



НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

---

**ЄВРОКОД 3: ПРОЕКТУВАННЯ СТАЛЕВИХ  
КОНСТРУКЦІЙ**

**Частина 1-8: Проектування з'єднань  
(EN 1993-1-8:2005, IDT)**

**ДСТУ-Н Б EN 1993-1-8**

## НАЦІОНАЛЬНИЙ ВСТУП

Цей стандарт є тотожним перекладом EN 1993-1-8:2005 3: Design of steel structures – Part 1-8: Calculation of joints (Єврокод 3: Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-8: Проектування з'єднань).

EN 1993-1-8:2005 підготовлено Технічним комітетом CEN/TC 250, секретаріатом якого керує BSI.

До національного стандарту долучено англomовний текст.

На території України як національний стандарт діє ліва колонка тексту ДСТУ-Н Б EN 1993-1-8:2011 3: Design of steel structures – Part 1-8: Calculation of joints (Єврокод 3: Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-8: Проектування з'єднань), викладена українською мовою.

Відповідно до ДБН А.1.1-1-2009 «Система стандартизації та нормування в будівництві. Основні положення» цей стандарт відноситься до комплексу В.1.2 «Система надійності та безпеки в будівництві».

Стандарт містить вимоги, які відповідають чинному законодавству.

Науково-технічна організація, відповідальна за цей стандарт, – ТОВ «Український інститут сталевих конструкцій ім. В.М. Шимановського».

До стандарту внесено такі редакційні зміни:

- слова «цей міжнародний стандарт» замінено на «цей стандарт»;
- структурні елементи стандарту: «Обкладинку», «Передмову», «Національний вступ», «Визначення понять» та «Бібліографічні дані» оформлено згідно з вимогами національної стандартизації України;
- з «Передмови до EN 1993-1-8» у цей «національний вступ» взяте те, що безпосередньо стосується цього стандарту;
- національний довідковий додаток наведено як настанову для користувачів.

Перелік національних стандартів України (ДСТУ), ідентичних МС, посилання на які є в EN 1993-1-8:2005.

Копії МС, неприйнятих як національні стандарти, на які є посилання в EN 1993-1-8:2005, можна отримати в Головному фонді нормативних документів ДП «УкрНДНЦ».

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b>	<b>FOREWORD</b>	<b>VIII</b>
Основи програми Єврокоду	Background of the Eurocode programme	1
Статус та галузь застосування Єврокодів	Status and field of application of eurocodes	3
Національні стандарти, що впроваджують Єврокоди	National Standards implementing Eurocodes	4
Зв'язки між Єврокодами та гармонізованими технічними специфікаціями (ENs та ETAs) для виробів	Links between Eurocodes and harmonised technical specifications (ENs and ETAs) for products	5
Додаткова інформація щодо EN 1993-1-8	Additional information specific for EN 1993-1-8	5
Національний додаток до EN 1993-1-8	National annex for EN 1993-1-8	5
<b>1 Загальні положення</b>	<b>1 General</b>	<b>7</b>
1.1 Галузь застосування	1.1 Scope	7
1.2 Нормативні посилання	1.2 Normative references	7
1.2.1 Стандарти, на які посилаються, група 1: Зварювані конструкційні сталі	1.2.1 Reference Standards, Group 1: Weldable structural steels	7
1.2.2 Стандарти, на які посилаються, група 2: Допуски, розміри та технічні умови поставки	1.2.2 Reference Standards, Group 2: Tolerances, dimensions and technical delivery conditions	8
1.2.3 Стандарти, на які посилаються, група 3. Конструктивні замкнуті профілі	1.2.3 Reference Standards, Group 3: Structural hollow sections	8
1.2.4 Стандарти, на які посилаються, група 4: Болти, гайки та шайби	1.2.4 Reference Standards, Group 4: Bolts, nuts and washers	9
1.2.5 Стандарти, на які посилаються, група 5: Зварювальні матеріали та зварювання	1.2.5 Reference Standards, Group 5: Welding consumable and welding	11
1.2.6 Стандарти, на які посилаються, група 6: Заклепки	1.2.6 Reference Standards, Group 6: Rivets	11
1.2.7 Стандарти, на які посилаються, група 7: Виготовлення сталевих конструкцій	1.2.7 Reference Standard, Group 7: Execution of steel structures	11
1.3 Різниця між принципами та правилами застосування	1.3 Distinction between Principles and Application Rules	12
1.4 Терміни та визначення	1.4 Terms and definitions	12
1.4.1 основний компонент (вузла)	1.4.1 basic component (of a joint)	12
1.4.2 з'єднання	1.4.2 connection	12
1.4.3 приєднаний елемент	1.4.3 connected member	12
1.4.4 вузол	1.4.4 joint	12
1.4.5 конфігурація вузла	1.4.5 joint configuration	12
1.4.6 поворотна здатність	1.4.6 rotational capacity	12
1.4.7 поворотна жорсткість	1.4.7 rotational stiffness	13
1.4.8 конструктивні властивості	1.4.8 structural properties (of a joint)	13
1.4.9 плоский вузол	1.4.9 uniplanar joint	13
1.5 Позначення	1.5 Symbols	14
<b>2 Основні положення щодо проектування</b>	<b>2 Basis of design</b>	<b>23</b>
2.1 Умови застосування	2.1 Assumptions	23
2.2 Загальні вимоги	2.2 General requirements	23
2.3 Прикладені сили та моменти	2.3 Applied forces and moments	24
2.4 Несуча здатність з'єднань	2.4 Resistance of joints	24
2.5 Розрахункові припущення	2.5 Design assumptions	24
2.6 З'єднання, що працюють на зсув та піддаються дії ударного, вібраційного та/або	2.6 Joints loaded in shear subject to impact, vibration and/or load reversal	25

знакозмінного навантаження		
2.7	Ексцентриситет у вузлах	26
<b>3</b>	<b>З'єднання на болтах, заклепках та штифтах</b>	<b>26</b>
3.1	Болти, гайки та шайби	26
3.1.1	Загальні положення	26
3.1.2	Попередньо напружені болти	27
3.2	Заклепки	27
3.3	Анкерні болти	27
3.4	Типи болтових з'єднань	28
3.4.1	З'єднання, що працюють на зсув	28
3.4.2	З'єднання, що працюють на розтяг	29
3.5	Розташування отворів для болтів та заклепок	30
3.6	Розрахункова несуча здатність одиночних кріпильних деталей	33
3.6.1	Болти та заклепки	33
3.6.2	Ін'єкційні болти	38
3.7	Група кріпильних деталей	41
3.8	Довгі з'єднання	41
3.9	Фрикційні з'єднання на болтах класів міцності 8.8 та 10.9	42
3.9.1	Розрахункова несуча здатність на зсув поверхонь тертя (розрахунковий опір ковзанню)	42
3.9.2	Сумісна дія розтягу та зсуву	43
3.9.3	Комбіновані з'єднання	44
3.10	Висновки щодо отворів для кріпильних деталей	44
3.10.1	Загальні положення	44
3.10.2	Розрахунок вузла на розрив	44
3.10.3	Одиночні кутики, прикріплені однією полицею, та інші розтягнуті несиметрично прикріплені елементи	45
3.10.4	З'єднувальні кутики	47
3.11	Зусилля відриву	48
3.12	Розподілення зусиль між кріпильними деталями у граничному стані	48
3.13	З'єднання на штифтах	48
3.13.1	Загальні положення	48
3.13.2	Розрахунок штифтів	50
<b>4</b>	<b>Зварні з'єднання</b>	<b>52</b>
4.1	Загальні положення	52
4.2	Матеріали для зварних з'єднань	52
4.3	Геометричні параметри та розміри	53
4.3.1	Типи зварних швів	53
4.3.2	Кутові зварні шви	53
4.3.2.1	Загальні положення	53
4.3.2.2	Переривчасті кутові зварні шви	54
4.3.3	Кругові кутові зварні шви	54
4.3.4	Стикові зварні шви	56
4.3.5	Пробкові зварні шви	56
4.3.6	Зварні шви з конусним зазором	57
4.4	Зварні шви з фасонками	57
2.7	Eccentricity at intersections	26
<b>3</b>	<b>Connections made with bolts, rivets or pins</b>	<b>26</b>
3.1	Bolts, nuts and washers	26
3.1.1	General	26
3.1.2	Preloaded bolts	27
3.2	Rivets	27
3.3	Anchor bolts	27
3.4	Categories of bolted connections	28
3.4.1	Shear connections	28
3.4.2	Tension connections	29
3.5	Positioning of holes for bolts and rivets	30
3.6	Design resistance for individual individual fasteners	33
3.6.1	Bolts and rivets	33
3.6.2	Injection bolts	38
3.7	Group of fasteners	41
3.8	Long joints	41
3.9	Slip resistant connections using 8.8 or 10.9 bolts	42
3.9.1	Design Slip resistance	42
3.9.2	Combined tension and shear	43
3.9.3	Hybrid connections	44
3.10	Deductions for fastener holes	44
3.10.1	General	44
3.10.2	Design for block tearing	44
3.10.3	Angles connected by one leg and other unsymmetrically connected members in tension	45
3.10.4	Lug angles	47
3.11	Prying forces	48
3.12	Distribution of forces between fasteners at the ultimate limit state	48
3.13	Connections made with pins	48
3.13.1	General	48
3.13.2	Design of pins	50
<b>4.</b>	<b>Welded connections</b>	<b>52</b>
4.1	General	52
4.2	Welding consumables	52
4.3	Geometry and dimensions	53
4.3.1	Type of weld	53
4.3.2	Fillet welds	53
4.3.2.1	General	53
4.3.2.2	Intermittent fillet welds	54
4.3.3	Fillet welds all round	54
4.3.4	Butt welds	56
4.3.5	Plug welds	56
4.3.6	Flare groove welds	57
4.4	welds with packings	57

4.5	Розрахункова несуча здатність кутових зварних швів	4.5	design resistance of a fillet weld	58
4.5.1	Довжина зварних швів	4.5.1	Length of welds	58
4.5.2	Розрахункова товщина шва	4.5.2	Effective throat thickness	58
4.5.3	Розрахункова несуча здатність кутових зварних швів	4.5.3	Design Resistance of fillet welds	59
4.6	Розрахункова несуча здатність замкнених кутових зварних швів	4.6	Design resistance of fillet welds all round	62
4.7	Розрахункова несуча здатність стикових зварних швів	4.7	Design resistance of butt welds	62
4.7.1	Стикові зварні шви з повним проваром	4.7	1 Full penetration butt welds	62
4.7.2	Стикові зварні шви з неповним проваром	4.7.2	Partial penetration butt welds	62
4.7.3	Таврові з'єднання	4.7.3	T-butt joints	63
4.8	Розрахункова несуча здатність пробкових зварних швів	4.8	Design resistance of plug welds	64
4.9	Розподіл зусиль	4.9	Distribution of forces	64
4.10	Кріплення до полиць без ребер жорсткості	4.10	Connections to unstiffed flanges	65
4.11	Довгі з'єднання	4.11	Long joints	67
4.12	Позацентрово навантажені поодинокі кутові та односторонні стикові зварні шви з неповним проваром	4.12	Eccentrically loaded single fillet or single-sided partial penetration butt welds	68
4.13	Кутики, що прикріплюються однією полицею	4.13	Angles connected by one leg	68
4.14	Зварювання в холодно сформованих зонах	4.14	Welding in cold-formed zones	69
<b>5</b>	<b>Аналіз, класифікація та моделювання</b>	<b>5</b>	<b>Analysis, classification and modelling</b>	<b>70</b>
5.1	Загальний розрахунок	5.1	Global analysis	70
5.1.1	Загальні положення	5.1.1	General	70
5.1.2	Пружний розрахунок	5.1.2	Elastic global analysis	70
5.1.3	Жорстко-пластичний розрахунок	5.1.3	Rigid-plastic global analysis	72
5.1.4	Пружно-пластичний розрахунок	5.1.4	Elastic– plastic global analysis	73
5.1.5	Розрахунок ферм	5.1.5	Global analysis of lattice girders	73
5.2	Класифікація вузлів	5.2	Classification of joints	77
5.2.1	Загальні положення	5.2.1	General	77
5.2.2	Класифікація за жорсткістю	5.2.2	Classification by stiffness	77
5.2.3	Класифікація за міцністю	5.2.3	Classification by strength	79
5.3	Моделювання сполучення балки з колоною	5.3	Modelling of beam-to-column joints	81
<b>6</b>	<b>Вузли сполучення конструктивних елементів із двотаврів</b>	<b>6</b>	<b>Structural joints connecting H or I sections</b>	<b>84</b>
6.1	Загальні положення	6.1	General	84
6.1.1	Основні положення	6.1.1	Basis	84
6.1.2	Конструктивні властивості	6.1.2	Structural properties	85
6.1.3	Основні компоненти вузла	6.1.3	Basic components of a joint	87
6.2	Розрахункова несуча здатність	6.2	Design Resistance	90
6.2.1	Внутрішні сили	6.2.1	Internal forces	90
6.2.2	Поперечні сили	6.2.2	Shear forces	90
6.2.3	Згинальні моменти	6.2.3	Bending moments	93
6.2.4	Еквівалентний Т-подібний елемент, що працює на розтяг	6.2.4	Equivalent T-stub in tension	94
6.2.5	Еквівалентний Т-подібний елемент,	6.2.5	Equivalent T-stub in compression	99

що працює на стиск		
6.2.6 Розрахункова несуча здатність основних компонентів	6.2.6 Design Resistance of basic components	102
6.2.7 Розрахункова несуча здатність сполучення балки з колоною та стикових з'єднань	6.2.7 Design moment resistance of beam-to-column joints and splices	123
6.2.8 Розрахункова несуча здатність баз колон з опорними плитами	6.2.8 Design resistance of column bases with base plates	131
6.3 Поворотна жорсткість	6.3 Rotational stiffness	136
6.3.1 Основна модель	6.3.1 Basic model	136
6.3.2 Коефіцієнти жорсткості для основних компонентів вузлів	6.3.2 Stiffness coefficients for basic joint components	139
6.3.3 Вузли з опорними фланцями, що прикріплюються двома або більше рядами болтів, які працюють на розтяг	6.3.3 End-plate joints with two or more bolt-rows in tension	143
6.3.4 Базы колон	6.3.4 Column bases	145
6.4 Поворотна здатність	6.4 Rotation capacity	147
6.4.1 Загальні положення	6.4.1 General	147
6.4.2 Болтові з'єднання	6.4.2 Bolted joints	147
6.4.3 Зварні з'єднання	6.4.3 Welded Joints	148
<b>7 Вузли сполучення елементів замкнутого профілю</b>	<b>7 Hollow section joints</b>	149
7.1 Загальні положення	7.1 General	149
7.1.1 Сфера застосування	7.1.1 Scope	149
7.1.2 Умови застосування	7.1.2 Field of application	150
7.2 Розрахунок	7.2 Design	152
7.2.1 Загальні положення	7.2.1 General	152
7.2.2 Види відмови вузлів сполучення елементів замкнутого профілю	7.2.2 Ailure modes for hollow section joints	153
7.3 Зварні шви	7.3 Welds	157
7.3.1 Розрахункова несуча здатність	7.3.1 Design resistance	157
7.4 Зварні вузли сполучення елементів із круглих труб	7.4 Welded joints between CHS members	158
7.4.1 Загальні положення	7.4.1 General	158
7.4.2 Плоскі вузли	7.4.2 Uniplanar joints	159
7.4.3 Просторові вузли	7.4.3 Multiplanar joints	166
7.5 Зварні вузли сполучення стрижнів решітки з круглих або прямокутних труб та елементів поясу з прямокутних труб	7.5 Welded joints between CHS or RHS brace members and RHS chord members	167
7.5.1 Загальні положення	7.5.1 General	167
7.5.2 Плоскі вузли	7.5.2 Uniplanar joints	169
7.5.3 Просторові вузли	7.5.3 Multiplanar joints	182
7.6 Зварні вузли сполучення стрижнів решітки з круглих або прямокутних труб та поясів із двотаврів	7.6 Welded joints between CHS or RHS brace members and I or H section chords	183
7.7 Зварні вузли сполучення стрижнів решітки з круглих або прямокутних труб та елементів поясу зі швелера	7.7 Welded joints between CHS or RHS brace members and channel section chord members	188

## **Вступ**

Цей документ EN 1993-1-8:2005 підготовлений Технічним комітетом CEN/TC 250 «Будівельні Єврокоди», секретаріат якого підтримується BSI.

Цьому Європейському стандарту буде наданий статус національного з публікацією ідентичного тексту або схваленням не пізніше листопада 2007 року і при скасуванні конфлікуючих національних стандартів не пізніше березня 2010 року.

У відповідності з внутрішніми постановами CEN/CENELEC національні органи зі стандартизації таких країн зобов'язані здійснити імплементацію цього Європейського стандарту: Австрія, Бельгія, Велика Британія, Греція, Данія, Ірландія, Ісландія, Іспанія, Італія, Люксембург, Мальта, Нідерланди, Німеччина, Норвегія, Португалія, Фінляндія, Франція, Чеська Республіка, Швейцарія, Швеція.

Даний Європейський стандарт замінює ENV 1993-1-1: 1992.

CEN/TC 250 є відповідальним за всі Будівельні Єврокоди.

## **Foreword**

This document EN 1993-1-8:2005 has been prepared by Technical Committee CEN/TC 250 "Structural Eurocodes", the Secretariat for which is held by BSI.

This European Standard shall be given the status of a national standard, either by publication of an identical text or by endorsement, at the latest by November 2005, and conflicting national standards shall be withdrawn at the latest by March 2010.

According to the CEN/CENELEC Internal Regulations, the national standards organizations of the following countries are bound to implement this European Standard: Austria, Belgium, Cyprus, Czech Republic, Denmark, Estonia, Finland, France, Germany, Greece, Hungary, Iceland, Ireland, Italy, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Malta, Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Slovakia, Slovenia, Spain, Sweden, Switzerland and United Kingdom.

This European Standard supersedes ENV 1993-1-1: 1992.

CEN/TC 250 is responsible for all Structural Eurocodes.

# НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

---

## ЄВРОКОД 3: ПРОЕКТУВАННЯ СТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ ЧАСТИНА 1-8: РОЗРАХУНОК З'ЄДНАНЬ

## ЕВРОКОД 3: ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЧАСТЬ 1-8: РАСЧЕТ СОЕДИНЕНИЙ

## EUROCODE 3: DESIGN OF STEEL STRUCTURES PART 1-8: CALCULATION OF JOINTS

Чинний від \_\_\_\_\_

### Основи програми Єврокоду

У 1975 році Комісія Європейської Спільноти вирішила розпочати програму дій у галузі будівництва на підставі статті 95 Договору. Метою програми було усунення технічних перешкод для торгівлі та узгодження технічних умов.

У рамках цієї програми дій Комісія взяла на себе ініціативу встановити систему узгоджених технічних правил для проектування будівель і споруд, які на першій стадії мали слугувати альтернативою чинним національним правилам держав-членів, а зрештою мали замінити їх.

Упродовж п'ятнадцяти років Комісія за допомогою Робочого комітету, до складу якого входили представники держав-членів, вела розробку програми Єврокодів, яка призвела до публікації комплексу першого покоління Європейських кодів у 80-х роках.

У 1989 році Комісія та держави-члени ЕУ (Європейської Спільноти) та ЕФТА (Європейської Асоціації Вільної Торгівлі) на ос-

### Background of the Eurocode programme

In 1975, the Commission of the European Community decided on an action programme in the field of construction, based on article 95 of the Treaty. The objective of the programme was the elimination of technical obstacles to trade and the harmonisation of technical specifications.

Within this action programme, the Commission took the initiative to establish a set of harmonised technical rules for the design of construction works which, in a first stage, would serve as an alternative to the national rules in force in the Member States and, ultimately, would replace them.

For fifteen years, the Commission, with the help of a Steering Committee with Representatives of Member States, conducted the development of the Eurocodes programme, which led to the first generation of European codes in the 1980s.

In 1989, the Commission and the Member States of the EU and EFTA decided, on the basis of an agreement<sup>1</sup> between the



нові угоди<sup>1</sup> між Комісією та CEN (Європейським комітетом зі стандартизації) вирішили передати підготовку та публікацію Єврокодів CEN за допомогою серії мандатів, що в результаті надало б Єврокодам у майбутньому статусу Європейського стандарту (EN). Це пов'язує Єврокоди з положеннями Директив Ради і Рішень Комісії щодо Європейських стандартів (тобто Директиви Ради 89/106/EEC щодо будівельних виробів – CPD – та Директив Ради 93/37/EEC, 92/50/EEC та 89/440/EEC відносно суспільних робіт та послуг і еквівалентних директив ЕФТА, започаткованих з метою допомогти заснуванню внутрішнього ринку).

Структурна програма Єврокодів включає стандарти, які в основному складаються з декількох частин:

EN 1990 Єврокод: Основи проектування конструкцій

EN 1991 Єврокод 1: Навантаження на конструкції

EN 1992 Єврокод 2: Проектування бетонних конструкцій

EN 1993 Єврокод 3: Проектування сталевих конструкцій

EN 1994 Єврокод 4: Проектування сталезалізобетонних конструкцій

EN 1995 Єврокод 5: Проектування дерев'яних конструкцій

EN 1996 Єврокод 6: Проектування конструкцій кам'яної кладки

EN 1997 Єврокод 7: Геотехнічне проектування

EN 1998 Єврокод 8: Проектування конструкцій при сейсмічному навантаженні

EN 1999 Єврокод 9: Проектування алюмінієвих конструкцій.

Стандарти Єврокодів визнають відповідальність регуляторних органів держав-членів та захищають їх право на призначення величин, які пов'язані з регулюванням питань безпеки на національному рівні там, де вони відрізняються.

---

<sup>1</sup>Угода між Комісією Європейської Спільноти та Європейським комітетом зі стандартизації (CEN) щодо роботи над Єврокодами для проектування будівель і споруд (BC/CEN/03/89).

Commission and CEN, to transfer the preparation and the publication of the Eurocodes to the CEN through a series of Mandates, in order to provide them with a future status of European Standard (EN). This links *de facto* the Eurocodes with the provisions of all the Council's Directives and/or Commission's Decisions dealing with European standards (e.g. the Council Directive 89/106/EEC on construction products – CPD – and Council Directives 93/37/EEC, 92/50/EEC and 89/440/EEC on public works and services and equivalent EFTA Directives initiated in pursuit of setting up the internal market).

The Structural Eurocode programme comprises the following standards generally consisting of a number of Parts:

EN 1990 Eurocode 0: Basis of Structural Design

EN 1991 Eurocode 1: Actions on structures

EN 1992 Eurocode 2: Design of concrete structures

EN 1993 Eurocode 3: Design of steel structures

EN 1994 Eurocode 4: Design of composite steel and concrete structures

EN 1995 Eurocode 5: Design of timber structures

EN 1996 Eurocode 6: Design of masonry structures

EN 1997 Eurocode 7: Geotechnical design

EN 1998 Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance

EN 1999 Eurocode 9: Design of aluminium structures.

Eurocode standards recognise the responsibility of regulatory authorities in each Member State and have safeguarded their right to determine values related to regulatory safety matters at national level where these continue to vary from State to State.

---

<sup>1</sup>Agreement between the Commission of the European Communities and the European Committee for Standardisation (CEN) concerning the work on EUROCODES for the design of building and civil engineering works (BC/CEN/03/89).

## Статус та галузь застосування Єврокодів

Держави-члени EU та EFTA визнають, що Єврокоди діють як еталонні документи для таких цілей:

– як засіб доведення відповідності будівель і споруд основним вимогам Директиви Ради 89/106/ЕЕС, зокрема основній вимозі № 1 – Механічна стійкість та стабільність – і основній вимозі № 2 – Пожежна безпека;

– як основа для укладання контрактів для будівель і споруд та пов'язаних з ними інженерних послуг;

– як основа для складання узгоджених технічних специфікацій для будівельних виробів (ENs та ETAs).

Єврокоди, оскільки вони безпосередньо відносяться до будівельних споруд, мають прямий зв'язок із тлумачними документами<sup>2</sup> розділу 12 CPD, незважаючи на те, що вони мають різну природу з гармонізованими стандартами на вироби<sup>3</sup>. Таким чином, технічні аспекти, які впливають з Єврокодів для будівель і споруд, повинні в повній мірі бути розглянутими Технічними комітетами CEN та/чи робочими групами EOTA, які розробляють стандарти на будівельні вироби, з позицій досягнення повної сумісності технічних специфікацій з Єврокодами.

---

<sup>2</sup>Відповідно до ст. 3.3 документа CPD основні вимоги (ER) отримують конкретну форму у тлумачних документах для створення необхідних зв'язків між основними вимогами та мандатами для гармонізованих EN та ETAG/ETA.

<sup>3</sup>Відповідно до ст. 12 CPD тлумачні документи мають:

a) надати конкретної форми основним вимогам, узгодивши термінологію і технічні засади і вказавши класи або рівні для кожної вимоги, де це необхідно;

b) вказати методи встановлення співвідношення між цими класами або рівнями вимог із технічними вимогами, наприклад, методи розрахунку і перевірки, технічні правила проектування і т. ін.;

c) слугувати рекомендацією для встановлення узгоджених стандартів і настанов для Європейського технічного ухвалення.

Єврокоди фактично відіграють подібну роль у сфері ER 1 і частині ER 2.

## Status and field of application of Eurocodes

The Member States of the EU and EFTA recognise that Eurocodes serve as reference documents for the following purposes:

– as a means to prove compliance of building and civil engineering works with the essential requirements of Council Directive 89/106/EEC, particularly Essential Requirement № 1 – Mechanical resistance and stability – and Essential Requirement № 2 – Safety in case of fire;

– as a basis for specifying contracts for construction works and related engineering services;

– as a framework for drawing up harmonised technical specifications for construction products (ENs and ETAs)

The Eurocodes, as far as they concern the construction works themselves, have a direct relationship with the Interpretative Documents<sup>2</sup> referred to in Article 12 of the CPD, although they are of a different nature from harmonised product standards<sup>3</sup>. Therefore, technical aspects arising from the Eurocodes work need to be adequately considered by CEN Technical Committees and/or EOTA Working Groups working on product standards with a view to achieving a full compatibility of these technical specifications with the Eurocodes.

---

<sup>2</sup>According to Art. 3.3 of the CPD, the essential requirements (ERs) shall be given concrete form in interpretative documents for the creation of the necessary links between the essential requirements and the mandates for harmonised ENs and ETAGs/ETAs.

<sup>3</sup>According to Art. 12 of the CPD the interpretative documents shall :

a) give concrete form to the essential requirements by harmonising the terminology and the technical bases and indicating classes or levels for each requirement where necessary;

b) indicate methods of correlating these classes or levels of requirement with the technical specifications, e.g. methods of calculation and of proof, technical rules for project design, etc.;

c) serve as a reference for the establishment of harmonised standards and guidelines for European technical approvals.

The Eurocodes, de facto, play a similar role in the field of the ER 1 and a part of ER 2.

Стандарти Єврокодів регламентують загальні правила проектування для практичного використання всіх конструкцій та їх компонентів як традиційного, так і інноваційного характеру. Унікальні форми конструкції або умови проектування спеціально не охоплюються, і в таких випадках проектувальнику потрібен додатковий експертний розгляд.

### **Національні стандарти, що впроваджують Єврокоди**

Національні стандарти, що впроваджують Єврокоди, завжди включають повний текст Єврокоду (включаючи всі додатки), виданий CEN, якому можуть передувати Національний титульний лист та Національна передмова, а також можуть супроводжуватися Національним додатком.

Національний додаток може включати інформацію відносно тих параметрів, які залишилися відкритими в Єврокодах для національного вибору, відомі як національно визначені параметри для використання при проектуванні будівель та інженерних споруд, що будуть зведені у зацікавленій країні, а саме:

- значення часткових коефіцієнтів надійності та/або класифікацію випадків, для яких Єврокод регламентує використання альтернатив;
- значення, які слід використовувати там, де в Єврокодi наведено тільки символ;
- специфічні дані країни (географічні, кліматичні тощо), наприклад, карта вітру;
- конкретні методики для тих випадків, коли Єврокод регламентує використання альтернатив.

Вони можуть також містити:

- рекомендації щодо застосування довідкових додатків;
- посилання на додаткову інформацію, яка не суперечить нормативним вимогам і допомагає при користуванні Єврокодами.

The Eurocode standards provide common structural design rules for everyday use for the design of whole structures and component products of both a traditional and an innovative nature. Unusual forms of construction or design conditions are not specifically covered and additional expert consideration will be required by the designer in such cases.

### **National Standards implementing Eurocodes**

The National Standards implementing Eurocodes will comprise the full text of the Eurocode (including any annexes), as published by CEN, which may be preceded by a National title page and National foreword, and may be followed by a National Annex.

The National Annex may only contain information on those parameters which are left open in the Eurocode for national choice, known as Nationally Determined Parameters, to be used for the design of buildings and civil engineering works to be constructed in the country concerned, i.e.:

- values for partial factors and/or classes where alternatives are given in the Eurocode,
- values to be used where a symbol only is given in the Eurocode,
- country specific data (geographical, climatic, etc.), e.g. wind map,
- the procedure to be used where alternative procedures are given in the Eurocode.

It may also contain

- decisions on the use of informative annexes, and
- references to non-contradictory complementary information to assist the user to apply the Eurocode.

## **Зв'язки між Єврокодами та гармонізованими технічними специфікаціями (ENs та ETAs) для виробів**

Необхідна узгодженість між гармонізованими технічними специфікаціями для будівельних виробів та технічними правилами для будівель і споруд та будівельних робіт. Крім того, у повній інформації, яка супроводжує CE маркування будівельних виробів і має відношення до Єврокодів, має бути чітко зазначено, які національно визначені параметри були взяті до уваги.

### **Додаткова інформація щодо EN 1993-1-8**

В EN 1993-1-8 надані вказівки з проектування сталевих конструкцій та розрахунку з'єднань при проектуванні будівель та інженерних споруд.

EN 1993-1-8 призначений для використання замовниками, проектувальниками, підрядниками і відповідними державними органами.

EN 1993-1-8 призначений для використання з EN 1990, іншими частинами EN 1991 і EN 1992-1999 для проектування конструкцій.

### **Національний додаток до EN 1993-1-8**

У цьому стандарті наведені альтернативні методи, оцінки і рекомендації з примітками, які вказують, де необхідно зробити національні вибір. Таким чином, національний стандарт, який імплементує EN 1993-1-8, повинен мати Національний додаток, до якого включено усі національно визначені параметри, які використовуються при проектуванні сталевих конструкцій, що будуть побудовані у відповідній країні.

## **Links between Eurocodes and harmonised technical specifications (ENs and ETAs) for products**

There is a need for consistency between the harmonised technical specifications for construction products and the technical rules for works. Furthermore, all the information accompanying the CE Marking of the construction products which refer to Eurocodes shall clearly mention which Nationally Determined Parameters have been taken into account.

### **Additional information specific for EN 1993-1-8**

EN 1993-1-8 gives pointing from planning of steel constructions and design of joints of shells at planning of buildings and civil engineering works for wind.

EN 1993-1-8 is intended for the use by clients, designers, contractors and relevant authorities.

EN 1993-1-8 is intended to be used with EN 1990, the other Parts of EN 1991 and EN 1992-1999 for the design of structures.

### **National annex for EN 1993-1-8**

This standard gives alternative procedures, values and recommendations with notes indicating where national choices may have to be made. Therefore the National Standard implementing EN 1993-1-8 should have a National Annex containing all Nationally Determined Parameters to be used for the design of steel structures to be constructed in the relevant country.

Національний вибір дозволено для  
EN 1993-1-8 за допомогою:

- 2.2 (2)
- 1.2.6 (Група 6: Заклепки)
- 3.1.1 (3)
- 3.4.2 (1)
- 5.2.1 (2)
- 6.2.7.2 (9)

National choice is allowed in EN 1993-1-8  
through:

- 2.2 (2)
- 1.2.6 (Group 6: through)
- 3.1.1 (3)
- 3.4.2 (1)
- 5.2.1 (2)
- 6.2.7.2 (9)

## **1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ**

### **1.1 ГАЛУЗЬ ЗАСТОСУВАННЯ**

(1) У цій частині EN 1993 наведені методи розрахунку з'єднань, що піддаються переважно статичному навантаженню, з використанням сталей марок S235, S275, S355 та S460.

### **1.2 НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ**

Цей Європейський стандарт містить датовані та недатовані посилання на положення з інших публікацій. Ці нормативні посилання наведені у відповідних місцях тексту, а публікації розташовані нижче. Для датованих посилань подальші поправки або перегляд будь-яких з цих публікацій застосовують до цього європейського нормативного документа тільки при внесенні в нього поправок. Для недатованих посилань застосовують останнє видання публікації, на яку посилаються (включно з поправками).

