



ДП «УкрНДНЦ»

Український науково-дослідний і навчальний центр
проблем стандартизації, сертифікації та якості

03115, м.Київ, вул.Святошинська, 2, тел.: (044) 424-64-55

ЛІЦЕНЗІЯ

FCL3A9WMY8ES011135

Власник: ТОВ "Прожект менеджмент та інжиніринг"

ЕДРПОУ: 45303536

Основи проєктування конструкцій. Назви та позначки фізичних і
загальних величин





НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

ДСТУ ISO 3898:2022
(ISO 3898:2013, IDT)

ОСНОВИ ПРОЄКТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЙ

**Назви та позначки
фізичних і загальних величин**

Видання офіційне

Київ
ДП «УкрНДНЦ»
2023

ПЕРЕДМОВА

- 1 РОЗРОБЛЕНО: Технічний комітет стандартизації «Будівельні конструкції» (ТК 303), Державне підприємство «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій» (ДП НДІБК)
- 2 ПРИЙНЯТО ТА НАДАНО ЧИННОСТІ: наказ Державного підприємства «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості» (ДП «УкрНДНЦ») від 20 липня 2022 р. № 133 з 2023-02-01
- 3 Національний стандарт відповідає ISO 3898:2013 Bases for design of structures — Names and symbols of physical quantities and generic quantities (Основи проектування конструкцій. Назви та позначки фізичних і загальних величин)
Ступінь відповідності — ідентичний (IDT)
Переклад з англійської (en)
- 4 Цей стандарт розроблено згідно з правилами, установленими в національній стандартизації України
- 5 УВЕДЕНО ВПЕРШЕ

Право власності на цей національний стандарт належить державі.
Заборонено повністю чи частково видавати, відтворювати
зادля розповсюдження і розповсюджувати як офіційне видання
цей національний стандарт або його частини на будь-яких носіях інформації
без дозволу ДП «УкрНДНЦ» чи уповноваженої ним особи

ДП «УкрНДНЦ», 2023

ЗМІСТ

Національний вступ	С. IV
0 Вступ	1
1 Сфера застосування	1
2 Нормативні посилання	2
3 Назви і позначки фізичних величин та одиниць вимірювання	2
3.1 Загальні правила і метод складання та запису назв і позначок	2
3.2 Правила та метод складання і записування назв та позначок фізичних величин	2
3.3 Правила складання та записування назв і позначок одиниць вимірювання	5
3.4 Додаткові правила складання позначок	5
3.5 Таблиці	6
Додаток А (обов'язковий) Визначення та сфера застосування загальних величин	24
Бібліографія	34
Додаток НА (довідковий) Перелік національних стандартів України, ідентичних міжнародним та європейським нормативним документам, посилання на які є в цьому стандарті	34

НАЦІОНАЛЬНИЙ ВСТУП

Цей національний стандарт ДСТУ ISO 3898:2022 (ISO 3898:2013, IDT) «Основи проєктування конструкцій. Назви та позначки фізичних і загальних величин», прийнятий методом перекладу, — ідентичний щодо ISO 3898:2013 (версія en) «Bases for design of structures — Names and symbols of physical quantities and generic quantities».

Технічний комітет стандартизації, відповідальний за цей стандарт в Україні, — ТК 303 «Будівельні конструкції».

У цьому національному стандарті зазначено вимоги, які не суперечать законодавству України.

До стандарту внесено такі редакційні зміни:

- слова «цей документ», «цей міжнародний стандарт» замінено на «цей стандарт»;
 - структурні елементи стандарту: «Титульний аркуш», «Назва», «Передмова», «Зміст», «Національний вступ», «Вступ», перша сторінка, «Нормативні посилання» і «Бібліографія» — оформлено згідно з вимогами національної стандартизації України;
 - вилучено «Передмову» до ISO 3898:2013 як таку, що безпосередньо не стосується технічного змісту цього стандарту;
 - додучено національний додаток НА (Перелік національних стандартів України, ідентичних міжнародним та європейським нормативним документам, посилання на які є в цьому стандарті).
- Копії нормативних документів, посилання на які є в цьому стандарті, можна отримати в Національному фонді нормативних документів.

НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

ОСНОВИ ПРОЄКТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЙ

Назви та позначки фізичних і загальних величин

BASES FOR DESIGN OF STRUCTURES

Names and symbols of physical quantities and generic quantities

Чинний від 2023–02–01

0 ВСТУП

0.1 Поняття «фізична величина»

Згідно з ISO/IEC 99 поняття «фізична величина» визначають таким описовим твердженням: ознака явища, тіла чи речовини, яку можна якісно відрізнити та визначити кількісно.

Поняття «фізична величина» позначають назвою [словесна назва окремого поняття (див. 3.4.2 ISO 1087-1: 2000)] та відповідною позначкою.

Фізична величина характеризується своєю унікальною розмірністю. Розмірність фізичної величини виражають в одиницях вимірювання.

Примітка 1. Відповідно до Директиви ISO/IEC, частини 2, для розроблення міжнародних стандартів застосовують одиниці SI.

Примітка 2. Фізичні величини можуть бути безрозмірними, наприклад часто це стосується коефіцієнтів. У цьому разі їх позначають як 1.

Назви та позначки найважливіших фізичних величин (згідно з ISO/IEC 99: Фізичні величини в загальному розумінні) й одиниці вимірювання, що їх характеризують, у галузі фізичних наук і технологій наведено в ISO 80000-1. Однак це обмежений набір назв та позначок.

0.2 Загальний метод складання та запису імен і позначок фізичних величин

Назви та позначки найважливіших фізичних величин (та їхніх одиниць вимірювання) у сфері проєктування конструкцій наведено в цьому стандарті: див. таблиці 2—4 цього стандарту (але обов'язково буде/має подібність частково збігатися з ISO 80000-1).

Цей набір назв та позначок також обмежений, але за допомогою методу, наведеного в цьому стандарті (метод індексу ядра), користувач зможе складати нові й унікальні (складені) позначки для широкого спектра фізичних величин (згідно з ISO/IEC 99: Окремі фізичні величини).

Крім того, адаптоване «читання» складених позначок дає можливість користувачеві призначати й конкретизувати відповідні унікальні назви фізичних величин (див. приклади в 3.2.2.5 та 3.2.2.8).

Сам метод подано в 3.1 цього стандарту, ядро складеної позначки наведено або має бути обрано з таблиць 2—4, а індекси, що утворюють цю унікальну (складену) позначку (переважно індекси), наведено або має бути обрано з таблиць 5—10.

1 СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

Цей стандарт охоплює фізичні величини в загальному розумінні. Метод індексу-ядра дає можливість формувати (складати) позначки фізичних величин, що належать до конкретного матеріалу та/або конкретної технічної галузі проєктування конструкцій.

Цей стандарт також містить основні назви, позначки й одиниці вимірювання фізичних величин у сфері проєктування конструкцій.

Додаток А в загальному розумінні охоплює «загальні величини», дійсні для цієї галузі. Також можна застосувати й метод індексу-ядра.

2 НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ

Наведені нижче документи, повністю або частково, є нормативними посиланнями в цьому стандарті та обов'язкові для його застосування. У разі датованих посилань застосовують тільки опубліковане видання. У разі недатованих посилань застосовують останнє видання нормативного документа (разом зі змінами).

ISO 80000-1 Quantities and units — Part 1: General

ISO 80000-2 Quantities and units — Part 2: Mathematical signs and symbols to be used in the natural sciences and technology

ISO 80000-3 Quantities and units — Part 3: Space and time

ISO 80000-4 Quantities and units — Part 4: Mechanics.

НАЦІОНАЛЬНЕ ПОЯСНЕННЯ

ISO 80000-1 Величини та одиниці. Частина 1. Загальні положення

ISO 80000-2 Величини та одиниці. Частина 2. Математичні знаки та символи, що використовують у природничих науках і техніці

ISO 80000-3 Величини та одиниці. Частина 3. Простір і час

ISO 80000-4 Величини та одиниці. Частина 4. Механіка.

3 НАЗВИ І ПОЗНАКИ ФІЗИЧНИХ ВЕЛИЧИН ТА ОДИНИЦЬ ВИМІРЮВАННЯ

3.1 Загальні правила і метод складання та записування назв і познач

Ядро позначки (складеної) можна вибрати з таблиць 2, 3 та 4, а індекси (переважно нижні індекси), що утворюють цю унікальну (складену) позначку, можна вибрати з таблиць 5—10.

Примітка 1. Правила переважно запозичено з серії ISO 80000. У 3.2 «Метод індекс-ядра» (MIЯ) вперше сформульовано в Міжнародному стандарті ISO. Метод впливає з математичних дисциплін: Риманової геометрії та аналізу Афінора/Тензора (друга половина XIX ст.).

Примітка 2. ISO 10241 може бути використано як основу для формулювання правильної назви та визначення термінів і величин.

3.2 Правила та метод складання і записування назв та познач фізичних величин

3.2.1 Назви

Назва (загалом) загальної фізичної величини — (здебільшого) один термін, що є іменником, написаним латинськими малими літерами римським (вертикальним) шрифтом.

Для кількох систем фізичних величин назви (та позначки) деяких фізичних величин у загальному розумінні наведено в серії ISO 80000. Для проєктування конструкцій систему фізичних величин у загальному розумінні наведено в таблицях 2, 3 та 4 цього стандарту.

У разі назви нової або певної фізичної величини можна вибрати/скласти нову назву/термін, наприклад поєднуючи назву вже наявної фізичної величини з усіма видами інших термінів.

Для деяких термінів, таких як: коефіцієнт, показник, параметр, число, співвідношення, рівень та константа — вказівки щодо їхнього застосування наведено в ISO 80000-1.

Приклад 1

Один термін фізичної величини: площа, товщина, сила, міцність, коефіцієнт тощо.

Приклад 2

Поєднання термінів (одного зі згаданих термінів з іншими):

— максимальна площа, номінальна товщина фланця, розрахункове значення зусилля;

— допустиме (значення) міцності деревини в напрямку x , коефіцієнт тертя тощо.

3.2.2 Позначки

Подане нижче стосується складання та запису познач.

3.2.2.1 Позначкою фізичної величини є позначка однопітерного символу, ядро, написане курсивом.

Примітка. Є один виняток: характеристичне число має дві літерні позначки, див. ISO 80000-11.

3.2.2.2 Літерним позначенням для ядра може бути велика чи мала літера латинської або грецької абетки (див. таблиці 2, 3 та 4). Здебільшого вибір ядра фізичної величини ґрунтується на міркуваннях щодо величини або основного вживання, як наведено в таблиці 1 цього стандарту. Величина або основне вживання фізичної величини, що не внесені в таблицю 1, має відповідати найближчій відповідній категорії.

3.2.2.3 Ядро може бути змінено застосуванням одного або кількох нижніх індексів (а іноді й верхніх), так звана складена позначка.

3.2.2.4 Нижні індекси можуть бути складені з літерних позначок, цифр та графічних позначок: вони написані римським (вертикальним) шрифтом. Якщо ядро фізичної величини використовують як нижній індекс, його пишуть курсивом. Кілька видів нижніх індексів наведено в таблицях 5—10.

3.2.2.5 Нижній індекс розміщують у нижньому правому куті ядра. У разі застосування більше ніж одного нижнього індексу (іноді верхнього), окремі індекси бажано розділяти крапкою з комою (;). У разі простих і зрозумілих позначень індексу, що відрізняються, також допустимо позначати пробілом або комою (,). Якщо використовують дві чи три позначки індексу, то взагалі розділення не доцільне.

Примітка. Можливі також інші положення, наприклад у верхньому правому куті. Однак загалом ці положення призначені для інших застосувань.

Приклади

F_{ext}	— зовнішня сила;
K_{nom}	— номінальна величина моменту зовнішньої сили;
N_x, V_y, V_z	— нормальні та зсувні сили в поперечному перерізі балки;
M_y, M_z, T_x	— згинальні та крутильні моменти в поперечному перерізі балки;
m_{xx}, m_{yy}, m_{xy}	— внутрішні згинальні та крутильні моменти, розподілені по довжині, \ в пластині чи оболонці;
W_{ser}	— граничний стан прогину за нормального експлуатування;
f_u	— аварійний, граничний стан міцності;
$\varepsilon_x, 1/2\gamma_z, \varepsilon_y$	— двовимірні нормальні та відносні деформації зсуву;
γ_R	— частковий коефіцієнт перенесення властивостей матеріалу, розмірів конструкції та дій в опір конструкції;
γ_S	— частковий коефіцієнт передавання дій, розмірів конструкції та властивостей матеріалу до відповідної конструкції;
V_{sat}	— відносна вологість під час насичення.

