



ЗАТВЕРДЖЕНО

Заступник директора з НВР ЗПО «ДПТК»

Сергій ГОРДІЄНО

серпня 2026 р.

ГЛОСАРІЙ ФІЗИЧНИХ ТЕРМІНІВ ПРОФЕСІЙНОГО СПРЯМУВАННЯ

72 терміни за п'ятьма змістовими модулями. Навчально-методичне видання для самостійної роботи

Дисципліна: Фізика (OK10)

Галузь знань: G — Інженерія, виробництво та будівництво

Спеціальність: G11 — Машинобудування, спеціалізація G11.01 — Верстати і інструменти

Освітньо-професійна програма: «Комп'ютерні технології у машинобудуванні»

Освітньо-професійний ступінь: фаховий молодший бакалавр

Розробник: Дзюбанов Володимир Андрійович, викладач фізики

ЯК КОРИСТУВАТИСЯ ЦИМ ГЛОСАРІЄМ

Це не перелік означень для механічного заучування. Проблема більшості технічних словників у тому, що після прочитання означення термін залишається таким самим незрозумілим, як був. Тут кожне поняття розкрито у трьох вимірах:

Визначення. Як поняття формулюється у фізиці — коротко й точно, з математичним записом там, де він потрібен.

У машинобудуванні. Де саме це працює у вашій майбутній роботі: на верстаті, у пристосуванні, в інструменті, у службі технічного контролю.

На що зважати. Типова помилка, характерна похибка або практичний нюанс, через який розрахунок дає невірний результат.

Після кожного українського терміна наведено англійський відповідник — він знадобиться при роботі з каталогами інструмента, паспортами імпортованих верстатів і документацією систем ЧПК, де україномовного перекладу часто просто немає.

Терміни згруповано за п'ятьма змістовими модулями курсу. Користуйтеся глосарієм під час підготовки до модульних контролів, виконання самостійної роботи та оформлення розрахунків — точність термінології входить до критеріїв оцінювання.

МОДУЛЬ I. МЕХАНІКА ТА ОСНОВИ ГІДРОСТАТИКИ

АБСОЛЮТНА ПОХИБКА (*absolute error*)

Визначення. Модуль різниці між виміряним і дійсним значенням величини. Позначається Δx , має ту саму розмірність, що й сама величина.

У машинобудуванні. Визначає, скільки цифр у результаті вимірювання мають фізичний зміст. Штангенциркуль із ціною поділки 0,05 мм дає похибку того самого порядку — записувати розмір як 25,4372 мм безглуздо, правильно 25,45 мм.

На що зважати. Похибку округлюють у більший бік до однієї значущої цифри, а результат — до того самого розряду, що й похибка. Зайві цифри в записі не додають точності, а лише приховують її відсутність.

ВІДНОСНА ПОХИБКА (*relative error*)

Визначення. Відношення абсолютної похибки до виміряного значення. Виражається у відсотках і характеризує якість вимірювання.

У машинобудуванні. Дозволяє порівняти точність вимірювань різних величин. Похибка 0,05 мм при вимірюванні вала $\varnothing 200$ мм несуттєва, при вимірюванні штифта $\varnothing 3$ мм — груба.

На що зважати. У непрямих вимірюваннях відносні похибки складаються, а величина у квадраті подвоює свій внесок. Саме тому діаметр у розрахунках площі чи об'єму треба вимірювати особливо ретельно.

СИСТЕМАТИЧНА ПОХИБКА (*systematic error*)

Визначення. Похибка, що повторюється від вимірювання до вимірювання й зміщує результат в один бік.

У машинобудуванні. Виникає через незбитий нуль мікрометра, спрацьовану губку штангенциркуля, неповірений індикатор, вимірювання при температурі, відмінній від 20 °С.

На що зважати. Багаторазове повторення вимірювання її не усуває — у цьому головна підступність. Усувають лише перевіркою приладу, налаштуванням за кінцевою мірою або введенням поправки.

ДОПУСК (*tolerance*)

Визначення. Різниця між найбільшим і найменшим граничними розмірами; поле, у межах якого дійсний розмір деталі вважається придатним.

У машинобудуванні. Задається конструктором на кресленні й визначає, яким обладнанням та яким інструментом можна виготовити деталь і чим її контролювати.

На що зважати. Допуск і похибка вимірювання — різні речі: перше задає конструктор, друге належить приладу. Правило метрології: похибка засобу вимірювання має бути в 3–5 разів меншою за допуск. Контролювати розмір із допуском 0,02 мм штангенциркулем неможливо — прилад не «бачить» ні браку, ні придатної деталі.

ШВИДКІСТЬ РІЗАННЯ (*cutting speed*)

Визначення. Лінійна швидкість точки різальної кромки відносно оброблюваної поверхні. Обчислюється як $v = \pi Dn/1000$, де D у міліметрах, n в обертах за хвилину, v у метрах за хвилину.

У машинобудуванні. Головний параметр режиму обробки: визначає продуктивність, температуру в зоні різання й стійкість інструмента. Береться з довідника для конкретної пари «оброблюваний матеріал — інструментальний матеріал».

На що зважати. Коефіцієнт 1000 узгоджує міліметри з метрами. При сталих обертах швидкість різання пропорційна поточному діаметру, тому при підрізанні торця вона падає до нуля на осі — саме для цього в системах ЧПК існує режим сталої швидкості різання G96.

ВІДЦЕНТРОВА СИЛА (*centrifugal force*)

Визначення. Сила, що виникає при обертанні й пропорційна масі, квадрату кутової швидкості та відстані від осі.

У машинобудуванні. Створюється залишковим дисбалансом оправки, патрона чи інструмента, спричиняє вібрацію, спрацювання підшипників шпинделя й погіршення якості поверхні.

На що зважати. Подвоєння частоти обертання збільшує силу вчетверо. Саме тому паспорт обмежує максимальні оберти кулачкового патрона, а для високошвидкісних шпинделів балансують інструмент разом із патроном у зборі.

ТЕРТЯ КОВЗАННЯ І ТЕРТЯ КОЧЕННЯ (*sliding friction, rolling friction*)

Визначення. Сили опору відносному переміщенню тіл; при коченні опір у рази менший, ніж при ковзанні.

У машинобудуванні. Визначає ККД приводу, нагрівання й спрацювання напрямних. Тому в опорах шпинделя стоять підшипники кочення, а в приводах подачі верстатів із ЧПК — кульково-гвинтова передача замість пари ковзання.

На що зважати. Тертя двоїсте: воно паразитне в напрямних і водночас саме воно утримує деталь у кулачках патрона й забезпечує роботу фрикційної муфти. Втрата мащення напрямних призводить не просто до зростання втрат, а до безповоротної втрати геометричної точності верстата.