#### **1.2.1 Стандарти, на які посилаються, група 1: Зварювальні конструкційні сталі**

EN 10025-1:2004 Вироби з гарячекатаних конструкційних сталей. Загальні технічні умови постачання

EN 10025-2:2004 Вироби з гарячекатаних конструкційних сталей. Технічні умови постачання нелегованих конструкційних сталей

EN 10025-3:2004 Вироби з гарячекатаних конструкційних сталей. Технічні умови постачання нормалізованих катаних зварювальних дрібнозернистих конструкційних сталей

EN 10025-4:2004 Вироби з гарячекатаних конструкційних сталей. Технічні умови постачання термомеханічних катаних зварювальних дрібнозернистих конструкційних сталей

EN 10025-5:2004 Вироби з гарячекатаних конструкційних сталей. Технічні умови постачання конструкційних сталей підвищеної стійкості до атмосферної корозії

## **1 GENERAL**

### **1.1 SCOPE**

(1) This part of EN 1993 gives design methods for the design of joints subject to predominantly static loading using steel grades S235, S275, S355 and S460.

### **1.2 NORMATIVE REFERENCES**

This European Standard incorporates by dated or undated reference, provisions from other publications. These normative references are cited at the appropriate places in the text and the publications are listed hereafter. For dated references, subsequent amendments to or revisions of any of these publications apply to this European Standard, only when incorporated in it by amendment or revision. For undated references the latest edition of the publication referred to applies (including amendments)

#### **1.2.1 Reference Standards, Group 1: Weldable structural steels**

EN 10025-1:2004 Hot rolled products of structural steels. General technical delivery conditions

EN 10025-2:2004 Hot rolled products of structural steels. Technical delivery conditions for non-alloy structural steels

EN 10025-3:2004 Hot rolled products of structural steels. Technical delivery conditions for normalized/normalized rolled weldable fine grain structural steels

EN 10025-4:2004 Hot rolled products of structural steels. Technical delivery conditions for thermomechanical rolled weldable fine grain structural steels

EN 10025-5:2004 Hot rolled products of structural steels. Technical delivery conditions for structural steels with improved atmospheric corrosion resistance

EN 10025-6:2004 Вироби з гарячекатаних конструкційних сталей. Технічні умови постачання листового прокату з високоміцних сталей, загартованих із наступним відпуском

### **1.2.2 Стандарти, на які посилаються, група 2: Допуски, розміри та технічні умови поставки**

EN 10025-6:2004 Листовий прокат з гарячекатаної сталі товщиною 3 мм та більше. Допуски щодо розмірів, форми та маси

EN 10034:1993 Двотаври з конструкційної сталі. Допуски щодо форми та розмірів

EN 10051:1991 Неперервно гарячекатаний без покриття листовий прокат та смуги з нелегованих та легуваних сталей. Допуски щодо розмірів та форми

EN 10055:1995 Таври сталеві гарячекатані рівнополичні з заокругленим сполученням полиць зі стінкою та заокругленою кромкою полиць – розміри та допуски щодо форми та розмірів

EN 10056-1:1995 Кутики рівнополичні та нерівнополичні з конструкційної сталі. Частина 1: Розміри

EN 10056-2:1993 Кутики рівнополичні та нерівнополичні з конструкційної сталі. Частина 2: Допуски щодо форми та розмірів

EN 10164:1993 Сталеві вироби з покращеними деформаційними властивостями в напрямку, перпендикулярному до поверхні виробу. Технічні умови поставки

### **1.2.3 Стандарти, на які посилаються, група 3: Конструктивні замкнуті профілі**

EN 10164:1993 Холодноформовані зварні конструкційні замкнуті профілі з нелегованих та дрібнозернистих сталей. Частина 1: Технічні умови поставки

EN 10219-2:1997 Холодноформовані зварні конструкційні замкнуті профілі з нелегованих та дрібнозернистих сталей. Частина 2: Допуски, розміри та характеристики перерізів

EN 10025-6:2004 Hot rolled products of structural steels. Technical delivery conditions for flat products of high yield strength structural steels in quenched and tempered condition

### **1.2.2 Reference Standards, Group 2: Tolerances, dimensions and technical delivery conditions**

EN 10029:1991 Hot rolled steel plates 3 mm thick or above – Tolerances on dimensions, shape and mass

EN 10034:1993 Structural steel I- and H-sections – Tolerances on shape and dimensions

EN 10051:1991 Continuously hot-rolled uncoated plate, sheet and strip of non-alloy and alloy steels – Tolerances on dimensions and shape

EN 10055:1995 Hot rolled steel equal flange tees with radiused root and toes – Dimensions and tolerances on shape and dimensions

EN 10056-1:1995 Structural steel equal and unequal leg angles – Part 1: Dimensions

EN 10056-2:1993 Structural steel equal and unequal leg angles – Part 2: Tolerances on shape and dimensions

EN 10164:1993 Steel products with improved deformation properties perpendicular to the surface of the product – Technical delivery conditions

### **1.2.3 Reference Standards, Group 3: Structural hollow sections**

EN 10219-1:1997 Cold formed welded structural hollow sections of non-alloy and fine grain steels – Part1: Technical delivery requirements

EN 10219-2:1997 Cold formed welded structural hollow sections of non-alloy and fine grain steels – Part 2: Tolerances, dimensions and sectional properties

EN 10210-1:1994 Гарячесформовані конструкційні замкнуті профілі з нелегованих та дрібнозернистих конструкційних сталей. Частина 1: Технічні умови поставки

EN 10210-2:1997 Гарячесформовані конструкційні замкнуті профілі з нелегованих та дрібнозернистих конструкційних сталей. Частина 2: Допуски, розміри та характеристики перерізів

#### **1.2.4 Стандарти, на які посилаються, група 4: Болти, гайки та шайби**

EN 14399-1:2002 Високоміцні конструкційні болтові з'єднання з попереднім напруженням. Частина 1: Загальні вимоги

EN 14399-2:2002 Високоміцні конструкційні болтові з'єднання з попереднім напруженням. Частина 2: Випробування придатності для попереднього напруження

EN 14399-3:2002 Високоміцні конструкційні болтові з'єднання з попереднім напруженням. Частина 3: Система HR. Шестигранні болтові та гайкові комплекти

EN 14399-4:2002 Високоміцні конструкційні болтові з'єднання з попереднім напруженням. Частина 4: Система HV. Шестигранні болтові та гайкові комплекти

EN 14399-5:2002 Високоміцні конструкційні болтові з'єднання з попереднім напруженням. Частина 5: Плоскі шайби для системи HR

EN 14399-6:2002 Високоміцні конструкційні болтові з'єднання з попереднім навантаженням. Частина 6: Плоскі шайби з фаскою для систем HR та HV

EN ISO 898-1:1999 Механічні властивості кріпильних деталей з вуглецевої та легованої сталі. Частина 1: Болти, гвинти та штифти (ISO 898-1:1999)

EN 20898-2:1993 Механічні властивості кріпильних деталей з вуглецевої та легованої сталі. Частина 2: Гайки високоміцні. Різь з великим кроком (ISO 898-2:1992)

EN 10210-1:1994 Hot finished structural hollow sections of non-alloy and fine grain structural steels – Part 1: Technical delivery requirements

EN 10210-2:1997 Hot finished structural hollow sections of non-alloy and fine grain structural steels – Part 2: Tolerances, dimensions and sectional properties

#### **1.2.4 Reference Standards, Group 4: Bolts, nuts and washers**

EN 14399-1:2002 High strength structural bolting for preloading – Part 1: General Requirements

EN 14399-2:2002 High strength structural bolting for preloading – Part 2: Suitability Test for preloading

EN 14399-3:2002 High strength structural bolting for preloading – Part 3: System HR - Hexagon bolt and nut assemblies

EN 14399-4:2002 High strength structural bolting for preloading – Part 4: System HV - Hexagon bolt and nut assemblies

EN 14399-5:2002 High strength structural bolting for preloading – Part 5: Plain washers for system HR

EN 14399-6:2002 High strength structural bolting for preloading – Part 6: Plain chamfered washers for systems HR and HV

EN ISO 898-1:1999 Mechanical properties of fasteners made of carbon steel and alloy steel – Part 1: Bolts, screws and studs (ISO 898-1:1999)

EN 20898-2:1993 Mechanical properties of fasteners – Part 2: Nuts with special proof load values – Coarse thread (ISO 898-2:1992)



EN ISO 2320:1997 Сталеві шестигранні контргайки. Механічні та експлуатаційні вимоги (ISO 2320:1997)

EN ISO 4014:2000 Болти з шестигранною головкою. Вироби класів точності А та В (ISO 4014:1999)

EN ISO 4016:2000 Болти з шестигранною головкою. Вироби сорту точності С (ISO 4016:1999)

EN ISO 4017:2000 Гвинти з шестигранною головкою. Вироби класів точності А та В (ISO 4017:1999)

EN ISO 4018:2000 Гвинти з шестигранною головкою. Вироби сорту точності С (ISO 4018:1999)

EN ISO 4032:2000 Шестигранні гайки, тип 1. Вироби сортів А та В (ISO 4032:1999)

EN ISO 4033:2000 Шестигранні гайки, тип 2. Вироби класів точності А та В (ISO 4033:1999)

EN ISO 4034:2000 Шестигранні гайки. Вироби сорту точності С (ISO 4034:1999)

EN ISO 7040:1997 Шестигранні контргайки (з неметалевою вставкою), тип 1. Вироби класів міцності 5, 8 та 10

EN ISO 7042:1997 Шестигранні суцільно металеві контргайки, тип 2. Вироби класів міцності 5, 8, 10 та 12

EN ISO 7719:1997 Шестигранні контргайки суцільно металеві, тип 1. Вироби класів міцності 5, 8 та 10

ISO 286-2:1988 Система допусків та посадок ISO. Таблиці стандартних класів точності та граничних відхилень для отворів та валів

ISO 1891:1979 Болти, гвинти, гайки та комплектуючі. Термінологія та номенклатура. Видання трьома мовами

EN ISO 7089:2000 Плоскі шайби. Номінальна серія. Вироби класу А

EN ISO 2320:1997 Prevailing torque type steel hexagon nuts – Mechanical and performance requirements (ISO 2320:1997)

EN ISO 4014:2000 Hexagon head bolts – Product grades A and B (ISO 4014:1999)

EN ISO 4016:2000 Hexagon head bolts – Product grade C (ISO 4016:1999)

EN ISO 4017:2000 Hexagon head screws – Product grades A and B (ISO 4017:1999)

EN ISO 4018:2000 Hexagon head screws – Product grade C (ISO 4018:1999)

EN ISO 4032:2000 Hexagon nuts, style 1 – Product grades A and B (ISO 4032:1999)

EN ISO 4033:2000 Hexagon nuts, style 2 – Product grades A and B (ISO 4033:1999)

EN ISO 4034:2000 Hexagon nuts – Product grade C (ISO 4034:1999)

EN ISO 7040:1997 Prevailing torque hexagon nuts (with non-metallic insert), style 1 – Property classes 5, 8 and 10

EN ISO 7042:1997 Prevailing torque all-metal hexagon nuts, style 2 – Property classes 5, 8, 10 and 12

EN ISO 7719:1997 Prevailing torque type all-metal hexagon nuts, style 1 – Property classes 5, 8 and 10

ISO 286– 2:1988 ISO system of limits and fits – Part 2: Tables of standard tolerance grades and limit deviations for hole and shafts

ISO 1891:1979 Bolts, screws, nuts and accessories – Terminology and nomenclature – Trilingual edition

EN ISO 7089:2000 Plain washers – Nominal series – Product grade A

EN ISO 7090:2000 Плоскі шайби з фаскою. Нормальна серія. Вироби класу А

EN ISO 7091:2000 Плоскі шайби. Нормальна серія. Вироби класу С

EN ISO 10511:1997 Шестигранні тонкі контргайки (з неметалевою вставкою)

EN ISO 10512:1997 Шестигранні тонкі контргайки, тип 1, з метричним дрібним кроком різі. Вироби класів міцності 6, 8 та 10

EN ISO 10513:1997 Шестигранні суцільно металеві контргайки, тип 2, з метричним дрібним кроком різі. Вироби класів міцності 8, 10 та 12.

### **1.2.5 Стандарти, на які посилаються, група 5: Зварювальні матеріали та зварювання**

EN 12345:1998 Зварювання. Багатомовні терміни зварних з'єднань з ілюстраціями. Вересень 1998 р.

EN ISO 14555:1998 Зварювання. Дугове зварювання металевих стрижнів. Травень 1995 р.

EN ISO 13918:1998 Зварювання. Штифти для дугового зварювання стрижнів. Січень 1997 р.

EN 288-3:1992 Технічні вимоги та затвердження зварювальних процесів для металевих матеріалів. Частина 3: Випробування режиму дугового зварювання сталей. 1992 р.

EN ISO 5817:2003 З'єднання сталі дуговим зварюванням. Інструкція з рівнів якості в залежності від дефектів.

### **1.2.6 Стандарти, на які посилаються, група 6: Заклепки**

ПРИМІТКА. Інформація може бути наведена у Національному додатку.

### **1.2.7 Стандарти, на які посилаються, група 7: Виготовлення сталевих конструкцій**

EN 1090-2 Вимоги до виготовлення сталевих конструкцій

EN ISO 7090:2000 Plain washers, chamfered – Normal series – Product grade A

EN ISO 7091:2000 Plain washers – Normal series – Product grade C

EN ISO 10511:1997 Prevailing torque type hexagon thin nuts (with non-metallic insert)

EN ISO 10512:1997 Prevailing torque type hexagon nuts thin nuts, style 1, with metric fine pitch thread – Property classes 6, 8 and 10

EN ISO 10513:1997 Prevailing torque type all-metal hexagon nuts, style 2, with metric fine pitch thread – Property classes 8, 10 and 12

### **1.2.5 Reference Standards, Group 5: Welding consumable and welding**

EN 12345:1998 Welding-Multilingual terms for welded joints with illustrations. September 1998.

EN ISO 14555:1998 Welding-Arc stud welding of metallic materials. May 1995

EN ISO 13918:1998 Welding-Studs for arc stud welding-January 1997

EN 288-3:1992 Specification and approval of welding procedures for metallic materials. Part 3: Welding procedure tests for arc welding of steels. 1992

EN ISO 5817:2003 Arc-welded joints in steel – Guidance for quality levels for imperfections

### **1.2.6 Reference Standards, Group 6: Rivets**

NOTE: Information may be given in the National Annex.

### **1.2.7 Reference Standard, Group 7: Execution of steel structures**

EN 1090-2 Requirements for the execution of steel structures

### **1.3 РІЗНИЦЯ МІЖ ПРИНЦИПАМИ ТА ПРАВИЛАМИ ЗАСТОСУВАННЯ**

(1) Див. EN 1990, 1.4.

### **1.4 ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ**

(1) Застосовуються наступні терміни та визначення:

#### **1.4.1 основний компонент (вузла)**

Частина вузла, що впливає на одну або більше його конструктивних властивостей.

#### **1.4.2 з'єднання**

Місце, в якому кріпляться два або більше елементів. При розрахунку з'єднання – це група основних компонентів, необхідних для розуміння роботи з'єднання в процесі передачі відповідних внутрішніх зусиль та моментів.

#### **1.4.3 приєднаний елемент**

Будь-який елемент, приєднаний до несучого елемента.

#### **1.4.4 вузол**

Область сполучення двох або більше елементів. При розрахунку вузлом є група усіх основних компонентів, необхідних для розуміння роботи вузла в процесі передачі відповідних внутрішніх сил та моментів між з'єднаними елементами. Вузол сполучення балки з колоною складається з ділянки стінки колони та одного (при односторонній конфігурації вузла) або двох (при двосторонній конфігурації вузла) з'єднань, див. рисунок 1.1.

#### **1.4.5 конфігурація вузла**

Тип або компонування вузла або вузлів у межах області перетину двох або більше осей сполучених елементів, див. рисунок 1.2.

#### **1.4.6 поворотна здатність**

Граничний кут повороту вузла, при якому забезпечено заданий рівень несучої здатності.

### **1.3 DISTINCTION BETWEEN PRINCIPLES AND APPLICATION RULES**

(1) The rules in EN 1990 clause 1.4 apply.

### **1.4 TERMS AND DEFINITIONS**

(1) The following terms and definitions apply:

#### **1.4.1 basic component (of a joint)**

Part of a joint that makes a contribution to one or more of its structural properties.

#### **1.4.2 connection**

Location at which two or more elements meet. For design purposes it is the assembly of the basic components required to represent the behaviour during the transfer of the relevant internal forces and moments at the connection.

#### **1.4.3 connected member**

Any member that is joined to a supporting member or element.

#### **1.4.4 joint**

Zone where two or more members are interconnected. For design purposes it is the assembly of all the basic components required to represent the behavior during the transfer of the relevant internal forces and moments between the connected members. A beam-to-column joint consists of a web panel and either one connection (single sided joint configuration) or two connections (double sided joint configuration), see Figure 1.1.

#### **1.4.5 joint configuration**

Type or layout of the joint or joints in a zone within which the axes of two or more interconnected members intersect, see Figure 1.2.

#### **1.4.6 rotational capacity**

The angle through which the joint can rotate for a given resistance level without failing.

### 1.4.7 поворотна жорсткість

Момент, що спричиняє одиничний поворот вузла.

### 1.4.8 конструктивні властивості

Опір внутрішнім зусиллям та моментам у з'єднаних елементах, поворотна жорсткість та поворотна здатність.

### 1.4.9 плоский вузол

У ґратчастих конструкціях плоский вузол з'єднує елементи, що знаходяться в одній площині.

### 1.4.7 rotational stiffness

The moment required to produce unit rotation in a joint.

### 1.4.8 structural properties (of a joint)

Resistance to internal forces and moments in the connected members, rotational stiffness and rotation capacity.

### 1.4.9 uniplanar joint

In a lattice structure a uniplanar joint connects members that are situated in a single plane.

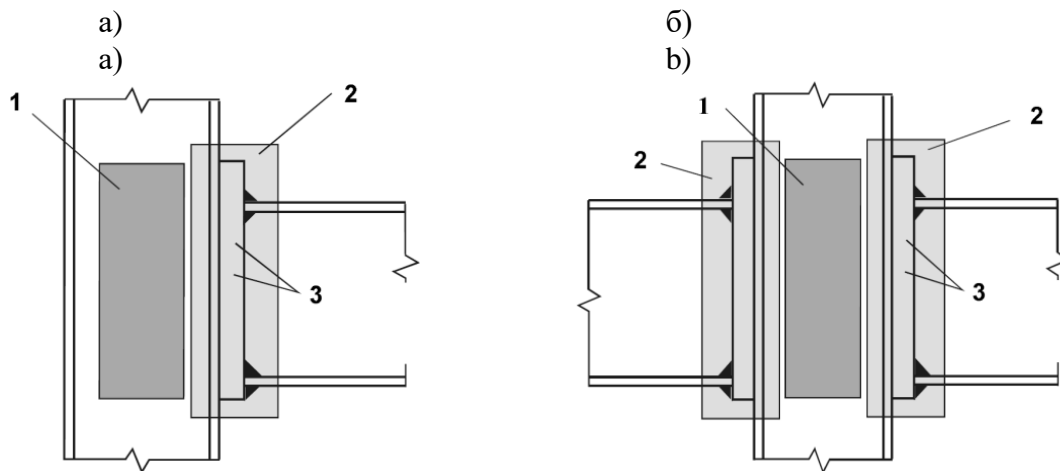


Рисунок 1.1 Складові частини вузла сполучення балки з колоною  
Figure 1.1 Parts of a beam-to-column joint configuration

Вузол складається з ділянки стінки колони, що працює на зсув, і з'єднання.

Joint = web panel in shear + connection

Лівий вузол складається з ділянки стінки колони, що працює на зсув, і лівого з'єднання.

Left joint = web panel in shear + left connection

Правий вузол складається з ділянки стінки колони, що працює на зсув, і правого з'єднання

Right joint = web panel in shear + right connection

а) Одностороння конфігурація вузла;

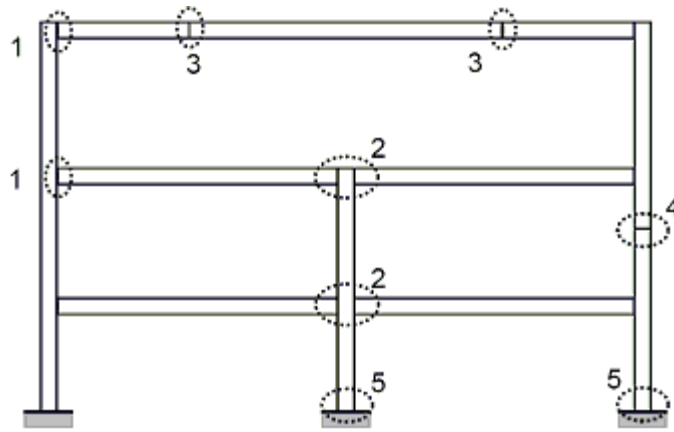
a) Single-sided joint configuration

б) Двостороння конфігурація вузла

b) Double-sided joint configuration

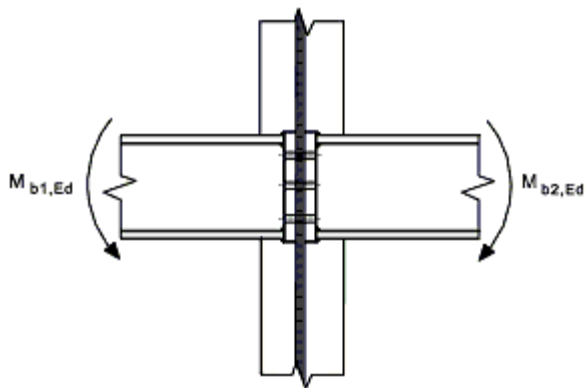
1 – ділянка стінки колони, що працює на зсув;  
2 – з'єднання; 3 – компоненти (наприклад болти, фланець)

1 — web panel in shear, 2 connection, 3 components (e.g. bolts, endplate)



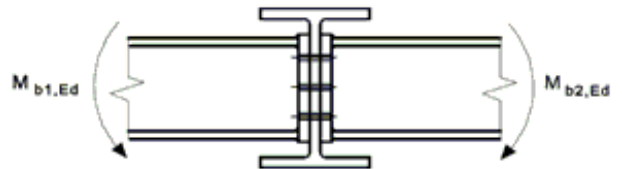
- 1 одностороннє з'єднання балки з колоною;
- 2 двостороннє з'єднання балки з колоною;
- 3 стик балок;
- 4 стик колон;
- 5 база колони
- 1 Single-sided beam-to-column joint configuration;
- 2 Double-sided beam-to-column joint configuration;
- 3 Beam splice;
- 4 Column splice;
- 5 Column base.

а) Конфігурація вузла по головній осі;  
 a) Major-axis joint configurations



Конфігурація двостороннього з'єднання балки з колоною  
 Double-sided beam-to-column joint configuration

б) Конфігурація вузла по другорядній осі (застосовується тільки при рівності моментів  $M_{b1,Ed} = M_{b2,Ed}$ )  
 b) Minor-axis joint configurations (to be used only for balanced moments  $M_{b1,Ed} = M_{b2,Ed}$ )



Конфігурація двостороннього з'єднання балки з балкою  
 Double-sided beam-to-beam joint configuration

Рисунок 1.2 Конфігурації вузлів  
 Figure 1.2 Joint configurations

## 1.5 ПОЗНАЧЕННЯ

(1) У цьому нормативному документі використовуються наступні позначення:

$d$  – номінальний діаметр болта, штифта або кріпильної деталі;

## 1.5 SYMBOLS

(1) The following symbols are used in this Standard:

$d$  is the nominal bolt diameter, the diameter of the pin or the diameter of the fastener;

$d_0$  – діаметр отвору для болта, заклепки або штифта;

$d_{0,t}$  – розмір отвору, що знаходиться на розтягненій поверхні, зазвичай – діаметр отвору, але для овальних отворів, розташованих перпендикулярно до розтягнутої поверхні, потрібно використовувати їх довжину;

$d_{0,v}$  – розмір отвору, що знаходиться на площині зсуву, зазвичай – діаметр отвору, але для овальних отворів, розташованих паралельно площині зсуву, потрібно використовувати їх довжину;

$d_c$  – повна висота стінки колони;

$d_m$  – середнє значення відстаней між краями та гранями головки болта або гайки, що приймається за меншим зі значень;

$f_{H,Rd}$  – розрахункове значення тиску за Герцем;

$f_{ur}$  – вказана межа міцності заклепки на розтяг;

$e_1$  – відстань від центра кріпильного отвору до прилеглого краю будь-якої частини, виміряна в напрямку передачі навантаження, див. рисунок 3.1;

$e_2$  – відстань від центра кріпильного отвору до прилеглої кромки будь-якої частини, виміряна під прямим кутом до напрямку передачі навантаження, див. рисунок 3.1;

$e_3$  – відстань від осі овального отвору до прилеглого краю або кромки будь-якої частини, див. рисунок 3.1;

$e_4$  – відстань від центра кінцевого радіуса овального отвору до прилеглого краю чи кінця будь-якої частини, див. рисунок 3.1;

$l_{eff}$  – ефективна довжина кутового зварного шва;

$n$  – кількість поверхонь тертя або кріпильних отворів, розташованих у площині зсуву;

$p_1$  – відстань між центрами кріпильних деталей ряду в напрямку передачі навантаження, див. рисунок 3.1;

$d_0$  is the hole diameter for a bolt, a rivet or a pin;

$d_{0,t}$  is the hole size for the tension face, generally the hole diameter, but for a slotted holes perpendicular to the tension face the slot length should be used;

$d_{0,v}$  is the hole size for the shear face, generally the hole diameter, but for slotted holes parallel to the shear face the slot length should be used;

$d_c$  is the clear depth of the column web;

$d_m$  is the mean of the across points and across flats dimensions of the bolt head or the nut, whichever is smaller;

$f_{H,Rd}$  is the design value of the Hertz pressure;

$f_{ur}$  is the specified ultimate tensile strength of the rivet;

$e_1$  is the end distance from the centre of a fastener hole to the adjacent end of any part, measured in the direction of load transfer, see Figure 3.1;

$e_2$  is the edge distance from the centre of a fastener hole to the adjacent edge of any part, measured at right angles to the direction of load transfer, see Figure 3.1;

$e_3$  is the distance from the axis of a slotted hole to the adjacent end or edge of any part, see Figure 3.1;

$e_4$  is the distance from the centre of the end radius of a slotted hole to the adjacent end or edge of any part, see Figure 3.1;

$l_{eff}$  is the effective length of fillet weld;

$n$  is the number of the friction surfaces or the number of fastener holes on the shear face;

$p_1$  is the spacing between centres of fasteners in a line in the direction of load transfer, see Figure 3.1;

$p_{1,0}$  – відстань між центрами кріпильних деталей крайнього ряду в напрямку передачі навантаження, див. рисунок 3.1;

$p_{1,i}$  – відстань між центрами кріпильних деталей середнього ряду в напрямку передачі навантаження, див. рисунок 3.1;

$p_2$  – відстань, виміряна перпендикулярно до напрямку передачі навантаження між прилеглими рядами кріпильних деталей, див. рисунок 3.1;

$r$  – номер ряду болтів;

ПРИМІТКА. В болтовому з'єднанні з більш ніж одним рядом розтягнутих болтів ряди нумеруються починаючи з ряду, найбільш віддаленого від центра стиску.

$s_s$  – довжина жорсткої опори;

$t_a$  – товщина кутової кріпильної скоби;

$t_{fc}$  – товщина полиці колони;

$t_p$  – товщина пластини під болтом або гайкою;

$t_w$  – товщина стінки або кріпильної скоби;

$t_{wc}$  – товщина стінки колони;

$A$  – загальна площа поперечного перерізу болта;

$A_0$  – площа отвору під заклепку;

$A_{vc}$  – площа зсуву колони, див. EN 1993-1-1;

$A_s$  – площа розтягнутого болта або анкерного болта;

$A_{v,eff}$  – ефективна площа зсуву;

$B_{p,Rd}$  – розрахункова несуча здатність головки болта або гайки на відрив при зсуві;

$E$  – модуль пружності;

$F_{p,Cd}$  – розрахункове зусилля попереднього напруження;

$F_{t,Ed}$  – розрахункове зусилля розтягу на один болт у граничному стані;

$p_{1,0}$  is the spacing between centres of fasteners in an outer line in the direction of load transfer, see Figure 3.1;

$p_{1,i}$  is the spacing between centres of fasteners in an inner line in the direction of load transfer, see Figure 3.1;

$p_2$  is the spacing measured perpendicular to the load transfer direction between adjacent lines of fasteners, see Figure 3.1;

$r$  is the bolt row number;

NOTE: In a bolted connection with more than one bolt-row in tension, the bolt-rows are numbered starting from the bolt-row furthest from the centre of compression.

$s_s$  the length of stiff bearing;

$t_a$  is the thickness of the angle cleat.

$t_{fc}$  is the thickness of the column flange;

$t_p$  is the thickness of the plate under the bolt or the nut;

$t_w$  is the thickness of the web or bracket;

$t_{wc}$  is the thickness of the column web;

$A$  is the gross cross-section area of bolt;

$A_0$  is the area of the rivet hole;

$A_{vc}$  is the shear area of the column, see EN 1993-1-1;

$A_s$  is the tensile stress area of the bolt or of the anchor bolt;

$A_{v,eff}$  is the effective shear area;

$B_{p,Rd}$  is the design punching shear resistance of the bolt head and the nut

$E$  is the elastic modulus;

$F_{p,Cd}$  is the design preload force;

$F_{t,Ed}$  is the design tensile force per bolt for the ultimate limit state;

$F_{t,Rd}$  – розрахункова несуча здатність одного болта на розтяг;

$F_{T,Rd}$  – несуча здатність на розтяг полиці еквівалентного Т-подібного елемента;

$F_{v,Rd}$  – розрахункова несуча здатність одного болта на зсув;

$F_{b,Rd}$  – розрахункова несуча здатність одного болта на зминання;

$F_{s,Rd,ser}$  – розрахункова несуча здатність одного болта при зсуві поверхонь у граничному стані за експлуатаційною придатністю;

$F_{s,Rd}$  – розрахункова несуча здатність одного болта при зсуві поверхонь у граничному стані за несучою здатністю;

$F_{v,Ed,ser}$  – розрахункове зусилля в граничному стані за експлуатаційною придатністю на один болт;

$F_{v,Ed}$  – розрахункове зусилля в граничному стані за несучою здатністю на один болт;

$M_{j,Rd}$  – розрахункова несуча здатність вузла на згин;

$S_j$  – поворотна жорсткість вузла;

$S_{j,ini}$  – початкова поворотна жорсткість вузла;

$V_{wp,Rd}$  – несуча здатність ділянки стінки колони на зсув у пластичній стадії;

$z$  – плече внутрішньої пари сил;

$\mu$  – коефіцієнт тертя;

$\phi$  – кут повороту вузла.

(2) У розділі 7 використовуються наступні терміни:

кругла труба: для позначення елементів замкнутого профілю круглого перерізу;

прямокутна труба: для позначення елементів замкнутого профілю прямокутного та квадратного перерізів.

$F_{t,Rd}$  is the design tension resistance per bolt;

$F_{T,Rd}$  is the tension resistance of an equivalent T-stub flange;

$F_{v,Rd}$  is the design shear resistance per bolt;

$F_{b,Rd}$  is the design bearing resistance per bolt;

$F_{s,Rd,ser}$  is the design slip resistance per bolt at the serviceability limit state;

$F_{s,Rd}$  is the design slip resistance per bolt at the ultimate limit state;

$F_{v,Ed,ser}$  is the design shear force per bolt for the serviceability limit state;

$F_{v,Ed}$  is the design shear force per bolt for the ultimate limit state;

$M_{j,Rd}$  is the design moment resistance of a joint;

$S_j$  is the rotational stiffness of a joint;

$S_{j,ini}$  is the initial rotational stiffness of a joint;

$V_{wp,Rd}$  the plastic shear resistance of a column web panel;

$z$  is the lever arm;

$\mu$  is the slip factor;

$\phi$  is the rotation of a joint.

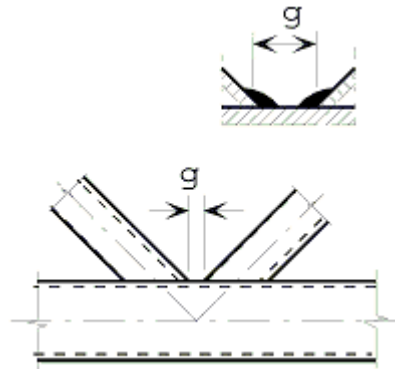
(2) The following standard abbreviations for hollow sections are used in section 7:

CHS for “circular hollow section”;

RHS for “rectangular hollow section”, which in this context includes square hollow sections.