3.2.2.6 Якщо застосовують більше ніж один нижній індекс, то порядок нижніх індексів має бути подано справа наліво так (у разі необхідності до верхніх індексів можна застосовувати такі самі правила):

Загальний формат (**K**: ядро фізичної величини, індекси: від **vi** до **i**):

$K_{vi;v;iv;iii;ii;i}$

індекс i: нижні індекси, пов'язані з імовірнісними методами та методами часткових коефіцієнтів аналізування й проектування;

Приклади: гер(репрезентативний), ном(номінальний), k(характеристичний), d(проектний) тощо;

індекс ii: нижні індекси, що належать до типів граничного стану;

Приклади: u(ltimate) — граничний, ser(viceability) — придатність до експлуатації, fat(igue) — втома, fi(re) — вогнестійкість тощо;

індекс iii: нижні індекси, пов'язані з різними аспектами;

Приклади: g(гарантований), max(максимальний), obs(erved) — що спостерігається, *i, j* (порядкові номери) тощо;

індекс iv): нижні індекси, пов'язані з базовими змінними та експлуатаційними характеристиками. Бажаний порядок: спочатку індекси 'S', 's' і 'R', 'r', потім інші індекси iv).

Приклади

Основні змінні:

- F: f (дія загалом, навантаження), a(ccidental) — випадковий, g(permanent) — постійний, sn(ow) — сніг тощо;
- GE: ge (розміри (геометрія) конструкції загалом);
- M: m (властивість матеріалу загалом), el(astisity) — еластичність, cr(eepiness) — повзучість тощо.

Характеристики конструкції або матеріалу:

- S: s (реакція конструкції, послідовність чи вплив дії (дій), дія—вплив), dyn(amikal) — динамічний, sli(ding) — ковзання тощо;
Примітка. Іноді відхиляючись від S, позначку E використовують, наприклад, у ряді Єврокодів і помилково в ISO 22111:2007.
- R: r (опір конструкції, міцність матеріалу), frac (tional) — фракційний, fat(igue) — втома тощо;

індекс v): нижні індекси/індекси, що належать до (1) місця, потім до (2) напрямку;

Приклад 1

(стик, вузол, точка, фундамент) A, B, C,..., a, b, c,..., 1, 2, 3,... тощо;

Приклад 2

x, y, z, // тощо;

індекс vi): нижні індекс/індекси, що стосуються типів матеріалів;

Приклад

c(oncrete) — бетон, ma(songry) — кам'яна кладка тощо.

3.2.2.7 Якщо під час застосування нижніх індексів/індексів i—vi (або верхніх індексів) вихідна фізична величина не змінюється, тому $\langle K \rangle = \langle K_{\text{index}} \rangle$, такі нижні індекси/індекси називають описовими нижніми індексами/індексами (або верхніми індексами).

3.2.2.8 Позначку (складену) записують без кінцевої крапки (за винятком звичайних розділових знаків).

Приклади

Фізичні величини з назвами з одного терміна

	Позначка
площа	A
товщина	t
сила	F
міцність	f
коефіцієнт	μ

Фізичні величини з назвами з поєднанням термінів

	Позначка
максимальна площа	A_{max}
номінальна товщина фланця	$t_{\text{fl;nom}}$
розрахункова (величина) сили	F_d
допустиме (значення) міцності деревини в напрямку x	$f_{\text{ti;xx;adm}}$
коефіцієнт тертя	μ_{fric}

Примітка. Для еквівалентних правил у разі загальних величин див. А.4.3.

3.3 Правила складання та записування назв і познач одиниць вимірювання

Примітка. Цей стандарт приймає правила Міжнародної системи одиниць (SI).

3.3.1 Назви

Усі назви подано в ISO 80000-1. Назви пишуть латинськими малими літерами.

Приклади

базові одиниці вимірювання (7):	метр, кілограм, секунда, ампер, кельвін, моль і кандела;
похідні одиниці вимірювання (18 + 3):	ньютон, паскаль, радіан тощо;
префікси кратних і частинних одиниць вимірювання (20):	(кратні:) мегапаскаль тощо; (частинні:) міліметр, тощо;
складені одиниці вимірювання:	ньютон-метр, метр за секунду тощо.

3.3.2 Позначки

Позначки одиниць вимірювання — це лише (ядро) одна чи кілька послідовних окремих (переважно) латинських малих або великих літер, написаних римським (вертикальним) шрифтом (незалежно від типу шрифту, що використовують у решті тексту) .

Приклад

м, К, кг, с, Н, Па, рад, МПа, мм тощо.

Не дозволено жодних індексів (і верхніх також).

Позначка складеної одиниці вимірювання: множення позначають одним пробілом або напіввисокою крапкою, а ділення позначають скісною рисою (/).

Приклад

$\text{Н} \cdot \text{м}$ або Н м , м/с або мс^{-1} тощо.

Позначку (складену) записують без кінцевої крапки (за винятком звичайних розділових знаків) і розміщують після числового значення, залишаючи пробіл між цим значенням та позначенням одиниць вимірювання.

Приклад

$F = 10,8 \text{ kN}$ тощо.

3.4 Додаткові правила складання познач

3.4.1 Умовні позначки фізичних величин

3.4.1.1 Нижній індекс/індекси

Здебільшого нижній індекс/індекси можна вибрати з таблиць 5—11. Якщо використовують інші нижні індекси/індекси (або верхні), потрібно надати чітке визначення їх значення.

3.4.1.2 Запобіжні заходи

Щоб уникнути плутанини, потрібно вжити таких запобіжних заходів:

— якщо є можливість плутанини між 1 (цифрою) та l (позначка літери), замість літери l використовують літеру L або ℓ ;

— латинську велику літеру O не потрібно використовувати як основну літеру через можливість плутанини з цифрою 0 (нуль). Латинську малу літеру o можна, однак, використовувати як нижній індекс/індекс із тим самим значенням, що й цифра 0 (нуль);

— грецькі малі літери *iota* (ι), *omicron* ($\omicron$) та *upsilon* (υ) не потрібно використовувати через можливість плутанини їх з різними латинськими літерами. З цієї самої причини рекомендують уникати, наскільки можливо, використання грецьких малих літер *kapra* (κ) та *chi* (χ). Якщо використовують грецькі малі літери *eta* (η), *mu* (μ) та *omega* (ω), потрібно бути обережним під час написання цих літер для уникнення плутанини з латинськими малими літерами *n*, *u* та *w*.

3.4.2 Індекси розширення ядра

На відміну від описового нижнього індексу/індексу під час використання так званого «індексу розширення ядра» (k-e-index) (вихідну) фізичну величину буде змінено (трохи). Порядок обох типів

нижніх індексів/індексів виглядає так (графічна позначка « | » відокремлює описові індекси від індексів розширення ядра):

$K_{k-e-index}$ | описові індекси

або

$K_{k-e-index}$ | v_i ; v ; iv ; iii ; ii ; i

Індекс розширення ядра може бути одним із типів від v_i до i , та, якщо необхідно більше ніж один індекс розширення ядра, порядок цих нижніх індексів/індексів має відповідати 3.2.2.6.

Приклад

У разі застосування описових нижніх індексів/індексів розмірність вихідної фізичної величини X не змінюється, тому $\langle X \rangle = \langle X_{|v_i; \dots; i} \rangle$. Але в окремих випадках розмірність $\langle X_{index} \rangle$ буде (трохи) змінено, тому $\langle X \rangle \neq \langle X_{v_i; \dots; i} \rangle$.

Порівняти такі фізичні величини, а саме: вихідна фізична величина X проти конкретної фізичної величини X_{index} :

«сила» (X) проти «сила на площу» (X_{index}) або «кількість» (X) проти «кількість на рік» (X_{index}) тощо.

У деяких випадках для позначки конкретної фізичної величини цей стандарт дає інше, нове ядро, наприклад:

позначка фізичної величини «сили»: F із $[F] = N$ проти позначки фізичної величини «сила на площу»: p із $[p] = N/m^2$.

Проте в інших випадках вихідне ядро буде змінено/розширено лише за допомогою так званого «ядро-розширення-індекс/індекс», наприклад:

позначка «числа» фізичної величини: n , де $[n] = 1$ проти позначки «число на рік»: n_{aj} , де $[n_{aj}] = 1/\text{рік}$.

У цьому останньому прикладі нижній індекс/індекс «а» зазначено як «індекс розширення ядра» або складену позначку « n_a » можна розглядати як нове ядро.

3.5 Таблиці

3.5.1 Формат таблиць у цьому стандарті

3.5.1.1 Загальне використання типів алфавітів під час проектування конструкцій (таблиця 1)

Таблицю 1 цього стандарту складено так, що вона містить три колонки. Перша колонка (ліворуч) містить типи алфавітів (у поєднанні з великими літерами відповідно позначками малої літери), друга — розміри, а третя — загальні приклади та рекомендації щодо наданих фізичних величин.

3.5.1.2 Таблиці фізичних величин (таблиці 2—4)

Таблиці фізичних величин та одиниць вимірювання в цьому стандарті (таблиці 2—4) складають згідно з ISO 80000 так, що фізичні величини подано в перших п'яти колонках, а одиниці вимірювання — в колонках 6—8. Величини, позначки та одиниці вимірювання відповідають ISO 80000-3 та ISO 80000-4.

Примітка. У серії ISO 80000 цей макет подано на двох протилежних сторінках.

Усі одиниці вимірювання між двома суцільними рядками в правій половині належать до фізичних величин між відповідними рядками на лівій половині сторінок.

У кожній таблиці позначки фізичних величин (тобто рядки таблиці) розташовані в алфавітному порядку.

У нумерації елементів перша цифра номера відповідає номеру таблиці.

3.5.1.3 Таблиці індексів (таблиці 5—10)

Кожна з таблиць індексів цього стандарту (таблиці 5—7, 9 і 10) сформована з двох колонок: ліва колонка містить позначку (переважно одна або кілька послідовних окремих літер), а права колонка — значення задіяного індексу.

Таблиця 8 цього стандарту містить три колонки: в першій колонці (ліворуч) наведено великі літери (одна або кілька послідовних), у другій колонці — малі літери, а в третій наводять значення задіяного індексу.

Позначки індексу (тобто рядки таблиці) в кожному з п'яти підрозділів колонок (три основні змінні та два функційні показники) таблиці розташовані в алфавітному порядку.

3.5.1.4 Таблиця математичних знаків і графічних познач для використання під час аналізування та проєктування конструкцій (таблиця 11)

Таблиця математичних знаків та графічних познач у цьому стандарті (таблиця 11) має дві колонки: ліва колонка містить математичний знак або графічну позначку, а права дає опис позначки з коротким поясненням.

3.5.2 Опис змісту таблиць у цьому стандарті

3.5.2.1 Загальне використання типів алфавітів під час проєктування конструкцій (таблиця 1)

У цій таблиці наведено загальні рекомендації щодо використання типів алфавітів/сценаріїв у поєднанні з великими та малими позначками для формування позначень фізичних величин загалом: поширених та нових.

3.5.2.2 Таблиці фізичних величин (таблиці 2—4)

Назви (лише англійською мовою) найважливіших загальних фізичних величин у галузі проєктування конструкцій наведено разом з їхніми позначками та в деяких випадках з визначеннями. Ці назви й позначки рекомендаційні. Визначення надано для ідентифікування фізичних величин.

Необхідно вказувати скалярний або векторний характер фізичних величин, особливо, якщо це потрібно для визначення.

Здебільшого надають одну назву, але завжди лише одну позначку фізичної величини. Якщо для однієї фізичної величини подано дві чи більше назви й особливих відмінностей немає, вони еквівалентні.

Щодо системи одиниць — застосовують лише Міжнародну систему одиниць вимірювання (SI) (див. ISO 80000-1). (У деяких випадках наводять одиниці вимірювання, що не належать до SI, але це чітко зазначено в колонці «Зауваги».) Надають лише назви (англійською мовою) та міжнародні позначки SI для відповідних фізичних величин і деякі зауваги.