ЕФЕКТ «СТИК-СЛИП» (*stick-slip*)

Визначення. Ривкове переміщення при малих швидкостях, спричинене різницею між тертям спокою й тертям ковзання: тіло залипає, накопичує пружну деформацію в приводі, зривається й знову залипає.

У машинобудуванні. Проявляється на парах ковзання при мікроподачах: стіл рухається стрибками, і на поверхні деталі залишаються сліди.

На що зважати. *Явище не усувається підвищенням жорсткості приводу — потрібно змінити характер тертя: перейти на кочення, застосувати спеціальне мастило для напрямних або гідростатичні напрямні.*

ПОТУЖНІСТЬ РІЗАННЯ (*cutting power*)

Визначення. Потужність, що витрачається на зняття стружки. Обчислюється як $P = F_z \cdot v / 60000$, де F_z — головна складова сили різання в ньютонах, v — швидкість різання в метрах за хвилину, P — у кіловатах.

У машинобудуванні. Головний критерій перевірки режиму: якщо потрібна потужність із урахуванням ККД приводу перевищує паспортну потужність двигуна, верстат «просяде» за обертами або спрацює захист.

На що зважати. *Практично вся ця потужність зрештою перетворюється на теплоту — це не втрата, а суть процесу різання. Перевіряти режим за потужністю треба до пуску інструмента в метал, а не після поломки.*

КОЕФІЦІЄНТ КОРИСНОЇ ДІЇ (ККД) (*efficiency*)

Визначення. Відношення корисної роботи або енергії до всієї витраченої. Величина безрозмірна, завжди менша за одиницю.

У машинобудуванні. Характеризує привод головного руху й привод подач. Загальний ККД механічної частини універсального токарного верстата зазвичай становить 0,7–0,8.

На що зважати. *ККД послідовних ланок перемножується, а не додається і не усереднюється. Двигун 0,9, пасова передача 0,96 і коробка 0,95 дають 0,82. Тому загальний ККД завжди нижчий за найгірший із проміжних, і модернізацію починають із найслабшої ланки.*

ТИСК (*pressure*)

Визначення. Відношення сили, що діє перпендикулярно до поверхні, до площі цієї поверхні. Одиниця — паскаль; у гідравліці користуються мегапаскалями та барами (1 бар = 0,1 МПа).

У машинобудуванні. Робочий параметр гідростанції верстата (зазвичай 4–8 МПа) і цехової пневмомережі (0,6–0,8 МПа).

На що зважати. *Розрізняйте абсолютний, надлишковий і вакууметричний тиск. Манометр показує надлишковий, тобто перевищення над атмосферним, а в газові формули підставляють абсолютний.*

ЗАКОН ПАСКАЛЯ (*Pascal's law*)

Визначення. Тиск, створений у рідині або газі, передається однаково в усіх напрямках без змін.

У машинобудуванні. Фізична основа всього гідроприводу: зусилля на штоку обчислюється як $F = p \cdot S$. Циліндр Ø100 мм при 6 МПа розвиває близько 47 кН, тобто майже 5 тонн.

На що зважати. *Тиск у системі задає не насос, а опір навантаження: насос створює потік, а тиск виникає там, де потоку щось заважає. Максимум тиску обмежує запобіжний клапан — без нього при закритому розподільнику система руйнується за секунди.*

РІВНЯННЯ НЕРОЗРИВНОСТІ (*continuity equation*)

Визначення. Для стаціонарного потоку об'ємна витрата стала вздовж потоку: $Q = S \cdot v = \text{const}$. Звуження перерізу вдвічі подвоює швидкість.

У машинобудуванні. Пояснює роботу сопла подавання МОР: помірна витрата насоса перетворюється на швидкий струмінь, здатний пробитися в зону різання й вимити стружку.

На що зважати. *Засмічення сопла зменшує переріз і підвищує швидкість струменя, але водночас падає витрата — охолодження погіршується, хоча струмінь суб'єктивно виглядає сильнішим.*

МЕХАНІЧНЕ НАПРУЖЕННЯ (*mechanical stress*)

Визначення. Сила, що припадає на одиницю площі перерізу: $\sigma = F/S$. Вимірюється в паскалях, на практиці — в мегапаскалях.

У машинобудуванні. Саме напруження, а не сила, визначає, чи зруйнується деталь чи інструмент. Сила 10 кН нешкідлива для вала Ø50 мм і руйнівна для дроту Ø2 мм.

На що зважати. При розрахунку завжди перевіряйте, який переріз є небезпечним: це не обов'язково найменший за площею, а той, де поєднання напружень максимальне.

ЗАКОН ГУКА. МОДУЛЬ ЮНГА (*Hooke's law, Young's modulus*)

Визначення. У межах пружності напруження пропорційне відносній деформації: $\sigma = E \cdot \varepsilon$. Модуль Юнга E — характеристика матеріалу; для сталі приблизно 200 ГПа, для чавуну вдвічі менший, для алюмінієвих сплавів близько 70 ГПа.

У машинобудуванні. Основа розрахунку пружних деформацій деталі, інструмента й вузлів верстата під дією сили різання.

На що зважати. Модуль Юнга не залежить від термічної обробки. Загартована сталь значно твердіша й міцніша за відпалену, але прогинається під тією самою силою так само. Жорсткість визначається матеріалом і геометрією перерізу, а не твердістю.

ГРАНИЦЯ ТЕКУЧОСТІ ТА ГРАНИЦЯ МІЦНОСТІ (*yield strength, ultimate tensile strength*)

Визначення. Границя текучості — напруження, з якого починається залишкова деформація; границя міцності — максимальне напруження перед руйнуванням.

У машинобудуванні. Границя текучості визначає допустиме навантаження конструкції та є тим порогом, який навмисно перевищують у зоні різання: зняття стружки — це примусова пластична деформація тонкого шару металу перед кромкою.

На що зважати. У розрахунках на міцність допустиме напруження беруть у 1,5–3 рази меншим за границю текучості. Границя текучості помітно знижується з підвищенням температури, і для нагрітої деталі довідкове значення для 20 °С уже не діє.

ЖОРСТКІСТЬ І ПОДАТЛИВІСТЬ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СИСТЕМИ (ВПІД) (*machining system stiffness, compliance*)

Визначення. Жорсткість $j = F_y/y$ — відношення сили до спричиненого нею переміщення, Н/мм. Податливість — обернена величина. Система «верстат — пристосування — інструмент — деталь» пружно деформується під дією сили різання.

У машинобудуванні. Пояснює основні похибки форми: конусоподібність довгого вала, вплив вильоту оправки, деформацію тонкостінної втулки в патроні.