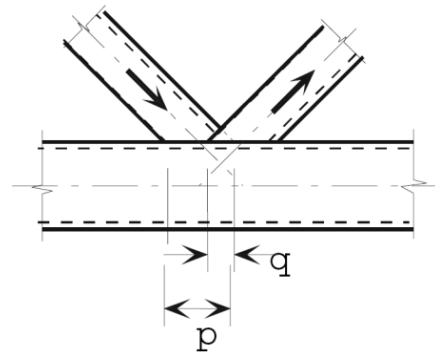


зазор  $g$   
Gap  $g$



а) визначення зазору  
(a) definition of gap

коефіцієнт напуску  $\lambda_{ov} = (q/p) \cdot 100\%$   
overlap ratio



б) визначення напуску  
(b) definition of overlap

Рисунок 1.3 Вузли з зазором і напуском стрижнів решітки між собою  
Figure 1.3 Gap and overlap joints

(3) У розділі 7 використовуються наступні позначення:

$A_i$  – площа поперечного перерізу  $i$ -го елемента ( $i = 0, 1, 2$  або  $3$ );

$A_v$  – площа зсуву поясу;

$A_{v,eff}$  – ефективна площа зсуву поясу;

$L$  – конструктивна довжина елемента;

$M_{ip,i,Rd}$  – розрахункове значення несучої здатності вузла, виражене через внутрішній момент в площині  $i$ -го елемента ( $i = 0, 1, 2$  або  $3$ );

$M_{ip,i,Ed}$  – розрахункове значення внутрішнього моменту в площині  $i$ -го елемента ( $i = 0, 1, 2$  або  $3$ );

$N_{i,Rd}$  – розрахункове значення несучої здатності вузла, виражене через внутрішнє осьове зусилля  $i$ -го елемента ( $i = 0, 1, 2$  або  $3$ );

$N_{i,Ed}$  – розрахункове значення внутрішнього осьового зусилля  $i$ -го елемента ( $i = 0, 1, 2$  або  $3$ );

$W_{el,i}$  – момент опору перерізу  $i$ -го елемента у пружній стадії ( $i = 0, 1, 2$  або  $3$ );

$W_{pl,i}$  – момент опору перерізу  $i$ -го елемента у пластичній стадії ( $i = 0, 1, 2$  або  $3$ );

$b_i$  – загальна ширина з площини  $i$ -го елемента прямокутної труби ( $i = 0, 1, 2$  або  $3$ );

(3) The following symbols are used in section 7:

$A_i$  is the cross-sectional area of member  $i$  ( $i = 0, 1, 2$  or  $3$ );

$A_v$  is the shear area of the chord;

$A_{v,eff}$  is the effective shear area of the chord;

$L$  is the system length of a member;

$M_{ip,i,Rd}$  is the design value of the resistance of the joint, expressed in terms of the in-plane internal moment in member  $i$  ( $i = 0, 1, 2$  or  $3$ );

$M_{ip,i,Ed}$  is the design value of the in-plane internal moment in member  $i$  ( $i = 0, 1, 2$  or  $3$ );

$N_{i,Rd}$  is the design value of the resistance of the joint, expressed in terms of the internal axial force in member  $i$  ( $i = 0, 1, 2$  or  $3$ );

$N_{i,Ed}$  is the design value of the internal axial force in member  $i$  ( $i = 0, 1, 2$  or  $3$ );

$W_{el,i}$  is the elastic section modulus of member  $i$  ( $i = 0, 1, 2$  or  $3$ );

$W_{pl,i}$  is the plastic section modulus of member  $i$  ( $i = 0, 1, 2$  or  $3$ );

$b_i$  is the overall out-of-plane width of RHS member  $i$  ( $i = 0, 1, 2$  or  $3$ );

$b_{eff}$  – ефективна ширина стрижня решітки у місці кріплення до поясу;

$b_{e,ov}$  – ефективна ширина перекриваючого стрижня решітки у вузлі з напуском;

$b_{e,p}$  – ефективна ширина при відриві з зсувом;

$b_p$  – ширина пластини;

$b_w$  – ефективна ширина стінки поясу;

$d_i$  – зовнішній діаметр  $i$ -го елемента з круглої труби ( $i = 0, 1, 2$  або  $3$ );

$d_w$  – висота стінки двотаврового елемента поясу;

$e$  – ексцентриситет у вузлі;

$f_b$  – розрахунковий опір при перевірці стійкості стінки поясу;

$f_{yi}$  – межа текучості  $i$ -го елемента ( $i = 0, 1, 2$  або  $3$ );

$f_{y0}$  – межа текучості елемента поясу;

$g$  – зазор між стрижнями решітки в К- або N-подібних вузлах (від'ємне значення  $g$  позначає напуск  $q$ ); зазор  $g$  вимірюється вздовж довжини зв'язуючої грані поясу між стінками суміжних стрижнів решітки, див. рисунок 1.3;

$h_i$  – загальна висота в площині поперечного перерізу  $i$ -го елемента ( $i = 0, 1, 2$  або  $3$ );

$k$  – коефіцієнт, що визначається за відповідною таблицею з нижніми індексами  $g, m, n$  або  $p$ ;

$l$  – розрахункова довжина елемента при поздовжньому згині;

$p$  – довжина проекції контактної площини перекриваючого стрижня решітки на поверхню поясу при відсутності стрижня решітки, що перекривається, див. рисунок 1.3 (б);

$b_{eff}$  is the effective width for a brace member to chord connection;

$b_{e,ov}$  is the effective width for an overlapping brace to overlapped brace connection;

$b_{e,p}$  is the effective width for punching shear;

$b_p$  is the width of a plate;

$b_w$  is the effective width for the web of the chord;

$d_i$  is the overall diameter of CHS member  $i$  ( $i = 0, 1, 2$  or  $3$ );

$d_w$  is the depth of the web of an I or H section chord member;

$e$  is the eccentricity of a joint;

$f_b$  is the buckling strength of the chord side wall;

$f_{yi}$  is the yield strength of member  $i$  ( $i = 0, 1, 2$  or  $3$ );

$f_{y0}$  is the yield strength of a chord member;

$g$  is the gap between the brace members in a K or N joint (negative values of  $g$  represent an overlap  $q$ ); the gap  $g$  is measured along the length of the connecting face of the chord, between the toes of the adjacent brace members, see Figure 1.3

$h_i$  is the overall in-plane depth of the crosssection of member  $i$  ( $i = 0, 1, 2$  or  $3$ );

$k$  is a factor defined in the relevant table, with subscript  $g, m, n$  or  $p$ ;

$l$  is the buckling length of a member;

$p$  is the length of the projected contact area of the overlapping brace member onto the face of the chord, in the absence of the overlapped brace member, see Figure 1.3(b);

$q$  – довжина напуску, виміряна вздовж грані поясу між стрижнями решітки в К- або N-подібних вузлах, див. рисунок 1.3 (б);

$r$  – радіус сполучення стінки та полки у двотавровому профілі або радіус заокруглення у замкнутому профілі прямокутного перерізу;

$t_f$  – товщина полиці двотавра;

$t_i$  – товщина стінки  $i$ -го елемента ( $i = 0, 1, 2$  або  $3$ );

$t_p$  – товщина пластини;

$t_w$  – товщина стінки двотавра;

$\alpha$  – коефіцієнт, що визначається з відповідної таблиці;

$\theta I$  – внутрішній кут між  $i$ -м стрижнем решітки та поясом ( $i = 1, 2$  або  $3$ );

$k$  – коефіцієнт, що визначається у місці його застосування;

$\mu$  – коефіцієнт, що визначається з відповідної таблиці;

$\varphi$  – кут між площинами просторового вузла.

(4) Цілочислові нижні індекси, що використовуються у розділі 7, визначаються наступним чином:

$i$  – цілочисловий індекс, що позначає елемент вузла;  $i = 0$  позначає пояс,  $i = 1, 2$  або  $3$  – стрижень решітки. У вузлах із двома стрижнями решітки  $i = 1$  зазвичай позначає стиснений стрижень, а  $i = 2$  – розтягнений, див. рисунок 1.4 (б). Для одиночного стрижня решітки  $i = 1$  незалежно від того, стиснений він чи розтягнений, див. рисунок 1.4 (а);

$i$  та  $j$  – цілочислові індекси, що використовуються для вузлів із напуском; індекс  $i$  позначає напускний стрижень решітки, а індекс  $j$  – той, що перекривається, див. рисунок 1.4 (в).

$q$  is the length of overlap, measured at the face of the chord, between the brace members in a K or N joint, see Figure 1.3(b);

$r$  is the root radius of an I or H section or the corner radius of a rectangular hollow section;

$t_f$  is the flange thickness of an I or H section;

$t_i$  is the wall thickness of member  $i$  ( $i = 0, 1, 2$  or  $3$ );

$t_p$  is the thickness of a plate;

$t_w$  is the web thickness of an I or H section;

$\alpha$  is a factor defined in the relevant table;

$\theta I$  is the included angle between brace member  $i$  and the chord ( $i = 1, 2$  or  $3$ );

$k$  is a factor defined where it occurs;

$\mu$  is a factor defined in the relevant table;

$\varphi$  is the angle between the planes in a multiplanar joint.

(4) The integer subscripts used in section 7 are defined as follows:

$i$  is an integer subscript used to designate a member of a joint,  $I = 0$  denoting a chord and  $i = 1, 2$  or  $3$  the brace members. In joints with two brace members,  $i = 1$  normally denotes the compression brace and  $i = 2$  the tension brace, see Figure 1.4(b). For a single brace  $i = 1$  whether it is subject to compression or tension, see Figure 1.4(a);

$i$  and  $j$  are integer subscripts used in overlap type joints, to denote the overlapping brace member and – to denote the overlapped brace member, see Figure 1.4(v).

(5) Відношення напружень, що використовуються в розділі 7, визначаються наступним чином:

$n$  – відношення  $\sigma_{0,Ed} / f_{y0} / \gamma_{M5}$  (для поясів із замкнутим профілем прямокутного перерізу);

$n_p$  – відношення  $\sigma_{p,Ed} / f_{y0} / \gamma_{M5}$  (для поясів із замкнутим профілем круглого перерізу);

$\sigma_{0,Ed}$  – максимальне стискальне напруження поясу у вузлі;

$\sigma_{p,Ed}$  – приймається таким, що дорівнює значенню  $\sigma_{0,Ed}$ , за винятком напруження від складових поперечних зусиль у стрижнях решітки вузла, див. рисунок 1.4.

(6) Відношення геометричних параметрів, що використовуються у розділі 7, визначаються наступним чином:

$\beta$  – відношення середнього значення діаметра або ширини стрижнів решітки до аналогічних розмірів поясу;

– для  $T$ -,  $Y$ - та  $X$ -подібних вузлів:

$$\frac{d_1}{d_0}, \frac{d_1}{b_0} \text{ або (or) } \frac{b_1}{b_0};$$

– для  $K$ - та  $N$ -подібних вузлів:

$$\frac{d_1 + d_2}{2d_0}, \frac{d_1 + d_2}{2b_0} \text{ або (or) } \frac{b_1 + b_2 + h_1 + h_2}{4b_0};$$

– для  $KT$ -подібних вузлів:

$$\frac{d_1 + d_2 + d_3}{3d_0}, \frac{d_1 + d_2 + d_3}{3b_0} \text{ або (or) } \frac{b_1 + b_2 + b_3 + h_1 + h_2 + h_3}{6b_0};$$

$\beta_p$  – відношення  $b_i / b_p$ ;

$\gamma$  – відношення ширини або діаметра поясу до подвоєної товщини стінки:

$$\frac{d_0}{2t_0}, \frac{b_0}{2t_0} \text{ або (or) } \frac{b_0}{2t_f};$$

$\eta$  – відношення висоти стрижня решітки до діаметра або ширини поясу:

$$\frac{h_i}{d_0} \text{ або (or) } \frac{b_i}{b_0}$$

$\eta_p$  – відношення  $h_i / b_p$ ;

(5) The stress ratios used in section 7 are defined as follows:

$n$  is the ratio  $\sigma_{0,Ed} / f_{y0} / \gamma_{M5}$  (used for RHS chords);

$n_p$  is the ratio  $\sigma_{p,Ed} / f_{y0} / \gamma_{M5}$  (used for CHS chords);

$\sigma_{0,Ed}$  is the maximum compressive stress in the chord at a joint;

$\sigma_{p,Ed}$  is the value of  $\sigma_{0,Ed}$  excluding the stress due to the components parallel to the chord axis of the axial forces in the braces at that joint, see Figure 1.4.

(6) The geometric ratios used in section 7 are defined as follows:

$\beta$  is the ratio of the mean diameter or width of the brace members, to that of the chord:

for  $T$ ,  $Y$  and  $X$  joints:

for  $K$  and  $N$  joints:

for  $KT$  joints:

$\beta_p$  is the ratio  $b_i / b_p$ ;

$\gamma$  is the ratio of the chord width or diameter to twice its wall thickness:

$\eta$  is the ratio of the brace member depth to the chord diameter or width:

$\eta_p$  is the ratio  $h_i / b_p$ ;

$\lambda_{ov}$  – ступінь напуску, виражена у відсотках  $\lambda_{ov} = (q/p) \cdot 100\%$ , як показано на рисунку 1.3 (б).

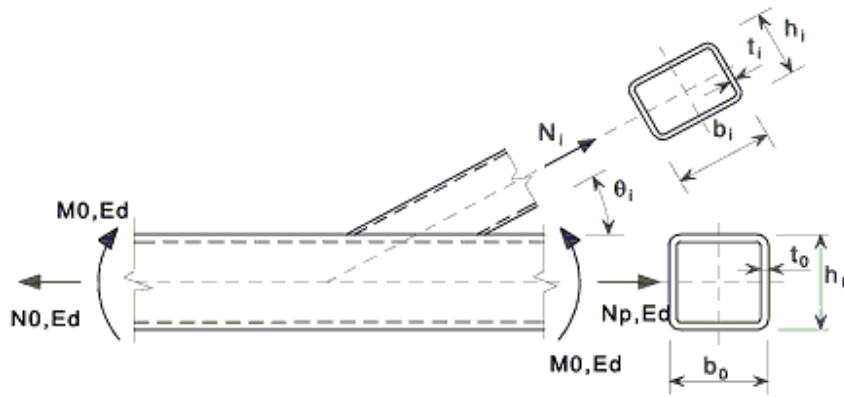
$\lambda_{ov}$  is the overlap ratio, expressed as a percentage ( $\lambda_{ov} = (q/p) \cdot 100\%$ ), as shown in figure 1.3(b).

(7) Інші позначення вказані у відповідних розділах по мірі використання.

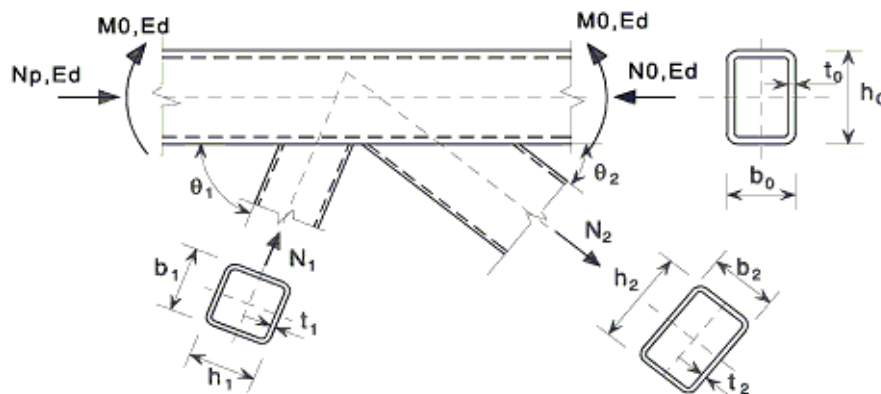
(7) Other symbols are specified in appropriate clauses when they are used.

ПРИМІТКА. Позначення для замкнутих профілів круглого перерізу наведені у таблиці 7.2.

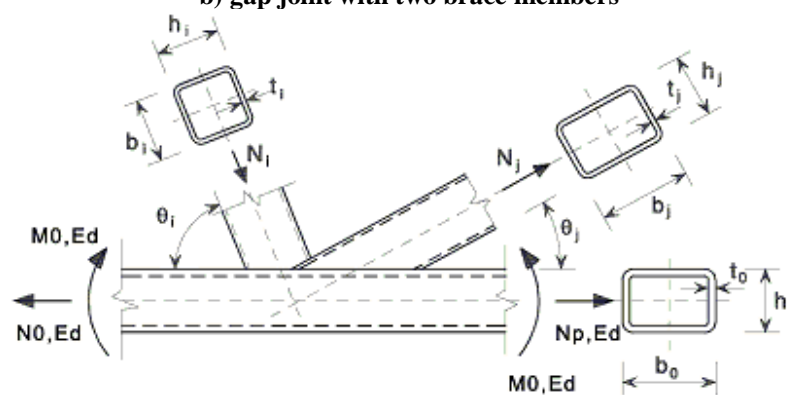
NOTE: Symbols for circular sections are given in Table 7.2.



а – вузол з одним розкосом;  
a) joint with single brace member



б – вузол з двома розкосами з зазором;  
b) gap joint with two brace members



в – вузол з двома розкосами з напуском  
c) overlap joint with two brace members

Рисунок 1.4 Геометричні розміри та інші параметри у вузлах ферм із замкнутих профілів  
Figure 1.4 Dimensions and other parameters at a hollow section lattice girder joint

## 2 ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ ЩОДО ПРОЕКТУВАННЯ

### 2.1 УМОВИ ЗАСТОСУВАННЯ

(1) Методи розрахунку, наведені у цій частині EN 1993, використовуються за умови відповідності будівельного стандарту стандартам, на які є посилання в 1.2, та застосування будівельних матеріалів та виробів, зазначених у EN 1993 або у відповідних технічних умовах на матеріали та вироби.

### 2.2 ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ

(1) Розрахункова несуча здатність усіх з'єднань повинна задовольняти усі основні вимоги, наведені у даному нормативному документі та в EN 1993-1-1.

(2) Часткові коефіцієнти безпеки  $\gamma_M$  для з'єднань наведені в таблиці 2.1

## 2 BASIS OF DESIGN

### 2.1 ASSUMPTIONS

(1) The design methods given in this part of EN 1993 assume that the standard of construction is as specified in the execution standards given in 1.2 and that the construction materials and products used are those specified in EN 1993 or in the relevant material and product specifications.

### 2.2 GENERAL REQUIREMENTS

(1) All joints should have a design resistance such that the structure is capable of satisfying all the basic design requirements given in this Standard and in EN 1993-1-1.

(2) The partial safety factors  $\gamma_M$  for joints are given in Table 2.1

Таблиця 2.1 Часткові коефіцієнти безпеки для з'єднань  
Table 2.1 Partial safety factors for joints

НЕСУЧА ЗДАТНІСТЬ ЕЛЕМЕНТІВ ТА ПОПЕРЕЧНИХ ПЕРЕРІЗІВ RESISTANCE OF MEMBERS AND CROSS SECTIONS	$\gamma_{M0}, \gamma_{M1}$ ТА $\gamma_{M2}$ , ДИВ. EN 1993-1-1
	$\gamma_{M0}, \gamma_{M1}$ AND $\gamma_{M2}$ , SEE EN 1993-1-1
НЕСУЧА ЗДАТНІСТЬ БОЛТІВ RESISTANCE OF BOLTS	$\gamma_{M2}$
НЕСУЧА ЗДАТНІСТЬ ЗАКЛЕПОК RESISTANCE OF RIVETS	
НЕСУЧА ЗДАТНІСТЬ ШТИФТІВ RESISTANCE OF PINS	
НЕСУЧА ЗДАТНІСТЬ ЗВАРНИХ ШВІВ RESISTANCE OF WELDS	
НЕСУЧА ЗДАТНІСТЬ ПЛАСТИН НА ЗМИНАННЯ RESISTANCE OF PLATES IN BEARING	
НЕСУЧА ЗДАТНІСТЬ НА ЗСУВ SLIP RESISTANCE	
У ГРАНИЧНОМУ СТАНІ ЗА НЕСУЧОЮ ЗДАТНІСТЮ (КЛАС ТОЧНОСТІ C) AT ULTIMATE LIMIT STATE (CATEGORY C)	$\gamma_{M3}$
У ГРАНИЧНОМУ СТАНІ ЗА ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЮ ПРИДАТНІСТЮ (КЛАС ТОЧНОСТІ B) AT SERVICEABILITY LIMIT STATE (CATEGORY B)	$\gamma_{M3, SER}$
НЕСУЧА ЗДАТНІСТЬ ІН'ЄКЦІЙНИХ БОЛТІВ НА ЗМИНАННЯ BEARING RESISTANCE OF AN INJECTION BOLT	$\gamma_{M4}$
НЕСУЧА ЗДАТНІСТЬ ВУЗЛІВ ФЕРМ ІЗ ЗАМКНУТИХ ПРОФІЛІВ RESISTANCE OF JOINTS IN HOLLOW SECTIONS LATTICE GIRDER	$\gamma_{M5}$
НЕСУЧА ЗДАТНІСТЬ ШТИФТІВ У ГРАНИЧНОМУ СТАНІ ЗА ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЮ ПРИДАТНІСТЮ RESISTANCE OF PINS AT SERVICEABILITY LIMIT STATE	$\gamma_{M6, SER}$

<b>ПОПЕРЕДНЄ НАПРУЖЕННЯ ВИСОКОМІЦНИХ БОЛТІВ</b> <b>PRELOAD OF HIGH STRENGTH BOLTS</b>	$\gamma_{M7}$
<b>РОЗРАХУНКОВИЙ ОПІР БЕТОНУ</b> <b>RESISTANCE OF CONCRETE</b>	$\gamma_c$ , ДИВ. EN 1992 $\gamma_c$ , SEE. EN 1992

ПРИМІТКА. Числові значення коефіцієнтів безпеки  $\gamma_M$  можуть бути визначені у Національному додатку. Рекомендуються наступні значення:  $\gamma_{M2} = 1,25$ ;  $\gamma_{M3} = 1,25$  та  $\gamma_{M3,ser} = 1,1$ ;  $\gamma_{M4} = 1,0$ ;  $\gamma_{M5} = 1,0$ ;  $\gamma_{M6,ser} = 1,0$ ;  $\gamma_{M7} = 1,1$ .

NOTE: Numerical values for  $\gamma_M$  may be defined in the National Annex. Recommended values are as follows:  $\gamma_{M2} = 1,25$ ;  $\gamma_{M3} = 1,25$  and  $\gamma_{M3,ser} = 1,1$ ;  $\gamma_{M4} = 1,0$ ;  $\gamma_{M5} = 1,0$ ;  $\gamma_{M6,ser} = 1,0$ ;  $\gamma_{M7} = 1,1$ .

### 2.3 ПРИКЛАДЕНІ СИЛИ ТА МОМЕНТИ

(1) Сили та моменти, прикладені до з'єднань у граничному стані за несучою здатністю, потрібно визначати згідно з положеннями EN 1993-1-1.

### 2.3 APPLIED FORCES AND MOMENTS

(1) The forces and moments applied to joints at the ultimate limit state should be determined according to the principles in EN 1993-1-1.

### 2.4 НЕСУЧА ЗДАТНІСТЬ З'ЄДНАНЬ

(1) Несучу здатність з'єднання потрібно визначати виходячи з несучої здатності його основних компонентів.

### 2.4 RESISTANCE OF JOINTS

(1) The resistance of a joint should be determined on the basis of the resistances of its basic components.

(2) При розрахунку з'єднань можна застосовувати лінійно-пружний або пружно-пластичний розрахунок.

(2) Linear-elastic or elastic-plastic analysis may be used in the design of joints.

(3) Якщо для сприйняття зусилля зрізу використовуються кріпильні деталі різної жорсткості, то розрахункове навантаження повинне бути сприйняте кріпильними деталями найбільшої жорсткості. Виняток із цього правила розрахунку наведено в 3.9.3.

(3) Where fasteners with different stiffnesses are used to carry a shear load the fasteners with the highest stiffness should be designed to carry the design load. An exception to this design method is given in 3.9.3.

### 2.5 РОЗРАХУНКОВІ ПРИПУЩЕННЯ

(1) З'єднання потрібно розраховувати на основі реалістичного припущення про розподіл внутрішніх зусиль та моментів. Для визначення розподілу внутрішніх зусиль використовуються наступні припущення:

### 2.5 DESIGN ASSUMPTIONS

(1) Joints should be designed on the basis of a realistic assumption of the distribution of internal forces and moments. The following assumptions should be used to determine the distribution of forces:

a) внутрішні зусилля та моменти, що приймаються при розрахунку, знаходяться у рівновазі із силами та моментами, прикладеними до з'єднань;

a) the internal forces and moments assumed in the analysis are in equilibrium with the forces and moments applied to the joints,

b) кожен елемент з'єднання може сприймати внутрішні зусилля та моменти;

b) each element in the joint is capable of resisting the internal forces and moments,

в) деформації, що відповідають прийнятому розподілу, не перевищують граничних деформацій кріпильних деталей або зварних швів та деталей, що з'єднуються;

г) припустиме розподілення внутрішніх зусиль повинне бути реалістичним по відношенню до погонних жорсткостей у межах з'єднання;

д) деформації, припустимі у будь-якій розрахунковій моделі при пружно-пластичному розрахунку, засновані на поворотах жорсткого тіла та/або на фізично можливих деформаціях у площині, та

е) кожна модель, що використовується, узгоджується з оцінкою результатів випробувань (див. EN 1990).

(2) Правила застосування, наведені в даній частині, задовольняють 2.5(1).

## **2.6 З'ЄДНАННЯ, ЩО ПРАЦЮЮТЬ НА ЗСУВ ТА ПІДДАЮТЬСЯ ДІЇ УДАРНОГО, ВІБРАЦІЙНОГО ТА/АБО ЗНАКОЗМІННОГО НАВАНТАЖЕННЯ**

(1) Якщо з'єднання, що працює на зсув, піддається ударній дії або значній вібрації, потрібно використовувати один із наступних способів з'єднання:

- зварювання;
- болти з запірним пристроєм;
- попередньо напружені болти;
- ін'єкційні болти;
- інші типи болтів, які ефективно перешкоджають зсуву з'єднаних частин;
- заклепки.

(2) Якщо в з'єднанні не допускається проковзування (при дії знакозмінного навантаження або з будь-якої іншої причини), слід застосовувати попередньо напружені болти в з'єднаннях типу В або С (див. 3.4), болти підвищеної точності (див. 3.6.1), заклепки або зварювання.

с) the deformations implied by this distribution do not exceed the deformation capacity of the fasteners or welds and the connected parts,

д) the assumed distribution of internal forces should be realistic with regard to relative stiffnesses within the joint,

е) the deformations assumed in any design model based on elastic-plastic analysis are based on rigid body rotations and/or in-plane deformations which are physically possible, and

ф) any model used is in compliance with the evaluation of test results (see EN 1990).

(2) The application rules given in this part satisfy 2.5(1).

## **2.6 JOINTS LOADED IN SHEAR SUBJECT TO IMPACT, VIBRATION AND/OR LOAD REVERSAL**

(1) Where a joint loaded in shear is subject to impact or significant vibration one of the following jointing methods should be used:

- welding
- bolts with locking devices
- preloaded bolts
- injection bolts
- other types of bolt which effectively prevent movement of the connected parts
- rivets.

(2) Where slip is not acceptable in a joint (because it is subject to reversal of shear load or for any other reason), preloaded bolts in a Category B or C connection (see 3.4), fit bolts (smпee 3.6.1), rivets or welding should be used.



(3) Для вітрових в'язей та/або в'язей, що забезпечують стійкість у з'єднаннях типу А (див. 3.4), допускається застосування болтів.

(3) For wind and/or stability bracings, bolts in Category A connections (see 3.4) may be used.

## 2.7 ЕКСЦЕНТРИСИТЕТ У ВУЗЛАХ

## 2.7 ECCENTRICITY AT INTERSECTIONS

(1) За наявності ексцентриситету у вузлі з'єднання та елементи слід розраховувати на дію сумарних моментів та сил, за винятком особливих типів конструкцій, для яких показано, що в цьому нема необхідності, див. 5.1.5.

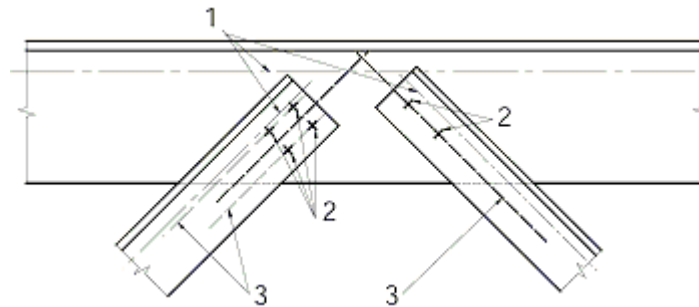
(1) Where there is eccentricity at intersections, the joints and members should be designed for the resulting moments and forces, except in the case of particular types of structures where it has been demonstrated that it is not necessary, see 5.1.5.

(2) При з'єднанні кутиків або таврів одним або двома рядами болтів слід враховувати будь-який можливий ексцентриситет, як показано в 2.7(1). Ексцентриситети в площині або із площини слід визначати, розглядаючи відносні положення центральної осі елемента та рисок у площині з'єднання (див. рисунок 2.1). Для розтягнутого одиночного кутика, прикріпленого однією полицею болтами, можна використовувати спрощений метод розрахунку, наведений в 3.10.3.

(2) In the case of joints of angles or tees attached by either a single line of bolts or two lines of bolts any possible eccentricity should be taken into account in accordance with 2.7(1). In-plane and out-of-plane eccentricities should be determined by considering the relative positions of the centroidal axis of the member and of the setting out line in the plane of the connection (see Figure 2.1). For a single angle in tension connected by bolts on one leg the simplified design method given in 3.10.3 may be used.

ПРИМІТКА. Вплив ексцентриситету на кутики, що використовуються як стиснені елементи решітки, розглянуто в ВВ 1.2 (Додаток ВВ) EN 1993-1-1.

NOTE: The effect of eccentricity on angles used as web members in compression is given in EN 1993-1-1, Annex ВВ 1.2.



1 – центральні осі; 2 – кріпильні деталі; 3 – риски

1 Centroidal axes; 2 Fasteners; 3 Setting out lines

Рисунок 2.1 Риски  
Figure 2.1 Setting out lines

## 3 З'ЄДНАННЯ НА БОЛТАХ, ЗАКЛЕПКАХ ТА ШТИФТАХ

## 3 CONNECTIONS MADE WITH BOLTS, RIVETS OR PINS

### 3.1 БОЛТИ, ГАЙКИ ТА ШАЙБИ

### 3.1 BOLTS, NUTS AND WASHERS

#### 3.1.1 Загальні положення

#### 3.1.1 General

(1) Всі болти, гайки та шайби повинні відповідати стандартам, на які є посилання у групі 4 (див. 1.2.4).

(2) Правила, наведені в даному нормативному документі, дійсні для болтів класів міцності, наведених у таблиці 3.1.

(3) Значення межі плинності  $f_{yb}$  та гранична міцність на розтяг  $f_{ub}$  для болтів класів 4.6, 4.8, 5.6, 5.8, 6.8, 8.8 та 10.9 наведені у таблиці 3.1. Ці значення слід приймати у розрахунках як характеристичні.

(1) All bolts, nuts and washers should comply with 1.2.4 Reference Standards: Group 4 (see 1.2.4)

(2) The rules in this Standard are valid for the bolt classes given in Table 3.1.

(3) The yield strength  $f_{yb}$  and the ultimate tensile strength  $f_{ub}$  for bolt classes 4.6, 4.8, 5.6, 5.8, 6.8, 8.8 and 10.9 are given in Table 3.1. These values should be adopted as characteristic values in design calculations.

**Таблиця 3.1** Номінальні значення межі плинності  $f_{yb}$  та граничної міцності на розтяг  $f_{ub}$  болтів  
**Table 3.1** Nominal values of the yield strength  $f_{yb}$  and the ultimate  $f_{ub}$  tensile

Клас міцності болта Bolt class	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	10.9
$f_{yb}$ , Н/мм <sup>2</sup> $f_{yb}$ (N/mm <sup>2</sup> )	240	320	300	400	480	640	900
$f_{ub}$ , Н/мм <sup>2</sup> $f_{ub}$ (N/mm <sup>2</sup> )	400	400	500	500	600	800	1000

ПРИМІТКА. В Національному додатку можуть бути відсутні деякі класи міцності болтів.

NOTE: The National Annex may exclude certain bolt classes.

### 3.1.2 Попередньо напружені болти

(1) Як попередньо напружені болти можуть використовуватися тільки болти класів міцності 8.8 та 10.9, що відповідають вимогам стандартів, на які є посилання у групі 4 для високоміцних конструкційних болтових з'єднань із попереднім натягом, що контролюється (див. 1.2.4), та вимогам стандартів, на які є посилання у групі 7 (див. 1.2.7).

### 3.1.2 Preloaded bolts

(1) Only bolt assemblies of classes 8.8 and 10.9 conforming to the requirements given in 1.2.4 Reference Standards: Group 4 for High Strength Structural Bolting for preloading with controlled tightening in accordance with the requirements in 1.2.7 Reference Standards: Group 7 may be used as preloaded bolts.

## 3.2 ЗАКЛЕПКИ

(1) Властивості матеріалів, розміри та допуски для сталевих заклепок повинні відповідати вимогам стандартів, на які посилається група 6 (див. 1.2.6).

## 3.2 RIVETS

(1) The material properties, dimensions and tolerances of steel rivets should comply with the requirements given in 1.2.6 Reference Standards: Group 6.