3.5.2.3 Таблиці індексів (таблиці 5—10)

Значення (лише англійською мовою) найважливіших індексів (переважно нижніх індексів) наводять разом із відповідними позначками. Значення та позначки рекомендаційні. Сенс полягає в «словесному позначенні загального поняття в конкретній предметній галузі» (див. 3.4.3 в ISO 1087-1:2000), визначення поняття не подано і не є необхідним, оскільки (здебільшого) воно говорить само за себе.

3.5.2.4 Таблиця математичних знаків і графічних познач для використання під час аналізування та проєктування конструкцій (таблиця 11)

Більшість математичних знаків та познач для використання в фізичних науках і в техніці наведено в ISO 80000-2. Математичні знаки та графічні позначки, наведені в таблиці 11, є більш-менш специфічними для їхнього використання під час аналізування та проєктування конструкцій, і вони є підмножиною або додатковими щодо набору, наведеного в ISO 80000-2.

3.5.3 Конкретний зміст таблиць цього стандарту

Таблиці з 1 по 11 включно.

Таблиця 1 — Загальне використання типів алфавітів/сценаріїв у поєднанні з малими та великими літерами для формування познач фізичних величин під час проєктування конструкцій

Типи алфавітів/сценаріїв у поєднанні з великими та малими літерами	Розмірність	Основні сфери використання: приклади фізичних величин (pqs)
1	2	3
Латинський алфавіт Великі літери	1 сила	1 внутрішні та зовнішні сили
	2 сила, помножена на довжину	2 момент внутрішніх та зовнішніх сил
	3 довжина в степені більше за одиницю	3 площа, об'єм, момент опору перерізу, перший і другий (осьовий/полярний) момент площі (момент інерції)
	4 температура	4 температура
	винятки	
	5 довжина	5 протяжність
	6 сила на площу, сила, помножена на площу на довжину	6 фізичні величини щодо властивостей матеріалів
	7 час	7 період, час

Кінець таблиці 1

1	2	3
Латинський алфавіт Маленькі літери	1 довжина	1 лінійні розміри (довжина, відстань, переміщення тощо)
	2 довжина на час	2 швидкість, прискорення
	3 сила на довжину, сила на площу, сила на об'єм	3 внутрішні та зовнішні сили на довжину, на площу або на об'єм, тиск, міцність
	4 сила, помножена на довжину	4 моменти сил
	5 маса	5 маса
	6 сила на масу	6 прискорення, наприклад за рахунок сили тяжіння
	7 час	7 тривалість
	8 час у степені мінус один	8 частота
	9 певні розміри	9 геометричні параметри, коефіцієнти (в загальному), сталі величини
	винятки	
	10 без розміру	10 коефіцієнти (загальні), номер
Грецький алфавіт Великі літери	—	зарезервовано для математики та фізики
Грецький алфавіт Малі літери	1 без розміру	1 (зміна) кута, відношення, коефіцієнт надійності, (різноманітні) коефіцієнти, деформація, координати відносної довжини, гнучкість, відносна вологість (повітря)
	винятки	
	2 певні розміри	2 кутове прискорення, коефіцієнт лінійного розширення, маса і щільність, (зміна) кривизни, напруження, кутова швидкість, кругова частота

Таблиця 2 — Фізичні величини. Назви. Позначки, утворені однією окремою латинською літерою курсивом [позначки римським шрифтом представляють певні набори фізичних величин (див. додаток А)]

Фізичні величини				Одиниці виміру			
пункт №	назва	позначка	визначення	зауваження	назва	SI-позначка	зауваження
1	2	3	4	5	6	7	8
2.1.1	випадкові дії	A			кілька розмірностей		
2.1.2	дія землетрусу	$A_{eq} (Q_{eq})$					
2.2	площа	A	$A = \int_A dx \, dy$, де x та y — декартові координати	$dA(=dx \cdot dy)$: площа елемента поверхні	метр у квадраті	m^2	
—	(вільно)	B					
2.3	(емпірична) константа	C			назва [C]	[C]	
2.4	жорсткість на згин на довжину	D			ньютон-метр	$N \cdot m$	
2.5	індекс пошкодження/коефіцієнт втоми	D	$D = \Gamma (n_i / N_i)$, де n_i : кількість застосованих циклів навантаження з рівнем діапазону напружень S_i ; N_i : кількість циклів навантаження під час руйнування для рівня діапазону напружень S_i		один	1	
2.6	модуль пружності	E			паскаль	Па	1 Па = 1 N/m ²
2.7	очікування	$E(X)$	$E(X) = \int x f(x) \, dx$	X: безперервна випадкова змінна	назва [E (X)]	[E (X)]	
2.8	(зовнішня) сила загалом	F			ньютон	N	
2.9.1	дія загалом, загруження	F			кілька розмірностей		
2.9.2	постійна дія	G					
2.9.3	власна вага (дія)	G_{sw}					
2.10	геометрія (конструкції)	GE					
2.11	модуль жорсткості, модуль зсуву	G			паскаль	Па	
—	(вільно)	H					
2.12	другий або квадратний осьовий момент площі	I	$I = \int_A r_{Q_2}^2 dA$	r_{Q_2} , див. ISO 80000-4	метр у степені чотири	m^4	
—	(вільно)	J					
2.13	модуль стиснення, модуль об'ємної деформації	K			паскаль	Па	
2.14	(зовнішній) момент пари	K			ньютон-метр	$N \cdot m$	
2.15	довжина, протяжність	L			метр	m	

Продовження таблиці 2

1	2	3	4	5	6	7	8
2.16.1	(згинальний) момент загалом	$M, (M_m)$			ньютон-метр	$\text{Н} \cdot \text{м}$	
2.16.2	(внутрішній) момент внаслідок дій	M_s					
2.16.3	(внутрішній) момент, зумовлений опором	M_r					
2.16.4	(внутрішній) згинальний момент, зумовлений діями	$M_{s,m}$					
2.16.5	(внутрішній) згинальний момент, зумовлений опором	$M_{r,m}$					
2.17	властивість матеріалу загалом	M			кілька розмірностей		
2.18.1	нормальна сила загалом	N			ньютон	Н	
2.18.2	нормальна сила, зумовлена діями	N_s					
2.18.3	нормальна сила, зумовлена опором	N_r					
—	(вільно)	O					
2.19	ймовірність	$P(A)$	$0 \leq P(A) \leq 1$	A : подія A	один	1	
2.20	сила попереднього напруження	P			ньютон	Н	
2.21.1	змінна дія	Q			кілька розмірностей		
2.21.2	дія снігу	Q_{sn}					
2.21.3	дія вітру	Q_w					
2.22	опір, ємність	R					
2.23	реакція ^{a)} , послідовність чи вплив дії (дій), дія-вплив (або вимога)	S					
2.24	лінійний (осьовий) момент площі (статичний момент)	S	$S = \int_A r_Q \, dA$	r_Q , див. ISO 80000-4	метр у кубі	м^3	
2.25	період	T	тривалість одного циклу		секунда	с	
2.26	контрольний період	T_{ref}	обрана тривалість життєвого циклу конструкції		рік	a	одиниця не SI: $a = 32 \times 10^6 \text{ с}$
2.27	температура	T			кельвін	К	

Кінець таблиці 2

1	2	3	4	5	6	7	8
2.28.1	крутильний/крутний момент за-галом	$T, (M_t)$			ньютон-метр	$\text{Н} \cdot \text{м}$	
2.28.2	(внутрішній) крутильний/крутний момент унаслідок дій	$T, (M_{s,t})$					
2.28.3	(внутрішній) крутильний/крутний момент, зумовлений опором	$T, (M_{r,t})$					
—	(вільно)	U					
2.29.1	зусилля зсуву загалом	V			ньютон	Н	
2.29.2	зусилля зсуву, зумовлене діями	V_s					
2.29.3	зусилля зсуву, зумовлене опором	V_r					
2.30	об'єм	V	$V = \iiint_V dx \, dy \, dz$, де x, y та z — декартові координати		метр у кубі	м^3	
2.31	коефіцієнт варіації	V			один	1	
2.32	модуль перерізу	W	$W = I / r$		метр у кубі	м^3	
2.33	фізична величина загалом	X	$X = \{X\} \cdot [X]$		назва $[X]$	$[X]$	
2.34	базова змінна або функціональні показники загалом	X			кілька розмірностей		
—	(вільно)	Y					
—	(вільно)	Z					
a) Див. примітку в 3.2.2.6 Функційні показники.							

Таблиця 3 — Фізичні величини. Назви. Позначки, утворені однією окремою латинською малою літерою курсивом

Фізичні величини					Одиниці виміру		
пункт №.	назва	позначка	визначення	зауваження	назва	SI-позначка	зауваження
1	2	3	4	5	6	7	8
3.1	прискорення	$a, (a)$	$a = dv/dt$		метр на секунду в квадраті	m/c^2	
3.2	відстань	a			метр	м	
3.3	геометричний параметр	a			назва [a]	[a]	
3.4	розширення, ширина	b			метр	м	
—	(вільно)	c					
3.5.1	глибина	d			метр	м	
3.5.2	діаметр	d					
3.5.3	ексцентриситет	e					
3.6	сила на об'єм	f	$f = dF/dV$		ньютон на метр у кубі	N/m^3	
3.7	частота	f	$f = 1/T$		герц	Гц	1 Гц = 1/с
3.8.1	міцність	f			ньютон на метр у квадраті	N/m^2	
3.8.2	розподілене постійне навантаження	g		наприклад, g_{sw} власна вага			
3.9	(локальне) прискорення вільного падіння ^{a)}	g		стандартне прискорення вільного падіння: $g_n = 9,80665$ м/с	метр на секунду в квадраті	m/c^2	
3.10	напруженість гравітаційного поля	$g\gamma$	$g\gamma = G \cdot m/r^2$	G (гравітаційна постійна) = $6.6742(10) \times 10^{-11} N \cdot m^2/kg^2$	ньютон на кілограм	N/kg	
3.11.1	висота	h			метр	м	
3.11.2	товщина	h		див. 3.26.2			
3.11.3	радіус інерції	i	$i = \sqrt{(I/A)}$				
3.12	кількість днів	j			один	1	
3.13	коефіцієнт	k			назва [k]	[k] ≠ 1	
3.14	фактор	k			один	1	
3.15	коефіцієнт пружності основи	k			ньютон на метр у кубі	N/m^3	
3.16	довжина, протяжність ^{b)}	l		див. текст 3.4.1.2	метр	м	
3.17	маса	m			кілограм	кг	
3.18	внутрішній момент на довжину (момент згинання та кручення)	m		у пластинах та оболонках: m_{xx}, m_{xy}, m_{yy}	ньютон-метр на метр	$N \cdot m/m$	

Кінець таблиці 3

1	2	3	4	5	6	7	8
3.19	(арифметичне) середнє значення вибірки	$m, (x)$			назва [m]	[m]	
3.20	номер	n			один	1	
3.21	внутрішня сила на довжину (нормальне та зсувне зусилля)	n		у пластинах і оболонках: n_{xx}, n_{xy}, n_{yy}	ньютон на метр	H/м	
—	(вільно)	o					
3.22.1	сила на площу	p	$p = dF/dA$		ньютон на метр у квадраті = паскаль	H/м ²	
3.22.2	тиск	p					
3.22.3	розподілене змінне навантаження	q		Наприклад, q_w вітрове навантаження			
3.23	сила на довжину	g	$q = dF/ds$		ньютон на метр	H/м	
3.24	радіус	$r, (r)$	$r = (x, y, z)$		метр	м	
3.25	стандартне відхилення зразка	s			назва [s]	[s]	
3.26.1	інтервал, довжина шляху	s			метр	м	
3.26.2	товщина (тонких шарів)	t		для пластин та оболонок			
3.27	час	t			секунда	с	
3.28	тривалість	Δt			назва [t]	хв, год, день, рік (річний)	одиниці не SI: 1 хв = 60 с 1 год = 3 600 с 1 день = 86 400 с
3.29.1	периметр	u			метр	м	
3.29.2	(горизонтальне) зміщення (точки), коливання	$u, (u)$	$u = (u_x, u_y, u_z)$				
3.29.3	переміщення твердого тіла	u					
3.30	швидкість	$v, (v)$	$v = du/dt = dw/dt$		метр за секунду	м/с	
3.31.1	(вертикальне) зміщення (точки), прогин	$w, (w)$	$w = (w_x, w_y, w_z)$		метр	м	
3.31.2	координати довжини, декартові координати	x, y, z					
3.31.3	плече важеля	$z, (y)$					

a) На жаль, у багатьох джерелах використовують назву «прискорення завдяки силі тяжіння».

b) Можна замінити на L або на ℓ , щоб уникнути плутанини з цифрою 1.