На що зважати. Податливості ланок додаються, тому загальна жорсткість завжди нижча за жорсткість найслабшої ланки. Прогин консольного інструмента пропорційний кубу вильоту: збільшення вильоту вдвічі збільшує прогин увосьмєро.

НАКЛЕП (*work hardening, strain hardening*)

Визначення. Зміцнення поверхневого шару внаслідок пластичної деформації: твердість зростає, пластичність падає.

У машинобудуванні. Має два боки. Корисний — підвищує зносостійкість і опір втомі, тому його навмисно створюють обкочуванням роликком або дробоструминним зміцненням. Шкідливий — наклепаний шар важче обробляти наступним інструментом.

На що зважати. При сильному наклепі в поверхневому шарі виникають розтягувальні залишкові напруження, які знижують втомну міцність і здатні викривити тонку деталь після зняття із затиску.

МОДУЛЬ II. МОЛЕКУЛЯРНА ФІЗИКА І ТЕРМОДИНАМІКА

ІДЕАЛЬНИЙ ГАЗ (*ideal gas*)

Визначення. Модель газу, у якій нехтують розмірами молекул і силами притягання між ними, залишаючи лише пружні зіткнення.

У машинобудуванні. Для стисненого повітря цехової пневмомережі при тисках 6–8 бар модель працює з достатньою для інженерних розрахунків точністю.

На що зважати. Модель непридатна для газів поблизу зрідження та для пари. Для повітря в пневмосистемі вона коректна, для холодоагенту в чилері — ні.

АБСОЛЮТНА ТЕМПЕРАТУРА (*absolute temperature*)

Визначення. Температура за шкалою Кельвіна, що відлічується від абсолютного нуля: $T = t + 273$.

У машинобудуванні. Використовується в усіх газових розрахунках, у формулі ККД циклу Карно та в законах теплового випромінювання.

На що зважати. Підстановка градусів Цельсія замість кельвінів — найчастіша помилка цього розділу. Для теплового розширення ситуація зворотна: там підставляють різницю температур, і вона однакова в обох шкалах.

РІВНЯННЯ СТАНУ ІДЕАЛЬНОГО ГАЗУ (*ideal gas law*)

Визначення. $pV = (m/M)RT$, де $R = 8,31$ Дж/(моль·К). Об'єднує газові закони Бойля—Маріотта, Гей-Люссака й Шарля.

У машинобудуванні. Дозволяє обчислити масу повітря в ресивері, витрату на цикл роботи пневмоциліндра, зміну тиску при нагріванні.

На що зважати. У рівняння підставляють абсолютний тиск, а не показання манометра. Забутий атмосферний доданок дає систематичну похибку близько 0,1 МПа.

ПИТОМА ТЕПЛОЄМНІСТЬ (*specific heat capacity*)

Визначення. Кількість теплоти, потрібна для нагрівання одного кілограма речовини на один кельвін. Для сталі ≈ 460 , для чавуну ≈ 500 , для алюмінію ≈ 900 Дж/(кг·К).

У машинобудуванні. Використовується в розрахунках нагрівання садки в печі, нагрівання деталі при різанні, теплового балансу бака МОР.

На що зважати. Алюмінієва деталь вбирає вдвічі більше теплоти на градус, ніж сталева тієї самої маси, але її теплопровідність алюмінію вчетверо вища, тому температура по об'єму вирівнюється швидше.

РІВНЯННЯ ТЕПЛООВОГО БАЛАНСУ (*heat balance equation*)

Визначення. Для замкненої системи кількість теплоти, віддана одними тілами, дорівнює кількості теплоти, отриманій іншими.

У машинобудуванні. Основа розрахунків нагрівання емульсії, підбору ємності бака МОР, оцінки нагрівання деталі при обробці.

На що зважати. Реальна система не замкнена: частина теплоти йде в навколишнє середовище. Розрахунок за балансом дає верхню оцінку нагрівання, і це треба зазначати у висновку.

ПЕРШИЙ ЗАКОН ТЕРМОДИНАМІКИ (*first law of thermodynamics*)

Визначення. Кількість теплоти, надана системі, витрачається на зміну її внутрішньої енергії та на роботу проти зовнішніх сил: $Q = \Delta U + A$.

У машинобудуванні. Пояснює нагрівання циліндра компресора при стисканні повітря й охолодження повітря на виході з пневмосопла.

На що зважати. При різанні внутрішня енергія зростає не через теплопередачу, а через роботу пластичної деформації. Це другий спосіб зміни внутрішньої енергії, і саме він тут основний.

ДРУГИЙ ЗАКОН ТЕРМОДИНАМІКИ (*second law of thermodynamics*)

Визначення. Теплота самочинно переходить лише від гарячого тіла до холодного; неможливо всю теплоту, отриману від нагрівника, перетворити на роботу.

У машинобудуванні. Пояснює, чому теплота, розсіяна при різанні, більше не може бути перетворена на корисну роботу, і чому холодильна машина потребує витрати роботи компресора.

На що зважати. Закон не забороняє перекачувати теплоту від холодного тіла до гарячого — він забороняє робити це без витрати роботи. Саме тому чилер не суперечить термодинаміці.

ЦИКЛ КАРНО (*Carnot cycle*)

Визначення. Ідеальний оборотний цикл, що дає максимально можливий ККД для заданих температур: $\eta = (T_1 - T_2)/T_1$.

У машинобудуванні. Слугує критерієм правдоподібності: жоден реальний цикл не може перевищити це значення.

На що зважати. Якщо ваш розрахунковий ККД перевищив ККД Карно для тих самих температур, у розрахунку помилка. Це найшвидша перевірка результату в цьому розділі.

ХОЛОДИЛЬНИЙ КОЕФІЦІЄНТ (*coefficient of performance, COP*)

Визначення. Відношення відібраної від холодного тіла теплоти до витраченої роботи: $\varepsilon = Q_2/A$.

У машинобудуванні. Характеристика чилера системи термостабілізації МОР і кондиціонера електрошафи.

На що зважати. *На відміну від ККД може бути значно більшим за одиницю, і це не порушення закону збереження: машина не створює енергію, а переносить її. У цех вона віддає більше, ніж відібрала, — на величину роботи компресора.*

ТЕПЛОПРОВІДНІСТЬ (*thermal conductivity*)

Визначення. Здатність матеріалу проводити теплоту; характеризується коефіцієнтом λ , Вт/(м·К). Тепловий потік описується законом Фур'є.

У машинобудуванні. Ключова властивість, що визначає оброблюваність матеріалу. Для вуглецевої сталі $\lambda \approx 48$, для аустенітної нержавної ≈ 16 , для титанового сплаву $\approx 7,5$, для алюмінію ≈ 210 Вт/(м·К).