## 3.3 АНКЕРНІ БОЛТИ

(1) Для анкерних болтів можуть бути використані наступні матеріали:

– сталі марок згідно з стандартами, на які

## 3.3 ANCHOR BOLTS

(1) The following materials may be used for anchor bolts:

– Steel grades conforming to 1.2.1 Reference

посилається група 1 (див. 1.2.1);

– сталі марок згідно з стандартами, на які посилається група 4 (див. 1.2.4);

– сталі марок, що використовуються для арматурних стрижнів згідно з EN 10080 за умови, що номінальне значення межі плинності не перевищує  $640 \text{ N/mm}^2$  при роботі анкерних болтів на зріз та не більш ніж  $900 \text{ N/mm}^2$  – в інших випадках.

### **3.4 ТИПИ БОЛТОВИХ З'ЄДНАНЬ**

#### **3.4.1 З'єднання, що працюють на зсув**

(1) Болтові з'єднання, що працюють на зсув, слід розраховувати згідно з наступними типами:

а) Тип А: зрізне з'єднання

Для даного типу слід застосовувати болти класів міцності 4.6–10.9. Попереднє напруження та особливі умови для контактних поверхонь не потрібні. Розрахункове зусилля не повинно перевищувати несучої здатності на зріз, що визначається за 3.6, та на зминання, що визначається за 3.6 та 3.7;

б) Тип В: фрикційне з'єднання у граничному стані за експлуатаційною придатністю

Для даного типу слід застосовувати попередньо напружені болти згідно з 3.1.2(1). У граничному стані за експлуатаційною придатністю не повинно бути проковзування. Розрахункове зусилля зсуву в граничному стані за експлуатаційною придатністю не повинно перевищувати розрахункової несучої здатності на проковзування, визначеної за 3.9. Розрахункове зусилля зсуву не повинно перевищувати розрахункової несучої здатності на зріз, визначеної за 3.6, та на зминання, визначеної за 3.6 та 3.7;

в) Тип С: фрикційне з'єднання у граничному стані за несучою здатністю

Для даного типу слід застосовувати попередньо напружені болти згідно з

Standards: Group 1;

– Steel grades conforming to 1.2.4 Reference Standards: Group 4;

- Steel grades used for reinforcing bars conforming to EN 10080; provided that the nominal yield strength does not exceed  $640 \text{ N/mm}^2$  when the anchor bolts are required to act in shear and not more than  $900 \text{ N/mm}^2$  otherwise.

### **3.4 CATEGORIES OF BOLTED CONNECTIONS**

#### **3.4.1 Shear connections**

(1) Bolted connections loaded in shear should be designed as one of the following:

а) Category A: Bearing type

In this category bolts from class 4.6 up to and including class 10.9 should be used. No preloading and special provisions for contact surfaces are required. The design ultimate shear load should not exceed the design shear resistance, obtained from 3.6, nor the design bearing resistance, obtained from 3.6 and 3.7;

б) Category B: Slip-resistant at serviceability limit state

In this category preloaded bolts in accordance with 3.1.2(1) should be used. Slip should not occur at the serviceability limit state. The design serviceability shear load should not exceed the design slip resistance, obtained from 3.9. The design ultimate shear load should not exceed the design shear resistance, obtained from 3.6, nor the design bearing resistance, obtained from 3.6 and 3.7.

в) Category C: Slip-resistant at ultimate limit state

In this category preloaded bolts in accordance with 3.1.2(1) should be used.

3.1.2(1). У граничному стані за несучою здатністю не повинно бути проковзування. Розрахункове зусилля зсуву не повинно перевищувати розрахункової несучої здатності на проковзування, визначеної за 3.9, та на зминання, визначеної за 3.6 та 3.7. Крім того, при з'єднанні розтягнутих елементів слід перевіряти розрахункову несучу здатність поперечного перерізу нетто  $N_{net,Rd}$  у пластичній стадії у місці розташування болтових отворів (див. EN 1993-1-1, 6.2) в граничному стані за несучою здатністю.

Перевірки для даних типів з'єднань зведені в таблицю 3.2.

### 3.4.2 З'єднання, що працюють на розтяг

(1) Болтові з'єднання, що працюють на розтяг, слід розраховувати згідно з наступними типами:

а) Тип D: з'єднання без попереднього натягу болтів

Для даного типу слід застосовувати болти класів міцності 4.6–10.9. Попередній натяг не потрібен. З'єднання даного типу не слід застосовувати у разі частоті дії змінного розтягувального навантаження. Однак вони можуть застосовуватися в з'єднаннях, що сприймають звичайні вітрові навантаження.

б) Тип E: з'єднання з попереднім натягом болтів

Для даного типу слід застосовувати болти класів 8.8–10.9 із попереднім натягом, що контролюється згідно з стандартами, на які посилається група 7 (див. 1.2.7).

Перевірки для даних типів з'єднань зведені в таблицю 3.2

Slip should not occur at the ultimate limit state. The design ultimate shear load should not exceed the design slip resistance, obtained from 3.9, nor the design bearing resistance, obtained from 3.6 and 3.7. In addition for a connection in tension, the design plastic resistance of the net cross-section at bolt holes  $N_{net,Rd}$  (see 6.2 of EN 1993-1-1), should be checked, at the ultimate limit state.

The design checks for these connections are summarized in Table 3.2.

### 3.4.2 Tension connections

(1) Bolted connection loaded in tension should be designed as one of the following:

a) Category D: non-preloaded

In this category bolts from class 4.6 up to and including class 10.9 should be used. No preloading is required. This category should not be used where the connections are frequently subjected to variations of tensile loading. However, they may be used in connections designed to resist normal wind loads.

b) Category E: preloaded

In this category preloaded 8.8 and 10.9 bolts with controlled tightening in conformity with 1.2.7 Reference Standards: Group 7 should be used.

The design checks for these connections are summarized in Table 3.2.

Таблиця 3.2 Типи болтових з'єднань  
Table 3.2 Categories of bolted connections

ТИПИ CATEGORY	КРИТЕРІЙ CRITERIA	ПРИМІТКИ REMARKS
<b>З'ЄДНАННЯ, ЩО ПРАЦЮЮТЬ НА ЗСУВ SHEAR CONNECTIONS</b>		

<p align="center"><b>A</b> ЗРІЗНЕ З'ЄДНАННЯ BEARING TYPE</p>	$F_{v,Ed} \leq F_{v,Rd}$ $F_{v,Ed} \leq F_{b,Rd}$	<p>ПОПЕРЕДНЄ НАПРУЖЕННЯ НЕ ПОТРІБНЕ. МОЖУТЬ ЗАСТОСОВУВАТИСЯ БОЛТИ КЛАСІВ 4.6–10.9. NO PRELOADING REQUIRED. BOLT CLASSES FROM 4.6 TO 10.9 MAY BE USED.</p>
<p><b>ЗАКІНЧЕННЯ ТАБЛИЦІ 3.2</b> END TABLE 3.2</p>		
<p align="center"><b>ТИПИ</b> CATEGORY</p>	<p align="center"><b>КРИТЕРІЙ</b> CRITERIA</p>	<p align="center"><b>ПРИМІТКИ</b> REMARKS</p>
<p align="center"><b>B</b> ФРИКЦІЙНЕ З'ЄДНАННЯ У ГРАНИЧНОМУ СТАНІ ЗА ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЮ ПРИДАТНІСТЮ SLIP-RESISTANT AT SERVICEABILITY</p>	$F_{v,Ed,ser} \leq F_{s,Rd,ser}$ $F_{v,Ed} \leq F_{v,Rd}$ $F_{v,Ed} \leq F_{b,Rd}$	<p>СЛІД ЗАСТОСОВУВАТИ ПОПЕРЕДНЬО НАПРУЖЕНІ БОЛТИ КЛАСІВ 8.8 АБО 10.9. НЕСУЧА ЗДАТНІСТЬ НА ПРОКОВЗУВАННЯ В ГРАНИЧНОМУ СТАНІ ЗА ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЮ ПРИДАТНІСТЮ ВИЗНАЧАЄТЬСЯ ЗА 3.9 PRELOADED 8.8 OR 10.9 BOLTS SHOULD BE USED. FOR SLIP RESISTANCE AT SERVICEABILITY SEE 3.9</p>
<p align="center"><b>C</b> ФРИКЦІЙНЕ З'ЄДНАННЯ У ГРАНИЧНОМУ СТАНІ ЗА НЕСУЧОЮ ЗДАТНІСТЮ SLIP-RESISTANT AT ULTIMATE</p>	$F_{v,Ed} \leq F_{s,Rd}$ $F_{v,Ed} \leq F_{b,Rd}$ $F_{v,Ed} \leq N_{net,Rd}$	<p>СЛІД ЗАСТОСОВУВАТИ ПОПЕРЕДНЬО НАПРУЖЕНІ БОЛТИ КЛАСІВ 8.8 АБО 10.9. НЕСУЧА ЗДАТНІСТЬ НА ПРОКОВЗУВАННЯ В ГРАНИЧНОМУ СТАНІ ЗА НЕСУЧОЮ ЗДАТНІСТЮ ВИЗНАЧАЄТЬСЯ ЗА 3.9. <math>N_{NET,RD}</math> – ДИВ. 3.4.1(1) B) PRELOADED 8.8 OR 10.9 BOLTS SHOULD BE USED. FOR SLIP RESISTANCE AT ULTIMATE SEE 3.9. <math>N_{NET,RD}</math> SEE 3.4.1(1) C).</p>
<p align="center"><b>З'ЄДНАННЯ, ЩО ПРАЦЮЮТЬ НА РОЗТЯГ</b> TENSION CONNECTIONS</p>		
<p align="center"><b>D</b> З'ЄДНАННЯ БЕЗ ПОПЕРЕДНЬОГО НАТЯГУ БОЛТІВ NON-PRELOADED</p>	$F_{t,Ed} \leq F_{t,Rd}$ $F_{t,Ed} \leq B_{p,Rd}$	<p>ПОПЕРЕДНЄ НАПРУЖЕННЯ НЕ ПОТРІБНЕ. МОЖУТЬ ЗАСТОСОВУВАТИСЯ БОЛТИ КЛАСІВ 4.6–10.9. <math>B_{P,RD}</math> ВИЗНАЧАЄТЬСЯ ЗА ТАБЛИЦЕЮ 3.4 NO PRELOADING REQUIRED. BOLT CLASSES FROM 4.6 TO 10.9 MAY BE USED. <math>B_{P,RD}</math> SEE TABLE 3.4.</p>
<p align="center"><b>E</b> З'ЄДНАННЯ З ПОПЕРЕДНІМ НАТЯГОМ БОЛТІВ PRELOADED</p>	$F_{t,Ed} \leq F_{t,Rd}$ $F_{t,Ed} \leq B_{p,Rd}$	<p>СЛІД ЗАСТОСОВУВАТИ ПОПЕРЕДНЬО НАПРУЖЕНІ БОЛТИ КЛАСІВ 8.8 АБО 10.9. <math>B_{P,RD}</math> ВИЗНАЧАЄТЬСЯ ЗА ТАБЛИЦЕЮ 3.4 PRELOADED 8.8 OR 10.9 BOLTS SHOULD BE USED. <math>B_{P,RD}</math> SEE TABLE 3.4.</p>
<p>РОЗРАХУНКОВЕ РОЗТЯГУВАЛЬНЕ ЗУСИЛЛЯ <math>F_{T,ED}</math> ПОВИННО ВКЛЮЧАТИ МОЖЛИВЕ ЗУСИЛЛЯ ВІДРИВУ ВНАСЛІДОК ЕФЕКТУ ВАЖЕЛЯ, ДИВ. 3.11. БОЛТИ РОЗТЯГУВАЛЬНОГО ЗУСИЛЛЯ ЗСУВУ РАЗОМ ІЗ РОЗТЯГУВАЛЬНИМ ЗУСИЛЛЯМ, ПОВИННІ ТАКОЖ ЗАДОВОЛЬНЯТИ УМОВИ, НАВЕДЕНІ У ТАБЛИЦІ 3.4 THE DESIGN TENSILE FORCE <math>F_{T,ED}</math> SHOULD INCLUDE ANY FORCE DUE TO PRYING ACTION, SEE 3.11. BOLTS SUBJECTED TO BOTH SHEAR FORCE AND TENSILE FORCE SHOULD ALSO</p>		

**SATISFY THE CRITERIA GIVEN IN TABLE 3.4.**

ПРИМІТКА. Якщо попереднє напруження не використовується при розрахунках несучої здатності на проковзування, але потрібне при виготовленні або як показник якості (наприклад, для підвищення довговічності), то значення зусилля попереднього напруження може бути визначене в Національному додатку.

NOTE: If preload is not explicitly used in the design calculations for slip resistances but is required for execution purposes or as a quality measure (e.g. for durability) then the level of preload can be specified in the National Annex.

**3.5 РОЗТАШУВАННЯ ОТВОРІВ ДЛЯ БОЛТІВ ТА ЗАКЛЕПОК**

**3.5 POSITIONING OF HOLES FOR BOLTS AND RIVETS**

(1) Мінімальні та максимальні значення кроку, відстаней до краю елемента вздовж та упоперек зусилля для болтів та заклепок наведені у таблиці 3.3.

(1) Minimum and maximum spacing and end and edge distances for bolts and rivets are given in Table 3.3.

(2) Мінімальні та максимальні значення кроку, відстаней до краю елемента вздовж та упоперек зусилля для конструкцій, розтягнутих втомним навантаженням, див. EN 1993-1-9.

(2) Minimum and maximum spacing, end and edge distances for structures subjected to fatigue, see EN 1993-1-9.

**Таблиця 3.3 Мінімальні та максимальні значення кроку, відстаней до краю елемента**  
**Table 3.3 Minimum and maximum spacing, end and edge distances**

ВІДСТАНИ ТА КРОКИ, ДИВ. РИСУНОК 3.1 DISTANCES AND SPACINGS, SEE FIGURE 3.1	МІНІМАЛЬНЕ ЗНАЧЕННЯ MINIMUM	МАКСИМАЛЬНЕ ЗНАЧЕННЯ <sup>1),2),3)</sup> MAXIMUM <sup>1) 2) 3)</sup>		
		КОНСТРУКЦІЇ, ВИГОТОВЛЕНІ ЗІ СТАЛЕЙ, ЩО ВІДПОВІДАЮТЬ EN 10025, ОКРІМ СТАЛЕЙ, ЩО ВІДПОВІДАЮТЬ EN 10025-5 STRUCTURES MADE FROM STEELS CONFORMING TO EN 10025 EXCEPT STEELS CONFORMING TO EN 10025-5	СТАЛЬ, ЩО НЕ ПЕРЕБУВАЄ ПІД ВПЛИВОМ АТМОСФЕРНОЇ АБО ІНШОЇ КОРОЗІЇ STEEL NOT EXPOSED TO THE WEATHER OR OTHER CORROSIVE INFLUENCES	СТАЛЬ, ЩО ПЕРЕБУВАЄ ПІД ВПЛИВОМ АТМОСФЕРНОЇ АБО ІНШОЇ КОРОЗІЇ STEEL EXPOSED TO THE WEATHER OR OTHER CORROSIVE INFLUENCES
ВІДСТАНЬ ДО КРАЮ ВЗДОВЖ ЗУСИЛЛЯ E <sub>1</sub> END DISTANCE	1,2D <sub>0</sub>	4T + 40 MM 4T + 40 MM		БІЛЬШЕ 3 8T АБО 125 MM THE LARGER OF 8T OR 125 MM

$E_1$				
ВІДСТАНЬ ДО КРАЮ УПОПЕРЕК ЗУСИЛЛЯ $E_2$ EDGE DISTANCE $E_2$	$1,2D_0$	$4T + 40$ MM $4T + 40$ MM		БІЛЬШЕ З $8T$ АБО 125 MM THE LARGER OF $8T$ OR 125 MM
ВІДСТАНЬ ДЛЯ ОВАЛЬНИХ ОТВОРІВ $E_3$ DISTANCE $E_3$ IN SLOTTED HOLES	$1,5D_0^{4)}$			
ВІДСТАНЬ ДЛЯ ОВАЛЬНИХ ОТВОРІВ $E_4$ DISTANCE $E_4$ IN SLOTTED HOLES	$1,5D_0^{4)}$			
КРОК $P_1$ <sup>5)</sup> SPACING $P_1$	$2,2D_0$	МЕНШЕ З $14T$ АБО 200 MM THE SMALLER OF $14T$ OR 200 MM	МЕНШЕ З $14T$ АБО 200 MM THE SMALLER OF $14T$ OR 200 MM	МЕНШЕ З $14T_{MIN}$ АБО 175 MM THE SMALLER OF $14T_{MIN}$ OR 175 MM
КРОК $P_{1,0}$ SPACING $P_{1,0}$		МЕНШЕ З $14T$ АБО 200 MM THE SMALLER OF $14T$ OR 200 MM		
КРОК $P_{1,l}$ SPACING $P_{1,l}$		МЕНШЕ З $28T$ АБО 400 MM THE SMALLER OF $28T$ OR 400 MM		
КРОК $P_2$ SPACING $P_2$ <sup>5)</sup>	$2,4D_0$	МЕНШЕ З $14T$ АБО 200 MM THE SMALLER OF $14T$ OR 200 MM	МЕНШЕ З $14T$ АБО 200 MM THE SMALLER OF $14T$ OR 200 MM	МЕНШЕ З $14T_{MIN}$ АБО 175 MM THE SMALLER OF $14T_{MIN}$ OR 175 MM

ЗАКІНЧЕННЯ ТАБЛИЦІ 3.3  
END TABLE 3.3

<sup>1)</sup> МАКСИМАЛЬНІ ЗНАЧЕННЯ КРОКУ, ВІДСТАНЕЙ ДО КРАЮ ТА КРОМКИ ЕЛЕМЕНТА НЕ ОБМЕЖЕНІ, ОКРІМ НАСТУПНИХ ВИПАДКІВ:  
– ДЛЯ СТИСНЕНИХ ЕЛЕМЕНТІВ З МЕТОЮ УНИКНЕННЯ МІСЦЕВОЇ ВТРАТИ СТІЙКОСТІ ТА КОРОЗІЇ НЕЗАХИЩЕНИХ ЕЛЕМЕНТІВ;  
– ДЛЯ РОЗТЯГНЕНИХ ЕЛЕМЕНТІВ, НЕ ЗАХИЩЕНИХ ВІД КОРОЗІЇ, З МЕТОЮ УНИКНЕННЯ ЇЇ ВИНИКНЕННЯ.

<sup>1)</sup> MAXIMUM VALUES FOR SPACINGS, EDGE AND END DISTANCES ARE UNLIMITED, EXCEPT IN THE FOLLOWING CASES:

– FOR COMPRESSION MEMBERS IN ORDER TO AVOID LOCAL BUCKLING AND TO PREVENT CORROSION IN EXPOSED MEMBERS AND;  
– FOR EXPOSED TENSION MEMBERS TO PREVENT CORROSION.

<sup>2)</sup> НЕСУЧУ ЗДАТНІСТЬ ЗА МІСЦЕВОЮ СТІЙКІСТЮ СТИСНЕНИХ ПЛАСТИН НА ДІЛЯНКАХ МІЖ КРІПІЛЬНИМИ ДЕТАЛЯМИ СЛІД ВИЗНАЧАТИ ЗА EN 1993-1-1, ПРИЙМАЮЧИ РОЗРАХУНКОВУ ДОВЖИНУ РІВНОЮ  $0,6P_l$ . ПЕРЕВІРКА МІСЦЕВОЇ СТІЙКОСТІ МІЖ

КРШИЛЬНИМИ ДЕТАЛЯМИ НЕ ПОТРІБНА, ЯКЩО ВІДНОШЕННЯ  $P_1/T$  МЕНШЕ  $9E$ . ВІДСТАНЬ ДО КРАЮ ЕЛЕМЕНТА УПОПЕРЕК ЗУСИЛЛЯ НЕ ПОВИННА ПЕРЕВИЩУВАТИ ВИМОГ ДО МІСЦЕВОГО ВИГИНУ ДЛЯ ВИСТУПНИХ СТИСНЕНИХ ЕЛЕМЕНТІВ, ДИВ. EN 1993-1-1. ЦІ ВИМОГИ НЕ РОЗПОВСЮДЖУЮТЬСЯ НА ВІДСТАНІ ДО КРАЮ ЕЛЕМЕНТА ВЗДОВЖ ЗУСИЛЛЯ.

2) THE LOCAL BUCKLING RESISTANCE OF THE PLATE IN COMPRESSION BETWEEN THE FASTENERS SHOULD BE CALCULATED ACCORDING TO EN 1993-1-1 USING  $0,6 P_1$  AS BUCKLING LENGTH. LOCAL BUCKLING BETWEEN THE FASTENERS NEED NOT TO BE CHECKED IF  $P_1/T$  IS SMALLER THAN  $9E$ . THE EDGE DISTANCE SHOULD NOT EXCEED THE LOCAL BUCKLING REQUIREMENTS FOR AN OUTSTAND ELEMENT IN THE COMPRESSION MEMBERS, SEE EN 1993-1-1. THE END DISTANCE IS NOT AFFECTED BY THIS REQUIREMENT.

3)  $T$  – ТОВЩИНА ТОНШОГО З ЗОВНІШНІХ ЕЛЕМЕНТІВ, ЩО З’ЄДНЮЮТЬСЯ.

3)  $T$  IS THE THICKNESS OF THE THINNER OUTER CONNECTED PART.

4) ОБМЕЖЕННЯ ЗА РОЗМІРАМИ ДЛЯ ОВАЛЬНИХ ОТВОРІВ НАВЕДЕНІ В СТАНДАРТАХ, НА ЯКІ ПОСИЛАЮТЬСЯ, ГРУПИ 7 (ДИВ. 1.2.7).

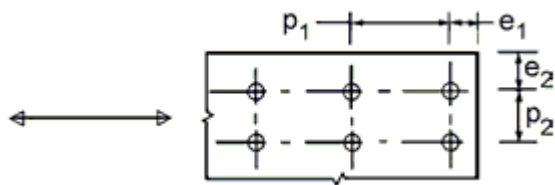
4) THE DIMENSIONAL LIMITS FOR SLOTTED HOLES ARE GIVEN IN 1.2.7 REFERENCE STANDARDS: GROUP 7.

5) ПРИ РОЗМІЩЕННІ РЯДІВ КРШИЛЬНИХ ДЕТАЛЕЙ У ШАХОВОМУ ПОРЯДКУ, МОЖНА ПРИЙМАТИ МІНІМАЛЬНЕ ЗНАЧЕННЯ КРОКУ  $P_2 = 1,2D_0$  ЗА УМОВИ, ЩО МІНІМАЛЬНА ВІДСТАНЬ  $L$  МІЖ БУДЬ-ЯКИМИ СУМІЖНИМИ ОТВОРАМИ СКЛАДАЄ НЕ МЕНШЕ  $2,4D_0$ , ДИВ. РИСУНОК 3.1 (Б).

5) FOR STAGGERED ROWS OF FASTENERS A MINIMUM LINE SPACING OF  $P_2 = 1,2D_0$  MAY BE USED, PROVIDED THAT THE MINIMUM DISTANCE  $L$  BETWEEN ANY TWO FASTENERS IS GREATER THAN  $2,4D_0$ , SEE FIGURE 3.1B

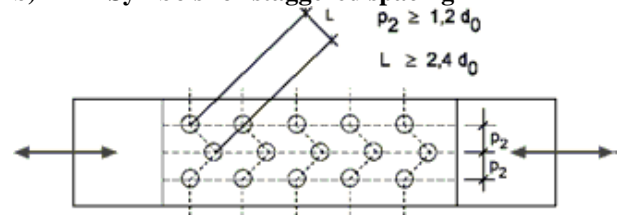
а) Позначення відстаней при рядовому розміщенні отворів

a) Symbols for spacing of fasteners



б) Позначення відстаней при рядовому розміщенні отворів у шаховому порядку

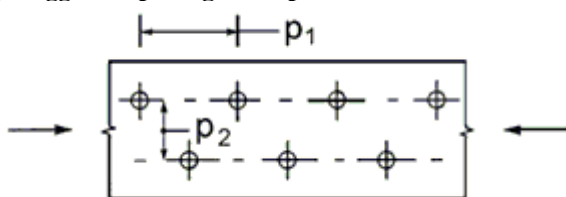
b) Symbols for staggered spacing



Шаховий порядок отворів  
Staggered Rows of fasteners

в) розміщення отворів у шаховому порядку в стиснених елементах

c) staggered spacing – compression

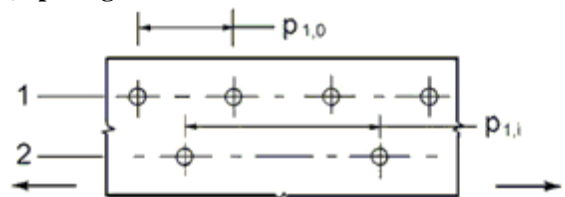


$$p_1 \leq 14t \text{ та } \leq 200 \text{ мм}; \quad p_2 \leq 14t \text{ та } \leq 200 \text{ мм}$$

$$p_1 \leq 14t \text{ and } \leq 200 \text{ mm}; \quad p_2 \leq 14t \text{ and } \leq 200 \text{ mm}$$

г) розміщення отворів у шаховому порядку в розтягнених елементах

d) spacing in tension members



$$p_{1,0} \leq 14t \text{ та } \leq 200 \text{ мм}; \quad p_{1,i} \leq 28 \text{ та } \leq 400 \text{ мм}$$

$$p_{1,0} \leq 14t \text{ and } \leq 200 \text{ mm}; \quad p_{1,i} \leq 28t \text{ and } \leq 400 \text{ mm}$$

1 – крайній ряд; 2 – середній ряд

1 – outer row; 2 – inner row



д) відстані до краю елемента для овальних отворів  
 e) end and edge distances for slotted holes

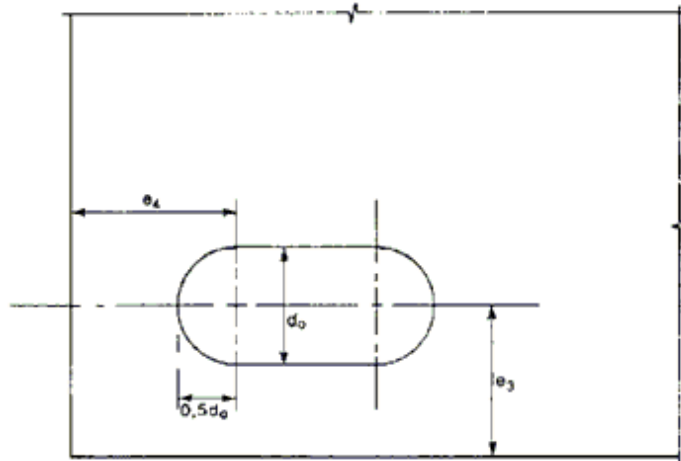


Рисунок 3.1 Позначення відстаней між отворами, відстаней до краю елемента  
 Figure 3.1 Symbols for end and edge distances and spacing of fasteners

### 3.6 РОЗРАХУНКОВА НЕСУЧА ЗДАТНІСТЬ ОДИНОЧНИХ КРІПІЛЬНИХ ДЕТАЛЕЙ

### 3.6 DESIGN RESISTANCE FOR INDIVIDUAL INDIVIDUAL FASTENERS

#### 3.6.1 Болти та заклепки

#### 3.6.1 Bolts and rivets

(1) Розрахункові значення несучої здатності одиночних кріпильних деталей у з'єднаннях під дією зсуву та/або розтягу наведені у таблиці 3.4.

(1) The design resistance for an individual fastener subjected to shear and/or tension is given in Table 3.4.

(2) Розрахункове значення зусилля попереднього напруження  $F_{p,Cd}$  болтів відповідно до 3.1.2(1) визначається за формулою:

(2) For preloaded bolts in accordance with 3.1.2(1) the design preload,  $F_{p,Cd}$ , to be used in design calculations should be taken as:

$$F_{p,Cd} = 0,7 f_{ub} A_s / \gamma_{M7} \cdot \quad (3.1)$$

ПРИМІТКА. Якщо попереднє напруження не враховується при розрахунку, див. примітку до таблиці 3.2.

NOTE: Where the preload is not used in design calculations see note to Table 3.2.

(3) Розрахункові значення несучої здатності на розтяг та на зріз по різьбовій частині болта, наведені у таблиці 3.4, слід застосовувати тільки для болтів, виготовлених у відповідності зі стандартами, на які є посилання у групі 4 (див. 1.2.4). Для елементів із різью, таких як анкерні болти або стрижні в'язкей, виготовлених із круглих сталевих стрижнів із різью, виконаною згідно з EN 1090, слід використовувати відповідні значення з таблиці 3.4. Для болтів, різь яких не відповідає EN 1090, відповідні значення з таблиці 3.4 слід помножити на коефіцієнт 0,85.

(3) The design resistances for tension and for shear through the threaded portion of a bolt given in Table 3.4 should only be used for bolts manufactured in conformity with 1.2.4 Reference Standard: Group 4. For bolts with cut threads, such as anchor bolts or tie rods fabricated from round steel bars where the threads comply with EN 1090, the relevant values from Table 3.4 should be used. For bolts with cut threads where the threads do not comply with EN 1090 the relevant values from Table 3.4 should be multiplied by a factor of 0,85.

(4) Розрахункове значення несучої здатності на зріз  $F_{v,Rd}$ , наведене в таблиці 3.4, слід використовувати тільки для болтів в отворах з номінальним зазором, що не перевищує зазор для нормальних отворів, регламентований стандартами, на які є посилання у групі 7 (див. 1.2.7).

(5) Болти M12 та M14 можна використовувати також у отворах із зазором, що дорівнює 2 мм, за умови, що розрахункове значення несучої здатності групи болтів на зминання більше чи дорівнює розрахунковому значенню несучої здатності групи болтів на зріз. Крім того, для болтів класів міцності 4.8, 5.8, 6.8, 8.8 та 10.9 розрахункове значення несучої здатності на зріз  $F_{v,Rd}$  слід приймати таким, що дорівнює значенню, наведеному в таблиці 3.4, помноженому на 0,85.

(6) Болти підвищеної точності слід розраховувати аналогічно розрахунку болтів, встановлених у нормальні отвори.

(7) Різь болтів підвищеної точності не повинна включатися у площину зрізу.

(8) Довжина нарізної частини болта підвищеної точності, включеної до несучої довжини, не повинна перевищувати 1/3 товщини пластинки, див. рисунок 3.2.

(9) Допуск на діаметр отвору для болта підвищеної точності повинен відповідати стандартам, на які посилається група 7 (див. 1.2.7).

(10) При з'єднанні елементів внапуск одним рядом болтів, див. рисунок 3.3, слід передбачати шайби як під головку болта, так і під гайку. Розрахункове значення несучої здатності болта на зминання  $F_{b,Rd}$  для кожного болта не повинно перевищувати

$$F_{b,Rd} \leq 1,5 f_u d t / \gamma_{M2} \cdot \quad (3.2)$$

ПРИМІТКА. З'єднання елементів внапуск одним рядом заклепок не допускається.

(11) При з'єднанні елементів внапуск одним болтом або одним рядом болтів класу міцності 8.8 або 10.9 слід використовувати загартовані шайби.

(4) The design shear resistance  $F_{v,Rd}$  given in Table 3.4 should only be used where the bolts are used in holes with nominal clearances not exceeding those for normal holes as specified in 1.2.7 Reference Standards: Group 7.

(5) M12 and M14 bolts may also be used in 2 mm clearance holes provided that the design resistance of the bolt group based on bearing is greater or equal to the design resistance of the bolt group based on bolt shear. In addition for class 4.8, 5.8, 6.8, 8.8 and 10.9 bolts the design shear resistance  $F_{v,Rd}$  should be taken as 0,85 times the value given in Table 3.4.

(6) Fit bolts should be designed using the method for bolts in normal holes.

(7) The thread of a fit bolt should not be included in the shear plane.

(8) The length of the threaded portion of a fit bolt included in the bearing length should not exceed 1/3 of the thickness of the plate, see Figure 3.2.

(9) The hole tolerance used for fit bolts should be in accordance with 1.2.7 Reference Standards: Group 7.

(10) In single lap joints with only one bolt row, see Figure 3.3, the bolts should be provided with washers under both the head and the nut. The design bearing resistance  $F_{b,Rd}$  for each bolt should be limited to:

NOTE: Single rivets should not be used in single lap joints.

(11) In the case of class 8.8 or 10.9 bolts, hardened washers should be used for single lap joints with only one bolt or one row of bolts.

(12) При використанні болтів чи заклепок, що передають зусилля зрізу чи зминання через прокладки загальною товщиною  $t_p$ , більшою ніж  $1/3$  номінального діаметра  $d$ , див. рисунок 3.4, розрахункове значення несучої здатності на зріз  $F_{v,Rd}$ , обчислене за таблицею 3.4, слід помножити на знижувальний коефіцієнт  $\beta_p$ , визначений за формулою:

$$\beta_p = \frac{9d}{8d + 3t_p} \text{ при (but) } \beta_p \leq 1. \quad (3.3)$$

(13) У з'єднаннях із двома площинами зрізу, за наявності прокладок на обох сторонах стику, значення  $t_p$  слід приймати таким, що дорівнює товщині більш товстої прокладки.