Таблиця 4 — Фізичні величини. Назви. Позначки, утворені однією окремою малою літерою грецького алфавіту курсивом [позначки римським шрифтом представляють певні набори фізичних величин (див. додаток А)]

Фізичні величини								Одиниці виміру		
пункт №.	назва	позначка	визначення	зауваги	назва	SI-позначка	зауваги			
1	2	3	4	5	6	7	8			
4.1	кут (площина)	α	$\alpha = s/r$, де s — довжина дуги кола між двома радіусами; r — радіус кола		один або радіан	1 або рад	1 рад = м/м = 1			
4.2	кутове прискорення	α	$\alpha = d\omega/dt$		радіан на секунду в квадраті	рад/с ²				
4.3	коефіцієнт лінійного розширення	$\alpha, (\alpha_t)$	$\alpha = (1/\ell) (d\ell/dT)$		кельвін у степені мінус один	1/К				
4.4.1	співвідношення	α			один	1				
4.4.2	ФОРМА коефіцієнта точності	α		ФОРМА: Метод забезпечення надійності першого порядку						
4.5	кут (площина)	β		див. 4.1	один або радіан	1 або рад				
4.6.1	співвідношення	β			один	1				
4.6.2	показник надійності	β		див. ISO 2394						
4.7	(зсув) кут (площина)	γ		див. 4.1 та 4.10.2	один або радіан	1 або рад				
4.8	частковий коефіцієнт надійності	γ		див. ISO 2394	один	1				
4.9	питома густина	γ	$\gamma = \rho \cdot g$		ньютон на метр у кубі	Н/м ³				
—	(вільно)	δ		див. таблицю 11						
4.10.1	(лінійна) деформація (відносне видовження)	$\varepsilon, (e)$	$\varepsilon = \Delta l/l_0$, де Δl — збільшення довжини (видовження); l_0 — початкова довжина		один	1				

Продовження таблиці 4

1	2	3	4	5	6	7	8
4.10.2	деформація (нормальна та зсувна)	$\varepsilon, (\gamma)$		двовимірний: $\varepsilon_{xx}, \varepsilon_{xy}, \varepsilon_{yy}$ або $\varepsilon_{x_1}, \frac{1}{2} \gamma_z, \varepsilon_y$	один	1	
4.10.3	відносна координата	ζ	$\zeta = (z/l)$				
4.10.4	співвідношення загалом	ζ		наприклад, коефіцієнт демпфування			
4.10.5	об'ємна деформація	η	$\eta = \Delta V / V_0$, де ΔV — збільшення об'єму; V_0 — вихідний об'єм				
4.10.6	відносна координата	η	$\eta = (\gamma/l)$				
4.10.7	коефіцієнт перетворення	η		див. EN 1990			
4.11.1	кут (площина)	θ		див. 4.1	один радіан	1 або рад	
4.11.2	зміна (розміру) кута (через момент кручення)	$\Delta\theta$					
4.12	невизначеність моделі (модельовання)	$\theta (i \theta)$		див. ISO 2394	один	1	
—	(вільно)	l					
4.13.1	викривлення	κ	$\kappa = 1/r$		метр у степені мінус один	m^{-1}	
4.13.2	зміна викривлення	$\Delta\kappa$					
4.14.1	гнучкість	λ	I_{buc}/i		один	1	
4.14.2	(коригувальний) коефіцієнт	μ					
4.14.3	(статичний) коефіцієнт тертя	μ	$\mu = F_{II}/F_{\perp}$				
4.15	(арифметичне) середнє значення сукупності загалом	μ			назва $[\mu]$	$[\mu]$	
4.16	(арифметичне) середнє значення сукупності загалом	μ			кілька розмірностей		
4.17	коефіцієнт Пуассона	$\nu, (\mu)$			один	1	
4.18	вологість на об'єм	ν			кілограм на метр у кубі	kg/m^3	
4.19	відносна координата	ξ	$\xi = (x/l)$		один	1	
—	(вільно)	σ					

Кінець таблиці 4

1	2	3	4	5	6	7	8
—	(вільно)	π		див. таблицю 1			
4.20	густина, маса на об'єм	ρ	$\rho = m/V$		кілограм на метр у кубі	$\text{кг}/\text{м}^3$	
4.21	стандартний відхил сукупності загалом	σ			назва $[\sigma]$	$[\sigma]$	
4.22	стандартний відхил сукупності загалом	σ			кілька розмірностей		
4.23.1	(нормальне) напруження	σ	$\sigma = dF_{\perp}/dA$	двовимірний: $\sigma_{xx}, \sigma_{xy}, \sigma_{yy}$ або $\sigma_x, \sigma_z, \sigma_y$	паскаль	Па	1 Па = 1 Н/м ²
4.23.2	(дотичне) напруження	$\tau, (\sigma)$					
—	(вільно)	ν					
4.24.1	кут (площина)	φ		див. 4.1	один радіан	1 або рад	
4.24.2	зміна розміру кута (через згинальний момент (і силу зсуву))	$\Delta\varphi$					
4.25	кут (внутрішнього) тертя	φ			числові степені	...	одиниця не SI
4.26	обертання твердого тіла	φ			радіан	рад	1 рад = м/м = 1
—	(вільно)	χ					
4.27.1	коефіцієнт сполучення змінної дії	ψ_0		див. ISO 2394	один	1	
4.27.2	частотний коефіцієнт змінної дії	ψ_1	$\psi = v / V_{\text{sat}}$				
4.27.3	квазісталий коефіцієнт змінної дії	ψ_2					
4.27.4	відносна вологість	ψ		фактична вологість на об'єм (v), поділений на вологість на об'єм у разі насичення (V_{sat}) за однакової температури			
4.28.1	кутова частота	ω	$\omega = 2\pi f$		радіан за секунду	рад/с	
4.28.2	кутова швидкість	ω	$\omega = d\varphi/dt$				
4.29	коефіцієнт вигину	ω			один	1	

Таблиця 5 — Індекс i). Індeksi, пов'язані з методами аналізування та проєктування, з імовірнісним і частковим показником, утворені однією або кількома послідовними окремими малими латинськими літерами римським шрифтом

Познака	Значення
—	поточне (або справжнє) значення
d	розраховане значення
d-inf	нижня межа розрахованого значення
d-sup	верхня межа розрахованого значення
k	характеристичне значення
k-inf	нижня межа характеристичного значення
k-sup	верхня межа характеристичного значення
m	середнє або усереднене значення
nom	номінальне значення
rep	характерне значення

Таблиця 6 — Індекс ii). Індeksi, що належать до типів граничного стану та сформовані однією або кількома послідовними окремими малими латинськими літерами римським шрифтом

Познака	Значення ^{a)}
dur	довговічність (DuLS)
fat	втома (FaLS)
fi	вогнестійкість (FiLS)
ser	придатність до експлуатації (SLS)
u	граничний стан за несучою здатністю (ULS)

^{a)} Скорочення, згадані в дужках, є або їх можна використовувати — як аббревіатури — в описовому тексті. Аббревіатура «LS» означає граничний стан.

Таблиця 7 — Індекс iii). (усі інші) Індeksi, пов'язані з різними аспектами та утворені одним або кількома послідовними окремими латинськими позначками малими літерами (курсивом)

Познака ^{a)}	Значення
індекси римського типу	
abs	абсолютний
add	додатковий
adm ^{b)}	допустимий
act	активний
cal	розрахований
comp	порівняльний
con	постійний, незмінний
dir	прямий
ef, (eff)	ефективний
eqv	еквівалентний
est	оцінюваний
exc	винятковий
exe	виконавчий
exp	експериментальний, експозиція

Кінець таблиці 7

Познака ^{a)}	Значення
fix	виправлений
fla	полум'я
fl	фланець (балки)
fund	фундаментальний
g, (gua)	гарантований, захищений
i, (init)	початковий
inc	випадковий
ind	непрямий
lg	довгий
lgt	довготривалий
ls	граничний стан
max	максимум, пік
mea	вимірний
min	мінімум
n, (net)	нетто
obs	спостерігають
ori	оригінальний
pas	пасивний
pro	тимчасовий
red	знижений
ref	контрольний
rel	відносний
req	вимога
rsi	залишковий
sh	короткий
sht	короткостроковий, короткий
sit	ситуація, будівельний майданчик
suc	всмоктування
sur	виживання
tar	ціль (цільове значення)
th, (theo)	теоретичний
tot	всього
var	змінна
w, (web)	стінка (балки)
індекси курсивного типу	
<i>l, j</i>	порядковий номер, номер
^{a)} Рекомендують під час визначення скорочень, не внесених у цю таблицю, починати з англійського терміна. ^{b)} Вираз «допустимий» у значенні допустимого значення ... часто вказували розміщенням «—» над позначкою, але рекомендують індекс "adm", наприклад σ_{adm} .	

Таблиця 8 — Індекс iv). Індeksi^{a)}, що належать до основних змінних та характеристик конструкцій і матеріалів і сформовані одним або кількома послідовними окремими малими (та великими) латинськими літерами римським шрифтом

Познака		Значення
верхній регістр	нижній регістр	
1	2	3
індекси, що належать до базової змінної F		
F	f	дія (взагалі), навантаження
індекси, пов'язані з трьома типами дій загалом		
A	a	випадкова
G	g	постійна
Q	q	змінна
індекси, що вказують на походження дії загалом		
	av	лавина, сніговий зсув
	ea	земля, земля/ґрунт (грязьовий потік)
	sw	власна вага
	eq	землетрус, сейсмічна активність
	ex	вибух
	fi	пожежа, дефлаграція
	hur	ураган, торнадо
	ice	лід, обледеніння
	im	удар, ударна сила, зіткнення, аварія
	liq	рідина
	p, (pr)	тиск, надлишковий тиск, вкачування/викачування
	p, (pre)	попереднє натягування, попереднє напруження
	rai	(сильний) дощ (злива), тропічні дощі
	sn	сніг (снігопад)
	t, (tem)	температура (коливання, градієнт)
	t, (traf)	рух, транспортування
	wav	(припливні) хвилі, морський вал, цунамі
	w	вітер, буря, шторм, циклон/тайфун
	wa	ґрунтові води, вода (течія), шторм (повінь/сплеск)
індекси, що належать до базової змінної GE		
GE	ge	геометрія конструкції загалом
індекси, що належать до базової змінної M		
	a, (abs)	поглинальна здатність
	age	вік ^{b)}
	b, (bon)	клейкість (склеювання)
	brit	ламкість
	c, (com)	стиснення ^{b)}
	cli	кліматичний чинник (кліматично), (руйнування, ерозія)
	coh	зв'язність
	cond	умова
	cons	ущільнення ^{b)} (ґрунту)
	cor	корозійна активність
	cr	жорсткість
	dam	демпфувальна здатність

Продовження таблиці 8

1	2	3
	det	погіршення стану
	duc	пластичність
	dur	довговічність
	dyn	динамічний (динамічно)
	el	еластичність
	env	екологічно (погіршується, ерозується)
	f, (fail)	відмова
	fat	виснаженість ^{b)}
	frac	розлом
	fric	тертя ^{b)}
	gr, ag	гранули, заповнювач
	grad	градієнт (температура) ^{b)}
	iner	інертність
	pl	пластичність
	r, (rlax)	розслаблення ^{b)}
	rpl	жорстко-пластичний (жорстко-пластично)
	rup	розрив
	sat	насиченість ^{b)}
	shr	усадження ^{b)}
	st, (stat)	статичний (статично)
	t, (temp)	залежно від температури
	t, (ten)	натягування, розтягування ^{b)}
	t, (tim)	залежно від часу
	t, (tor)	кручення, скручування ^{b)}
	tou	міцність
	v	зсув ^{b)}
	y, (yie)	здатність до деформації
індекси, пов'язані з реакцією конструкції S		
S	s	реакція конструкції, послідовність чи вплив дії (дій), дія-вплив
індекси, пов'язані з елементарною реакцією конструкції		
	buc	вигин
	c, (com)	стиск
	m	згин
	t, (ten)	розтяг
	t, (tor)	кручення
	v	зсув
	war	деформація
індекси, пов'язані з аспектами та складною реакцією конструкції		
	cons	об'єднання
	cyc	циклічний
	dyn	динамічний
	ext	зовнішній
	extr	крайній
	flu	коливання
	geo	геотехнічний
	int	внутрішній

