавів магнітні властивості стають менш помітними. При певній температурі усі феромагнітні матеріали практично втрачають свої магнітні властивості.

Магнітні властивості дозволяють застосовувати метали для деяких спеціальних робіт, наприклад, в металургії для сортування залізних руд, перенесення чавунних і сталевих заготовок і виробів. Застосування електромагнітів полегшує виконання багатьох трудомістких робіт.

Розглянуті вище фізичні властивості металів є в явищах, що не супроводжуються зміною речовини. Так, наприклад, нагрів металів або проходження через метали електричного струму не супроводжується хімічними змінами їх.

При хімічних же явищах відбувається перетворення металів в інші речовини з іншими властивостями.

Хімічні властивості характеризують здатність металів і сплавів опиратися окисленню або вступати у з'єднання з різними речовинами – киснем повітря, розчинами кислот, лугів та ін.

Багато металів піддаються хімічній зміні під впливом зовнішнього середовища, тобто руйнуються від корозії.

Хімічне руйнування металів під дією на їхню поверхню зовнішнього

агресивного середовища називають **корозією**.

Корозія металів може відбуватися в атмосфері, в агресивних середовищах (розчинах кислот, лугів, солей), в сухих газах при високих температурах. Результати корозії металів можна спостерігати, наприклад, у вигляді іржі на сталі і чавуні, зеленого нальоту на міді, білого нальоту на сплавах алюмінію.

Метал або сплав вважається корозійностійким, якщо він добре опирається впливові зовнішнього агресивного середовища. Один і той самий метал або сплав неоднаково опирається корозії в різних середовищах. Так, наприклад, алюміній стійкий в атмосфері і прісній воді та нестійкий в розчинах лугів, деяких кислот і в морській воді.

Залежно від корозійної стійкості в тому чи іншому середовищі металеві матеріали поділяють на кілька груп:

а) Корозійностійкі (нержавіючі) матеріали, стійкі до корозії в атмосфері, ґрунті, в морській і прісній воді та в інших середовищах;

б) Жаростійкі (окаліно стійкі) матеріали, стійкі до корозії в газових середовищах при температурах вище 550 °С і працюють в навантаженому або слабо навантаженому стані;

в) Жароміцні матеріали, що працюють в навантаженому стані при високих температурах протягом визначеного часу, і які володіють при цьому достатньою жаростійкістю;

г) Кислотостійкі матеріали, стійкі проти корозії в агресивних кислотних середовищах (в сірчаної, соляної, азотної, фосфорної кислотах і їх сумішах різної концентрації). Хімічні властивості металів обов'язково враховуються при виготовленні тих чи інших виробів.

Особливо це стосується виробів або деталей, які працюють в хімічно агресивних середовищах. Високою корозійною стійкістю в атмосфері і в агресивних середовищах володіють нікель, титан та їх сплави. Титан і його сплави за корозійною стійкістю наближені до благородних металів.

Механічними властивостями металів називається сукупність властивостей, що характеризують здатність металевих матеріалів чинити опір впливові зовнішніх зусиль (навантажень).

До механічних властивостей металевих матеріалів належать: міцність, твердість, пластичність, пружність, в'язкість і крихкість.

Ці властивості можуть бути виявлені тільки під дією зовнішніх навантажень на тіла. Всі деталі машин та інструменти піддаються дії зовнішніх сил (навантажень), які можуть бути різної величини і тривалості та викликати різні зміни форми тіл, на які вони впливають; змінена форма (деформація) може зникати після припинення дії зовнішнього навантаження,

але може і зберегтися; в першому випадку деформація буде **пружною**, у другому – **пластичною**; основними видами деформації є розтяг, стиск, вигин, крутіння, зрушення або зріз.

Існує багато типів механічних випробувань металів, залежно від способу додатків та дії зусиль. Зовнішні сили можуть бути статичними, динамічними чи циклічними (повторно змінними).

Мета механічних випробувань – визначити міцність металів, їх пружність, пластичність, твердість та інші властивості, важливі з точки зору вибору металів для виготовлення виробів.