(14) Заклепкові з'єднання слід розраховувати на передачу зусиль зсуву. У випадку розтягнення розрахункове значення розтягувального зусилля  $F_{t,Ed}$  не повинно перевищувати розрахункового значення несучої здатності на розтяг  $F_{t,Rd}$ , наведеного у таблиці 3.4.

(15) Для сталі марки S 235 значення  $f_{ur}$  після клепання може бути прийняте таким, що дорівнює  $400 \text{ Н/мм}^2$ .

(16) Товщина пакета листів, що стягуються заклепками, як правило, не повинна перевищувати  $4,5d$  при клепанні молотком та  $6,5d$  при клепанні пресом.

(12) Where bolts or rivets transmitting load in shear and bearing pass through packing of total thickness  $t_p$  greater than one-third of the nominal diameter  $d$ , see Figure 3.4, the design shear resistance  $F_{v,Rd}$  calculated as specified in Table 3.4, should be multiplying by a reduction factor  $\beta_p$  given by:

(13) For double shear connections with packing on both sides of the splice,  $t_p$  should be taken as the thickness of the thicker packing.

(14) Riveted connections should be designed to transfer shear forces. If tension is present the design tensile force  $F_{t,Rd}$  should not exceed the design tension resistance  $F_{t,Rd}$  given in Table 3.4.

(15) For grade S 235 steel the «as driven» value of  $f_{ur}$  may be taken as  $400 \text{ N/mm}^2$ .

(16) As a general rule, the grip length of a rivet should not exceed  $4,5d$  for hammer riveting and  $6,5d$  for press riveting.

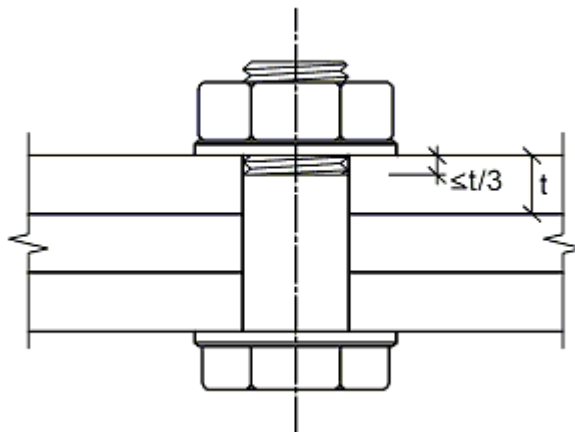


Рисунок 3.2 Розміщення різьбової частини болтів

Figure 3.2 Threaded portion of the shank in the bearing length for fit bolts

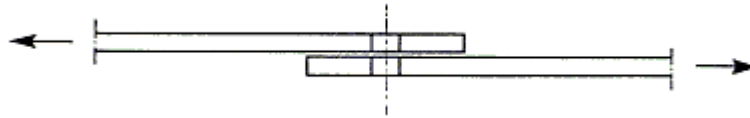


Рисунок 3.3 З'єднання внапуск одним рядом болтів  
Figure 3.3 Single lap joint with one row of bolts

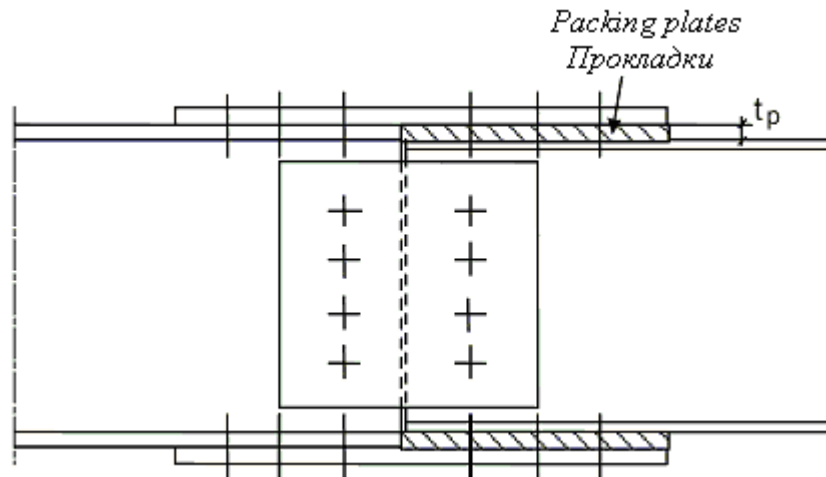


Рисунок 3.4 З'єднання з прокладками  
Figure 3.4 Fasteners through packings

Таблиця 3.4 Несуча здатність одиночних кріпильних деталей, що піддаються зрізу та/або розтягу  
Table 3.4 Design resistance for individual fasteners subjected to shear and/or tension

ВИД ВІДМОВИ FAILURE MODE	БОЛТИ BOLTS	ЗАКЛЕПКИ RIVETS
НЕСУЧА ЗДАТНІСТЬ НА ЗРІЗ ОДНІЇ ПЛОЩИНИ ЗРІЗУ SHEAR RESISTANCE PER SHEAR PLANE	$F_{v,Rd} = \frac{\alpha_v f_{ub} A}{\gamma_{M2}}$ <p>– ЯКЩО ПЛОЩИНА ЗРІЗУ ПРОХОДИТЬ ЧЕРЕЗ НАРІЗНУ ЧАСТИНУ БОЛТА (A – ПЛОЩА РОЗТЯГНЕНОЇ ЧАСТИНИ БОЛТА A<sub>s</sub>):</p> <p>– WHERE THE SHEAR PLANE PASSES THROUGH THE THREADED PORTION OF THE BOLT (A IS THE TENSILE STRESS AREA OF THE BOLT A<sub>s</sub>):</p>	$F_{v,Rd} = \frac{0,6 f_{ur} A_0}{\gamma_{M2}}$
	<p>– ДЛЯ БОЛТІВ КЛАСІВ МІЦНОСТІ 4.6, 5.6 ТА 8.8</p> <p>– FOR CLASSES 4.6, 5.6 AND 8.8</p>	$\alpha_v = 0,6;$
	<p>– ДЛЯ БОЛТІВ КЛАСІВ МІЦНОСТІ 4.8, 5.8, 6.8 І 10.8</p> <p>– FOR CLASSES 4.8, 5.8, 6.8 AND 10.9</p>	$\alpha_v = 0,5$

	<p>– ЯКЩО ПЛОЩИНА ЗРІЗУ ПРОХОДИТЬ ЧЕРЕЗ ЧАСТИНУ БОЛТА БЕЗ НАРІЗКИ (А – ПОПЕРЕЧНИЙ ПЕРЕРІЗ БОЛТА БРУТТО)</p> <p>– WHERE THE SHEAR PLANE PASSES THROUGH THE UNTHREADED PORTION OF THE BOLT (A IS THE GROSS CROSS SECTION OF THE BOLT)</p>	$\alpha_v = 0,6$	
--	---	------------------	--

ПРОДОВЖЕННЯ ТАБЛИЦІ 3.4  
CONTINUED TABLE 3.4

ВИД ВІДМОВИ FAILURE MODE	БОЛТИ BOLTS	ЗАКЛЕПКИ RIVETS
<p>НЕСУЧА ЗДАТНІСТЬ НА ЗМИНАННЯ<sup>1),2), 3)</sup> BEARING RESISTANCE<sup>1), 2), 3)</sup></p>	$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \alpha_b f_u d t}{\gamma_{M2}},$ <p>ДЕ <math>\alpha_b</math> – НАЙМЕНШЕ З <math>\alpha_D</math>, <math>\frac{f_{ub}}{f_u}</math> ТА 1,0; WHERE <math>\alpha_b</math> IS THE SMALLEST OF <math>\alpha_D</math>, <math>\frac{f_{ub}}{f_u}</math> OR 1,0;</p> <p>У НАПРЯМКУ ПЕРЕДАЧІ НАВАНТАЖЕННЯ: IN THE DIRECTION OF LOAD TRANSFER:</p> <p>– ДЛЯ КРАЙНІХ БОЛТІВ <math>\alpha_d = \frac{e_1}{3d_0}</math>; I – FOR END BOLTS</p> <p>– ДЛЯ СЕРЕДНІХ БОЛТІВ <math>\alpha_d = \frac{p_1}{3d_0} - \frac{1}{4}</math> – FOR INNER BOLTS:</p> <p>ПЕРПЕНДИКУЛЯРНО ДО НАПРЯМКУ ПЕРЕДАЧІ НАВАНТАЖЕННЯ: PERPENDICULAR TO THE DIRECTION OF LOAD TRANSFER:</p> <p>– ДЛЯ КРАЙНІХ БОЛТІВ <math>K_1</math> – НАЙМЕНШЕ З <math>2,8 \frac{e_2}{d_0} - 1,7</math> ТА 2,5; – FOR EDGE BOLTS <math>K_1</math> IS THE SMALLEST OF <math>2,8 \frac{e_2}{d_0} - 1,7</math> OR 2,5</p> <p>– ДЛЯ СЕРЕДНІХ БОЛТІВ <math>K_1</math> – НАЙМЕНШЕ З <math>1,4 \frac{p_2}{d_0} - 1,7</math> ТА 2,5 – FOR INNER BOLTS <math>K_1</math> IS THE SMALLEST OF <math>1,4 \frac{p_2}{d_0} - 1,7</math> OR 2,5</p>	
<p>НЕСУЧА ЗДАТНІСТЬ НА РОЗТЯГ<sup>2)</sup> TENSION RESISTANCE<sup>2)</sup></p>	$F_{t,Rd} = \frac{k_2 f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}},$ <p>ДЕ <math>K_2 = 0,63</math> – ДЛЯ БОЛТА З ПОТАЙНОЮ ГОЛОВКОЮ; WHERE <math>K_2 = 0,63</math> FOR COUNTERSUNK BOLT, <math>K_2 = 0,9</math> – У ІНШИХ ВИПАДКАХ OTHERWISE <math>K_2 = 0,9</math>.</p>	$F_{t,Rd} = \frac{0,6 f_{ur} A_0}{\gamma_{M2}}$
<p>НЕСУЧА ЗДАТНІСТЬ НА ПРОДАВЛЮВА ННЯ PUNCHING SHEAR RESISTANCE</p>	$B_{p,Rd} = 0,6 \pi d_m t_p f_u / \gamma_{M2}$	<p>ПЕРЕВІРКА НЕ ПОТРІБНА NO CHECK NEEDED</p>

СПІЛЬНА ДІЯ  
ЗРІЗУ ТА  
РОЗТЯГУ  
COMBINED  
SHEAR AND  
TENSION

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1,4F_{t,Rd}} \leq 1,0$$

**ЗАКІНЧЕННЯ ТАБЛИЦІ 3.4**  
**END TABLE 3.4**

<sup>1)</sup> **НЕСУЧА ЗДАТНІСТЬ НА ЗМИНАННЯ  $F_{B, RD}$  БОЛТІВ СКЛАДАЄ:**

– **ДЛЯ ОТВОРІВ ІЗ ВЕЛИКИМ ЗАГОРОМ – 0,8 НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ БОЛТІВ НА ЗМИНАННЯ, ВСТАНОВЛЕНИХ У НОРМАЛЬНІ ОТВОРИ;**  
– **ДЛЯ ОВАЛЬНИХ ОТВОРІВ ПРИ ПЕРЕДАЧІ НАВАНТАЖЕННЯ ПЕРПЕНДИКУЛЯРНО ДО ПОЗДОВЖНЬОЇ ОСІ ОТВОРУ – 0,6 НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ БОЛТІВ НА ЗМИНАННЯ, ВСТАНОВЛЕНИХ У НОРМАЛЬНІ КРУГЛІ ОТВОРИ.**

<sup>1)</sup> **THE BEARING RESISTANCE  $F_{B, RD}$  FOR BOLTS**

– **IN OVERSIZED HOLES IS 0,8 TIMES THE BEARING RESISTANCE FOR BOLTS IN NORMAL HOLES.**

– **IN SLOTTED HOLES, WHERE THE LONGITUDINAL AXIS OF THE SLOTTED HOLE IS PERPENDICULAR TO THE DIRECTION OF THE FORCE TRANSFER, IS 0,6 TIMES THE BEARING RESISTANCE FOR BOLTS IN ROUND, NORMAL HOLES.**

<sup>2)</sup> **ДЛЯ БОЛТІВ З ПОТАЙНОЮ ГОЛОВКОЮ:**

– **НЕСУЧА ЗДАТНІСТЬ НА ЗМИНАННЯ  $F_{B, RD}$  ВИЗНАЧАЄТЬСЯ З УМОВИ РІВНОСТІ ТОВЩИНИ ЕЛЕМЕНТА  $T$  ТОВЩИНИ ЕЛЕМЕНТА, ЩО ПРИЄДНУЄТЬСЯ, МІНУС ПОЛОВИНА ГЛИБИНИ ЗЕНКЕРУВАННЯ;**

– **ПРИ ВИЗНАЧЕННІ НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ НА РОЗТЯГ  $F_{T, RD}$  КУТ ТА ГЛИБИНА ЗЕНКЕРУВАННЯ ПОВИННІ ВІДПОВІДАТИ СТАНДАРТАМ, НА ЯКІ ПОСИЛАЄТЬСЯ ГРУПА 4 (ДИВ. 1.2.4). У ІНШОМУ ВИПАДКУ НЕСУЧА ЗДАТНІСТЬ НА РОЗТЯГ  $F_{T, RD}$  ПОВИННА БУТИ ПІДБРАНА ВІДПОВІДНИМ ЧИНОМ.**

<sup>2)</sup> **FOR COUNTERSUNK BOLT:**

– **THE BEARING RESISTANCE  $F_{B, RD}$  SHOULD BE BASED ON A PLATE THICKNESS  $T$  EQUAL TO THE THICKNESS OF THE CONNECTED PLATE MINUS HALF THE DEPTH OF THE COUNTERSINKING.**

– **FOR THE DETERMINATION OF THE TENSION RESISTANCE  $F_{T, RD}$  THE ANGLE AND DEPTH OF COUNTERSINKING SHOULD CONFORM WITH 1.2.4 REFERENCE STANDARDS: GROUP 4, OTHERWISE THE TENSION RESISTANCE  $F_{T, RD}$  SHOULD BE ADJUSTED ACCORDINGLY.**

<sup>3)</sup> **ЯКЩО НАВАНТАЖЕННЯ НА БОЛТ НЕ Є ПАРАЛЕЛЬНИМ КРАЮ ЕЛЕМЕНТА, ТО НЕСУЧА ЗДАТНІСТЬ НА ЗМИНАННЯ МОЖЕ ПЕРЕВІРЯТИСЬ ОКРЕМО ДЛЯ КОМПОНЕНТІВ НАВАНТАЖЕННЯ НА БОЛТ ПАРАЛЕЛЬНИХ ТА ПЕРПЕНДИКУЛЯРНИХ ДО КРАЮ ЕЛЕМЕНТА.**

<sup>3)</sup> **WHEN THE LOAD ON A BOLT IS NOT PARALLEL TO THE EDGE, THE BEARING RESISTANCE MAY BE VERIFIED SEPARATELY FOR THE BOLT LOAD COMPONENTS PARALLEL AND NORMAL TO THE END.**

### **3.6.2 Ін'єкційні болти**

#### *3.6.2.1 Загальні положення*

(1) Ін'єкційні болти (див. рисунок 3.5) можуть застосовуватися як альтернатива звичайним болтам та заклепкам у з'єднаннях типів А, В та С відповідно до 3.4.

(2) Детальна інформація щодо виготовлення та встановлення ін'єкційних болтів наведена у стандартах, на які є посилання у групі 7 (див. 1.2.7).

#### *3.6.2.2 Розрахункова несуча здатність*

(1) Метод розрахунку, наведений у 3.6.2.2(2) – 3.6.2.2(6), слід застосовувати для з'єднань з ін'єкційними болтами класу міцності 8.8 або 10.9. Болти повинні відповідати вимогам стандартів, на які

### **3.6.2 Injection bolts**

#### *3.6.2.1 General*

(1) Injection bolts may be used as an alternative to ordinary bolts and rivets for category A, B and C connections specified in 3.4.

(2) Fabrication and erection details for injection bolts are given in 1.2.7 Reference Standards: Group 7.

#### *3.6.2.2 Design resistance*

(1) The design method given in 3.6.2.2(2) to 3.6.2.2(6) should be used for connections with injection bolts of class 8.8 or 10.9. Bolt assemblies should conform with the requirements given in 1.2.4 Reference



посилається група 4 (див. 1.2.4), а при використанні попередньо напружених болтів див. 3.6.2.2(3).

(2) Розрахункове зусилля зрізу у граничному стані за несучою здатністю для будь-якого болта у з'єднанні типу А не повинно перевищувати меншу з наступних величин: розрахункової несучої здатності на зріз болта за 3.6 та 3.7; розрахункової несучої здатності на змінання ін'єкційного складу за 3.6.2.2(5).

(3) У з'єднаннях типу В та С, для яких відповідно до 3.1.2(1) слід використовувати групи попередньо напружених болтів, повинні встановлюватися попередньо напружені ін'єкційні болти.

(4) Розрахункове зусилля зрізу болта у граничному стані за експлуатаційною придатністю у з'єднанні типу В та розрахункове зусилля зрізу болта у граничному стані за несучою здатністю у з'єднанні типу С не повинні перевищувати розрахункову несучу здатність на проковзування відповідно до 3.9 у відповідному граничному стані, а також розрахункову несучу здатність ін'єкційного складу на змінання відповідно до 3.6.2.2(5) у відповідному граничному стані. Крім того, розрахункове зусилля зрізу болта у граничному стані за несучою здатністю у з'єднаннях типу В та С не повинно перевищувати розрахункової несучої здатності болта на зріз за 3.6 та розрахункової несучої здатності болта на змінання за 3.6 та 3.7.

(5) Розрахункове значення несучої здатності ін'єкційного складу на змінання  $F_{b,Rd,resin}$  можна визначити за наступною формулою:

$$F_{b,Rd,resin} = \frac{k_t k_s d t_{b,resin} \beta f_{b,resin}}{\gamma_{M4}}, \quad (3.4)$$

де  $F_{b,Rd,resin}$  – міцність ін'єкційного болта на змінання;

$\beta$  – коефіцієнт, що залежить від відношення товщин пластин, що з'єднуються, див. таблицю 3.5 та рисунок 3.5;

Standards: Group 4, but see 3.6.2.2(3) for when preloaded bolts are used.

(2) The design ultimate shear load of any bolt in a Category A connection should not exceed the smaller of the following: the design shear resistance of the bolt as obtained from 3.6 and 3.7; the design bearing resistance of the resin as obtained from 3.6.2.2(5).

(3) Preloaded injection bolts should be used for category B and C connections, for which preloaded bolt assemblies in accordance with 3.1.2(1) should be used.

(4) The design serviceability shear load of any bolt in a category B connection and the design ultimate shear load of any bolt in a category C connection should not exceed the design slip resistance of the bolt as obtained from 3.9 at the relevant limit state plus the design bearing resistance of the resin as obtained from 3.6.2.2(5) at the relevant limit state. In addition the design ultimate shear load of a bolt in a category B or C connection should not exceed either the design shear resistance of the bolt as obtained from 3.6, nor the design bearing resistance of the bolt as obtained from 3.6 and 3.7.

(5) The design bearing resistance of the resin,  $F_{b,Rd,resin}$ , may be determined according to the following equation:

where:  $F_{b,Rd,resin}$  is the bearing strength of an injection bolt;

$\beta$  is a coefficient depending of the thickness ratio of the connected plates as given in Table 3.5 and Figure 3.5

$f_{b,resin}$  – міцність ін'єкційного складу на зминання, що визначається за стандартами, на які посилається група 7 (див. 1.2.7);

$t_{b,resin}$  – розрахункова товщина при зминанні ін'єкційного складу, наведена у таблиці 3.5;

$k_t$  – приймається таким, що дорівнює 1,0 у граничному стані за експлуатаційною придатністю (довгостроковою) та 1,2 у граничному стані за несучою здатністю;

$k_s$  – приймається таким, що дорівнює 1,0 для отворів з нормальним зазором або  $(1,0-0,1 \cdot m)$  для отворів з великим зазором;

$m$  – різниця, мм, між діаметром нормального отвору та отвору з великим зазором. У разі коротких овальних отворів, відповідно до стандартів, на які посилається група 7 (див. 1.2.7), значення  $m$  приймається таким, що дорівнює половині різниці, мм, між довжиною та шириною отвору.

$f_{b,resin}$  is the bearing strength of the resin to be determined according to the 1.2.7 Reference Standards: Group 7.

$t_{b,resin}$  is the effective bearing thickness of the resin, given in Table 3.5;

$k_t$  is 1,0 for serviceability limit state (long duration) is 1,2 for ultimate limit state;

$k_s$  is taken as 1,0 for holes with normal clearances or  $(1,0-0,1 \cdot m)$ , for oversized holes;

$m$  is the difference (in mm) between the normal and oversized hole dimensions. In the case of short slotted holes as specified in 1.2.7 Reference Standards: Group 7,  $m = 0,5$  (the difference (in mm) between the hole length and width).

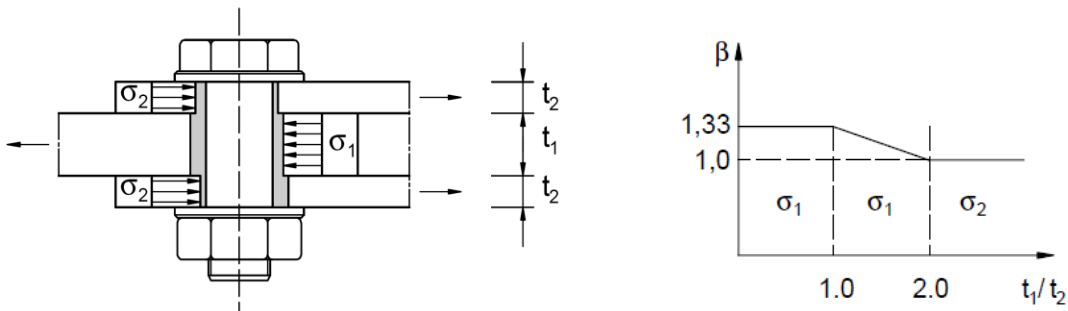


Рисунок 3.5 Коефіцієнт  $\beta$  як функція відношення товщин з'єднаних пластин  
Figure 3.5 Factor  $\beta$  as a function of the thickness ratio of the connected plates

Таблиця 3.5 Значення  $\beta$  та  $t_{b,resin}$   
Table 3.5 Values of  $\beta$  and  $t_{b,resin}$

$t_1/t_2$	$\beta$	$t_{b,resin}$
$\geq 2,0$	1,0	$2 t_2 \leq 1,5d$
$1,0 < t_1/t_2 < 2,0$	$1,66-0,33(t_1/t_2)$	$t_1 \leq 1,5d$
$\leq 1,0$	1,33	$t_1 \leq 1,5d$

(6) При розрахунку несучої здатності болта на зминання, довжина затисненої частини якого перевищує  $3d$ , для визначення розрахункової товщини ін'єкційного складу при зминанні  $t_{b,resin}$  слід приймати значення не більше  $3d$  (див.

(6) When calculating the bearing resistance of a bolt with a clamping length exceeding  $3d$ , a value of not more than  $3d$  should be taken to determine the effective bearing thickness  $t_{b,resin}$  (see Figure 3.6).

рисунок 3.6).

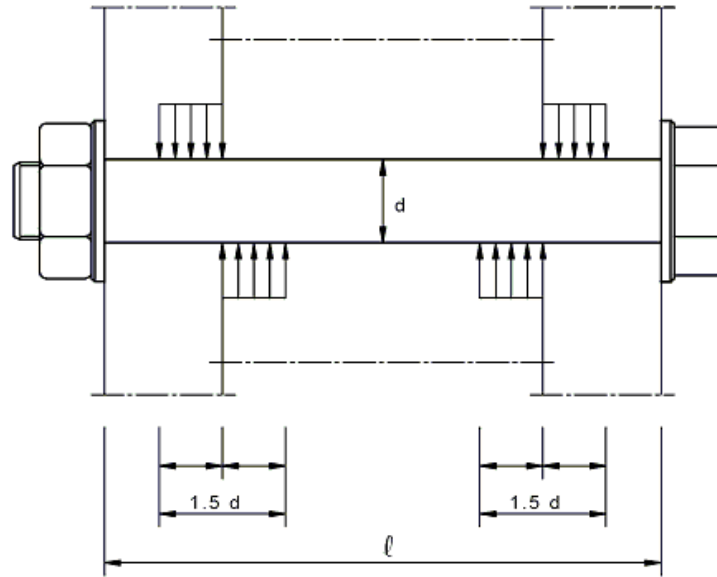


Рисунок 3.6 Гранична розрахункова довжина довгих ін'єкційних болтів  
Figure 3.6 Limiting effective length for long injection bolts

### 3.7 ГРУПА КРІПІЛЬНИХ ДЕТАЛЕЙ

(1) Розрахункова несуча здатність групи кріпильних деталей може бути прийнята рівною сумі розрахункових несучих здатностей окремих кріпильних деталей на зминання  $F_{b,Rd}$  за умови, що розрахункова несуча здатність кожної кріпильної деталі на зріз  $F_{v,Rd}$  більше або дорівнює розрахунковій несучій здатності на зминання  $F_{b,Rd}$ . У протилежному випадку розрахункову несучу здатність групи кріпильних деталей слід приймати рівною найменшій несучій здатності будь-якої однієї кріпильної деталі, помноженої на кількість деталей.

### 3.8 ДОВГІ З'ЄДНАННЯ

(1) Якщо відстань  $L_j$  між центрами крайніх кріпильних деталей, виміряна в напрямку передачі зусилля (див. рисунок 3.7), більша  $15d$ , то значення несучої здатності усіх кріпильних деталей на зріз  $F_{v,Rd}$  слід помножити на знижувальний коефіцієнт  $\beta_{Lf}$ , визначений за формулою:

$$\beta_{Lf} = 1 - \frac{L_j - 15d}{200d},$$

### 3.7 GROUP OF FASTENERS

(1) The design resistance of a group of fasteners may be taken as the sum of the design bearing resistances  $F_{b,Rd}$  of the individual fasteners provided that the design shear resistance  $F_{v,Rd}$  of each individual fastener is greater than or equal to the design bearing resistance  $F_{b,Rd}$ . Otherwise the design resistance of a group of fasteners should be taken as the number of fasteners multiplied by the smallest design resistance of any of the individual fasteners.

### 3.8 LONG JOINTS

(1) Where the distance  $L_j$  between the centres of the end fasteners in a joint, measured in the direction of force transfer (see Figure 3.7), is more than  $15d$ , the design shear resistance  $F_{v,Rd}$  of all the fasteners calculated according to Table 3.4 should be reduced by multiplying it by a reduction factor  $\beta_{Lf}$ , given by:

(3.5)

але (but)  $\beta_{Lf} \leq 1$  та  $\beta_{Lf} \geq 0,75$ .

(2) Вказівка 3.8(1) не застосовується, якщо має місце рівномірне розподілення передачі зусилля вздовж довжини з'єднання, наприклад, при передачі зусилля зсуву між стінкою та полицею поперечного перерізу.

(2) The provision in 3.8(1) does not apply where there is a uniform distribution of force transfer over the length of the joint, e.g. the transfer of shear force between the web and the flange of a section.

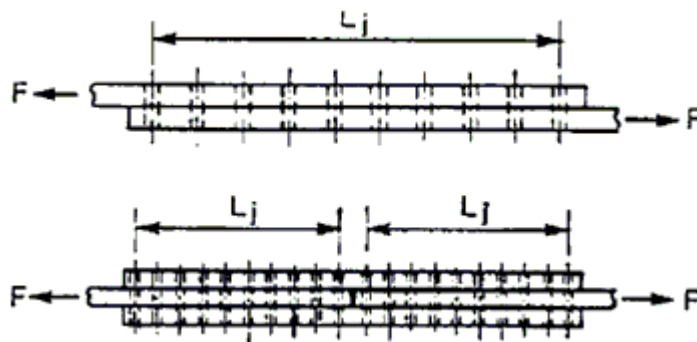


Рисунок 3.7 Довгі з'єднання  
Figure 3.7 Long joints

### 3.9 ФРИКЦІЙНІ З'ЄДНАННЯ НА БОЛТАХ КЛАСІВ МІЦНОСТІ 8.8 ТА 10.9

### 3.9 SLIP RESISTANT CONNECTIONS USING 8.8 OR 10.9 BOLTS

#### 3.9.1 Розрахункова несуча здатність на зсув поверхонь тертя (розрахунковий опір ковзанню)

#### 3.9.1 Design Slip resistance

(1) Розрахункову несучу здатність на проковзування попередньо напружених болтів класів міцності 8.8 та 10.9 слід визначати за формулою:

(1) The design slip resistance of a preloaded class 8.8 or 10.9 bolt should be taken as:

$$F_{s,Rd} = \frac{k_s n \mu}{\gamma_{M3}} \cdot F_{p,C}, \quad (3.6)$$

де  $k_s$  – приймається за таблицею 3.6;

where:  $k_s$  is given in Table 3.6

$n$  – кількість поверхонь тертя;

$n$  is the number of the friction surfaces

$\mu$  – коефіцієнт тертя, що визначається певними випробуваннями поверхонь тертя у відповідності зі стандартами, на які посилаються, групи 7 (див. 1.2.7), або за допомогою таблиці 3.7.

$\mu$  is the slip factor obtained either by specific tests for the friction surface in accordance with 1.2.7 Reference Standards: Group 7 or when relevant as given in Table 3.7.

(2) Для болтів класів міцності 8.8 та 10.9, що відповідають стандартам, на які посилається група 4 (див. 1.2.4), з натягом, що контролюється, у відповідності зі стандартами, на які посилається група 7 (див. 1.2.7), зусилля попереднього натягу  $F_{p,C}$  у формулі (3.6) слід приймати таким, що дорівнює:

(2) For class 8.8 and 10.9 bolts conforming with 1.2.4 Reference Standards: Group 4, with controlled tightening in conformity with 1.2.7 Reference Standards: Group 7, the preloading force  $F_{p,C}$  to be used in equation (3.6) should be taken as:

$$F_{p,C} = 0,7 f_{ub} A_s \quad (3.7)$$

**Таблиця 3.6 Значення  $k_s$**   
**Table 3.6 Values of  $k_s$**

Опис Description	$k_s$
Болти, встановлені у нормальні отвори Bolts in normal holes.	1,0
Болти, встановлені в отвори з великим зазором або у короткі овальні отвори при передачі навантаження перпендикулярно до поздовжньої осі отвору. Bolts in either oversized holes or short slotted holes with the axis of the slot perpendicular to the direction of load transfer.	0,85
Болти, встановлені у довгі овальні отвори при передачі навантаження перпендикулярно до поздовжньої осі отвору. Bolts in long slotted holes with the axis of the slot perpendicular to the direction of load transfer.	0,7
Болти, встановлені у короткі овальні отвори при передачі навантаження паралельно поздовжній осі отвору. Bolts in short slotted holes with the axis of the slot parallel to the direction of load transfer	0,76
Болти, встановлені у довгі овальні отвори при передачі навантаження паралельно поздовжній осі отвору. Bolts in long slotted holes with the axis of the slot parallel to the direction of load transfer.	0,63

**Таблиця 3.7 Значення коефіцієнта тертя для болтів із попереднім натягом**  
**Table 3.7 Slip factor,  $\mu$ , for pre-loaded bolts**

Клас поверхонь тертя (див. стандарти, на які посилається група 7 (див. 1.2.7)) Class of friction surfaces (see 1.2.7 Reference Standard: Group 7)	Коефіцієнт тертя $\mu$ Slip factor $\mu$
A	0,5
B	0,4
C	0,3
D	0,2

ПРИМІТКА 1. Вимоги до випробувань наведені у стандартах, на які посилається група 7 (див. 1.2.7).  
NOTE 1: The requirements for testing and inspection are given in 1.2.7 Reference Standards: Group 7.

ПРИМІТКА 2. Класифікація обробки будь-яких інших поверхонь повинна бути заснована на результатах випробувань зразків поверхонь за процедурою, викладеною у стандартах, на які посилається група 7 (див. 1.2.7).  
NOTE 2: The classification of any other surface treatment should be based on test specimens representative of the surfaces used in the structure using the procedure set out in 1.2.7 Reference Standards: Group 7.

ПРИМІТКА 3. Визначення класів поверхонь тертя наведені у стандартах, на які посилається група 7 (див. 1.2.7).  
NOTE 3: The definitions of the class of friction surface are given in 1.2.7 Reference Standards: Group 7.

ПРИМІТКА 4. Оброблена фарбована поверхня з плином часу може втратити попередній натяг.  
NOTE 4: With painted surface treatments a loss of pre-load may occur over time.