Кінець таблиці 8

1	2	3
	r, (rlax)	розслаблення
	sat	насичення
	sli	ковзання
	st, (stat)	статичний
	sup	підтримка
	vib	вібрація
індекси, пов'язані з функціональним показником R		
R	r	опір, ємність конструкції
індекси, пов'язані з умовами роботи (граничні стани → індекс ii)		
	dur	довговічність
	fat	виснаженість
	fi	вогнестійкість
	ser	придатність до експлуатації
	u	аварійність
індекси, пов'язані з аспектами та видом опору конструкції		
	a, (abs)	поглинальний
	b, (bon)	клейкий (склеювання)
	buc	згинання
	c, (col)	руйнування
	c, (com)	стискання
	cr, (crit)	критичний
	det	погіршувальний
	dis	розсіювальний
	dst	дестабілізувальний
	dyn	динамічний
	extr	крайній
	f, (fail)	вихід з ладу
	frac	переломний
	fric	фрикційний
	geo	геотехнічний
	irr	незворотній
	m	згинання
	pro	прогресивний
	res	резонансний
	rev	оборотний
	rup	розривальний
	st, (stat)	статичний
	stb	стабілізувальний
	t, (ten)	розтягувальний
	t, (tor)	(розкручувальний), скручувальний
	v	зсувний
	vib	вібрувальний
	y, (yie)	що піддається деформації
^{a)} Низку індексів повторено для узгодженості в п'яти підрозділах колонок, що відповідають трьом основним змінним та двом функційним показникам. ^{b)} Схильні до.		

Таблиця 9 — Індекс v). Індеси, пов'язані з місцем і (тоді) напрямком, утворені одним або кількома послідовними чи окремими латинськими великими та малими літерами римського шрифту та курсиву, однією окремою малою грецькою літерою курсивом, математичними знаками та/або арабськими цифрами/одиницями

Познака	Значення
індекси, пов'язані з місцем	
одна окрема мала латинська літера римським шрифтом	
o	походження
одна чи кілька послідовних малих або великих латинських літер римського шрифту в поєднанні з координатами, позначками, цифрами тощо	
B, (bea)	вісь №
C, (cou)	колонка №
crs	поперечний переріз №
elt	елемент №
flo	поверх №
fou	фундамент: позначки
J, (joi)	стик: координати, позначки
K, (kno)	вузол: координати, позначки
mee.....	мембрана №
mer	член №.....
pla	площина №
P, (poi)	точка: координати, позначки
W, (wal)	стіна №
індекси, пов'язані з напрямком	
одна окрема латинська мала літера римським шрифтом	
h	горизонтально, рівно
l	в поздовжньому напрямку, вздовж, у напрямку
r, (рад)	радіальний напрямок
t	тангенційний напрямок (див. також індекс «tra» нижче)
v	вертикальний напрямок
одна окрема латинська мала літера курсивом	
x, y, z	напрямок осі координат
послідовні малі латинські літери римським шрифтом	
lat	бічний
par	паралельний
per	перпендикулярно, нормально, вертикально
tra	у поперечному напрямку
одна окрема грецька мала літера курсивом	
$\alpha, \beta, \gamma, \theta, \varphi$	кут нахилу
математичні знаки	
або //	паралельний
⊥	перпендикулярно, нормально, вертикально
арабські цифри або цифри в поєднанні з математичними знаками	
0, 1, 2, 3, ... °, ... ', ... " »	арабські цифри, одиниці 7 °, 42', 3" або 7 градусів, 42 хвилини, 3 секунди

Таблиця 10 — Індекс ві). Індеси, що належать до типів матеріалів та сформовані однією або кількома послідовними окремими малими латинськими літерами римського шрифту

Познака ^{a)}	Значення
a	сталь, конструкційна (сталь конструктивна)
al	алюміній
c	бетон
ca	газобетон
cl	бетон, легкий
cl	глина
gl	скло, конструкційне
gr	будівельний ґрунт
ma	кам'яна кладка
ps	напружена арматура
py	полімер
ro	камінь
s	сталь, арматура
sa	пісок
te	текстильний матеріал, текстиль, тканина
ti	дерево
wa	ґрунтова вода
^{a)} Позначки літер походять від позначок великої літери термінів у колонці «значення».	

Таблиця 11 — Математичні знаки та графічні позначки для використання під час аналізування й проектування конструкцій

Познака, знак	Значення
e	математична константа, основа натуральних логарифмів ($e = 2,718\ 281\ 8 \dots$)
Δx	познака операції, (кінцевий) приріст x
Σ	познака операції, $\Sigma a_i = a_1 + a_2 + \dots + a_n$, комбінація
δf	познака операції, (нескінченно мала) зміна функції f
π	математична константа, відношення окружності до діаметра кола, $\pi = 3,141\ 592\ 6\dots$
ϕ	графічна (-е) позначка, позначення діаметра (наприклад, заклепок, арматурних прутків тощо)
Φ	графічна (-е) позначка, позначення розміру (квадратних труб/конструкційних труб)
' (prime)	математичний знак, стиснення ^{a)}
або //	математичний знак, паралельний
$\perp$	математичний знак, перпендикулярно, нормально, вертикально
$\wedge$ (циркумфлекс)	математичний знак, $\hat{S}$: граничне значення S
∞	математичний знак, нескінченність
0, 1, 2, 3, ...	арабські цифри чи одиниці
$\dot{f}$ (точка над позначкою)	$\dot{f}$ ($= df/dx$) похідна функції f однієї змінної
; (крапка з комою)	розділовий знак (між нижніми індексами)
^{a)} Використання нижнього індексу, такого як s , t (ten), дає уникнути використання ' (апострофа).	

ДОДАТОК А
(обов'язковий)**ВИЗНАЧЕННЯ ТА СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ ЗАГАЛЬНИХ ВЕЛИЧИН****A.1 Вступ**

Крім фізичних величин, у теорії та на практиці в галузі проектування конструкцій набули значення типові групи/набори фізичних величин. Ці групи/набори фізичних величин функційно представляють конструкцію, її вплив/дії, її опір/матеріали, її реакції та можливості.

Вони якісно характеризують, систематизують та охоплюють те, що мають на увазі: процес, зміст і результат аналізування та проектування конструкцій.

Вони охоплюють такі поняття:

- (технічна) конструкція (геометрія, матеріали) з її обмеженнями/опорами;
- під час зовнішніх та внутрішніх впливів, навантажень та інших впливів;
- реакція у вигляді зовнішніх зсувів, обертань та прогинів і внутрішніх деформацій та напружень; та
- вимоги, які потрібно виконати (достатній опір/несуча здатність).

Сутність цього уявлення про проектування конструкцій зображено на рисунку А.1.

Набори відповідних фізичних величин читають зі схеми:

Три фундаментальні чи базові змінні:

- F: Дія, навантаження;
- GE: Геометрія або геометрія конструкції;
- M: Властивість матеріалу;

і дві характеристики конструкції:

- S: Реакція конструкції;
- R: Опір конструкції.

Набори, позначені позначками F, GE, M, S та R, називають загальними величинами.

A.2 Поняття «загальна кількість»

Поняття «загальна кількість» наведено та визначено в цьому додатку для розрізнення між «фізичними величинами» (як описано/визначено в цьому стандарті) та величинами/змінними в загальнішому сенсі (читати: генеративному/репрезентативному). Щодо галузі проектування конструкцій загальні величини відображають, серед іншого, як «основні змінні».

Примітка. Див. ISO 2394 та EN 1990.

Поняття «загальна величина» визначено та подано набором конкретних фізичних величин, таких як дії, опори тощо. Кожний набір, тобто загальна кількість, має певну назву та відповідну позначку. Фізичні величини мають унікальну розмірність, виражену в одиницях вимірювання. Загальні величини унікальної розмірності не мають. Однак складники загальних величин (тобто конкретні фізичні величини набору складників) мають розмірність, загалом не однакову.

Примітка. І в ISO 2394, і в EN 1990 співвідношення між загальними величинами виражені у формі функційних «виразів»/«рівнянь» (наприклад, загальну величину «опір» (позначка: R) виражають як $fU_{RMGEF}(M, GE, F)$). Іншим прикладом є так звані «правила» комбінації дій, наприклад $F = A \cdot Q$ тощо).

Більше прикладів функційних «виразів» та «правил» загальних величин наведено в А.5.

A.3 Додатковий приклад поняття загальної величини

У таблиці А.1 набори специфічних фізичних величин F, GE, M, S та R, які представляють загальні величини, окреслено щодо їхнього обсягу та змісту й з огляду на їхнє практичне використання у верифікаційних «рівняннях» реакції залежно від опору конструкції та комбінованих «правил» дій для визначення критичних навантажень. Див. також А.5.

Таблиця А.1 — Розроблення наборів фізичних величин, що представляють загальні величини: основні змінні та характеристики конструкцій і матеріалів

Назва	Позначка	«Зміст» та сфера застосування
Основні змінні		
(Сила) дія загалом, навантаження	F	F-набір, що містить: • <u>розподілені, статичні й динамічні навантаження</u> за об'ємом та/або (частинні) граничної поверхні • <u>зовнішні, статичні й динамічні навантаження, сили та моменти</u> (наприклад, удар, зосереджені дії) • <u>обмеження</u>; а саме, <u>накладені</u>: — <u>деформації</u> — <u>зміщення</u> — <u>обертання</u> (через, наприклад, термічне розширення, температурні перепади, повзучість/розслаблення, усадження та (з локальним або сильним нахилом) осідання (пальових) фундаментів, будівельних ґрунтів, опор) • <u>вплив вогню (сценарії пожежі)</u> (наприклад, тепловий потік і тиск, перепади температур, пожежі)
Три види дій загалом:		
1. випадкова дія	A	
2. постійна дія	G	
3. змінна дія	Q	
Геометрія конструкції загалом	GE	GE-набір, що містить: • <u>розміри</u>: — <u>конструкцій</u> — <u>схематизації та моделі</u> (лінійні, плоскі/поверхневі та об'ємні/суцільні елементи); — <u>конструктивні елементи</u> (наприклад, довжина, ширина, висота, товщина, кут, нахил, перекіс, радіус, форма й площа (у поперечному перерізі), об'єм, лінійні та квадратні осьові моменти площі) • <u>недоліки розмірів</u> (наприклад, допуски, ексцентричності, пошкодження)
Властивості матеріалу загалом	M	M-набір, що містить: • <u>лінійну реакцію</u> (наприклад, статичні та динамічні, пружні модулі) • <u>нелінійну/необоротну реакцію</u> (наприклад, модулі з жорсткого пластику, межа текучості на зсув, закон співвідношення між кривизною та моментом, потоки й поверхні руйнування: зміцнення та пом'якшення) • <u>пластичну й крихку реакцію залежно від руйнування</u> (наприклад, міцність, раптовий розрив) • <u>залежну від часу реакцію</u> (наприклад, вібраційне послаблення, повзучість і розслаблення, усадження, насичення, ущільнення ґрунту, зчеплення палі з ґрунтом, виснаження: накопичені періодичні мікроструктурні пошкодження); • <u>залежну від температури реакцію</u> (наприклад, термічне розширення та електропровідність, руйнування за рахунок високих температур) • <u>довговічність та хімічну інертність</u> (наприклад, корозія, старіння, чутливість до середовища та кліматичних чинників)
Характеристики конструкцій і матеріалів		
Реакція конструкції, послідовність чи вплив дії (дій), дія–вплив (або потреба)	S	S-набір, що містить: • <u>зовнішню реакцію конструкції</u>: <u>переміщення та обертання</u> загальної конструкції, її частин та опор, а також фундаменту (опори, палі); <u>деформація та прогини</u> елементів конструкції та будівельних ґрунтів (наприклад, розтягнення/стиснення, вигин, зсув, кручення та вигин; ковзання шарів ґрунту, осідання надр) <u>динамічні та циклічні рухи (/вібрації)</u> елементів конструкції та конструкції загалом, частин конструкції (наприклад, швидкості, прискорення, частоти, кількості циклів, резонансу, коливання); • <u>внутрішню реакцію конструкції</u>: <u>деформації, нормальні та зсувні зусилля, згинальні та крутні моменти, напруження</u> в елементах та їх частинах і в основі фундаментів