На що зважати. *Саме низька теплопровідність, а не твердість, робить титан і нержавні сталі важкооброблюваними: теплота не відходить у стружку й заготовку, а концентрується на різальній кромці. Пояснення оброблюваності через твердість є хибним.*

МАСТИЛЬНО-ОХОЛОДЖУВАЛЬНА РІДИНА (МОР) (*cutting fluid, coolant*)

Визначення. Технологічне середовище, що подається в зону різання. Виконує чотири функції: охолоджувальну, мастильну, транспортувальну та захисну.

У машинобудуванні. Спосіб подавання визначає ефективність: поливання зверху, подавання під тиском, внутрішнє підведення через канали інструмента, обробка з мінімальним змащуванням (MQL).

На що зважати. *Мастильна функція зменшує саме тепловиділення, а не лише відводить теплоту, — і часто вона важливіша за охолоджувальну. При переривчастому різанні твердим сплавом рясне охолодження спричиняє термічні тріщини, тому чорнове фрезерування нерідко ведуть сухим.*

СТІЙКІСТЬ ІНСТРУМЕНТА (*tool life*)

Визначення. Час роботи інструмента між переточуваннями або замінами до досягнення критерію затуплення. Пов'язана зі швидкістю різання формулою Тейлора: $v \cdot T^m = C$, де m зазвичай 0,1–0,3.

У машинобудуванні. Головний економічний параметр режиму: визначає витрату інструмента й частоту зупинок.

На що зважати. *Через малий показник m залежність дуже різка: підвищення швидкості різання на 20 % може скоротити стійкість удвічі. «Додати обертів» — рішення не безкоштовне.*

ТЕПЛОСТІЙКІСТЬ ІНСТРУМЕНТАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ (*hot hardness, red hardness*)

Визначення. Гранична температура, до якої матеріал зберігає твердість і ріжучу здатність. Для швидкорізальної сталі ≈ 600 °С, для твердого сплаву 800–1000 °С, для кераміки понад 1200 °С.

У машинобудуванні. Саме теплостійкість, а не твердість при кімнатній температурі, є головним обмежувачем швидкості різання.

На що зважати. *Перевищення межі спричиняє не поступове, а лавиноподібне спрацювання кромки. Кераміка теплостійка, але майже не проводить теплоту й погано переносить ударне термоциклування при переривчастому різанні.*

ПИТОМА ТЕПЛОТА ПЛАВЛЕННЯ (*latent heat of fusion*)

Визначення. Кількість теплоти, потрібна для перетворення одного кілограма речовини з твердого стану в рідкий при температурі плавлення без зміни температури.

У машинобудуванні. Використовується в розрахунках ливарних процесів, зварювання, електроерозійної та лазерної обробки, де метал плавиться й випаровується.

На що зважати. *Чисті метали плавляться при одній температурі, сплави — в інтервалі між лініями солідус і ліквідус. Широкий інтервал кристалізації спричиняє усадкові рихлоти у відливку.*

КОЕФІЦІЄНТ ЛІНІЙНОГО РОЗШИРЕННЯ (*coefficient of linear thermal expansion*)

Визначення. Відносне видовження тіла при нагріванні на один кельвін: $\Delta l = \alpha \cdot l \cdot \Delta t$. Для сталі $\alpha \approx 11\text{--}12 \cdot 10^{-6}$, для алюмінію $\approx 23 \cdot 10^{-6}$, для інвару $\approx 1,5 \cdot 10^{-6}$ К⁻¹.

У машинобудуванні. Визначає теплові деформації верстата й деталі, поправки до вимірних розмірів, режим теплового складання з'єднань із натягом.

На що зважати. *Оцініть порядок: вал 500 мм, нагрітий на 10 °С, довшає на 60 мкм — у кілька разів більше за допуск точної деталі. Теплова деформація виходить за допуск раніше, ніж спрацювання інструмента.*

НОРМАЛЬНА ТЕМПЕРАТУРА ВИМІРЮВАННЯ (*reference temperature, 20 °С*)

Визначення. Стандартна довідкова температура 20 °С, до якої віднесено всі розміри на кресленні, всі допуски та всі кінцеві міри.

У машинобудуванні. Задає умови роботи вимірювальної лабораторії й дільниць прецизійної обробки, де температуру витримують у межах 20 ± 1 °С.

На що зважати. *Деталь і засіб вимірювання витримують разом до вирівнювання температури. Мікрометр, довго затиснутий у долоні, дає помітну похибку при вимірюванні з точністю до мікрометра.*

ТОЧКА РОСИ (*dew point*)

Визначення. Температура, при якій наявна в повітрі водяна пара стає насиченою й починає конденсуватися.

У машинобудуванні. Пояснює появу конденсату в пневмомережі, «запотівання» холодних деталей, занесених із вулиці, корозію точного інструмента й кінцевих мір при зберіганні у вологому приміщенні.

На що зважати. *Конденсат утворюється без додавання вологи — достатньо охолодження. Саме тому стиснене й нагріте в компресорі повітря, охолоджуючись у трубопроводі, дає воду в пневмоапаратурі.*

ГАРТУВАННЯ. МАРТЕНСИТ (*quenching, martensite*)

Визначення. Нагрівання сталі вище температури перетворення з подальшим швидким охолодженням, при якому вуглець не встигає вийти з розчину й утворюється пересичений твердий розчин — мартенсит, дуже твердий і крихкий.

У машинобудуванні. Основна операція зміцнення різального інструмента, зубчастих коліс, валів, деталей оснастки.

На що зважати. *Твердість створює не нагрівання, а саме недопущення дифузії при охолодженні. Швидкість охолодження має перевищувати критичну; легувальні елементи знижують її, тому леговані сталі гартують в олії, а вуглецеві — у воді.*

ВІДПУСК (*tempering*)

Визначення. Нагрівання загартованої сталі нижче температури перетворення (150–650 °С) із подальшим охолодженням. Знімає внутрішні напруження й крихкість ціною деякого зниження твердості.

У машинобудуванні. Низький відпуск (150–250 °С) застосовують для різального та вимірювального інструмента, високий у поєднанні з гартуванням (поліпшення) — для валів і зубчастих коліс.

На що зважати. *Загартовану деталь ніколи не залишають без відпуску: залишкові напруження після гартування здатні спричинити тріщини навіть без зовнішнього навантаження.*

МОДУЛЬ ІІІ. ЕЛЕКТРИКА І МАГНЕТИЗМ

ЗАКОН КУЛОНА (*Coulomb's law*)

Визначення. Сила взаємодії двох точкових зарядів прямо пропорційна їх добутку й обернено пропорційна квадрату відстані між ними.