### 3.9.2 Сумісна дія розтягу та зсуву

(1) Якщо фрикційне з'єднання, окрім зсувного зусилля  $F_{v,Ed}$  або  $F_{v,Ed,ser}$ , яке може викликати проковзування, сприймає також розтягувальне зусилля  $F_{t,Ed}$  або  $F_{t,Ed,ser}$ , то розрахункову несучу здатність на проковзування одного болта визначають наступним чином:

– для з'єднань типу B

### 3.9.2 Combined tension and shear

(1) If a slip-resistant connection is subjected to an applied tensile force,  $F_{t,Ed}$  or  $F_{t,Ed,ser}$  in addition to the shear force,  $F_{v,Ed}$  or  $F_{v,Ed,ser}$ , tending to produce slip, the design slip resistance per bolt should be taken as follows:

– for a category B connection:

$$F_{s,Rd,ser} = \frac{k_s n \mu \cdot (F_{p,C} - 0,8 F_{t,Ed,ser})}{\gamma_{M3}}; \quad (3.8a)$$

– для з'єднань типу C

– for a category C connection:

$$F_{s,Rd} = \frac{k_s n \mu \cdot (F_{p,C} - 0,8 F_{t,Ed})}{\gamma_{M3}}. \quad (3.8b)$$

(2) Якщо у з'єднанні, що сприймає згинальний момент, контактне зусилля у стисненій зоні зрівноважує прикладене розтягувальне зусилля, то зменшення несучої здатності на проковзування не потрібне.

(2) If, in a moment connection, a contact force on the compression side counterbalances the applied tensile force no reduction in slip resistance is required.

### 3.9.3 Комбіновані з'єднання

(1) Як виняток у 2.4(3) попередньо напружені болти класів міцності 8.8 та 10.9, розраховані як фрикційні у граничному стані за несучою здатністю (тип C, див. 3.4), можна розглядати такими, що працюють сумісно зі зварними швами за умови остаточного затягування болтів після завершення зварювальних робіт.

### 3.9.3 Hybrid connections

(1) As an exception to 2.4(3), preloaded class 8.8 and 10.9 bolts in connections designed as slip-resistant at the ultimate limit state (Category C in 3.4) may be assumed to share load with welds, provided that the final tightening of the bolts is carried out after the welding is complete.

## 3.10 ВИСНОВКИ ЩОДО ОТВОРІВ ДЛЯ КРІПІЛЬНИХ ДЕТАЛЕЙ

## 3.10 DEDUCTIONS FOR FASTENER HOLES

### 3.10.1 Загальні положення

(1) Висновки щодо отворів при розрахунку елемента конструкції слід робити у відповідності з EN 1993-1-1.

### 3.10.1 General

(1) Deduction for holes in the member design should be made according to EN 1993-1-1.

### 3.10.2 Розрахунок вузла на розрив

(1) Розрив вузла виникає внаслідок зсуву ряду або групи болтів уздовж поверхні зсуву групи отворів, що супроводжується розривом від дії розтягувальних зусиль уздовж лінії болтових отворів на поверхні розтягу групи болтів. Розрив вузла показано на рисунку 3.8.

### 3.10.2 Design for block tearing

(1) Block tearing consists of failure in shear at the row of bolts along the shear face of the hole group accompanied by tensile rupture along the line of bolt holes on the tension face of the bolt group. Figure 3.8 shows block tearing.

(2) При передачі зсувного зусилля на симетричну групу болтів без ексцентриситету розрахункова несуча здатність при розриві вузла  $V_{eff,1,Rd}$  визначається за формулою:

(2) For a symmetric bolt group subject to concentric loading the design block tearing resistance,  $V_{eff,1,Rd}$  is given by:

$$V_{eff,1,Rd} = f_u A_{nt} / \gamma_{M2} + (1/\sqrt{3}) \cdot f_y \cdot A_{nv} / \gamma_{M0}, \quad (3.9)$$

де  $A_{nt}$  – площа перерізу нетто розтягнутої зони;

where:  $A_{nt}$  is net area subjected to tension;

$A_{nv}$  – площа перерізу нетто зони, що зсувається.

$A_{nv}$  is net area subjected to shear.

(3) При передачі зсувного зусилля на групу болтів із ексцентриситетом розрахункова несуча здатність при розриві вузла,  $V_{eff,2,Rd}$ , визначається за формулою:

(3) For a bolt group subject to eccentric loading the design block shear tearing resistance  $V_{eff,2,Rd}$  is given by:

$$V_{eff,2,Rd} = 0,5 f_u A_{nt} / \gamma_{M2} + (1/\sqrt{3}) \cdot f_y \cdot A_{nv} / \gamma_{M0} \quad (3.10)$$

### 3.10.3 Одиночні кутики, прикріплені однією полицею, та інші розтягнені несиметрично прикріплені елементи

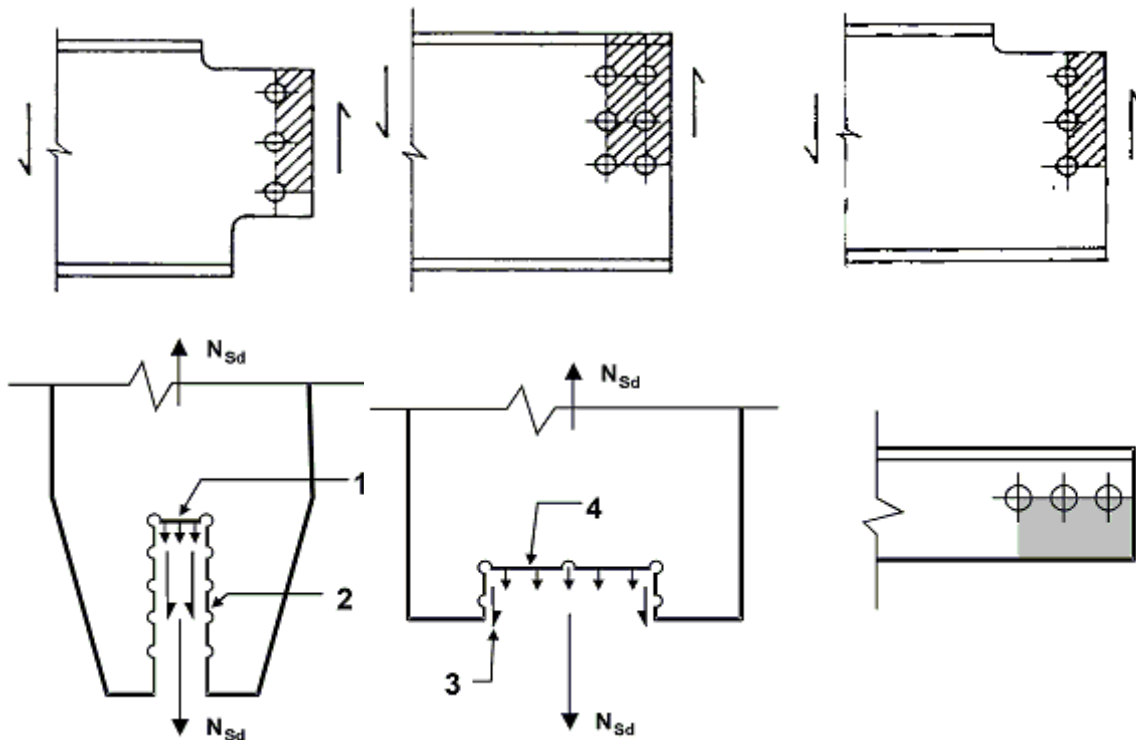
### 3.10.3 Angles connected by one leg and other unsymmetrically connected members in tension

(1) Наявність ексцентриситету у з'єднаннях, див. 2.7(1), а також вплив отворів та відстані до краю елементів необхідно враховувати при визначенні розрахункових несучих здатностей з'єднань наступних елементів:

(1) The eccentricity in joints, see 2.7(1), and the effects of the spacing and edge distances of the bolts, should be taken into account in determining the design resistance of:

- несиметричних;
- симетричних, але несиметрично прикріплених (наприклад, кутики, прикріплені однією полицею).

- unsymmetrical members;
- symmetrical members that are connected unsymmetrically, such as angles connected by one leg.



- 1 – мале зусилля розтягу;
- 2 – велике зсувне зусилля;
- 3 – мале зсувне зусилля;
- 4 – велике зусилля розтягу;
- 1 – small tension force
- 2 – large shear force
- 3 – small shear force
- 4 – large tension force

**Рисунок 3.8 Розрив вузла**  
**Figure 3.8 Block tearing**

(2) Розтягнений одиночний кутик, прикріплений однією полицею одним рядом болтів, див. рисунок 3.9, можна розглядати як навантажений без ексцентриситету по ефективному перерізу нетто, для якого несучу здатність слід визначати наступним чином:

– при кріпленні одним болтом

$$N_{u,Rd} = \frac{2,0 \cdot (e_2 - 0,5d_0) \cdot t f_u}{\gamma_{M2}} ; \quad \text{with 1 bolt} \quad (3.11)$$

– при кріпленні двома болтами

$$N_{u,Rd} = \frac{\beta_2 A_{net} f_u}{\gamma_{M2}} ; \quad \text{with 2 bolts:} \quad (3.12)$$

– при кріпленні трьома та більше болтами

$$N_{u,Rd} = \frac{\beta_3 A_{net} f_u}{\gamma_{M2}} ; \quad \text{with 3 or more bolts:} \quad (3.13)$$

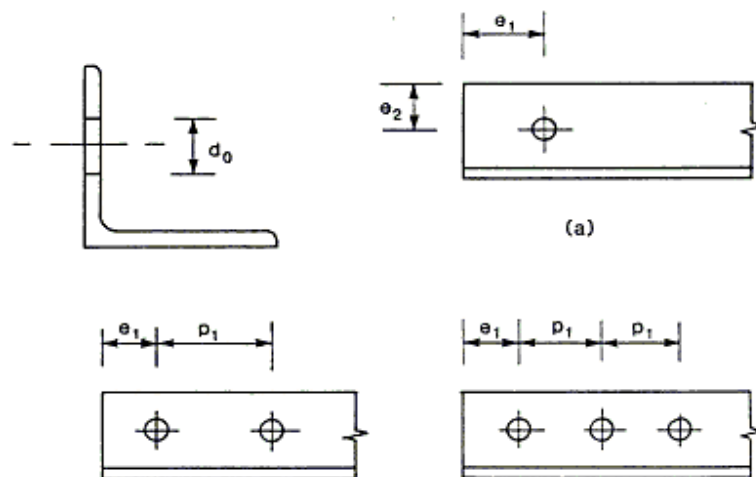
де  $\beta_2$  та  $\beta_3$  – знижувальні коефіцієнти, що залежать від величини кроку  $p_1$ , див. таблицю 3.8. При проміжних значеннях  $p_1$  коефіцієнти  $\beta$  можуть бути отримані лінійною інтерполяцією;

$A_{net}$  – площа кутика нетто. При кріпленні нерівнополичного кутика меншою полицею значення  $A_{net}$  слід приймати таким, що дорівнює площі перерізу нетто еквівалентного рівнополичного кутика з полицею, рівною меншій полиці нерівнополичного кутика.

(2) A single angle in tension connected by a single row of bolts in one leg, see Figure 3.9, may be treated as concentrically loaded over an effective net section for which the design ultimate resistance should be determined as follows:

where:  $\beta_2$  and  $\beta_3$  are reduction factors dependent on the pitch  $p_1$  as given in Table 3.8. For intermediate values of  $p_1$  the value of  $\beta$  may be determined by linear interpolation;

$A_{net}$  is the net area of the angle. For an unequal-leg angle connected by its smaller leg,  $A_{net}$  should be taken as equal to the net section area of an equivalent equal-leg angle of leg size equal to that of the smaller leg.



**Рисунок 3.9 Одиночні кутики, що прикріплюються однією полицею**  
**Figure 3.9 Angles connected by one leg**

**Таблиця 3.8 Знижувальні коефіцієнти  $\beta_2$  та  $\beta_3$**   
**Table 3.8 Reduction factors  $\beta_2$  and  $\beta_3$**



Крок $p_1$	$\leq 2,5 d_0$	$\geq 5,0 d_0$
$\beta_2$ , при двох болтах	0,4	0,7
$\beta_3$ , при трьох та більше болтах	0,5	0,7

### 3.10.4 З'єднувальні кутики

(1) З'єднувальний кутик, показаний на рисунку 3.10, прикріплює кутикові елементи до їх фасонки або іншої опорної частини. Він повинен бути розрахований на зусилля, що у 1,2 раза перевищує зусилля у виступній полиці кутикового елемента.

(2) Кріпильні деталі, що прикріплюють з'єднувальний кутик до виступної полиці кутикового елемента, слід розраховувати на зусилля, що у 1,4 раза перевищує зусилля у виступній полиці кутикового елемента.

(3) З'єднувальні кутики, що прикріплюють швелер або інший подібний елемент, слід розраховувати на зусилля, що у 1,4 раза перевищує зусилля у полицях швелера, до яких вони прикріплюються.

(4) Кріпильні деталі, що прикріплюють з'єднувальний кутик до швелера або іншого подібного елемента, слід розраховувати на зусилля, що у 1,2 раза перевищує зусилля у полиці швелера, яка кріпиться.

(5) При кріпленні з'єднувального кутика до фасонки або іншої опорної частини слід передбачати не менше двох болтів чи заклепок.

(6) Кріплення з'єднувального кутика до фасонки або іншої опорної частини повинно обмежуватися краєм елемента, що кріпиться. Кріплення з'єднувального кутика до елемента має простягатися від краю елемента до точки за межами безпосереднього його кріплення до фасонки або іншої опорної частини.

### 3.10.4 Lug angles

(1) The Lug angle shown in Figure 3.10 connects angle members and their fasteners to a gusset or other supporting part and should be designed to transmit a force 1,2 times the force in the outstand of the angle connected.

(2) The fasteners connecting the lug angle to the outstand of the angle member should be designed to transmit a force 1,4 times the force in the outstand of the angle member.

(3) Lug angles connecting a channel or a similar member should be designed to transmit a force 1,1 times the force in the channel flanges to which they are attached.

(4) The fasteners connecting the lug angle to the channel or similar member should be designed to transmit a force 1,2 times the force in the channel flange which they connect.

(5) In no case should less than two bolts or rivets be used to attach a lug angle to a gusset or other supporting part.

(6) The connection of a lug angle to a gusset plate or other supporting part should terminate at the end of the member connected. The connection of the lug angle to the member should run from the end of the member to a point beyond the direct connection of the member to the gusset or other supporting part.

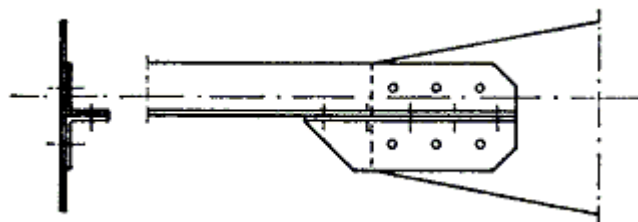


Рисунок 3.10 З'єднувальні кутики  
Figure 3.10 Lug angles

### 3.11 ЗУСИЛЛЯ ВІДРИВУ

(1) Кріпильні деталі, що сприймають розтягувальне зусилля, слід перевіряти на дію додаткового зусилля відриву, якщо воно може виникнути.

ПРИМІТКА. Правила розрахунку, наведені у 6.2.4, у неявній формі враховують зусилля відриву.

### 3.12 РОЗПОДІЛЕННЯ ЗУСИЛЬ МІЖ КРІПІЛЬНИМИ ДЕТАЛЯМИ У ГРАНИЧНОМУ СТАНІ

(1) У з'єднанні, що зазнає дії згинального моменту, розподілення внутрішніх зусиль між кріпильними деталями може бути лінійним (тобто пропорційним відстані від центра повороту) або пластичним (тобто допускається будь-яке зрівноважене розподілення за умови, що несучі здатності складових елементів з'єднання не перевищені, а їх пластичність є достатньою).

(2) Пружне лінійне розподілення внутрішніх зусиль слід застосовувати у наступних випадках:

– при використанні болтів для створення фрикційного з'єднання типу C;

– у зрізних з'єднаннях, якщо розрахункова несуча здатність кріпильної деталі на зріз  $F_{v,Rd}$  менше розрахункової несучої здатності на зминання  $F_{b,Rd}$ ;

– якщо з'єднання зазнає дії ударного, вібраційного або знакозмінного (крім вітрового) навантаження.

(3) При дії на з'єднання тільки зусилля зсуву без ексцентриситету розподілення зусиль між кріпильними деталями можна вважати рівномірним за умови, що всі кріпильні деталі мають один розмір та один клас міцності.

### 3.13 З'ЄДНАННЯ НА ШТИФТАХ

#### 3.13.1 Загальні положення

(1) Якщо існує ризик зміщення штифтів

### 3.11 PRYING FORCES

(1) Where fasteners are required to carry an applied tensile force, they should be designed to resist the additional force due to prying action, where this can occur.

NOTE: The rules given in 6.2.4 implicitly account for prying forces.

### 3.12 DISTRIBUTION OF FORCES BETWEEN FASTENERS AT THE ULTIMATE LIMIT STATE

(1) When a moment is applied to a joint, the distribution of internal forces may be either linear (i.e. proportional to the distance from the centre of rotation) or plastic, (i.e. any distribution that is in equilibrium is acceptable provided that the resistances of the components are not exceeded and the ductility of the components is sufficient).

(2) The elastic linear distribution of internal forces should be used for the following:

- when bolts are used creating a category C slip-resistant connection,

- in shear connections where the design shear resistance  $F_{v,Rd}$  of a fastener is less than the design bearing resistance  $F_{b,Rd}$ .

– where connections are subjected to impact, vibration or load reversal (except wind loads)

(3) When a joint is loaded by a concentric shear only, the load may be assumed to be uniformly distributed amongst the fasteners, provided that the size and the class of fasteners is the same.

### 3.13 CONNECTIONS MADE WITH PINS

#### 3.13.1 General

(1) Wherever there is a risk of pins

у з'єднанні, то вони повинні бути закріплені.

(2) Якщо у з'єднанні на штифтах не потрібно забезпечити повертання, то воно може бути розраховано як одноболтове з'єднання за умови, що довжина штифта менше трьох його діаметрів, див. 3.6.1. В усіх інших випадках слід застосовувати метод, наведений у 3.13.2.

(3) У з'єднанні елементів на штифтах геометричні розміри непідсиленого елемента, що містить отвір для штифта, повинні відповідати вимогам, наведеним у таблиці 3.9.

becoming loose, they should be secured.

(2) Pin connections in which no rotation is required may be designed as single bolted connections, provided that the length of the pin is less than 3 times the diameter of the pin, see 3.6.1. For all other cases the method given in 3.13.2 should be followed.

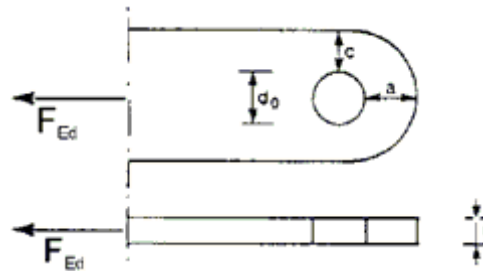
(3) In pin-connected members the geometry of the unstiffened element that contains a hole for the pin should satisfy the dimensional requirements given in Table 3.9.

**Таблиця 3.9** Вимоги до геометричних розмірів елементів, що закінчуються штифтами

**Table 3.9** Geometrical requirements for pin ended members

**ТИП А:** ЗАДАНА ТОВЩИНА  $T$

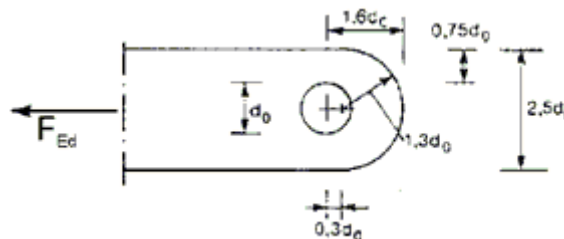
**TYPE A:** GIVEN THICKNESS  $T$



$$a \geq \frac{F_{Ed} \gamma_{M0}}{2t f_y} + \frac{2d_0}{3}, \quad c \geq \frac{F_{Ed} \gamma_{M0}}{2t f_y} + \frac{d_0}{3}.$$

**ТИП В:** ЗАДАНІ ГЕОМЕТРИЧНІ РОЗМІРИ

**TYPE B:** GIVEN GEOMETRY



$$t \geq 0,7 \cdot \sqrt{\frac{F_{Ed} \gamma_{M0}}{f_y}}, \quad d_0 \leq 2,5t.$$

(4) Елементи, з'єднані штифтами, повинні бути розташовані таким чином, щоб уникнути ексцентриситету прикладення зусилля, і повинні бути таких

(4) Pin connected members should be arranged such to avoid eccentricity and should be of sufficient size to distribute the load from the area of the member with the

розмірів, щоб передати зусилля від зони елемента з отвором для штифта до елемента, віддаленого від штифта.

### 3.13.2 Розрахунок штифтів

(1) Вимоги до розрахунку суцільних циліндричних штифтів наведені у таблиці 3.10.

(2) Моменти, що виникають у штифтах, слід розраховувати виходячи з того, що з'єднані частини утворюють прості опори. У загальному випадку слід допустити, що реакції між штифтом та з'єднаними частинами рівномірно розподілені по довжині контакту кожної частини, як показано на рисунку 3.11.

(3) Якщо передбачається можливість заміни штифта, то окрім умов, наведених у 3.13.1 та 3.13.2, повинна також виконуватися наступна умова для напруження змінання контактних поверхонь:

$$\sigma_{h,Ed} \leq f_{h,Rd}, \quad (3.14)$$

де

Where

$$\sigma_{h,Ed} = 0,591 \cdot \sqrt{\frac{EF_{Ed,ser} \cdot d_0 - d}{d^2 t}};$$

$$f_{h,Rd} = 2,5f_y / \gamma_{M6,ser},$$

тут  $d$  – діаметр штифта;

$d_0$  – діаметр отвору під штифт;

$F_{Ed,ser}$  – розрахункове значення зусилля при характеристичній комбінації навантажень у граничному стані за експлуатаційною придатністю.

pin hole into the member away from the pin.

### 3.13.2 Design of pins

(1) The design requirements for solid circular pins are given in Table 3.10.

(2) The moments in a pin should be calculated on the basis that the connected parts form simple supports. It should be generally assumed that the reactions between the pin and the connected parts are uniformly distributed along the length in contact on each part as indicated in Figure 3.11

(3) If the pin is intended to be replaceable, in addition to the provisions given in 3.13.1 to 3.13.2, the contact bearing stress should satisfy:

$d$  is the diameter of the pin;

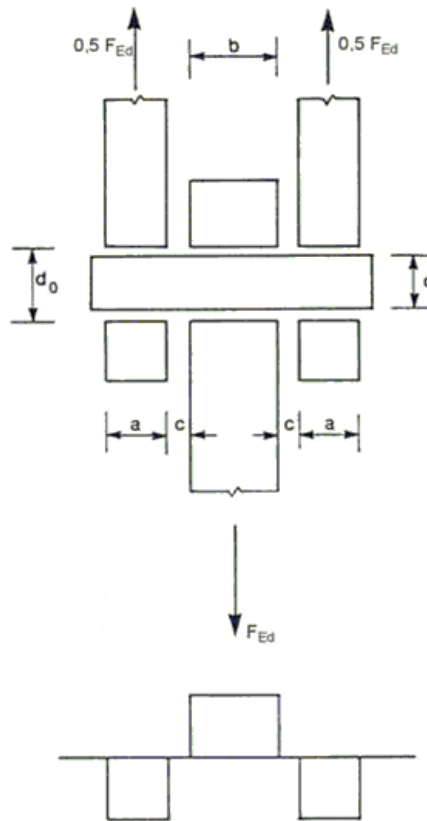
$d_0$  is the diameter of the pin hole;

$F_{Ed,ser}$  is the design value of the force to be transferred in bearing, under the characteristic load combination for serviceability limit states.

Таблиця 3.10 Розрахункові критерії для штифтових з'єднань  
Table 3.10 Design criteria for pin connections

ВИД ВІДМОВИ FAILURE MODE	ВИМОГИ ДО РОЗРАХУНКУ DESIGN REQUIREMENTS
НЕСУЧА ЗДАТНІСТЬ ШТИФТА НА ЗРІЗ SHEAR RESISTANCE OF THE PIN	$F_{v,Rd} = 0,6Af_{up} / \gamma_{M2} \geq F_{v,Ed}$
НЕСУЧА ЗДАТНІСТЬ ПЛАСТИНКИ ТА ШТИФТА НА ЗМІНАННЯ BEARING RESISTANCE OF THE PLATE AND THE PIN	$F_{b,Rd} = 1,5tdf_y / \gamma_{M0} \geq F_{b,Ed}$

<p>ТЕ Ж, ЗА МОЖЛИВОСТІ ЗАМІНИ ШТИФТА IF THE PIN IS INTENDED TO BE REPLACEABLE THIS REQUIREMENT SHOULD ALSO BE SATISFIED.</p>	$F_{b,Rd,ser} = 0,6tdf_y / \gamma_{M6,ser} \geq F_{b,Ed,ser}$
<p>ЗАКІНЧЕННЯ ТАБЛИЦІ 3.10 END TABLE 3.10</p>	
<p>ВИД ВІДМОВИ FAILURE MODE</p>	<p>ВИМОГИ ДО РОЗРАХУНКУ DESIGN REQUIREMENTS</p>
<p>НЕСУЧА ЗДАТНІСТЬ ШТИФТА НА ЗГИН BENDING RESISTANCE OF THE PIN</p> <p>ТЕ Ж, ЗА МОЖЛИВОСТІ ЗАМІНИ ШТИФТА IF THE PIN IS INTENDED TO BE REPLACEABLE THIS REQUIREMENT SHOULD ALSO BE SATISFIED.</p>	$M_{Rd} = 1,5W_{el}f_{yp} / \gamma_{M0} \geq M_{Ed}$ $M_{Rd,ser} = 0,8W_{el}f_{yp} / \gamma_{M6,ser} \geq M_{Ed,ser}$
<p>НЕСУЧА ЗДАТНІСТЬ ШТИФТА НА СУМІЩУ ДІЮ ЗРІЗУ ТА ЗГИНУ COMBINED SHEAR AND BENDING RESISTANCE OF THE PIN</p>	$\left[ \frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} \right]^2 + \left[ \frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} \right]^2 \leq 1$
<p><i>D</i> – ДІАМЕТР ШТИФТА;  <i>F<sub>y</sub></i> – НАЙМЕНШЕ ЗІ ЗНАЧЕНЬ РОЗРАХУНКОВОЇ МІЦНОСТІ ШТИФТА ТА З'ЄДНАНОЇ ЧАСТИНИ;  <i>F<sub>UP</sub></i> – МІЦНІСТЬ ШТИФТА У ГРАНИЧНОМУ СТАНІ ЗА НЕСУЧОЮ ЗДАТНІСТЮ НА РОЗТЯГ;  <i>F<sub>YP</sub></i> – МЕЖА ПЛІННОСТІ МАТЕРІАЛУ ШТИФТА;  <i>T</i> – ТОВЩИНА З'ЄДНАНОЇ ЧАСТИНИ;  <i>A</i> – ПЛОЩА ПОПЕРЕЧНОГО ПЕРЕРІЗУ ШТИФТА.</p> <p><i>D</i> IS THE DIAMETER OF THE PIN;  <i>F<sub>y</sub></i> IS THE LOWER OF THE DESIGN STRENGTHS OF THE PIN AND THE CONNECTED PART;  <i>F<sub>UP</sub></i> IS THE ULTIMATE TENSILE STRENGTH OF THE PIN;  <i>F<sub>YP</sub></i> IS THE YIELD STRENGTH OF THE PIN;  <i>T</i> IS THE THICKNESS OF THE CONNECTED PART;  <i>A</i> IS THE CROSS-SECTIONAL AREA OF A PIN.</p>	



$$M_{Ed} = \frac{F_{Ed}}{8} (b + 4c + 2a)$$

Рисунок 3.11 Згинальний момент у штифті  
Figure 3.11 Bending moment in a pin

## 4 ЗВАРНІ З'ЄДНАННЯ

### 4.1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

(1) Положення, наведені у цьому розділі, розповсюджуються на зварювальні конструкційні сталі у відповідності з EN 1993-1-1 та елементи завтовшки 4 мм та більше. Положення також розповсюджуються на з'єднання, для яких механічні властивості металу шва сумісні з властивостями основного металу, див. 4.2.

Вказівки щодо зварних з'єднань елементів меншої товщини наведені у EN 1993, частина 1-3. При зварюванні замкнутих профілів із товщиною стінки 2,5 мм та вище слід керуватися вказівками розділу 7 даного нормативного документа.

Вказівки щодо зварювання штифтів див. EN 1994-1-1.

ПРИМІТКА. Додаткові вказівки щодо зварювання штифтів див. EN ISO 14555 та EN ISO 13918.

(2) Зварні шви, які піддаються втомним навантаженням, повинні задовольняти положення, наведені у EN 1993-1-9.

(3) Як правило, якщо не передбачено інше, для зварних з'єднань вимагається рівень якості C відповідно до EN ISO 25817. Частоту контролю зварних швів слід встановлювати у відповідності зі стандартами, на які посилається група 7 (див. 1.2.7). Рівень якості зварних швів слід встановлювати за EN ISO 25817. Рівень якості зварних швів у конструкціях, які піддаються втомним навантаженням, слід встановлювати за EN 1993-1-9.

(4) Слід уникати розшарування сталевих листів.

(5) Вказівки щодо запобігання розшаруванню сталевих листів наведені у EN 1993-1-10.

## 4. WELDED CONNECTIONS

### 4.1 GENERAL

(1) The provisions in this section apply to weldable structural steels conforming to EN 1993-1-1 and to material thicknesses of 4 mm and over. The provisions also apply to joints in which the mechanical properties of the weld metal are compatible with those of the parent metal, see 4.2.

For welds in thinner material reference should be made to EN 1993 part 1.3 and for welds in structural hollow sections in material thicknesses of 2,5 mm and over guidance is given section 7 of this Standard.

For stud welding reference should be made to EN 1994-1-1.

NOTE: Further guidance on stud welding can be found in EN ISO 14555 and EN ISO 13918.

(2) Welds subject to fatigue should also satisfy the principles given in EN 1993-1-9.

(3) Quality level C according to EN ISO 25817 is usually required, if not otherwise specified. The frequency of inspection of welds should be specified in accordance with the rules in 1.2.7 Reference Standards: Group 7. The quality level of welds should be chosen according to EN ISO 25817. For the quality level of welds used in fatigue loaded structures, see EN 1993-1-9.

(4) Lamellar tearing should be avoided.

(5) Guidance on lamellar tearing is given in EN 1993-1-10.

## 4.2 МАТЕРІАЛИ ДЛЯ ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ

(1) Усі матеріали для зварних з'єднань повинні відповідати стандартам, на які є посилання у групі 5 (див. 1.2.5).

(2) Значення границі текучості, міцності на розтяг у граничному стані за несучою здатністю, відносного подовження при розриві та мінімального значення ударної в'язкості металу шва за Шарпі для зразка з V-подібним надрізом повинні бути еквівалентними або вище значень, встановлених для основного металу.

ПРИМІТКА. У загальному випадку безпечно використовувати електроди, що перевищують за маркою сталь, що використовується.

## 4.3 ГЕОМЕТРИЧНІ ПАРАМЕТРИ ТА РОЗМІРИ

### 4.3.1 Типи зварних швів

(1) Цей нормативний документ охоплює розрахунок кутових, замкнених кутових, стикових, пробкових зварних швів, а також зварних швів із конусним зазором. Стикові зварні шви можуть бути з повним або неповним проваром. Кругові кутові та пробкові зварні шви можуть бути виконані у круглих або овальних отворах.

(2) Найбільш поширені типи з'єднань та зварних швів наведені у EN 12345.

### 4.3.2 Кутові зварні шви

#### 4.3.2.1 Загальні положення

(1) Кутові зварні шви можуть застосовуватися для з'єднання деталей, зварювальні поверхні яких розташовані під кутом від 60° до 120°.

(2) Допускається кут менше 60°, однак у цьому випадку кутовий зварний шов слід розглядати як стиковий із неповним проваром.

(3) При кутах більше 120° несучу здатність кутових зварних швів слід визначати випробуванням у відповідності з EN 1990 (Додаток D. Розрахунок на основі випробувань).

## 4.2 WELDING CONSUMABLES

(1) All welding consumables should conform to the relevant standards specified in 1.2.5 Reference Standards; Group 5.

(2) The specified yield strength, ultimate tensile strength, elongation at failure and minimum Charpy V-notch energy value of the filler metal, should be equivalent to, or better than that specified for the parent material.

NOTE: Generally it is safe to use electrodes that are overmatched with regard to the steel grades being used.

## 4.3 GEOMETRY AND DIMENSIONS

### 4.3.1 Type of weld

(1) This Standard covers the design of fillet welds, fillet welds all round, butt welds, plug welds and flare groove welds. Butt welds may be either full penetration butt welds or partial penetration butt welds. Both fillet welds all round and plug welds may be either in circular holes or in elongated holes.

(2) The most common types of joints and welds are illustrated in EN 12345.

### 4.3.2 Fillet welds

#### 4.3.2.1 General

(1) Fillet welds may be used for connecting parts where the fusion faces form an angle of between 60° and 120°.

(2) Angles smaller than 60° are also permitted. However, in such cases the weld should be considered to be a partial penetration butt weld.

(3) For angles greater than 120° the resistance of fillet welds should be determined by testing in accordance with EN 1990 Annex D: Design by testing.