Кінець таблиці А.1

Назва	Познака	«Зміст» та сфера застосування
Опір або міцність	R	R-набір, що містить між іншим: • <u>міцність</u>: конструктивна (наприклад, на розрив/стиск, згинання, зріз, кручення; зчеплення (зв'язок), (тертя) втома, висока температура) • <u>жорсткість</u>: статична (наприклад, прогини, коливання, зсуви, обертання, деформації), динамічна (наприклад, рухи, швидкості, прискорення, критичне демпфування), геотехнічна (наприклад, фундамент (палі, опори) та надра) • <u>стабільність</u>: статична, першого та другого порядку динамічна (наприклад, власні частоти, власні режими), геотехнічна (наприклад, схили та холми) • <u>поглинальна здатність енергії</u>, еластична та/або нееластична/розсіювальна (наприклад, удар, землетрус/сейсмізм, вибух, виснаження, пластичні шарніри), тепло (вплив вогню) • <u>конструктивні та неконструктивні можливості</u>: конструктивна цілісність: надмірність, міцність (запобігання розвитку місцевих пошкоджень та/або поломки → поступове руйнування) неконструктивні положення (наприклад, температурні бар'єри (ізоляція), протипожежні стіни, демпферні пристрої)

А.4 Назви та позначки для загальних величин

А.4.1 Загальний метод (KIM) формування й написання назв та познач

Такі самі зауваження щодо формування та написання нових і унікальних (назв) та позначок для фізичних величин (див. 3.2) дійсні й для загальних величин: ядро складеної позначки можна вибрати з таблиці А.2, а індекси (здебільшого нижні індекси), що утворюють цю унікальну (складену) позначку, можна вибрати з таблиць 5—10.

Таблиця А.2 — Загальні величини, що використовують у рівняннях перевірення та правилах комбінування. Назви. Позначки, утворені однією або двома позначками з великих латинських літер римським шрифтом

Загальні величини			
пункт №	назва	позначка	зауваги
Основні змінні			
A.2.1	(Сила) дія загалом, навантаження Загалом три види дій:	F	
	A.2.1.1 Випадкова дія	A	
	A.2.1.2 Постійна дія	G	
	A.2.1.3 Змінна дія	Q	
A.2.2	Геометрія конструкції загалом	GE	
A.2.3	Властивості матеріалу загалом	M	
Характеристики конструкцій і матеріалів			
A.2.4	Реакція конструкції, послідовності чи вплив дії (дій), дії–впливи (чи потреба)	S	
A.2.5	Опір або ємність конструкції	R	

А.4.2 Метод і правила складання й записування назв та познач загальних величин

А.4.2.1 Назви

Загалом назва загальної величини — це один термін або комбінація кількох термінів (часто використовують термін «дія»).

Терміни пишуть латинськими малими літерами римським (вертикальним) шрифтом, за винятком першої (або перших двох) літерної позначки, написаної великою літерою.

Для назв (та позначок) під час проектування конструкцій найчастіше використовувані загальні величини наведено в таблицях А.1 та 8.

Приклад 1

Один термін «дія, опір» тощо.

Приклад 2

Поєднання термінів «дія снігу», «загальна властивість матеріалу» тощо.

А.4.2.2 Позначки

Ядром позначки загальної величини є одно(чи дво)літерна позначка у верхньому регістрі латинського алфавіту римським вертикальним шрифтом (див. таблицю А.1).

Примітка. У ймовірнісному аналізованні конструкцій також використовують грецькі малі літери римським шрифтом (див. таблицю 4).

Ядро можна змінити, застосувавши один або кілька індекс/індексів.

Індекс/індекси формують з літерних позначок, цифр та графічних позначок: їх пишуть римським (вертикальним) шрифтом. Якщо ядро фізичної величини використовують як нижній індекс/індекси, його пишуть курсивом. Кілька видів нижніх індексів/індексів наведено в таблицях 5—10.

Нижній індекс розміщують у нижньому правому положенні ядра. Застосовуючи більше ніж один нижній індекс/індекси, їх бажано розділити крапкою з комою (;). У разі простих і зрозумілих відмітних позначок індексу також допустимий пробіл або кома (,). У разі двох чи трьох індексів їх взагалі не розділяють.

Застосовуючи більше ніж один нижній(і) індекс/індекси, порядок нижнього(их) індексу/індексів подають як у 3.2.2.6.

Приклад

- F — дія загалом;
- F_k — нормативні (характеристичні) значення F;
- Q — змінна дія;
- Q_{hur} — змінні дії через ураган(и);
- S — реакція конструкції;
- S_d — проектне (розрахункове) значення S;
- A_{ex} — випадкові дії через вибух;
- G_{ea} — постійна дія через землю, ґрунт /через переміщення ґрунту;
- $Q_{sn, d}$ — проектне (розрахункове) значення змінної дії через сніг (снігопад);
- GE_{nom} — номінальні (значення) геометрії (конфігурація та властивості вимірювання) конструкції;
- $R_{ser, k}$ — характеристичні значення опору або несучої здатності конструкції.

А.4.3 Нижні індекси/індекси розширення ядра для загальних величин

Загальновживані (ядра) загальних величин наведено в таблиці А.1. Ядра також можна вибирати/складати відповідно до «індексів, пов'язаних з базовою змінною F», наведених у таблиці 8 (деякі приклади такого типу загальних величин вже подано в А.4.2.2. Найчастіше їх використовують у правилах комбінації дій).

А.5 Функційне складання правил комбінування дій та перевіряння рівняння реакції залежно від опору конструкції за допомогою загальних величин

А.5.1 Правила комбінування дій

А.5.1.1 Правила комбінування

Проектні (розрахункові) значення дій F_d , що діють на конструкцію, зазвичай охоплюють:

- G_d : Проектні (розрахункові) значення постійних дій,
- Q_d : Проектні (розрахункові) значення змінних дій,
- A_d : Проектні (розрахункові) значення випадкових дій.

Поняття/правила складання характерних комбінацій цих дій на конструкцію загалом можуть бути виражені у вигляді функціоналів (позначок: fU) G_d , Q_d та A_d :

$$F_{jd} = fU_{FGQA \ j} (G_d, Q_d, A_d), j \geq 1,$$

або за наближенням першого порядку (FOAM¹⁾):

$$F_{jd} = (G_d + Q_d + A_d)_j, \text{ де } j \geq 1.$$

¹⁾ Моделювання дій першого порядку.

Індекс j позначає низку комбінацій дій постійних (G_d), змінних (Q_d) та випадкових (A_d). Дії кожної комбінації j (j дорівнює 1, або 2, або ...) одночасно діють на конструкцію загалом та/або на її частини.

Для трьох дій, які зазвичай розрізняють: G_d , Q_d та A_d , правила далі читають так:

G_d : G_{id} , підсумований за $i \geq 1$,

де, наприклад, $G_{4d} = G_{pre,d}$, проєктні (значення) сили попереднього розтягування/попереднього напруження, що діють на конструкцію,

Q_d : $Q_{1d} + \psi_{0|i} Q_{id}$, або

$\psi_{0|1} Q_{1d} + \psi_{0|i} Q_{id}$, підсумоване за $i > 1$,

або в поєднанні з A_d (або A_{eq}):

$(\psi_{1|1} + \psi_{2|1}) Q_{1d} + \psi_{2|i} Q_{id}$, підсумоване за $i > 1$, або

$\psi_{2|i} Q_{id}$, підсумоване за $i \geq 1$,

A_d : A_{id} , або в разі дії землетрусу:

$A_{eq, id}$, підсумоване за $i \geq 1$.

Функціональний вираз $F_d = G_d + Q_d + A_d$ для кожного j представляє стільки справжніх арифметичних рівнянь, скільки є окремих розмірностей (фізичних величин), що містяться у правій частині виразу, тобто $G_d + Q_d + A_d$.

У рамках аналізування та проєктування за допомогою часткових коефіцієнтів G_{id} , Q_{id} та A_{id} зазвичай складено з (див. ISO 2394 та EN 1990):

$$G_{id} = \gamma_{G, i} G_{i,rep},$$

$$Q_{id} = \gamma_{Q, i} Q_{i,rep},$$

$$A_{id} = \gamma_{A, i} A_{i,rep}, \text{ без підсумовування за } i,$$

де γ_i — відповідні часткові коефіцієнти для G_i , Q_i та A_i . Основними представниками $G_{i,rep}$, $Q_{i,rep}$ та $A_{i,rep}$ зазвичай є G_{jk} , Q_{jk} та A_{jk} .

Невизначеність моделі (моделювання), властива G_i , Q_i та A_i , враховують у γ_i або в самих діях G_i , Q_i та A_i .

Так читають подання G_d , Q_d та A_d

$$G_d = \gamma_{G, i} G_{jk}, \text{ підсумоване за } i \geq 1,$$

$$Q_d = \psi_{0|i} \gamma_{Q, i} Q_{jk} \text{ або}$$

$$= (\psi_{1|i} + \psi_{2|i}) \gamma_{Q, i} Q_{jk}, \text{ підсумоване за } i \geq 1,$$

$$A_d = \gamma_{A, i} A_{jk}, \text{ підсумоване за } i \geq 1.$$

У рамках аналізування та проєктування, що ґрунтується на ймовірнісному підході, G_{id} , Q_{id} та A_{id} складені з:

$$G_{id} = \mu_{G, i} + \alpha_{G, i} \beta_G \sigma_{G, i},$$

$$Q_{id} = \mu_{Q, i} + \alpha_{Q, i} \beta_Q \sigma_{Q, i},$$

$$A_{id} = \mu_{A, i} + \alpha_{A, i} \beta_A \sigma_{A, i}, \text{ без підсумовування за } i.$$

Де в діях G_j , Q_j та A_j потрібно враховувати невизначеність моделі (моделювання) цих дій, тобто θ_G , θ_Q та θ_A . Знову заміна цих виразів у поданнях G_d , Q_d та A_d призводить до:

$$G_d = \mu_{G, i} + \alpha_{G, i} \beta_G \sigma_{G, i}, \text{ підсумоване за } i \geq 1,$$

$$Q_d = \psi_{0|i} (\mu_{Q, i} + \alpha_{Q, i} \beta_Q \sigma_{Q, i}), \text{ або}$$

$$= (\psi_{1|i} + \psi_{2|i}) (\mu_{Q, i} + \alpha_{Q, i} \beta_Q \sigma_{Q, i}), \text{ підсумоване за } i \geq 1,$$

$$A_d = \mu_{A, i} + \alpha_{A, i} \beta_A \sigma_{A, i}, \text{ підсумоване за } i \geq 1.$$

Для отримання додаткової інформації потрібно звернутися до формул на рисунку А.2 та наведених нижче.