Важливе місце серед механічних випробувань займають статичні випробування на розтяг, за допомогою яких можна оцінювати міцність, пружність, пластичність металів і сплавів.

Міцність – це здатність матеріалу чинити опір дії зовнішніх сил без руйнування.

Пружність – це здатність матеріалу відновлювати свою первинну форму і розміри після припинення дії зовнішніх сил, що викликають деформацію.

Пластичність – це здатність матеріалу змінювати свою форму і розміри під дією зовнішніх сил, не руйнуючись, і зберігати отримані деформації після припинення дії зовнішніх сил.

Статичним випробуванням на розтяг піддають зразки стандартної форми і розмірів на спеціальних розривних машинах. Розтягують зусилля розривної машини, викликають подовження зразка аж до його руйнування.

Зразки складаються з робочої частини і головок, призначених для закріплення в захватах

розривної машини. На робочій частині зразка відзначають розрахункову довжину l у. о. циліндричних зразків розрахункова довжина перевищує діаметр робочої частини в 5 або 10 разів.

Навантаження, при якому зберігається пряма пропорційна залежність між розтягувальним зусиллям і подовженням зразка, називається **навантаженням межі пропорційності**. При цьому навантаженні зразок має пружність, тобто при знятті зусилля він відновлює свої початкові розміри і форму. Межа пропорційності опр-напруга (МПа), вище якої порушується пропорційність між прикладеною напругою і деформацією зразка.

$$\sigma = P / F ,$$

де F – початкова площа поперечного перерізу робочої частини зразка, m^2 .

При збільшенні навантаження (ділянка а–b) прямо пропорційна залежність між розтягувальним зусиллям і подовженням зразка порушується. Прямолінійна ділянка діаграми переходить в криволінійну. При цьому зразок набуває незначної пластичної (залишкової) деформації . Після усунення

навантаження зразок вже не має своєї початкової форми і розмірів, а залишається в деформованому стані. Навантаження, при якому виявляється пластична деформація після усунення розтягувального зусилля, називається **навантаженням межі пружності**.

При подальшому збільшенні навантаження зразок отримує помітну пластичну деформацію. Починаючи від точки *b* крива діаграми розтягування переходить майже в горизонтальну пряму. Горизонтальна площадка показує, що зразок подовжується без збільшення навантаження, метал «тече». Відбувається ковзання шарів металу відносно один одного. Майданчик розтікання мають в'язкі метали, тобто метали мають добрий опір щодо опору ударних навантажень. Відсутність площадки розтікання навпаки вказує на крихкість металу. Навантаження, при якому зразок подовжується без збільшення розтягуючого зусилля, називається навантаженням межі повзучості. Межа повзучості σ_m – це найменша напруга (в МПа), при якій зразок деформується без помітного збільшення навантаження.

При підвищенні навантаження пропорційна залежність між навантаженням і подовженням ще більше порушується. Найбільше навантаження, яке зразок витримує без руйнування, називається навантаженням межі міцності. При цьому навантаженні на зразку утворюється місцеве звуження (шийка). Після утворення шийки зразок подовжується, незважаючи на падіння навантаження, до тих пір, поки при максимальному навантаженні він не розірветься.

Межа міцності σ_σ (тимчасовий опір) – це умовне напруження в МПа, відповідне найбільшому навантаженню, після якого відбувається руйнування зразка.

$$\sigma_B = P_{\max} / F_0.$$

Твердість – це здатність матеріалу чинити опір проникненню в нього іншого, більш твердого тіла. Твердість є одним з найважливіших механічних властивостей металів. За величиною твердості металів можна судити про їх міцнісні властивості, не роблячи статичних випробувань на розтяг. Твердість металів тісно пов'язана з їх оброблюваністю і зносостійкістю. Дійсно, чим твердіший метал, тим більше зусилля потрібне для його обробки; чим твердіший металевий виріб, тим менше він буде зношуватися в процесі роботи. Ось чому за величиною твердості металів оцінюють можливість їх застосування при виготовленні різних деталей машин. Твердість є також основною характеристикою при оцінці якості ріжучих і вимірювальних інструментів.