(4) Кутові зварні шви, розташовані на кінцях елементів, що з'єднуються (у торці або збоку), слід заводити за кут неперервно та повнорозмірно на відстань, рівну, принаймні, двом катетам шва, якщо доступність та конфігурація вузла дозволяють це виконати.

ПРИМІТКА. У випадку переривчастих швів, це правило стосується тільки переривчастих швів у кутах кінців елемента.

(5) Розташування зварних швів у кінцевій частині елемента слід відобразити на кресленнях.

(6) При наявності ексцентриситету в односторонніх зварних куткових швах див. 4.12.

#### 4.3.2.2 Переривчасті кутові зварні шви

(1) Переривчасті кутові зварні шви не слід використовувати в агресивному середовищі.

(2) У переривчастих куткових зварних швах відстань ( $L_1$  або  $L_2$ ) між кінцями кожного відрізка шва завдовжки  $L_w$  повинна відповідати вимогам, наведеним на рисунку 4.1.

(3) У переривчастих куткових зварних швах відстань ( $L_1$  або  $L_2$ ) між кінцями кожного відрізка шва слід приймати рівною меншій із відстаней між кінцями відрізків зварних швів на протилежних сторонах та між кінцями відрізків зварних швів на одній стороні.

(4) У з'єднаннях на переривчастих зварних швах у всіх випадках кожний кінець з'єднуваної деталі повинен бути привареним непереривчастим двостороннім швом.

(5) В елементах складеного перерізу, в яких листові деталі з'єднані переривчастими кутковими швами, кінці цих деталей слід приварити з кожної сторони кутковими зварними швами довжиною, рівною, принаймні, ширині більш вузької з листових деталей (див. рисунок 4.1).

#### 4.3.3 Кругові кутові зварні шви

(4) Fillet welds finishing at the ends or sides of parts should be returned continuously, full size, around the corner for a distance of at least twice the leg length of the weld, unless access or the configuration of the joint renders this impracticable.

NOTE: In the case of intermittent welds this rule applies only to the last intermittent fillet weld at corners.

(5) End returns should be indicated on the drawings.

(6) For eccentricity of single-sided fillet welds, see 4.12.

#### 4.3.2.2 Intermittent fillet welds

(1) Intermittent fillet welds should not be used in corrosive conditions.

(2) In an intermittent fillet weld, the gaps ( $L_1$  or  $L_2$ ) between the ends of each length of weld  $L_w$  should fulfil the requirement given in Figure 4.1.

(3) In an intermittent fillet weld, the gap ( $L_1$  or  $L_2$ ) should be taken as the smaller of the distances between the ends of the welds on opposite sides and the distance between the ends of the welds on the same side.

(4) In any run of intermittent fillet weld there should always be a length of weld at each end of the part connected.

(5) In a built-up member in which plates are connected by means of intermittent fillet welds, a continuous fillet weld should be provided on each side of the plate for a length at each end equal to at least three-quarters of the width of the narrower plate concerned (see Figure 4.1).

#### 4.3.3 Fillet welds all round

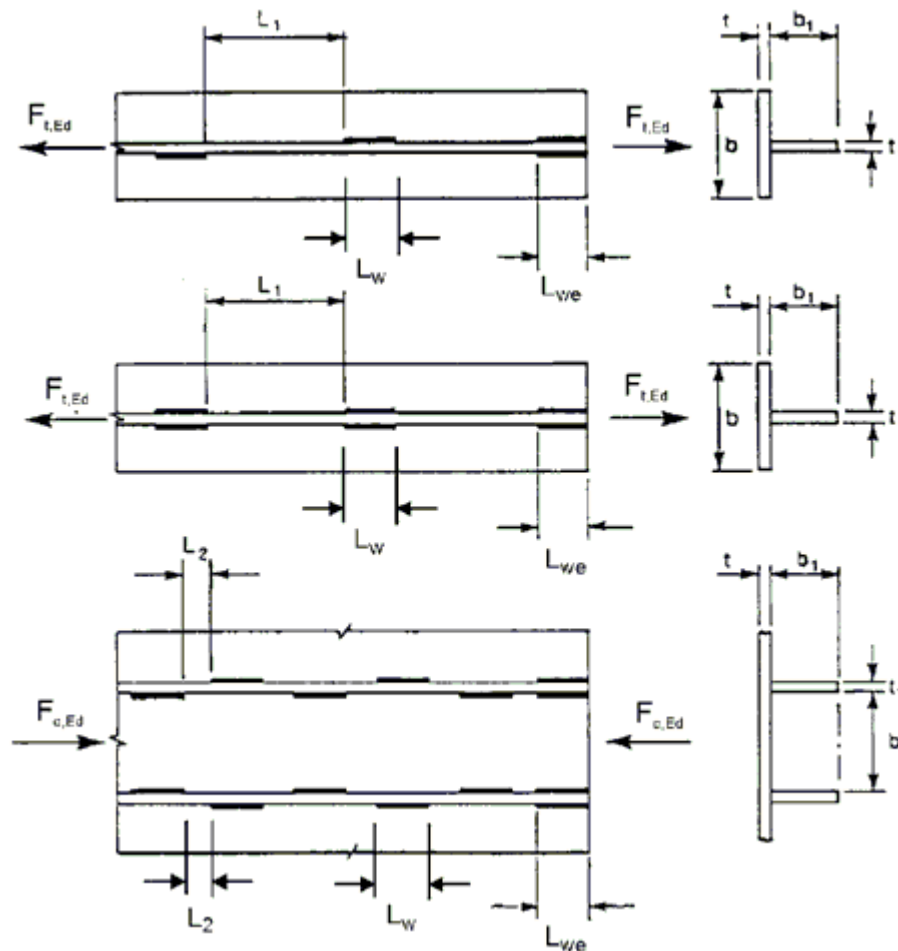


(1) Кругові кутові зварні шви, включаючи кутові шви у круглих або витягнутих отворах, можуть застосовуватися тільки для передачі зсувного зусилля або для запобігання втраті місцевої стійкості або розділенню частин, з'єднаних внапуск.

(2) Діаметр круглого або ширина витягнутого отвору для кругового кутового зварного шва повинні бути такими, що становить не менше чотирьох товщин елемента, в якому розташований отвір.

(1) Fillet welds all round, comprising fillet welds in circular or elongated holes, may be used only to transmit shear or to prevent the buckling or separation of lapped parts.

(2) The diameter of a circular hole, or width of an elongated hole, for a fillet weld all round should not be less than four times the thickness of the part containing it.



$L_{we}$  слід приймати меншим зі значень  $0,75b$  та  $0,75b_1$  ;  
The smaller of  $L_{we} \geq 0,75 b$  and  $0,75 b_1$

$L_1$  слід приймати меншим зі значень  $16t$ ,  $16t_1$  та  $200$  мм для розтягнених елементів складеного перерізу;  
For build-up members in tension: The smallest of  $L_1 \leq 16t$  and  $16t_1$  and  $200$  mm

$L_2$  слід приймати меншим зі значень  $12t$ ,  $12t_1$ ,  $0,25b$  та  $200$  мм для елементів складеного перерізу, під дією стиску та зсуву  
For build-up members in compression or shear: the smallest of  $L_2 \leq 12t$  and  $12t_1$  and  $0,25 b$  and  $200$  mm

Рисунок 4.1 Переривчасті кутові зварні шви

**Figure 4.1 Intermittent fillet welds**

(3) Кінці витягнутих отворів повинні бути напівкруглими, за винятком тих випадків, коли кінець отвору доходить до краю даної деталі.

(4) Відстань між центрами замкнених кутових зварних швів не повинна перевищувати значень, наведених у таблиці 3.3, щоб запобігти втраті місцевої стійкості.

#### **4.3.4 Стикові зварні шви**

(1) Стиковий зварний шов слід вважати зварним швом із повним проваром, якщо по всій товщині з'єднання забезпечена глибина провару та сплавлення металу шва та основного металу.

(2) Стиковим зварним швом із неповним проваром слід вважати шов з глибиною провару менше товщини основного елемента.

(3) Застосування переривчастих стикових зварних швів не допускається.

(4) За наявності ексцентриситету в односторонніх стикових зварних швах із неповним проваром – див. 4.12.

#### **4.3.5 Пробкові зварні шви**

(1) Пробкові зварні шви застосовуються для:

– передачі зсувного зусилля;

– запобігання втраті місцевої стійкості або розділенню частин, з'єднаних внапуск;

– з'єднання деталей в елементах складеного перерізу, але їх не слід застосовувати у випадку розтягу, прикладеного зовні.

(2) У випадку пробкового зварного шва діаметр круглого або ширина витягнутого отвору повинні бути, принаймні, на 8 мм більше товщини елемента, в якому розташований отвір.

(3) Кінці витягнутих отворів повинні бути напівкруглими або мати кути, заокруглені по радіусу, рівному не менше

(3) The ends of elongated holes should be semi-circular, except for those ends which extend to the edge of the part concerned.

(4) The centre to centre spacing of fillet welds all round should not exceed the value necessary to prevent local buckling, see Table 3.3.

#### **4.3.4 Butt welds**

(1) A full penetration butt weld is defined as a weld that has complete penetration and fusion of weld and parent metal throughout the thickness of the joint.

(2) A partial penetration butt weld is defined as a weld that has joint penetration which is less than the full thickness of the parent material.

(3) Intermittent butt welds should not be used.

(4) For eccentricity in single-sided partial penetration butt welds, see 4.12.

#### **4.3.5 Plug welds**

(1) Plug welds may be used

-to transmit shear,

- to prevent the buckling or separation of lapped parts, and

- to inter-connect the components of built-up members

(2) The diameter of a circular hole, or width of an elongated hole, for a plug weld should be at least 8 mm more than the thickness of the part containing it.

(3) The ends of elongated holes should either be semi-circular or else should have corners which are rounded to a radius of not

товщини елемента, за винятком тих випадків, коли кінець отвору доходить до краю елемента.

(4) Товщина пробкового шва при товщині основного металу до 16 мм повинна бути рівною товщині основного металу. Товщина пробкового шва при товщині основного металу більше 16 мм повинна бути не менше половини товщини основного металу та не менше 16 мм.

(5) Відстань між центрами пробкових зварних швів не повинна перевищувати значень, вказаних у таблиці 3.3, щоб запобігти втраті місцевої стійкості.

#### 4.3.6 Зварні шви з конусним зазором

(1) Розрахункова товщина зварного шва з конусним зазором для суцільних стрижнів показана на рисунку 4.2. Визначення розрахункової товщини зварного шва з конусним зазором для замкнутих профілів прямокутного перерізу наведено в 7.3.1(7).

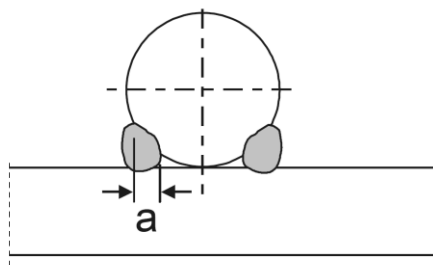


Рисунок 4.2 Розрахункова товщина зварного шва з конусним зазором у суцільних перерізах

Figure 4.2 Effective throat thickness of flare groove welds in solid sections

#### 4.4 ЗВАРНІ ШВИ З ФАСОНКАМИ

(1) При зварюванні з застосуванням сталеві прокладки останню слід вирівняти врівень із краєм зварюваної деталі.

(2) При зварюванні двох деталей через прокладку, товщина якої менше катета зварного шва, необхідного для передачі зусилля, потрібний катет шва слід збільшити до значення, рівного товщині прокладки.

(3) При зварюванні двох деталей через прокладку, товщина якої дорівнює або

less than the thickness of the part containing the slot, except for those ends which extend to the edge of the part concerned.

(4) The thickness of a plug weld in parent material up to 16 mm thick should be equal to the thickness of the parent material. The thickness of a plug weld in parent material over 16 mm thick should be at least half the thickness of the parent material and not less than 16 mm.

(5) The centre to centre spacing of plug welds should not exceed the value necessary to prevent local buckling, see Table 3.3.

#### 4.3.6 Flare groove welds

(1) For solid bars the design effective throat thickness of flare groove welds, when fitted flush to the surface of the solid section of the bars, is defined in Figure 4.2. The definition of the design throat thickness of flare groove welds in rectangular hollow sections is given in 7.3.1(7).

#### 4.4 WELDS WITH PACKINGS

(1) In the case of welds with packing, the packing should be trimmed flush with the edge of the part that is to be welded.

(2) Where two parts connected by welding are separated by packing having a thickness less than the leg length of weld necessary to transmit the force, the required leg length should be increased by the thickness of the packing.

(3) Where two parts connected by welding are separated by packing having a thickness

більше катета зварного шва, необхідного для передачі зусилля, кожному деталі слід приварити до прокладки катетом, необхідним для передачі розрахункового зусилля.

## **4.5 РОЗРАХУНКОВА НЕСУЧА ЗДАТНІСТЬ КУТОВИХ ЗВАРНИХ ШВІВ**

### **4.5.1 Довжина зварних швів**

(1) Розрахункову довжину зварного шва  $l$  слід приймати рівною довжині, протягом якої шов є повнорозмірним. Її можна прийняти рівною повній довжині шва, віднявши його подвоєну розрахункову товщину  $a$ . Зниження розрахункової довжини зварного шва не потребується за умови, що зварний шов є повнорозмірним по всій його довжині, включаючи початок та кінець шва.

(2) Зварний кутовий шов розрахунковою довжиною менше 30 мм або менше 6 товщин зварного шва (враховується більше з цих значень) не є несучим швом.

### **4.5.2 Розрахункова товщина шва**

(1) Розрахункову товщину  $a$  кутового зварного шва слід приймати рівною висоті вписаного між поверхнями, що з'єднуються, та лицьовою поверхнею шва найбільшого трикутника (рівностороннього або нерівностороннього), що вимірюється перпендикулярно до зовнішньої сторони цього трикутника, див. рисунок 4.3.

(2) Розрахункова товщина кутового зварного шва повинна бути не менше 3 мм.

(3) При визначенні розрахункової несучої здатності кутового зварного шва з повним проваром може бути врахована додаткова товщина шва, див. рисунок 4.4, за умови, що попередні випробування показують, що необхідний провар досягається постійно.

equal to, or greater than, the leg length of weld necessary to transmit the force, each of the parts should be connected to the packing by a weld capable of transmitting the design force.

## **4.5 DESIGN RESISTANCE OF A FILLET WELD**

### **4.5.1 Length of welds**

(1) The effective length of a fillet weld  $l$  should be taken as the length over which the fillet is full-size. This may be taken as the overall length of the weld reduced by twice the effective throat thickness  $a$ . Provided that the weld is full size throughout its length including starts and terminations, no reduction in effective length need be made for either the start or the termination of the weld.

(2) A fillet weld with an effective length less than 30 mm or less than 6 times its throat thickness, whichever is larger, should not be designed to carry load.

### **4.5.2 Effective throat thickness**

(1) The effective throat thickness,  $a$ , of a fillet weld should be taken as the height of the largest triangle (with equal or unequal legs) that can be inscribed within the fusion faces and the weld surface, measured perpendicular to the outer side of this triangle, see Figure 4.3.

(2) The effective throat thickness of a fillet weld should not be less than 3 mm.

(3) In determining the design resistance of a deep penetration fillet weld, account may be taken of its additional throat thickness, see Figure 4.4, provided that preliminary tests show that the required penetration can consistently be achieved.



Рисунок 4.3 Товщина кутового зварного шва  
Figure 4.3 Throat thickness of a fillet weld

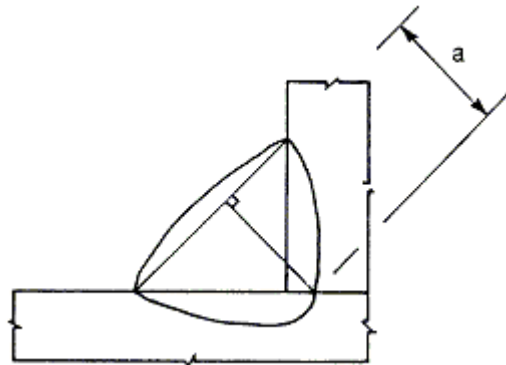


Рисунок 4.4 Товщина кутового зварного шва з повним проваром  
Figure 4.4 Throat thickness of a deep penetration fillet weld

### 4.5.3 Розрахункова несуча здатність кутових зварних швів

### 4.5.3 Design Resistance of fillet welds

#### 4.5.3.1 Загальні положення

#### 4.5.3.1 General

(1) Розрахункову несучу здатність кутового зварного шва слід визначати за прямим методом, наведеним у 4.5.3.2, або за спрощеним методом, наведеним у 4.5.3.3.

(1) The design resistance of a fillet weld should be determined using either the Directional method given in 4.5.3.2 or the Simplified method given in 4.5.3.3.

#### 4.5.3.2 Прямий метод

#### 4.5.3.2 Directional method

(1) Згідно з цим методом зусилля, що передаються зварним швом одиничної довжини, розкладаються на наступні складові: паралельну та поперечну відносно поздовжньої осі зварного шва, а також нормальну та поперечну складові до площини його перерізу.

(1) In this method, the forces transmitted by a unit length of weld are resolved into components parallel and transverse to the longitudinal axis of the weld and normal and transverse to the plane of its throat.

(2) Розрахункову площу поперечного перерізу  $A_w$  зварного шва слід приймати рівною  $A_w = \sum a l_{eff}$ .

(2) The design throat area  $A_w$  should be taken as  $A_w = \sum a l_{eff}$ .

(3) Припускається, що розташування розрахункової площі поперечного перерізу

(3) The location of the design throat area should be assumed to be concentrated in the root.

зварного шва зосереджено в його корені.

(4) Напруження слід вважати рівномірно розподіленими по перерізу зварного шва та зводити до нормальних та дотичних напружень, показаних на рисунку 4.5, наступним чином:

$\sigma_{\perp}$  – нормальне напруження, перпендикулярне до перерізу зварного шва;

$\sigma_{\parallel}$  – нормальне напруження, паралельне поздовжній осі зварного шва;

$\tau_{\perp}$  – дотичне напруження (у площині перерізу зварного шва), перпендикулярне до поздовжньої осі зварного шва;

$\tau_{\parallel}$  – дотичне напруження (у площині перерізу зварного шва), паралельне поздовжній осі зварного шва.

(5) Нормальне напруження  $\sigma_{\parallel}$ , паралельне поздовжній осі, не враховується при перевірці розрахункової несучої здатності зварного шва.

(6) Розрахункова несуча здатність кутового зварного шва вважається достатньою, якщо виконуються обидві наступні умови:

$$\left[ \sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2) \right]^{0.5} \leq f_u / (\beta_w \gamma_{M2}) \text{ та } \sigma_{\perp} \leq f_u / \gamma_{M2}, \quad (4.1)$$

i  
and

де  $f_u$  – номінальне значення міцності на розтяг у граничному стані за несучою здатністю більш слабкого елемента, що з'єднується;

$\beta_w$  – поправковий коефіцієнт, що приймається з таблиці 4.1.

(4) A uniform distribution of stress is assumed on the throat section of the weld, leading to the normal stresses and shear stresses shown in Figure 4.5, as follows:

$\sigma_{\perp}$  is the normal stress perpendicular to the throat

$\sigma_{\parallel}$  is the normal stress parallel to the axis of the weld

$\tau_{\perp}$  is the shear stress (in the plane of the throat) perpendicular to the axis of the weld

$\tau_{\parallel}$  is the shear stress (in the plane of the throat) parallel to the axis of the weld.

(5) The normal stress  $\sigma_{\parallel}$  parallel to the axis is not considered when verifying the design resistance of the weld.

(6) The design resistance of the fillet weld will be sufficient if the following are both satisfied:

where:  $f_u$  is the nominal ultimate tensile strength of the weaker part joined;

$\beta_w$  is the appropriate correlation factor taken from Table 4.1.

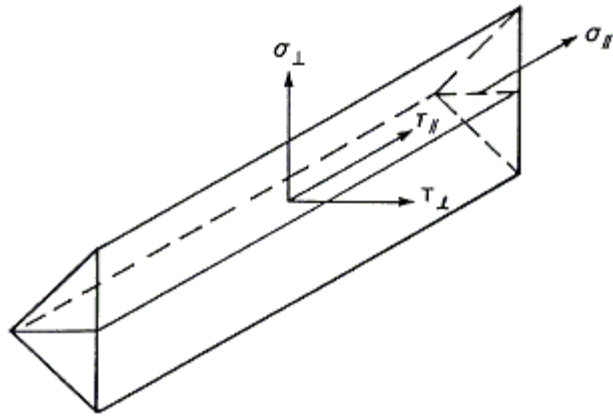


Рисунок 4.5 Напруження у поперечному перерізі кутового зварного шва  
Figure 4.5 Stresses on the throat section of a fillet weld

**Таблиця 4.1 Поправковий коефіцієнт  $\beta_w$  для кутових зварних швів**  
**Table 4.1 Correlation factor  $\beta_w$  for fillet welds**

Стандарт та клас сталі Standard and steel grade			Поправковий коефіцієнт $\beta_w$ Correlation factor $\beta_w$
EN 10025	EN 10210	EN 10219	
S235 S235 W	S235 H	S235 H	0,8
S275 S275 N/NL S275 M/ML	S275 H S275 NH/NLH	S275 H S275 NH/NLH S275 MH/MLH	0,85
S355 S355 N/NL S355 M/ML S355 W	S355 H S355 NH/NLH	S355 H S355 NH/NLH S355 MH/MLH	0,9
S420 N/NL S420 M/ML		S420 MH/MLH	1,0
S460 N/NL S460 M/ML S460 Q/QL/QL1	S460 NH/NLH	S460 NH/NLH S460 MH/MLH	1,0

(7) Зварні шви між деталями, що мають різні характеристики міцності матеріалів, слід розраховувати з урахуванням властивостей матеріалу з найменшими показниками міцності.

(7) Welds between parts with different material strength grades should be designed using the properties of the material with the lower strength grade.

*4.5.3.3 Спрощений метод визначення розрахункової несучої здатності кутових зварних швів*

*4.5.3.3 Simplified method for design resistance of fillet weld*

(1) Як альтернативу 4.5.3.2 розрахункову несучу здатність кутового зварного шву можна вважати достатньою, якщо у кожній точці вздовж його довжини рівнодіюча усіх сил, що передаються зварним швом одиничної довжини, задовольняє наступну умову:

(1) Alternatively to 4.5.3.2 the design resistance of a fillet weld may be assumed to be adequate if, at every point along its length, the resultant of all the forces per unit length transmitted by the weld satisfy the following criterion:

$$F_{w,Ed} \leq F_{w,Rd} \quad (4.2)$$

де  $F_{w,Ed}$  – розрахункове значення зовнішніх зусиль, що діють на одиницю довжини зварного шва;

where:  $F_{w,Ed}$  is the design value of the weld force per unit length;

$F_{w,Rd}$  – розрахункове значення несучої здатності на одиницю довжини зварного шва.

$F_{w,Rd}$  is the design weld resistance per unit length.

(2) Незалежно від орієнтації площини перерізу зварного шва відносно напрямку прикладення сили, розрахункову несучу здатність зварного шва одиничної довжини  $F_{w,Rd}$  слід визначати за формулою:

(2) Independent of the orientation of the weld throat plane to the applied force, the design resistance per unit length  $F_{w,Rd}$  should be determined from:

$$F_{w,Rd} = f_{vw,d} a \quad (4.3)$$

де  $f_{vw,d}$  – розрахункова міцність зварного шва на зсув.

Where:  $f_{vw,d}$  is the design shear strength of the weld.



(3) Розрахункову міцність зварного шва на зсув  $f_{vw,d}$  слід визначати за формулою:

$$f_{vw,d} = \frac{f_u / \sqrt{3}}{\beta_w \gamma_{M2}}, \quad (4.4)$$

де  $f_u$  та  $\beta_w$  визначені в 4.5.3.2(6).

(3) The design shear strength  $f_{vw,d}$  of the weld should be determined from:

where:  $f_u$  and  $\beta_w$  are defined in 4.5.3.2(6).

#### **4.6 РОЗРАХУНКОВА НЕСУЧА ЗДАТНІСТЬ ЗАМКНЕНИХ КУТОВИХ ЗВАРНИХ ШВІВ**

(1) Розрахункову несучу здатність замкнених кутових зварних швів слід визначати, використовуючи один із методів, наведених у 4.5.

#### **4.6 DESIGN RESISTANCE OF FILLET WELDS ALL ROUND**

(1) The design resistance of a fillet weld all round should be determined using one of the methods given in 4.5.

#### **4.7 РОЗРАХУНКОВА НЕСУЧА ЗДАТНІСТЬ СТИКОВИХ ЗВАРНИХ ШВІВ**

#### **4.7 DESIGN RESISTANCE OF BUTT WELDS**

##### **4.7.1 Стикові зварні шви з повним проваром**

##### **4.7.1 Full penetration butt welds**

(1) Розрахункову несучу здатність стикових зварних швів із повним проваром слід приймати рівною розрахунковій несучій здатності більш слабкої з деталей, що з'єднуються, за умови, що зварювання виконане з використанням відповідних зварювальних матеріалів, що дозволяють отримувати зразки зварного шва з мінімальною межею плинності металу шва та мінімальною несучою здатністю на розтяг у граничному стані за несучою здатністю таким, що дорівнює, принаймні, відповідним значенням для основного металу.

(1) The design resistance of a full penetration butt weld should be taken as equal to the design resistance of the weaker of the parts connected, provided that the weld is made with a suitable consumable which will produce all-weld tensile specimens having both a minimum yield strength and a minimum tensile strength not less than those specified for the parent metal.

##### **4.7.2 Стикові зварні шви з неповним проваром**

##### **4.7.2 Partial penetration butt welds**

(1) Розрахункову несучу здатність стикових зварних швів із неповним проваром слід визначати методом, наведеним у 4.5.2(3) для розрахунку кутових зварних швів із повним проваром.

(1) The design resistance of a partial penetration butt weld should be determined using the method for a deep penetration fillet weld given in 4.5.2(3).

(2) Товщина стикового зварного шва з неповним проваром не повинна перевищувати стабільної глибини провару, що досягається при випробуванні зразків, див. 4.5.2(3).

(2) The throat thickness of a partial penetration butt weld should not be greater than the depth of penetration that can be consistently achieved, see 4.5.2(3).

### 4.7.3 Таврові з'єднання

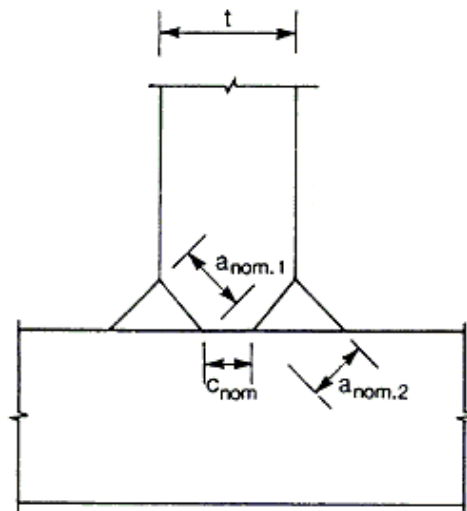
(1) Розрахункову несучу здатність зварного таврового з'єднання, що складається з пари стикових зварних швів із неповним проваром, підсилених накладеними поверх них кутовими зварними швами, можна визначити як для стикових зварних швів із повним проваром (див. 4.7.1), якщо загальна номінальна товщина зварного шва, за винятком незавареної ділянки, не менше товщини  $t$  елемента з'єднання, що примикає, за умови, що значення незавареної ділянки не перевищує меншого з двох значень  $t/5$  та 3 мм, див. рисунок 4.6 (а).

(2) Розрахункову несучу здатність стикового зварного таврового з'єднання, що не відповідає вимогам, наведеним у 4.7.3(1), слід визначати як для звичайного кутового зварного шва або для кутового зварного шва з повним проваром, наведеного у 4.5, у залежності від глибини провару. Товщину зварного шва слід визначати у відповідності з вимогами, встановленими для кутових зварних швів (див. 4.5.2) або для стикових зварних швів із неповним проваром (див. 4.7.2).

### 4.7.3 T-butt joints

(1) The design resistance of a T-butt joint, consisting of a pair of partial penetration butt welds reinforced by superimposed fillet welds, may be determined as for a full penetration butt weld (see 4.7.1) if the total nominal throat thickness, exclusive of the unwelded gap, is not less than the thickness  $t$  of the part forming the stem of the tee joint, provided that the unwelded gap is not more than  $(t/5)$  or 3 mm, whichever is less, see Figure 4.6(a).

(2) The design resistance of a T-butt joint which does not meet the requirements given in 4.7.3(1) should be determined using the method for a fillet weld or a deep penetration fillet weld given in 4.5 depending on the amount of penetration. The throat thickness should be determined in conformity with the provisions for fillet welds (see 4.5.2) or partial penetration butt welds (see 4.7.2) as relevant.



$$a_{nom,1} + a_{nom,2} \geq t$$

$c_{nom}$  слід приймати таким, що дорівнює меншому з  $t/5$  та 3 мм

$c_{nom}$  should be the smaller of  $t/5$  and 3 mm

Рисунок 4.6 Розрахунковий повний провар стикових зварних швів у тавровому з'єднанні

Figure 4.6 Effective full penetration of T-butt welds

#### 4.8 РОЗРАХУНКОВА НЕСУЧА ЗДАТ-НІСТЬ ПРОБКОВИХ ЗВАРНИХ ШВІВ

(1) Розрахункове значення несучої здатності  $F_{w,Rd}$  пробкового зварного шва (див. 4.3.3) слід визначати за формулою:

$$F_{w,Rd} = f_{vw,d} A_w, \quad (4.5)$$

де  $f_{vw,d}$  – розрахункова міцність зварного шва на зсув, наведена у 4.5.3.3(3);

$A_w$  – розрахункова площа перерізу шва, приймається рівною площі отвору.

#### 4.9 РОЗПОДІЛ ЗУСИЛЬ

(1) Розподіл зусиль у зварному з'єднанні може бути прийнятий у припущенні пружної або пластичної роботи у відповідності з 2.4 та 2.5.

(2) Допускається спрощений розподіл зусиль між зварними швами.

(3) При перевірці несучої здатності зварного шва не слід враховувати залишкові напруження, а також напруження, не пов'язані з передачею навантажень (наприклад, нормальні напруження, паралельні осі зварного шва).

(4) Зварні з'єднання слід проектувати таким чином, щоб вони мали достатню деформативність. Однак, не слід розраховувати на пластичність зварних швів.

(5) Для з'єднань, у яких можуть утворюватися пластичні шарніри, зварні шви слід проектувати таким чином, щоб їх несуча здатність була не менше несучої здатності найслабшої деталі з'єднання.

(6) В інших з'єднаннях, в яких внаслідок можливості виникнення значних деформацій від напружень знадобиться здатність до повертання, зварні шви повинні мати несучу здатність, що виключає їх руйнування до переходу основного матеріалу в пластичний стан.

(7) Якщо для визначення розрахункової несучої здатності переривчастого зварного шва використовується значення загальної довжини  $\ell_{tot}$ , то розрахункове значення зовнішньої сили зсуву на одиницю довжини  $F_{w,Ed}$  слід помножити на коефіцієнт, що дорівнює  $(e+\ell)/\ell$ , див. рисунок 4.7.

#### 4.8 DESIGN RESISTANCE OF PLUG WELDS

(1) The design resistance  $F_{w,Rd}$  of a plug weld (see 4.3.3) should be taken as:

$$F_{w,Rd} = f_{vw,d} A_w, \quad (4.5)$$

Where  $f_{vw,d}$  is the design shear strength of a weld given in 4.5.3.3(3);

$A_w$  is the design throat area and should be taken as the area of the hole.

#### 4.9 DISTRIBUTION OF FORCES

(1) The distribution of forces in a welded connection may be calculated on the assumption of either elastic or plastic behaviour in conformity with 2.4 and 2.5.

(2) It is acceptable to assume a simplified load distribution within the welds.

(3) Residual stresses and stresses not subjected to transfer of load need not be included when checking the resistance of a weld. This applies specifically to the normal stress parallel to the axis of a weld.

(4) Welded joints should be designed to have adequate deformation capacity. However, ductility of the welds should not be relied upon.

(5) In joints where plastic hinges may form, the welds should be designed to provide at least the same design resistance as the weakest of the connected parts.

(6) In other joints where deformation capacity for joint rotation is required due to the possibility of excessive straining, the welds require sufficient strength not to rupture before general yielding in the adjacent parent material.

(7) If the design resistance of an intermittent weld is determined by using the total length  $\ell_{tot}$ , the weld shear force per unit length  $F_{w,Ed}$  should be multiplied by the factor  $(e+\ell)/\ell$ , see Figure 4.7.