A.5.1.2 Імовірність повної суми дій

Загалом для більше ніж двох Q , s (а саме Q_1 та Q_2 на рисунку A.2), охоплюючи G та A , сума дій, що містяться в $G_d + Q_d + A_d$, свідчить:

$$\begin{aligned} \text{Sum} &= \sum_{i=1}^{n_G} G_i + \sum_{i=1}^{n_Q} \left\{ \psi_{0|i} \text{ або } (\psi_{1|i} + \psi_{2|i}) \right\} \cdot Q_i + \sum_{i=1}^{n_A} A_i \quad \text{з } n_G + n_Q + n_A = n, \\ &= \sum_{i=1}^{n_G} \sigma_{G,i} (G_i / \sigma_{G,i}) + \sum_{i=1}^{n_Q} \left\{ \psi_{0|i} \text{ або } (\psi_{1|i} + \psi_{2|i}) \right\} \cdot \sigma_{Q,i} (Q_i / \sigma_{Q,i}) + \sum_{i=1}^{n_A} \sigma_{A,i} (A_i / \sigma_{A,i}). \end{aligned}$$

Ця функціональна сума представляє стільки арифметичних сум, скільки окремих розмірностей (фізичних величин), що є у функціоналі. G_i , Q_i та A_i кожної з цих окремих арифметичних сум мають однакову розмірність. Кожне таке окреме, певне арифметичне рівняння: сума = константа, тобто лінійне рівняння в n безрозмірних «координатах»:

$$G_i / \sigma_{G,i} \ (i = 1 \text{ до } n_G), \ Q_i / \sigma_{Q,i} \ (i = 1 \text{ до } n_Q) \text{ та } A_i / \sigma_{A,i} \ (i = 1 \text{ до } n_A),$$

зображає паралельні площини (для $n > 2$) у n -вимірному (євклідовому) просторі, описаному на n «координатах». Нормальним вектором до цих площин є вектор градієнта, складники якого отримано частковою диференціацією щодо «координат» рівняння:

сума = постійна, тобто:

$$\sigma_{G,i} \ (i = 1 \text{ до } n_G), \ \psi_{0|i} \ \sigma_{Q,i} \text{ або } (\psi_{1|i} + \psi_{2|i}) \ \sigma_{Q,i} \ (i = 1 \text{ до } n_Q) \text{ та } \sigma_{A,i} \ (i = 1 \text{ до } n_A).$$

Величина або «довжина» вектора градієнта дорівнює:

$$\ell_{\text{grad}} = \left[\sum_{i=1}^{n_G} (\tilde{A}_{G,i})^2 + \sum_{i=1}^{n_Q} \left[\left\{ \psi_{0|i} \text{ або } (\psi_{1|i} + \psi_{2|i}) \right\} \cdot \tilde{A}_{Q,i} \right]^2 + \sum_{i=1}^{n_A} (\tilde{A}_{A,i})^2 \right]^{1/2}.$$

Складники одиничного вектора нормалі до паралельних площин, тобто компоненти вектора градієнта, поділені на ℓ_{grad} , називають косинусами напрямку нормалі.

У межах аналізування та проєктування конструкцій на основі ймовірностей ці косинуси напрямків визначають (FORM) коефіцієнти чутливості α . Отже,

$$\begin{aligned} \alpha_{G,i} &= (\ell_{\text{grad}})^{-1} \sigma_{G,i}, \ i = 1 \text{ до } n_G, \\ \alpha_{Q,i} &= (\ell_{\text{grad}})^{-1} \{ \psi_{0|i} \sigma_{Q,i} \text{ або } (\psi_{1|i} + \psi_{2|i}) \sigma_{Q,i} \}, \ i = 1 \text{ до } n_Q, \text{ та} \\ \alpha_{A,i} &= (\ell_{\text{grad}})^{-1} \sigma_{A,i}, \ i = 1 \text{ до } n_A. \end{aligned}$$

Отже,

$$\sum_{i=1}^{n_G} (\alpha_{G,i})^2 + \sum_{i=1}^{n_Q} (\alpha_{Q,i})^2 + \sum_{i=1}^{n_A} (\alpha_{A,i})^2 = 1.$$

A.5.2 Перевіряння рівнянь реакції залежно від опору конструкції**A.5.2.1 Загальне правило**

Умови надійності конструкцій для граничних станів

ULS: аварійний граничний стан та

SLS: граничний стан придатності до експлуатування,

з точки зору функційних (познака: fU) загальних умов:

$$fU_{SR}(S_{j,d}, R_{j,d}) = fU_{SRFGEM|j}(F_d, GE_d, M_d) \leq 0, \ j \geq 1,$$

або за наближенням першого порядку (FORM²⁾):

$$\begin{aligned} S_{j,d} - R_{j,d} &\leq 0, \ j \geq 1, \text{ та} \\ S_{j,d} &= fU_{SFGEM|j}(F_d, GE_d, M_d), \\ R_{j,d} &= fU_{RMGEF|j}(M_d, GE_d, F_d). \end{aligned}$$

²⁾ Моделювання надійності першого порядку.

Індекс j стосується кількох перевірянь надійності S залежно від R , перевірення низки граничних станів, перевірення критеріїв: міцності, жорсткості тощо для всієї конструкції загалом та її частин, наприклад, моделювання надійності першого порядку елементів, підконструкцій, опор тощо.

Функціональні відношення $S_{j,d} - R_{j,d} \leq 0$ представляють для кожного j стільки справжніх арифметичних рівнянь, скільки окремих розмірностей (фізичних величин), що містяться в лівій частині співвідношень, тобто $S_{j,d} - R_{j,d}$. Навіть більше, окремі розмірності, що містяться в $S_{j,d}$ відповідно у $R_{j,d}$, мають бути один до одного ідентичними, знову ж таки, для кожного j .

У разі, якщо $S_{j,d} - R_{j,d} \leq 0$, і щодо аналізування та проектування $S_{j,d}$ та $R_{j,d}$ зазвичай складені з:

$$S_{j,d} = \gamma_{S,j} S_{j,k},$$

$$R_{j,d} = (\gamma_{R,j})^{-1} R_{j,k}, \text{ без підсумовування за } j.$$

$S_{j,k}$ та $R_{j,k}$ є функціоналами $fU_{\text{SFGEM}}|j$ та $fU_{\text{RMGEF}}|j$ відповідно F_d (тобто G_d, Q_d, A_d та θ_F), GE_d (тобто GE_d, θ_{GE}) та M_d (тобто M_d, θ_M).

Ці функціонали представляють розраховану та/або виміряну реакцію (реакції) відповідно, опір (опори) конструкції в результаті дій, геометрію конструкції та властивості матеріалу, охоплюючи їхню невизначеність моделювання. Останні θ_F, θ_{GE} та θ_M іноді можуть бути долученими до часткових коефіцієнтів $\gamma_{S,j}$ та $\gamma_{R,j}$.

У рамках імовірнісного підходу $S_{j,d}$ та $R_{j,d}$ складені з (див. рисунок А.3):

$$S_{j,d} = \mu_{S,j} + \alpha_{S,j} \beta_j \sigma_{S,j} \text{ та}$$

$$R_{j,d} = \mu_{R,j} + \alpha_{R,j} \beta_j \sigma_{R,j}, \text{ без підсумовування за } j, \text{ з:}$$

$$\alpha_{S,j} = (\ell_{\text{grad}}|j)^{-1} \sigma_{S,j} \text{ та}$$

$$\alpha_{R,j} = -(\ell_{\text{grad}}|j)^{-1} \sigma_{R,j}, \text{ з}$$

$$\ell_{\text{grad}}|j = \{(\sigma_{S,j})^2 + (\sigma_{R,j})^2\}^{1/2}.$$

У реакціях S_j та опорах R_j потрібно брати до уваги невизначеності моделювання реакцій та опорів, тобто θ_S та θ_R .

Для отримання додаткової інформації потрібно звернутися до формул на рисунку А.3 і наведених нижче.

А.5.2.2 Індекс надійності β

Загалом надійність конструкцій з точки зору ймовірності закладання, відповідно ймовірності перевищення певних граничних станів, коливається в порядку величини від сотої до однієї 10-мільйонної, тобто від 10^{-2} до 10^{-7} . Приймавши кумулятивний стандартизований нормальний розподіл імовірностей Φ , імовірність P_{Is} дорівнює:

$$P_{Is} = \Phi(-\beta) = \int_{-\infty}^{-\beta} \left(2\pi \cdot e^{-x^2}\right)^{-1/2} dx = 1 - \int_{-\infty}^{+\beta} \left(2\pi \cdot e^{-x^2}\right)^{-1/2} dx = 1 - \Phi(\beta).$$

Індекс надійності β для P_{Is} дорівнює від 10^{-2} до 10^{-7} :

P_{Is}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}
β	2,32	3,09	3,72	4,27	4,75	5,20

За допомогою формул на рисунку А.3 можна обчислити коефіцієнти чутливості α_S і α_R :

$$\alpha_S = \cos(\arctan \sigma_R (\sigma_S)^{-1})$$

$$\alpha_R = -\sin(\arctan \sigma_R (\sigma_S)^{-1}), \text{ отже } (\alpha_S)^2 + (\alpha_R)^2 = 1.$$

Для кількох значень σ_R/σ_S кут φ_2 та коефіцієнти чутливості α_S та α_R дорівнюють:

σ_R/σ_S	φ_2	α_S	$-\alpha_R$
0,5	26,6°	0,894	0,447
0,8	38,7°	0,781	0,625
1,0	45,0°	0,707	0,707
1,25	51,3°	0,625	0,781
2,0	63,4°	0,447	0,894

A.5.2.3 Серія перевірянь ($J > 1$)**A.5.2.3.1 Перевіряння**

З виразами для $S_{j,d}$ та $R_{j,d}$, які є результатом аналізування й проектування, що ґрунтуються на підході з використанням часткових коефіцієнтів та ймовірнісному підході, можуть бути здійснені необхідні перевіряння надійності конструкції загалом та її елементів/частин.

Наприклад:

$j = 1$:	SLS, тобто	$S_{ser,d} \leq R_{ser,d}$
$j = 2$:	FaLS, тобто	$S_{fat,d} \leq R_{fat,d}$
$j = 3$:	ULS, тобто	$S_{ud} \leq R_{ud}$
тощо.		
$j = 7$:	Фундамент 5, тобто	$S_{cla,fou5,z,ser,d} \leq R_{cla,fou5,z,ser,d}$
тощо.		$S_{cla,fou5,z,ud} \leq R_{cla,fou5,z,ud}$

A.5.2.3.2 Познака $\leq$ назва загальної (або фізичної) величини й навпаки**Приклад**

Враховуючи познаку, можна легко сформулювати назви цих загальних величин, наприклад

Познака: $S_{cla,fou5,z,ud}$ або $S_{cla,fou5,z;u;d}$,

Назва: Проектні (значення) остаточної реакції (реакцій) «Глиняної основи 5» у напрямку z.

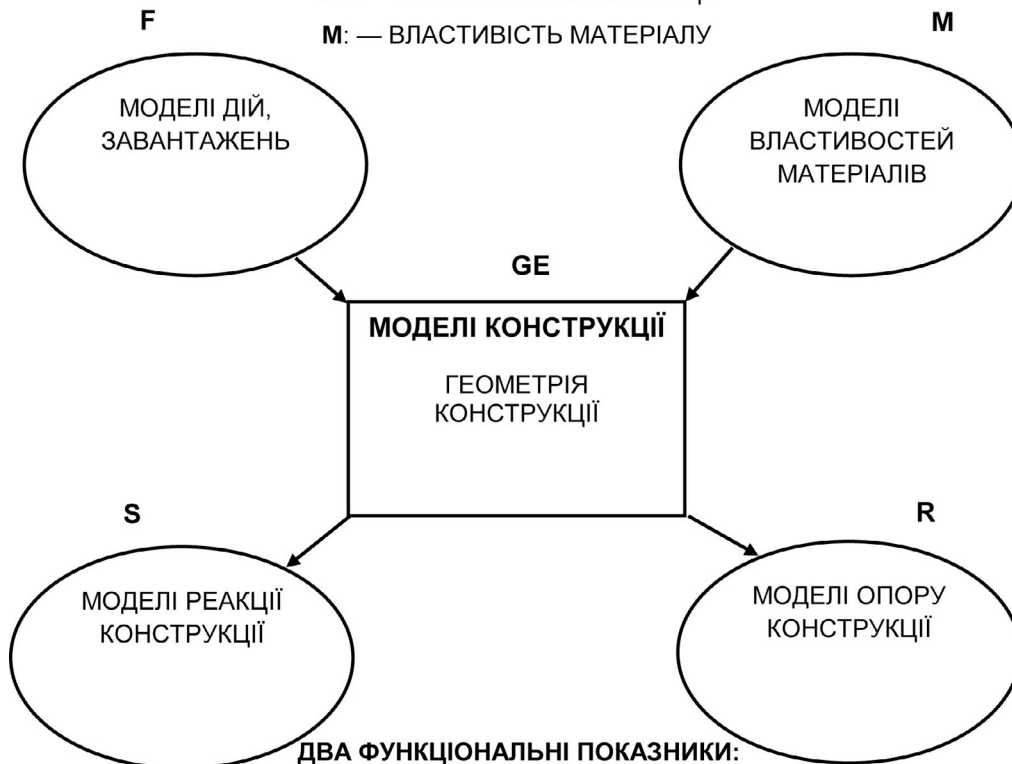
І навпаки, з власними назвами цих загальних (або фізичних) величин їхні позначки можуть бути негайно відтворені.

ПРОЄКТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЙ**ТРИ ФУНДАМЕНТАЛЬНІ ЧИ БАЗОВІ ЗМІННІ:**

F: — ДІЯ, ЗАГРУЖЕННЯ

GE: — ГЕОМЕТРІЯ КОНСТРУКЦІЇ

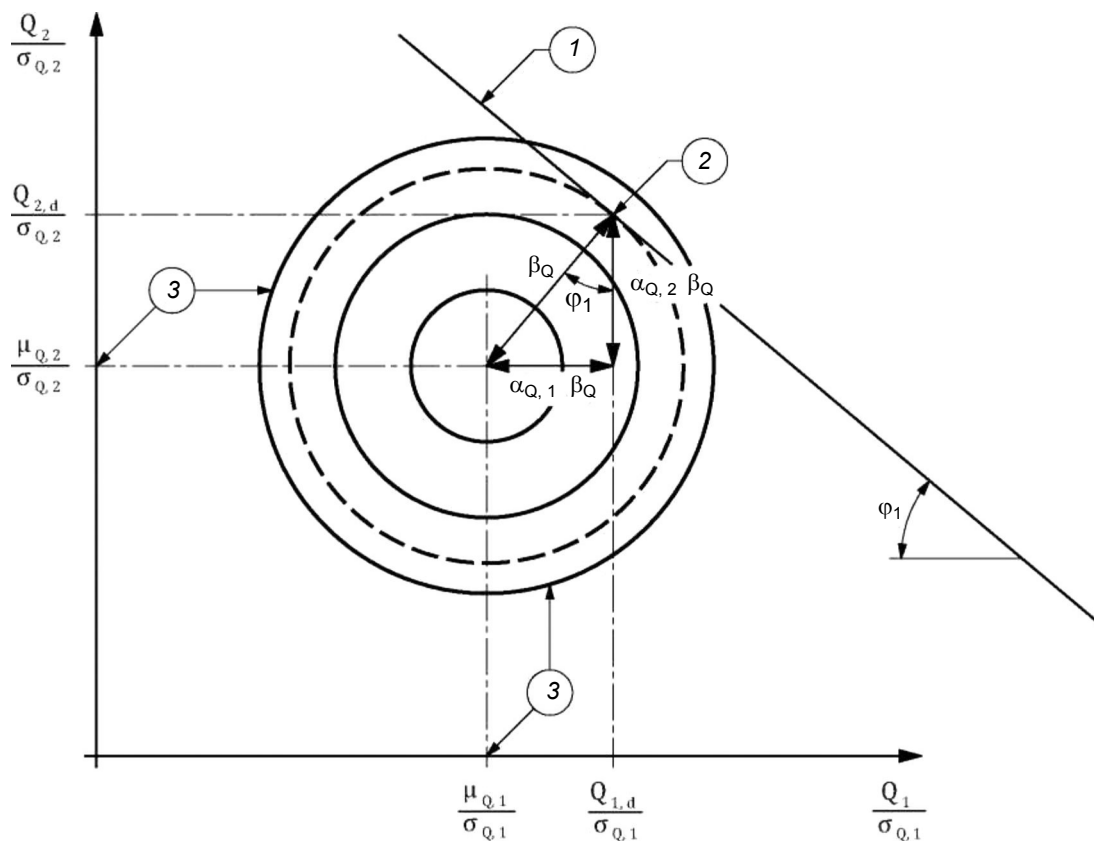
M: — ВЛАСТИВІСТЬ МАТЕРІАЛУ



S: — РЕАКЦІЯ КОНСТРУКЦІЇ

R: — ОПІР КОНСТРУКЦІЇ

Рисунок А.1 — Короткий опис проектування конструкцій



Умовні позначки:

1 — графічне зображення суми;

2 — точка проєктування;

3 — стандартизований нормальний розподіл імовірностей.

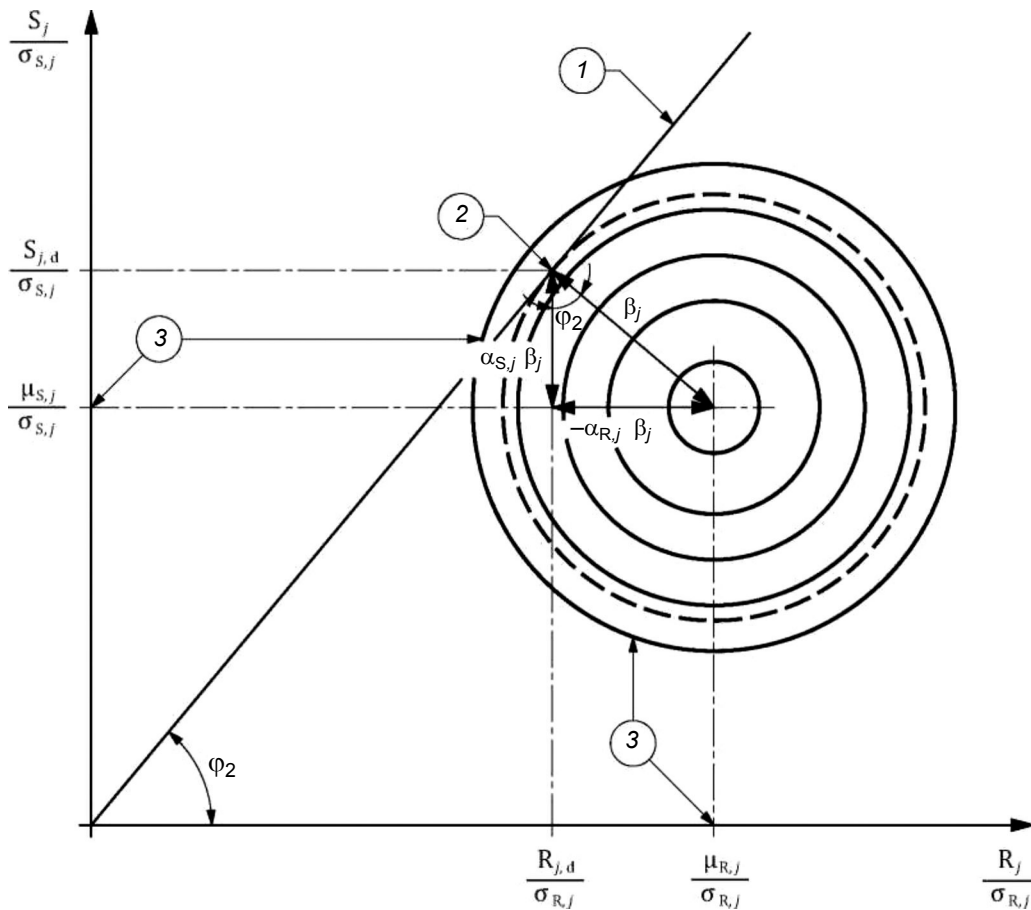
Рисунок А.2 — Правила комбінування дій

Щодо наведеного вище рисунка є таке:

$$\begin{aligned} \text{сума} &= \psi_{0|1} Q_1 + \psi_{0|2} Q_2, \text{ або} \\ &= (\psi_{1|1} + \psi_{2|1}) Q_1 + (\psi_{1|2} + \psi_{2|2}) Q_2. \\ \tan \varphi_1 &= \psi_{0|1} \sigma_{Q,1} (\psi_{0|2} \sigma_{Q,2})^{-1}, \text{ або} \\ &= (\psi_{1|1} + \psi_{2|1}) \sigma_{Q,1} \{(\psi_{1|2} + \psi_{2|2}) \sigma_{Q,2}\}^{-1} \text{ і} \\ \tan \varphi_1 &= \alpha_{Q,1} (\alpha_{Q,2})^{-1}, \text{ з } (\alpha_{Q,1})^2 + (\alpha_{Q,2})^2 = 1. \end{aligned}$$

Крім того:

$$\beta_Q > 0 \text{ і } 0 < \varphi_1 < 90^\circ.$$



Умовні позначки:

1 — графічне зображення суми;

2 — точка проектування;

3 — стандартизований нормальний розподіл імовірностей.

Рисунок А.3 — Рівняння перевірення S_j залежно від R_j

Щодо наведеного вище рисунка є таке:

$$\text{сума} = S_j - R_j = 0 \text{ з } j \geq 1,$$

$$\tan \varphi_2 = \sigma_{R,j} (\sigma_{S,j})^{-1} \text{ та}$$

$$\tan \varphi_2 = -\alpha_{R,j} (\alpha_{S,j})^{-1}, \text{ при цьому } (\alpha_{R,j})^2 + (\alpha_{S,j})^2 = 1.$$

Крім того:

$$\beta_j > 0 \text{ і } 0 < \varphi_2 < 90^\circ.$$

БІБЛІОГРАФІЯ

- 1 ISO 2394 General principles on reliability for structures
- 2 ISO/IEC Guide 99 International vocabulary of metrology — Basic and general concepts and associated terms (VIM)
- 3 ISO 80000-11:2008 Quantities and units — Part 11: Characteristic numbers
- 4 ISO 1087-1:2000 Terminology work — Vocabulary — Part 1: Theory and application
- 5 ISO 10241 International terminology standards — Preparation and layout
- 6 EN 1990 Eurocode — Basis of structural design
- 7 ISO/IEC Directives, Part 2, Rules for the structure and drafting of International Standards.

ДОДАТОК НА
(довідковий)

ПЕРЕЛІК НАЦІОНАЛЬНИХ СТАНДАРТІВ УКРАЇНИ, ІДЕНТИЧНИХ МІЖНАРОДНИМ ТА ЄВРОПЕЙСЬКИМ НОРМАТИВНИМ ДОКУМЕНТАМ, ПОСИЛАННЯ НА ЯКІ Є В ЦЬОМУ СТАНДАРТІ

ДСТУ ISO 1087-1:2007 Термінологічна робота. Словник термінів. Частина 1. Теорія та використання (ISO 1087-1:2000, IDT)
ДСТУ-Н Б EN 1990:2008 Єврокод. Основи проектування конструкцій (EN 1990:2002, IDT)
ДСТУ ISO 10241-1:2018 (ISO 10241-1:2011, IDT) Термінологічні статті в стандартах. Частина 1. Загальні вимоги та приклади подання
ДСТУ ISO 80000-1:2016 (ISO 80000-1:2009; ISO 80000-1:2009/Cor1:2011, IDT) Величини та одиниці. Частина 1. Загальні положення
ДСТУ ISO 80000-2:2016 (ISO 80000-2:2009, IDT) Величини та одиниці. Частина 2. Математичні знаки та символи, що використовують у природничих науках і технологіях
ДСТУ ISO 80000-3:2016 (ISO 80000-3:2006, IDT) Величини та одиниці. Частина 3. Простір та час
ДСТУ ISO 80000-4:2016 (ISO 80000-4:2006, IDT) Величини та одиниці. Частина 4. Механіка
ДСТУ ISO 80000-11:2016 (ISO 80000-11:2008, IDT) Величини та одиниці. Частина 11. Характеристичні числа.

Код згідно з НК 004: 91.080.01

Ключові слова: конструкції, назви фізичних величин, нижній індекс/індекси, одиниці вимірювання, позначки, складені позначки, ядро позначки.

Редактор **Н. Кунцевська**
Верстальник **А. Біткова**

Підписано до друку 20.02.2023. Формат 60 × 84 1/8.
Ум. друк. арк. 4,18. Зам. _____. Ціна договірна.

Виконавець
Державне підприємство «Український науково-дослідний і навчальний центр
проблем стандартизації, сертифікації та якості» (ДП «УкрНДНЦ»)
вул. Святошинська, 2, м. Київ, 03115
Свідоцтво про внесення видавця видавничої продукції до Державного реєстру видавців,
виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції від 14.01.2004 серія ДК № 1647