У машинобудуванні. Основа розуміння електростатичних явищ у цеху: накопичення заряду на пластикових шлангах, ремінних передачах, потоці стружки.

На що зважати. *У середовищі з діелектричною проникністю сила зменшується. Саме тому робоча рідина в зоні електроерозійної обробки істотно змінює умови пробою порівняно з повітрям.*

НАПРУЖЕНІСТЬ ЕЛЕКТРИЧНОГО ПОЛЯ (*electric field strength*)

Визначення. Силова характеристика поля: $E = F/q$, вимірюється у вольтах на метр. Для плоского проміжку $E = U/d$.

У машинобудуванні. Визначає умови пробою міжелектродного проміжку при електроерозійній обробці та безпечні відстані в електрообладнанні.

На що зважати. При незмінній напрузі зменшення зазору різко підвищує напруженість. Саме тому система стабілізації міжелектродного зазору є ключовим вузлом електроерозійного верстата.

ЕЛЕКТРИЧНА МІЦНІСТЬ. ПРОБІЙ (*dielectric strength, breakdown*)

Визначення. Гранична напруженість поля, вище якої в діелектрику лавиноподібно утворюються вільні заряди й виникає канал провідності. Для повітря ≈ 3 кВ/мм, для робочої рідини ЕЕО 10–20 кВ/мм.

У машинобудуванні. Робочий принцип електроерозійної обробки й водночас причина пробоїв ізоляції в електрообладнанні верстата.

На що зважати. Забруднена або обводнена робоча рідина втрачає електричну міцність, і верстат починає працювати нестабільно. Після заміни рідини на іншу марку саме цю характеристику перевіряють насамперед.

ЕЛЕКТРОЕРОЗІЙНА ОБРОБКА (ЕЕО) (*electrical discharge machining, EDM*)

Визначення. Видалення металу серією іскрових розрядів у діелектричній рідині; у каналі розряду температура сягає 8 000–12 000 °С, і мікрооб'єм металу плавиться та випаровується.

У машинобудуванні. Прошивна ЕЕО формує порожнини штампів і прес-форм, дрітано-вирізна різь контур матриць і фасонних пуансонів за програмою.

На що зважати. Руйнування теплове, а не механічне, тому твердість заготовки не впливає на продуктивність — загартована сталь HRC 62 обробляється так само, як відпалена. Але заготовка обов'язково має бути електропровідною: кераміку чи пластик так обробити неможливо.

ЗАКОН ОМА (*Ohm's law*)

Визначення. Для ділянки кола $I = U/R$; для повного кола $I = \varepsilon/(R + r)$, де r — внутрішній опір джерела.

У машинобудуванні. Основа розрахунку електрообладнання верстата, печей термообробки, кіл керування.

На що зважати. Саме внутрішній опір джерела й опір лінії пояснюють просідання напруги в цеховій мережі при пуску потужного двигуна: пусковий струм у 5–7 разів перевищує номінальний.

ПИТОМИЙ ОПІР (*resistivity*)

Визначення. Характеристика матеріалу: $R = \rho \cdot l/S$. Для міді 0,0175, для ніхрому 1,1 Ом·мм²/м.

У машинобудуванні. Визначає вибір матеріалу: мідь для провідників, ніхром і фехраль для нагрівальних елементів печей термообробки.

На що зважати. Опір металів зростає з температурою — на цьому працює термометр опору. Опір напівпровідників, навпаки, падає, і це визначає вимоги до охолодження електрошафи верстата з ЧПК.

ЗАКОН ДЖОУЛЯ—ЛЕНЦА (*Joule–Lenz law*)

Визначення. Кількість теплоти, що виділяється в провіднику: $Q = I^2 \cdot R \cdot t$.

У машинобудуванні. Описує роботу нагрівальних елементів печей, контактне зварювання, а також нагрівання кабелів і контактів.

На що зважати. Залежність від струму квадратична: зростання струму на 40 % подвоює тепловиділення. Саме тому перевантаження небезпечніше, ніж здається за лінійною інтуїцією.

ПЕРЕХІДНИЙ (КОНТАКТНИЙ) ОПІР (*contact resistance*)

Визначення. Додатковий опір у місці з'єднання провідників, спричинений малою фактичною площею контакту та оксидними плівками.

У машинобудуванні. Причина обгоряння клем в електрошафі верстата й основа роботи контактного зварювання, де теплота виділяється саме в місці стику деталей.

На що зважати. *Обгоріла клема — не наслідок «поганого струму», а прямий результат закону Джоуля—Ленца: зростає опір — росте нагрівання — окиснюється контакт — знову росте опір. Процес самопідсилюється.*

ЗАКОН ФАРАДЕЯ ДЛЯ ЕЛЕКТРОЛІЗУ (*Faraday's law of electrolysis*)

Визначення. Маса речовини, що виділилася на електроді, пропорційна заряду, який пройшов через електроліт: $m = k \cdot I \cdot t$.

У машинобудуванні. Основа розрахунку гальванічних покриттів (хромування, нікелювання, цинкування) та електрохімічної обробки.

На що зважати. *Реальний час витримки більший за теоретичний через вихід за струмом, менший за одиницю. Якщо ваш розрахунок дав менший час, ніж технологічна карта, — ви не врахували цей коефіцієнт.*

p—n ПЕРЕХІД (*p—n junction*)

Визначення. Контакт напівпровідникових областей з електронною та дірковою провідністю; проводить струм переважно в одному напрямку.

У машинобудуванні. Основа всієї силовій електроніки верстата: випрямлячі, тиристори й IGBT-транзистори частотних перетворювачів, оптопари, фотоприймачі енкодерів.

На що зважати. *Опір напівпровідника падає з нагріванням, тому силова електроніка потребує охолодження. Забитий стружковим пилом фільтр електрошафи — типова причина «плаваючих» відмов приводу в спекотний день.*

ЕФЕКТ ЗЕЕБЕКА. ТЕРМОПАРА (*Seebeck effect, thermocouple*)

Визначення. У колі з двох різнорідних провідників при різній температурі спаїв виникає ЕРС, пропорційна різниці температур.

У машинобудуванні. Основний засіб вимірювання високих температур: у печах термообробки, у розплавах, а в методі природної термопари — у самій зоні різання.

На що зважати. *Термопара вимірює різницю температур спаїв, а не абсолютну температуру. Неврахована температура холодного спаю дає систематичну похибку, що дорівнює цій температурі, — влітку в цеху це десятки градусів.*

ТЕРМОМЕТР ОПОРУ (*resistance temperature detector, RTD*)

Визначення. Датчик, що визначає температуру за зміною опору чутливого елемента: $R = R_0(1 + \alpha \cdot \Delta t)$. Найпоширеніші Pt100 і Pt1000.

У машинобудуванні. Застосовується там, де потрібна висока точність у помірному діапазоні: контури термостабілізації шпинделя, баки МОР, кондиціонери електрошаф.

На що зважати. *За двопровідною схемою опір сполучних проводів додається до опору датчика й дає систематичну похибку. Для точних вимірювань застосовують трипровідну схему.*

СИЛА АМПЕРА (*Ampère force*)

Визначення. Сила, що діє на провідник зі струмом у магнітному полі: $F = B \cdot I \cdot l \cdot \sin \alpha$.

У машинобудуванні. Створює обертальний момент в електродвигунах приводів головного руху й подач.

На що зважати. *Сила максимальна, коли провідник перпендикулярний до ліній поля, і дорівнює нулю при паралельному розташуванні. Саме геометрія обмоток, а не лише струм, визначає момент двигуна.*

ФЕРОМАГНЕТИК. ТОЧКА КЮРІ (*ferromagnet, Curie point*)

Визначення. Речовина, що багаторазово підсилює магнітне поле завдяки впорядкуванню доменів. Вище точки Кюрі (для заліза 768 °C) феромагнітні властивості зникають.

У машинобудуванні. Визначає працездатність магнітних плит, патронів і стійок, а також межі застосування магнітопорошкової дефектоскопії.

На що зважати. *Магнітна плита тримає лише феромагнітні матеріали: алюміній, латунь і аустенітну нержавну сталь закріпити на ній неможливо, скільки б не підвищували струм.*

ЕЛЕКТРОМАГНІТНА ІНДУКЦІЯ (*electromagnetic induction*)

Визначення. Виникнення ЕРС у контурі при зміні магнітного потоку крізь нього: $\varepsilon = -\Delta\Phi/\Delta t$. Правило Ленца: індукційний струм протидіє причині, що його викликала.

У машинобудуванні. Основа роботи двигунів, трансформаторів, генераторного режиму при гальмуванні шпинделя, індукційних датчиків положення.

На що зважати. *Стале поле ЕРС не наводить — потрібна саме зміна потоку. При гальмуванні двигун працює генератором, і енергія гаситься на гальмівному резисторі; саме тому він відчутно нагрівається при частих розгонах-гальмуваннях.*

ВИХРОВІ СТРУМИ (СТРУМИ ФУКО) (eddy currents)

Визначення. Замкнені струми, що наводяться змінним магнітним полем у суцільному провіднику.

У машинобудуванні. Шкідливий прояв — нагрівання осердь двигунів і трансформаторів. Корисні — індукційне нагрівання й поверхнєве гартування ТВЧ, вихрострумова дефектоскопія, безконтактні індукційні датчики.

На що зважати. *Через скін-ефект глибина проникнення струму зменшується зі зростанням частоти. Саме частотою задають глибину загартованого шару при гартуванні ТВЧ, залишаючи серцевину в'язкою.*

КОЕФІЦІЄНТ ПОТУЖНОСТІ (power factor, $\cos \varphi$)

Визначення. Відношення активної потужності до повної: $P = U \cdot I \cdot \cos \varphi$. Показує, яка частка спожитої потужності виконує корисну роботу.

У машинобудуванні. Характеризує ефективність використання електроенергії верстатним парком цеху.

На що зважати. *Недовантажений двигун має низький $\cos \varphi$ і «ганяє» реактивну потужність мережею, завантажуючи кабелі та трансформатор без користі. Тому робота двигуна з малим завантаженням — не економія, а перевитрата.*

ЧАСТОТНЕ РЕГУЛЮВАННЯ (variable frequency drive, VFD)

Визначення. Зміна частоти обертання асинхронного двигуна шляхом зміни частоти живлення: $n = 60f/p$. Перетворювач випрямляє мережну напругу, а потім силовими ключами формує напругу потрібної частоти.

У машинобудуванні. Замінило громіздкі коробки швидкостей, дало безступінчасте регулювання обертів, плавний пуск, кероване гальмування й уможливило режим сталої швидкості різання G96.

На що зважати. *Після вимкнення живлення конденсатори проміжної ланки ще кілька хвилин утримують високу напругу. Витримку часу, зазначену на табличці шафи, порушувати смертельно небезпечно.*

МОДУЛЬ IV. КОЛИВАННЯ, ХВИЛІ ТА ОПТИКА

ВЛАСНА ЧАСТОТА (natural frequency)

Визначення. Частота вільних коливань системи, визначена її жорсткістю та масою: для пружинного маятника $T = 2\pi\sqrt{m/k}$.

У машинобудуванні. Визначає, на яких обертах технологічна система схильна до сильних коливань.

На що зважати. *Власна частота зростає з жорсткістю й падає з масою. Тому скорочення вильоту інструмента чи підведення люнета — це не лише зменшення прогину, а й зсув власної частоти в безпечнішу зону.*

РЕЗОНАНС (resonance)

Визначення. Різке зростання амплітуди вимушених коливань при наближенні частоти змусувальної сили до власної частоти системи.

У машинобудуванні. Небезпечний тим, що руйнування настає при цілком помірній силі: енергія накопичується циклами.

На що зважати. *Вивести систему з резонансу можна двома принципово різними шляхами: змінити частоту збудження (оберти) або змінити власну частоту системи (жорсткість чи масу). Збільшення сили затиску тут не допомагає.*

АВТОКОЛИВАННЯ ПРИ РІЗАННІ (regenerative chatter)

Визначення. Самозбудні коливання без зовнішнього періодичного джерела: випадкове коливання залишає хвилястий слід, наступного оберту інструмент зрізає шар змінної товщини, сила різання стає змінною і підживлює коливання.

У машинобудуванні. Проявляється характерним високим свистом і регулярними ризками на обробленій поверхні.

На що зважати. *Оскільки явище пов'язане з фазовим збігом слідів між обертами, зміна частоти обертання на 10–15 % часто повністю усуває свист. Стійкість залежить передусім від ширини зрізуваного шару, а не від подачі.*

ЧАСТОТА ЗУБОЗАЧЕПЛЕННЯ (*tooth passing frequency*)

Визначення. Частота ударів зубів фрези об заготовку: $f_z = z \cdot n / 60$, де z — число зубів, n — оберти за хвилину.

У машинобудуванні. Основна частота збудження при фрезеруванні; її зіставляють із власною частотою системи для оцінки небезпеки резонансу.

На що зважати. *Фрези зі змінним кроком зубів руйнують періодичність ударів і тому помітно стійкіші до автоколивань. Це конструктивне, а не режимне рішення цієї самої задачі.*

УЛЬТРАЗВУКОВА ДЕФЕКТОСКОПІЯ (*ultrasonic testing, UT*)

Визначення. Виявлення внутрішніх дефектів за відбиттям ультразвукової хвилі від границь середовищ. Глибина залягання визначається як $h = v \cdot t / 2$; швидкість поздовжньої хвилі в сталі ≈ 5900 м/с.

У машинобудуванні. Основний метод контролю зварних швів, поковок і великих валів.

На що зважати. *У формулі ділять на два, бо сигнал проходить шлях туди й назад. Підвищення частоти покращує роздільну здатність, але зменшує глибину прозвучування. Метод краще виявляє площинні дефекти — тріщини й непровари.*

УЛЬТРАЗВУКОВА ОБРОБКА (*ultrasonic machining*)

Визначення. Знімання матеріалу мікроударами абразивних зерен у суспензії, що коливається разом з інструментом на частоті 18–25 кГц.

У машинобудуванні. Застосовується для твердих крихких матеріалів — кераміки, скла, ситалів, твердих сплавів. Той самий ефект кавітації використовують у ваннах ультразвукового очищення деталей.

На що зважати. *Метод придатний саме для крихких матеріалів: в'язкі метали під мікроударами деформуються, а не викришуються, і продуктивність падає до неприйнятної.*

ТЕПЛОВЕ ВИПРОМІНЮВАННЯ. ЗАКОН СТЕФАНА—БОЛЬЦМАНА (*thermal radiation, Stefan–Boltzmann law*)

Визначення. Будь-яке тіло з температурою вище абсолютного нуля випромінює електромагнітні хвилі; потужність випромінювання пропорційна четвертому степеню абсолютної температури: $P = \varepsilon \cdot \sigma \cdot S \cdot T^4$.

У машинобудуванні. Основа безконтактного вимірювання температури пірометром і тепловізійної діагностики обладнання.

На що зважати. *Через четвертий степінь навіть невелике підвищення температури різко збільшує випромінювання: подвоєння абсолютної температури дає шістнадцятикратне зростання потужності.*

СТУПІНЬ ЧОРНОТИ (КОЕФІЦІЄНТ ВИПРОМІНЮВАННЯ) (*emissivity*)

Визначення. Відношення випромінювальної здатності реальної поверхні до здатності абсолютно чорного тіла. Для окисленої сталі $\approx 0,8$, для полірованої 0,07–0,1.

У машинобудуванні. Ключовий параметр налаштування пірометра й тепловізора.

На що зважати. *Блискуча полірована сталь «здається» пірометру значно холоднішою, ніж є, — розбіжність вимірюється сотнями градусів. Тому прилад калібрують під матеріал або наносять на ділянку матову мітку.*

ІНТЕРФЕРЕНЦІЯ (*interference*)

Визначення. Накладання когерентних хвиль із утворенням стійкої картини підсилення й послаблення. Одна інтерференційна смуга відповідає зміні зазору на половину довжини хвилі, тобто близько 0,3 мкм.

У машинобудуванні. Основа найточніших вимірювань: інтерференційний контроль площинності доведених поверхонь, атестація кінцевих мір, лазерний інтерферометр для перевірки точності позиціонування осей верстата з ЧПК.

На що зважати. Саме лазерним інтерферометром вимірюють накопичену похибку кульково-гвинтової передачі й складають таблицю компенсації в системі керування. Без цієї процедури паспортна точність верстата — лише число в документі.

ЛАЗЕР (laser)

Визначення. Джерело когерентного монохроматичного випромінювання з малою розбіжністю пучка, яке можна сфокусувати в пляму діаметром у десяті частки міліметра; густина потужності у фокусі сягає 10^6 – 10^8 Вт/см².

У машинобудуванні. Різання листа, зварювання з глибоким проплавленням, маркування деталей, наплавлення й адитивні технології (3D-друк металом), поверхнєве гартування, вимірювальні системи.

На що зважати. Мала зона термічного впливу — наслідок не «холодності» процесу, а надзвичайно короткого часу дії при високій густині потужності. Випромінювання небезпечне для очей навіть при відбитті від блискучої поверхні, тому роботи ведуть лише за світлозахисними огорожами.

МОДУЛЬ V. АТОМНА ТА ЯДЕРНА ФІЗИКА

ПОСТУЛАТИ БОРА (Bohr's postulates)

Визначення. Електрон рухається лише по дозволених стаціонарних орбітах, не випромінюючи; випромінювання або поглинання кванта відбувається лише при переході між рівнями: $h \cdot \nu = E_2 - E_1$.

У машинобудуванні. Теоретична основа всіх спектральних методів контролю складу сплавів.

На що зважати. Оскільки набір енергетичних рівнів у кожного елемента свій, кожен елемент випромінює строго свій набір частот. Саме це робить спектр «підписом» речовини.

СПЕКТРАЛЬНИЙ АНАЛІЗ (spectral analysis)

Визначення. Визначення хімічного складу речовини за її спектром випромінювання або поглинання.

У машинобудуванні. Щоденна процедура вхідного контролю: стилоскоп дає якісну відповідь за хвилину, оптико-емісійний спектрометр — повний кількісний склад із визначенням марки, рентгенофлуоресцентний аналізатор працює нерушечно.

На що зважати. XRF-аналізатор погано визначає легкі елементи, насамперед вуглець, тому для розрізнення вуглецевих сталей він непридатний. Плутанина марок — одна з найдорожчих помилок виробництва: заготовка з іншої сталі не витримає термообробки.

РЕНТГЕНІВСЬКЕ ВИПРОМІНЮВАННЯ. РАДІОГРАФІЯ (X-rays, radiography)

Визначення. Короткохвильове електромагнітне випромінювання з високою проникною здатністю, що утворюється при гальмуванні швидких електронів об анод. Послаблення описується законом $I = I_0 \cdot e^{(-\mu d)}$.

У машинобудуванні. Основа радіографічного контролю відливок і зварних швів: там, де є пора, раковина чи непровар, матеріалу менше, поглинання слабше, і дефект проявляється на знімку.

На що зважати. Радіографія краще виявляє об'ємні дефекти — пори й включення, а ультразвук — площинні, тобто тріщини й непровари. Для відповідальних об'єктів застосовують обидва методи.

ДЕФЕКТ МАСИ. ЕНЕРГІЯ ЗВ'ЯЗКУ (mass defect, binding energy)

Визначення. Маса ядра менша за суму мас окремих нуклонів; цій різниці відповідає енергія зв'язку $E = \Delta m \cdot c^2$.

У машинобудуванні. Пояснює природу енергії, що вивільняється при ядерних перетвореннях, і дає розуміння масштабу енергій, з якими працюють радіаційні методи контролю.

На що зважати. *Питома енергія зв'язку максимальна поблизу заліза. Тому енергію вивільняє поділ важких ядер і синтез легких, а зворотні реакції її поглинають.*

РАДІОАКТИВНІСТЬ (*radioactivity*)

Визначення. Самочинне перетворення нестійких ядер із випромінюванням альфа-частинок, бета-частинок або гамма-квантів.

У машинобудуванні. Гамма-випромінювання ізотопних джерел використовують у дефектоскопії та радіоізотопних товщиномірах.

На що зважати. *Проникна здатність різко різна: альфа затримується аркушем паперу, бета — алюмінієвою пластиною, гамма послаблюється лише товстим шаром свинцю чи бетону й ніколи не затримується повністю.*

ПЕРІОД НАПІВРОЗПАДУ (*half-life*)

Визначення. Час, за який розпадається половина наявних ядер ізоотопу: $N = N_0 \cdot 2^{-(t/T_{1/2})}$. Для іридію-192 близько 74 діб, для кобальту-60 близько 5,3 року.

У машинобудуванні. Визначає строк служби джерела гамма-дефектоскопа й потребу періодично перераховувати час експозиції.

На що зважати. *Величина стала й не змінюється ані нагріванням, ані тиском, ані хімічною обробкою. Джерело не можна «вимкнути» — воно випромінює безперервно, тому зберігається у свинцевому контейнері й виводиться на робочу позицію дистанційно.*

ПОГЛИНЕНА ТА ЕКВІВАЛЕНТНА ДОЗА (*absorbed dose, equivalent dose*)

Визначення. Поглинена доза — енергія іонізуючого випромінювання, поглинена одиницею маси речовини, вимірюється в греях. Еквівалентна враховує різну біологічну дію видів випромінювання й вимірюється в зівертах.

У машинобудуванні. Основні величини дозиметричного контролю персоналу при радіографічному та гамма-контролі. Природний фон становить приблизно 2–3 мЗв на рік.

На що зважати. *Нормують саме еквівалентну дозу. Альфа-випромінювання ззовні майже нешкідливе, але найнебезпечніше при потраплянні всередину організму.*

ПРИНЦИПИ РАДІАЦІЙНОГО ЗАХИСТУ (*radiation protection principles*)

Визначення. Три способи зниження дози: захист часом, захист відстанню й захист екрануванням.

У машинобудуванні. Визначають організацію робіт при радіографічному контролі: обмеження часу перебування, розмір зони огороження, вибір захисних матеріалів, індивідуальні дозиметри, наряд-допуск.

На що зважати. *Захист відстанню найдієвіший: інтенсивність спадає обернено пропорційно квадрату відстані, тому подвоєння відстані зменшує дозу вчетверо, а скорочення часу вдвічі — лише вдвічі. Розмір зони огороження є розрахунковою, а не довільною величиною.*

АБЕТКОВИЙ ПОКАЖЧИК АНГЛІЙСЬКИХ ВІДПОВІДНИКІВ

Для роботи з каталогами інструмента, паспортами імпортованих верстатів і документацією систем ЧПК.

Англійський термін	Український відповідник	Модуль
absolute error	абсолютна похибка	I
absorbed dose	поглинена доза	V
Ampère force	сила Ампера	III
Bohr's postulates	постулати Бора	V
binding energy	енергія зв'язку	V
Carnot cycle	цикл Карно	II
centrifugal force	відцентрова сила	I
coefficient of performance (COP)	холодильний коефіцієнт	II
contact resistance	перехідний (контактний) опір	III
continuity equation	рівняння нерозривності	I
Coulomb's law	закон Кулона	III
Curie point	точка Кюрі	III

Англійський термін	Український відповідник	Модуль
cutting fluid / coolant	мастильно-охолоджувальна рідина	II
cutting power	потужність різання	I
cutting speed	швидкість різання	I
dew point	точка роси	II
dielectric strength	електрична міцність	III
eddy currents	вихрові струми	III
efficiency	коефіцієнт корисної дії	I
electric field strength	напруженість електричного поля	III
electrical discharge machining (EDM)	електроерозійна обробка	III
electromagnetic induction	електромагнітна індукція	III
emissivity	ступінь чорноти	IV
equivalent dose	еквівалентна доза	V
Faraday's law of electrolysis	закон Фарадея для електролізу	III
ferromagnet	феромагнетик	III
first law of thermodynamics	перший закон термодинаміки	II
half-life	період напіврозпаду	V
heat balance equation	рівняння теплового балансу	II
Hooke's law	закон Гука	I
hot hardness	теплостійкість	II
ideal gas	ідеальний газ	II
ideal gas law	рівняння стану ідеального газу	II
interference	інтерференція	IV
Joule–Lenz law	закон Джоуля—Ленца	III
laser	лазер	IV
latent heat of fusion	питома теплота плавлення	II
machining system stiffness	жорсткість технологічної системи	I
martensite	мартенсит	II
mass defect	дефект маси	V
mechanical stress	механічне напруження	I
natural frequency	власна частота	IV
Ohm's law	закон Ома	III
Pascal's law	закон Паскаля	I
p–n junction	p—n перехід	III
power factor	коефіцієнт потужності	III
pressure	тиск	I
quenching	гартування	II
radioactivity	радіоактивність	V
radiography	радіографія	V
radiation protection principles	принципи радіаційного захисту	V
reference temperature (20 °C)	нормальна температура вимірювання	II
regenerative chatter	автоколивання при різанні	IV
relative error	відносна похибка	I
resistance temperature detector (RTD)	термометр опору	III
resistivity	питомий опір	III
resonance	резонанс	IV
rolling friction	тертя кочення	I
Seebeck effect	ефект Зеєбека	III
second law of thermodynamics	другий закон термодинаміки	II

Англійський термін	Український відповідник	Модуль
sliding friction	тертя ковзання	I
specific heat capacity	питома теплоємність	II
spectral analysis	спектральний аналіз	V
Stefan–Boltzmann law	закон Стефана—Больцмана	IV
stick-slip	ефект «стик-слип»	I
systematic error	систематична похибка	I
tempering	відпуск	II
thermal conductivity	теплопровідність	II
thermocouple	термопара	III
coefficient of linear thermal expansion	коефіцієнт лінійного розширення	II
tolerance	допуск	I
tool life	стійкість інструмента	II
tooth passing frequency	частота зубозачеплення	IV
ultimate tensile strength	границя міцності	I
ultrasonic machining	ультразвукова обробка	IV
ultrasonic testing (UT)	ультразвукова дефектоскопія	IV
variable frequency drive (VFD)	частотне регулювання	III
work hardening	наклеп	I
X-rays	рентгенівське випромінювання	V
yield strength	границя текучості	I
Young’s modulus	модуль Юнга	I