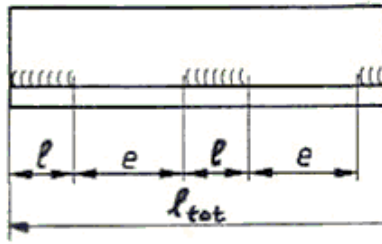


Рисунок 4.7 Розрахунок зусиль у переривчастих зварних швах  
 Figure 4.7 Calculation of weld forces for intermittent welds

#### 4.10 КРІПЛЕННЯ ДО ПОЛИЦЬ БЕЗ РЕБЕР ЖОРСТКОСТІ

(1) Якщо поперечна фасонка (або полиця балки) приварюється до непідкріпленої полиці двотаврової балки, див. рисунок 4.8, та виконана умова 4.10(3), то зусилля, прикладене перпендикулярно до непідкріпленої полиці, не повинно перевищувати будь-яке з наступних значень:

- несучої здатності стінки опорного елемента з двотаврового профілю, наведеного в 6.2.6.2 або 6.2.6.3;
- несучої здатності поперечної фасонки, привареної до елемента замкнутого профілю прямокутного перерізу, наведеного в таблиці 7.13;
- несучої здатності опорної полиці, розрахованої за формулою (6.20) (див. 6.2.6.4.3(1)), припускаючи концентрацію прикладеного навантаження у межах ефективної ширини полиці  $b_{eff}$ , відповідно до 4.10(2) або 4.10(4).

#### 4.10 CONNECTIONS TO UNSTIFFED FLANGES

(1) Where a transverse plate (or beam flange) is welded to a supporting unstiffened flange of an I, H or other section, see Figure 4.8, and provided that the condition given in 4.10(3) is met, the applied force perpendicular to the unstiffened flange should not exceed any of the relevant design resistances as follows:

- that of the web of the supporting member of I or H sections as given in 6.2.6.2 or 6.2.6.3 as appropriate;
- those for a transverse plate on a RHS member as given in Table 7.13;
- that of the supporting flange as given by formula (6.20) in 6.2.6.4.3(1) calculated assuming the applied force is concentrated over an effective width,  $b_{eff}$ , of the flange as given in 4.10(2) or 4.10(4) as relevant.

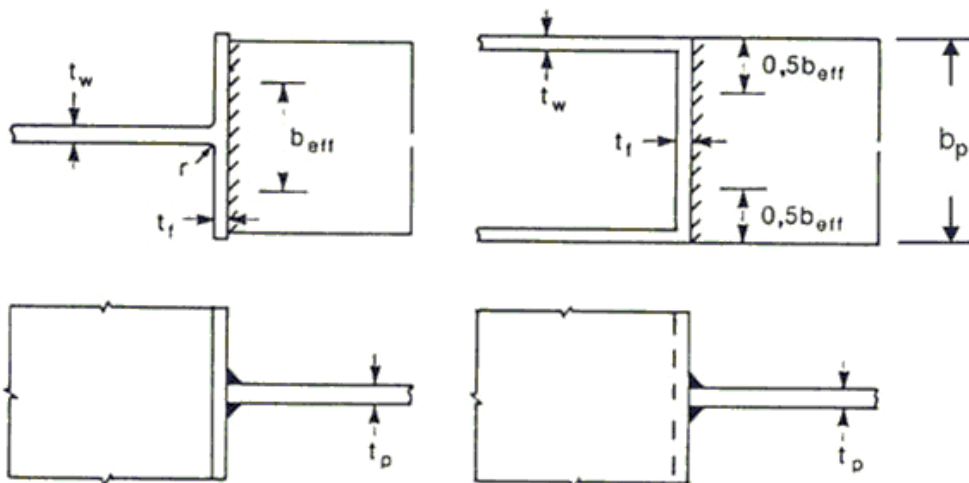


Рисунок 4.8 Розрахункова ширина непідкріпленого таврового з'єднання  
 Figure 4.8 Effective width of an unstiffened T-joint

(2) Розрахункову ширину  $b_{eff}$  перерізу невідкритого двотаврового профілю слід визначати за формулою:

(2) For an unstiffened I or H section the effective width  $b_{eff}$  should be obtained from:

$$b_{eff} = t_w + 2s + 7kt_f, \quad (4.6a)$$

$$\text{де } k = (t_f / t_p) (f_y / f_{y,p}) \text{ при } k \leq 1, \quad (4.6b)$$

$$\text{where: } k = (t_f / t_p) (f_y / f_{y,p}) \text{ but } k \leq 1, \quad (4.6c)$$

тут  $f_{y,f}$  – межа плинності сталі полиці двотавра;

$f_{y,f}$  is the yield strength of the flange of the I or H section;

$f_{y,p}$  – межа плинності сталі пластинки, привареної до двотавра.

$f_{y,p}$  is the yield strength of the plate welded to the I or H section.

Значення  $s$  визначається наступним чином:

The dimension  $s$  should be obtained from:

– для прокатних двотаврів

-for a rolled I or H section:

$$s = r; \quad (4.6d) \quad (4.6e)$$

– для зварних двотаврів

-for a welded I or H section:

$$s = \sqrt{2}a. \quad (4.6f) \quad (4.6g)$$

(3) Для невідкритої полиці двотавра повинна виконуватися наступна умова:

(3) For an unstiffened flange of an I or H section, the following criterion should be satisfied:

$$b_{eff} \geq (f_{y,p} / f_{u,p}) \cdot b_p, \quad (4.7)$$

де  $f_{u,p}$  – міцність у граничному стані за несучою здатністю пластини, привареної до двотавра;

where:  $f_{u,p}$  is the ultimate strength of the plate welded to the I or H section;

$b_p$  – ширина пластини, привареної до двотавра.

$b_p$  is the width of the plate welded to the I or H section

Якщо ця умова не виконується, полиця повинна бути підсилена.

Otherwise the joint should be stiffened.

(4) Для інших типів перерізів, таких як швелери або коробчасті перерізи, при однаковій ширині полиці та пластини, що прикріплюється, значення розрахункової ширини  $b_{eff}$  слід визначити за формулою:

(4) For other sections such as box sections or channel sections where the width of the connected plate is similar to the width of the flange, the effective width  $b_{eff}$  should be obtained from:

$$b_{eff} = 2t_w + 5t_f \text{ при } b_{eff} \leq 2t_w + 5kt_f \quad (4.8)$$

$$b_{eff} = 2t_w + 5t_f \text{ but } b_{eff} \leq 2t_w + 5kt_f.$$

ПРИМІТКА. Для замкнутих профілів розрахункову ширину слід визначати за таблицею 7.13.

NOTE: For hollow sections, see Table 7.13.

(5) Навіть якщо  $b_{eff} \leq b_p$ , то зварні шви, що прикріплюють пластину до полиці, слід розраховувати на зусилля, рівне несучій здатності пластини  $b_p t_p f_{y,p} / g_{M0}$ , приймаючи рівномірне розподілення напружень.

#### 4.11 ДОВГІ З'ЄДНАННЯ

(1) У з'єднаннях із напуском розрахункове значення несучої здатності кутового зварного шва слід помножити на знижувальний коефіцієнт  $\beta_{Lw}$ , який враховує нерівномірний розподіл напружень по всій довжині шва.

(2) Якщо розподілення напружень по довжині зварного шва відповідає розподіленню напружень у прилеглому до нього основному металі (наприклад у випадку приварювання полиці до стінки складеної двотаврової балки), умови, наведені в 4.11, виконувати не слід.

(3) Для зварних швів з'єднань з напуском завдовжки більше  $150a$  знижувальний коефіцієнт  $\beta_{Lw}$  слід приймати таким, що дорівнює коефіцієнту  $\beta_{Lw1}$ , що визначається за формулою:

$$\beta_{Lw1} = 1,2 - 0,2L_j / 150a \text{ при/at } \beta_{Lw1} \leq 1,0, \quad (4.9)$$

де  $L_j$  – загальна довжина напуску у напрямку передачі сили.

(4) Для кутових зварних швів завдовжки більше 1,7 м при кріпленні поперечних ребер жорсткості в елементах суцільного перерізу знижувальний коефіцієнт  $\beta_{Lw}$  можна прийняти таким, що дорівнює коефіцієнту  $\beta_{Lw2}$ , що визначається за формулою:

$$\beta_{Lw2} = 1,1 - L_w / 17 \text{ при/at } \beta_{Lw2} \leq 1,0 \text{ та/and } \beta_{Lw2} \geq 0,6, \quad (4.10)$$

де  $L_w$  – довжина зварного шва, м.

(5) Even if  $b_{eff} \leq b_p$ , the welds connecting the plate to the flange need to be designed to transmit the design resistance of the plate  $b_p t_p f_{y,p} / g_{M0}$  assuming a uniform stress distribution.

#### 4.11 LONG JOINTS

(1) In lap joints the design resistance of a fillet weld should be reduced by multiplying it by a reduction factor  $\beta_{Lw}$  to allow for the effects of non-uniform distribution of stress along its length.

(2) The provisions given in 4.11 do not apply when the stress distribution along the weld corresponds to the stress distribution in the adjacent base metal, as, for example, in the case of a weld connecting the flange and the web of a plate girder.

(3) In lap joints longer than  $150a$  the reduction factor  $\beta_{Lw}$  should be taken as  $\beta_{Lw1}$  given by:

where:  $L_j$  is the overall length of the lap in the direction of the force transfer.

(4) For fillet welds longer than 1,7 metres connecting transverse stiffeners in plated members, the reduction factor  $\beta_{Lw}$  may be taken as  $\beta_{Lw2}$  given by:

where:  $L_w$  is the length of the weld (in metres)

#### 4.12 ПОЗАЦЕНТРОВО НАВАНТАЖЕНІ ПООДИНОКІ КУТОВІ ТА ОДНОСТОРОННІ СТИКОВІ ЗВАРНІ ШВИ З НЕПОВНИМ ПРОВАРОМ

(1) В усіх випадках, де це можливо, слід уникати виникнення місцевого ексцентриситету прикладення зусилля.

(2) Вплив місцевого ексцентриситету (відносно лінії дії осьової сили) слід враховувати у наступних випадках:

– якщо згинальний момент, прикладений відносно поздовжньої осі зварного шва, викликає розтяг у корені зварного шва, див. рисунок 4.9 (а);

– якщо розтягувальне зусилля, прикладене перпендикулярно до поздовжньої осі зварного шва, викликає згинальний момент, що призводить до виникнення розтягувального зусилля в корені зварного шва, див. рисунок 4.9 (б).

(3) Якщо зварний шов є частиною зварних швів по периметру перерізу замкнутого профілю, місцевий ексцентриситет враховувати не слід.

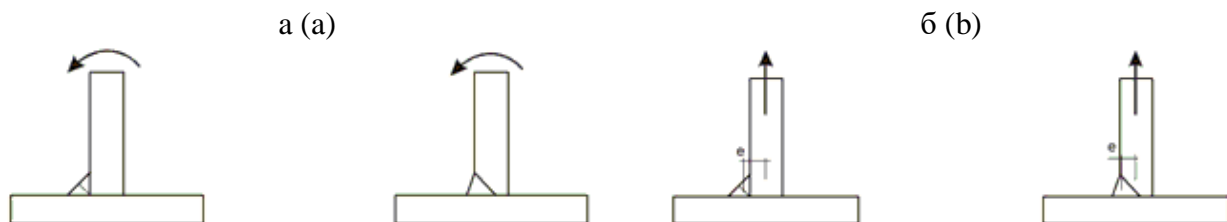


Рисунок 4.9 Поодинокі кутові та односторонні стикові зварні шви з неповним проваром

а – згинальний момент викликає розтяг у корені зварного шва;

б – розтягувальне зусилля викликає розтяг в основі зварного шва

Figure 4.9 Single fillet welds and single-sided partial penetration butt welds

(a) Bending moment produces tension at the root of the weld

(b) Tensile force produces tension at the root of the weld

#### 4.13 КУТИКИ, ЩО ПРИКРПЛЮЮТЬСЯ ОДНІЮ ПОЛИЦЕЮ

(1) При кріпленні кутиків однією полицею ексцентриситет зварних з'єднань напуску враховується шляхом використання у розрахунках розрахункової площі поперечного перерізу як при центральному навантаженні

#### 4.12 ECCENTRICALLY LOADED SINGLE FILLET OR SINGLE-SIDED PARTIAL PENETRATION BUTT WELDS

(1) Local eccentricity should be avoided whenever it is possible.

(2) Local eccentricity (relative to the line of action of the force to be resisted) should be taken into account in the following cases:

- Where a bending moment transmitted about the longitudinal axis of the weld produces tension at the root of the weld, see Figure 4.9(a);

- Where a tensile force transmitted perpendicular to the longitudinal axis of the weld produces a bending moment, resulting in a tension force at the root of the weld, see Figure 4.9(b).

(3) Local eccentricity need not be taken into account if a weld is used as part of a weld group around the perimeter of a structural hollow section

#### 4.13 ANGLES CONNECTED BY ONE LEG

(1) In angles connected by one leg, the eccentricity of welded lap joint end connections may be allowed for by adopting an effective cross-sectional area and then treating the member as concentrically loaded.

(2) Для рівнополичних кутиків та нерівнополичних, прикріплених широкою полицею, розрахункова площа перерізу може бути прийнята рівною площі перерізу брутто.

(3) При визначенні розрахункової несучої здатності поперечного перерізу нерівнополичного кутика, прикріпленого меншою полицею, розрахункову площу слід прийняти рівною площі поперечного перерізу брутто еквівалентного рівнополичного кутика з шириною полиці, рівною ширині меншої полиці нерівнополичного кутика, див. EN 1993-1-1. Однак, при визначенні розрахункової несучої здатності на стійкість стисненого елемента, див. EN 1993-1-1, слід використовувати фактичну площу поперечного перерізу брутто.

#### 4.14 ЗВАРЮВАННЯ В ХОЛОДНО-СФОРМОВАНИХ ЗОНАХ

(1) Зварювання можна виконувати у межах ділянок завдовжки  $5t$  із кожної сторони холодносформованої зони, див. таблицю 4.2, при виконанні однієї з наступних умов:

- холодносформовані зони нормалізують після холодного формування до початку зварювальних робіт;
- відношення  $r/t$  задовольняє відповідне значення, отримане з таблиці 4.2.

(2) For an equal-leg angle, or an unequal-leg angle connected by its larger leg, the effective area may be taken as equal to the gross area

(3) For an unequal-leg angle connected by its smaller leg, the effective area should be taken as equal to the gross cross-sectional area of an equivalent equal-leg angle of leg size equal to that of the smaller leg, when determining the design resistance of the cross-section, see EN 1993-1-1. However when determining the design buckling resistance of a compression member, see EN 1993-1-1, the actual gross cross-sectional area should be used.

#### 4.14 WELDING IN COLD-FORMED ZONES

(1) Welding may be carried out within a length  $5t$  either side of a cold-formed zone, see Table 4.2, provided that one of the following conditions is fulfilled:

- the cold-formed zones are normalized after cold-forming but before welding;
- the  $r/t$ -ratio satisfy the relevant value obtained from Table 4.2.

**Таблиця 4.2 Умови для зварювання холодносформованих зон та прилеглого до них металу**  
**Table 4.2 Conditions for welding cold-formed zones and adjacent material**

r/t	Деформація внаслідок холодного формування, % Strain due to cold forming (%)	Максимальна товщина, мм Maximum thickness (mm)		
		У загальному випадку Generally		При повному розкисленні алюмінієм Fully killed Aluminium-killed steel (Al ≥ 0,02 %)
		домінує статичне навантаження Predominantly static loading	домінує втомне навантаження Where fatigue predominates	
≥ 25	≤ 2	Будь-яка Any	Будь-яка Any	Будь-яка Any
≥ 10	≤ 5	Будь-яка Any	Будь-яка Any	Будь-яка Any
≥ 3,0	≤ 14	24	16 12	24
≥ 2,0	≤ 20	12	10	12
≥ 1,5	≤ 25	8	8	10
≥ 1,0	≤ 33	4	4	6



## **5 АНАЛІЗ, КЛАСИФІКАЦІЯ ТА МОДЕЛЮВАННЯ**

### **5.1 ЗАГАЛЬНИЙ РОЗРАХУНОК**

#### **5.1.1 Загальні положення**

(1) Як правило, слід враховувати вплив роботи з'єднань на розподіл внутрішніх сил та моментів у конструкції, а також на загальні деформації конструкції. Якщо цей вплив незначний, то ним можна знехтувати.

(2) Для встановлення необхідності врахування впливу роботи з'єднань на виконання розрахунку розрізняють три типи спрощених моделей вузлів:

– простий, за яким можна допустити, що вузол не передає згинальний момент;

– жорсткий, за яким робота вузла не впливає на результати статичного розрахунку;

– напівжорсткий, за яким слід враховувати роботу вузла у розрахунку.

(3) Тип моделі вузла слід визначати за таблицею 5.1, у залежності від класифікації вузла та обраного методу розрахунку.

(4) Залежність між кутом повороту та моментом у вузлі, що використовується при розрахунку, може бути спрощена представленням у вигляді відповідної кривої, включаючи лінійну апроксимацію (наприклад, білінійну або трилінійну), за умови, що ця апроксимуюча крива повністю розташована нижче розрахункової кривої залежності між кутом повороту та згинальним моментом.

#### **5.1.2 Пружний розрахунок**

1) Вузли потрібно класифікувати за їх поворотною жорсткістю, див. 5.2.2.

## **5 ANALYSIS, CLASSIFICATION AND MODELLING**

### **5.1 GLOBAL ANALYSIS**

#### **5.1.1 General**

(1) The effects of the behaviour of the joints on the distribution of internal forces and moments within a structure, and on the overall deformations of the structure, should generally be taken into account, but where these effects are sufficiently small they may be neglected.

(2) To identify whether the effects of joint behaviour on the analysis need be taken into account, a distinction may be made between three simplified joint models as follows:

- simple, in which the joint may be assumed not to transmit bending moments;

- continuous, in which the behaviour of the joint may be assumed to have no effect on the analysis;

- semi-continuous, in which the behaviour of the joint needs to be taken into account in the analysis.

(3) The appropriate type of joint model should be determined from Table 5.1, depending on the classification of the joint and on the chosen method of analysis.

(4) The design moment-rotation characteristic of a joint used in the analysis may be simplified by adopting any appropriate curve, including a linearized approximation (e.g. bi-linear or tri-linear), provided that the approximate curve lies wholly below the design moment-rotation characteristic.

#### **5.1.2 Elastic global analysis**

(1) The joints should be classified according to their rotational stiffness, see 5.2.2.

(2) Вузли повинні мати достатню міцність для передачі діючих у них сил та моментів, отриманих при статичному розрахунку.

(3) У випадку напівжорсткого вузла в статичному розрахунку потрібно приймати поворотну жорсткість  $S_j$ , що відповідає згинальному моменту  $M_j, E_d$ . Якщо  $M_j, E_d$  не перевищує  $2/3 M_j, R_d$ , то в статичному розрахунку можна прийняти початкову поворотну жорсткість  $S_{j,ini}$  див. рисунок 5.1 (a).

(4) Для спрощення методики, наведеної в 5.1.2(3), розрахункове значення крутної жорсткості можна вважати таким, що дорівнює  $S_{j,ini}$  для всіх значень згинального моменту  $M_j, E_d$ , як показано на рисунку 5.1(б), де коефіцієнт переходу до модифікованої жорсткості приймається за таблицею 5.2.

(5) Для вузлів із двотаврів значення поворотної жорсткості  $S_j$  наведено в 6.3.1.

(2) The joints should have sufficient strength to transmit the forces and moments acting at the joints resulting from the analysis.

(3) In the case of a semi-rigid joint, the rotational stiffness  $S_j$  corresponding to the bending moment  $M_j, E_d$  should generally be used in the analysis. If  $M_j, E_d$  does not exceed  $2/3 M_j, R_d$  the initial rotational stiffness  $S_{j,ini}$  may be taken in the global analysis, see Figure 5.1(a).

(4) As a simplification to 5.1.2(3), the rotational stiffness may be taken as  $S_{j,ini}$  / in the analysis, for all values of the moment  $M_j, E_d$ , as shown in Figure 5.1(b), where is the stiffness modification coefficient from Table 5.2.

(5) For joints connecting H or I sections  $S_j$  is given in 6.3.1.

**Таблиця 5.1 Тип моделі вузла**  
**Table 5.1 Type of joint model**

Метод розрахунку Method of global analysis	Класифікація вузла Classification of joint		
Пружний Elastic	Номінально шарнірний Nominally pinned	Жорсткий Rigid	Напівжорсткий Semi-rigid
Жорстко-пластичний Rigid-Plastic	Номінально шарнірний Nominally pinned	Рівноміцний Full-strength	Частково рівноміцний Partial-strength
Пружно-пластичний Elastic-Plastic	Номінально шарнірний Nominally pinned	Жорсткий та рівноміцний Rigid and full-strength	Напівжорсткий та частково рівноміцний. Напівжорсткий та рівноміцний. Жорсткий та частково рівноміцний Semi-rigid and partial-strength. Semi-rigid and full-strength. Rigid and partial-strength
Тип моделі вузла	Простий Simple	Жорсткий Continuous	Напівжорсткий Semi-continuous

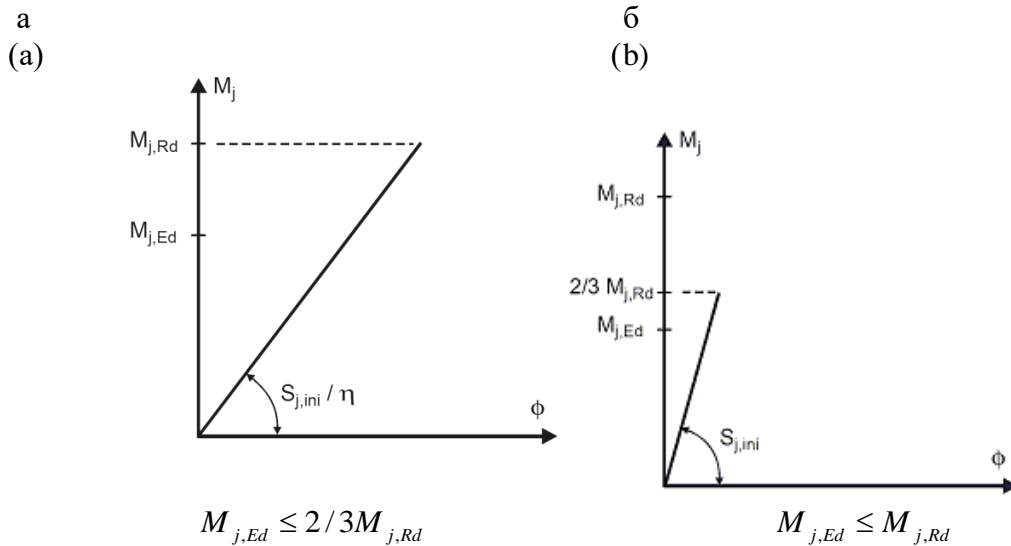


Рисунок 5.1 Поворотна жорсткість, що приймається при пружному розрахунку  
 Figure 5.1 Rotational stiffness to be used in elastic global analysis

Таблиця 5.2 Коефіцієнт переходу до модифікованої жорсткості  $\eta$   
 Table 5.2 Stiffness modification coefficient  $\eta$

ТИП З'ЄДНАННЯ TYPE OF CONNECTION	СПОЛУЧЕННЯ БАЛКИ З КОЛОНОЮ BEAM-TO-COLUMN JOINTS	ІНШІ ТИПИ СПОЛУЧЕНЬ (СПОЛУЧЕННЯ БАЛКИ З БАЛКОЮ, СТИКИ БАЛОК, СПОЛУЧЕННЯ БАЗИ КОЛОНИ З ФУНДАМЕНТОМ) OTHER TYPES OF JOINTS (BEAM-TO-BEAM JOINTS, BEAM SPLICES, COLUMN BASE JOINTS)
ЗВАРНЕ З'ЄДНАННЯ WELDED	2	3
БОЛТОВЕ З'ЄДНАННЯ ТОРЦЕВОГО ОПОРНОГО ЛИСТА BOLTED END-PLATES	2	3
БОЛТОВЕ З'ЄДНАННЯ ЗВІСІВ ПОЛИЦІ ПЕРЕРІЗУ BOLTED FLANGE CLEATS	2	3,5
ОПОРНІ ЛИСТИ БАЗИ BASE PLATES	-	3

### 5.1.3 Жорстко-пластичний розрахунок

- (1) Вузли слід класифікувати за їх міцністю, див. 5.2.3.
- (2) Значення  $M_{j,Rd}$  для вузлів із двотаврів наведено в 6.2.
- (3) Для розрахунку вузлів з елементів замкнутого профілю можна використовувати метод, наведений у розділі 7.

### 5.1.3 Rigid-plastic global analysis

- (1) The joints should be classified according to their strength, see 5.2.3.
- (2) For joints connecting H or I sections  $M_{j,Rd}$  is given in 6.2.
- (3) For joints connecting hollow sections the method given in section 7 may be used.

(4) Поворотна здатність вузлів повинна бути достатньою по відношенню до кута повороту вузла, отриманого при розрахунку.

(5) Поворотна здатність вузлів із двотаврів повинна бути перевірена у відповідності з 6.4.

#### 5.1.4 Пружно-пластичний розрахунок

(1) Вузли слід класифікувати за їх жорсткістю (див. 5.2.2) та міцністю (див. 5.2.3).

(2) Для вузлів із двотаврів  $M_{j,Rd}$  наведено в 6.2,  $S_j$  – в 6.3.1,  $\phi_{Cd}$  – в 6.4.

(3) Для розрахунку вузлів із замкнутих профілів можна використовувати метод, наведений у розділі 7.

(4) Для визначення розподілення внутрішніх зусиль та моментів в елементах конструкцій слід використовувати залежність між згинальним моментом та кутом повороту вузла.

(5) Для спрощення розрахунку може бути прийнята білінійна залежність між моментом та кутом повороту вузла, показана на рисунку 5.2. Коефіцієнт переходу до модифікованої жорсткості слід приймати за таблицею 5.2.

(4) The rotation capacity of a joint should be sufficient to accommodate the rotations resulting from the analysis.

(5) For joints connecting H or I sections the rotation capacity should be checked according to 6.4.

#### 5.1.4 Elastic– plastic global analysis

(1) The joints should be classified according to both stiffness (see 5.2.2) and strength (see 5.2.3).

(2) For joints connecting H or I sections  $M_{j,Rd}$  is given in 6.2,  $S_j$  is given in 6.3.1 and  $\phi_{Cd}$  is given in 6.4.

(3) For joints connecting hollow sections the method given in section 7 may be used.

(4) The moment rotation characteristic of the joints should be used to determine the distribution of internal forces and moments.

(5) As a simplification, the bi-linear design moment-rotation characteristic shown in Figure 5.2 may be adopted. The stiffness modification coefficient should be obtained from Table 5.2.

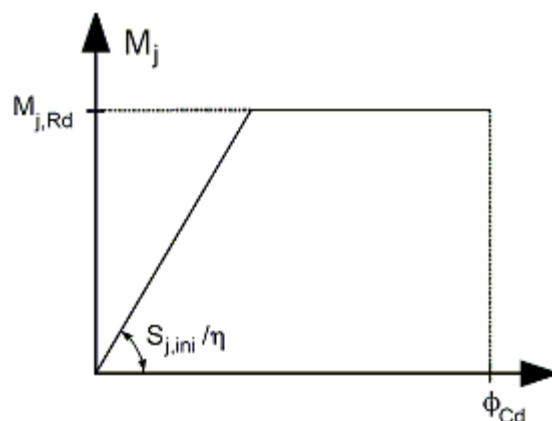


Рисунок 5.2 Спрощена білінійна залежність між моментом та кутом повороту вузла

Figure 5.2 Simplified bi-linear design moment-rotation characteristic

#### 5.1.5 Розрахунок ферм

#### 5.1.5 Global analysis of lattice girders

(1) Положення, наведені в 5.1.5, застосовуються тільки для конструкцій, вузли яких перевірені відповідно до розділу 7.

(2) Розподілення осьових зусиль у фермах можна визначити, припускаючи шарнірне сполучення стрижнів у вузлах (див. також 2.7).

(3) Другорядними моментами у вузлах, викликаними їх поворотною жорсткістю, можна знехтувати як при розрахунку елементів, так і при розрахунку вузлів, якщо виконуються дві наступні умови:

– геометрія та параметри вузлів відповідають області застосування, зазначеній у таблицях 7.1, 7.8, 7.9 або 7.20;

– відношення конструктивної довжини до висоти перерізу елемента у площині ферми не менше відповідного мінімального значення. Для конструкцій будівель мінімальне значення може бути прийнято таким, що дорівнює 6. Більші значення можуть встановлюватися в інших частинах EN 1993.

(4) Моменти, що виникають від дії поперечних навантажень (у площині або з площини), прикладених між вузлами ферми, слід враховувати при розрахунку елементів, до яких вони прикладені, якщо виконані умови, наведені в 5.1.5(3):

– стрижні решітки можуть вважатися шарнірно з'єднаними з поясами, і таким чином моменти від дії поперечних сил, прикладених до елементів поясу, не повинні передаватися на стрижні решітки та навпаки;

– пояси можна розглядати як нерозрізні балки з шарнірними опорами у вузлах ферм.

(5) Моменти, що виникають від ексцентриситетів, можна не враховувати при розрахунку розтягнутих елементів поясів та стрижнів решітки. Ними також можна знехтувати при розрахунку з'єднань,

(1) The provisions given in 5.1.5 apply only to structures whose joints are verified according to section 7.

(2) The distribution of axial forces in a lattice girder may be determined on the assumption that the members are connected by pinned joints (see also 2.7).

(3) Secondary moments at the joints, caused by the rotational stiffnesses of the joints, may be neglected both in the design of the members and in the design of the joints, provided that both of the following conditions are satisfied:

- the joint geometry is within the range of validity specified in Table 7.1, Table 7.8, Table 7.9 or Table 7.20 as appropriate;

- the ratio of the system length to the depth of the member in the plane of the lattice girder is not less than the appropriate minimum value. For building structures, the appropriate minimum value may be assumed to be 6. Larger values may apply in other parts of EN 1993.

4) The moments resulting from transverse loads (whether in-plane or out-of-plane) that are applied between panel points, should be taken into account in the design of the members to which they are applied. Provided that the conditions given in 5.1.5(3) are satisfied:

- the brace members may be considered as pin-connected to the chords, so moments resulting from transverse loads applied to chord members need not be distributed into brace members, and vice versa;

- the chords may be considered as continuous beams, with simple supports at panel points.

(5) Moments resulting from eccentricities may be neglected in the design of tension chord members and brace members. They may also be neglected in the design of connections if the eccentricities are within

якщо значення ексцентриситетів перебувають у наступних межах:

$$-0,55d_0 \leq e \leq 0,25d_0; \quad (5.1a)$$

$$-0,55h_0 \leq e \leq 0,25h_0, \quad (5.1b)$$

де  $e$  – ексцентриситет, див. рисунок 5.3;

where:  $e$  is the eccentricity defined in Figure 5.3;

$d_0$  – діаметр перерізу поясу;

$d_0$  – is the diameter of the chord;

$h_0$  – висота перерізу поясу у площині решітки.

$h_0$  – is the depth of the chord, in the plane of the lattice girder.

(6) Якщо значення ексцентриситетів перебувають у межах, зазначених у 5.1.5(5), то моменти, що виникають від цих ексцентриситетів, слід враховувати при розрахунку стиснених елементів поясів. У цьому випадку моменти, що виникають від ексцентриситету, повинні бути розподілені між стисненими елементами поясу з кожної сторони вузла на основі їх коефіцієнтів відносної жорсткості  $I/L$ , де  $L$  – конструктивна довжина елемента, рівна відстані між вузлами ферми.

(6) When the eccentricities are within the limits given in 5.1.5(5), the moments resulting from the eccentricities should be taken into account in the design of compression chord members. In this case the moments produced by the eccentricity should be distributed between the compression chord members on each side of the joint, on the basis of their relative stiffness coefficients  $I/L$ , where  $L$  is the system length of the member, measured between panel points.

(7) Якщо значення ексцентриситетів знаходяться за межами, вказаними у 5.1.5(5), то моменти, що виникають від цих ексцентриситетів, слід враховувати при розрахунку вузлів їх з'єднань та стиснених елементів поясів. У цьому випадку моменти, що виникають від ексцентриситету, повинні бути розподілені між усіма елементами, що сходяться у вузлі, на основі їх коефіцієнтів відносної жорсткості  $I/L$ .

(7) When the eccentricities are outside the limits given in 5.1.5(5), the moments resulting from the eccentricities should be taken into account in the design of the joints and the compression chord members. In this case the moments produced by the eccentricity should be distributed between all the members meeting at the joint, on the basis of their relative stiffness coefficients  $I/L$ .

(8) Напруження в поясі від моментів, що враховуються при розрахунку поясу, також слід враховувати при визначенні коефіцієнтів  $k_m$ ,  $k_n$  та  $k_p$ , що використовуються при розрахунку вузлів, див. таблиці 7.2 – 7.5, 7.10, 7.12 – 7.14.

(8) The stresses in a chord resulting from moments taken into account in the design of the chord, should also be taken into account in determining the factors  $k_m$ ,  $k_n$  and  $k_p$  used in the design of the joints, see Table 7.2 to Table 7.5, Table 7.10 and Table 7.12 to Table 7.14.

(9) Випадки, коли моменти повинні враховуватися при розрахунку, зведені у таблицю 5.3.

(9) The cases where moments should be taken into account are summarized in Table 5.3.

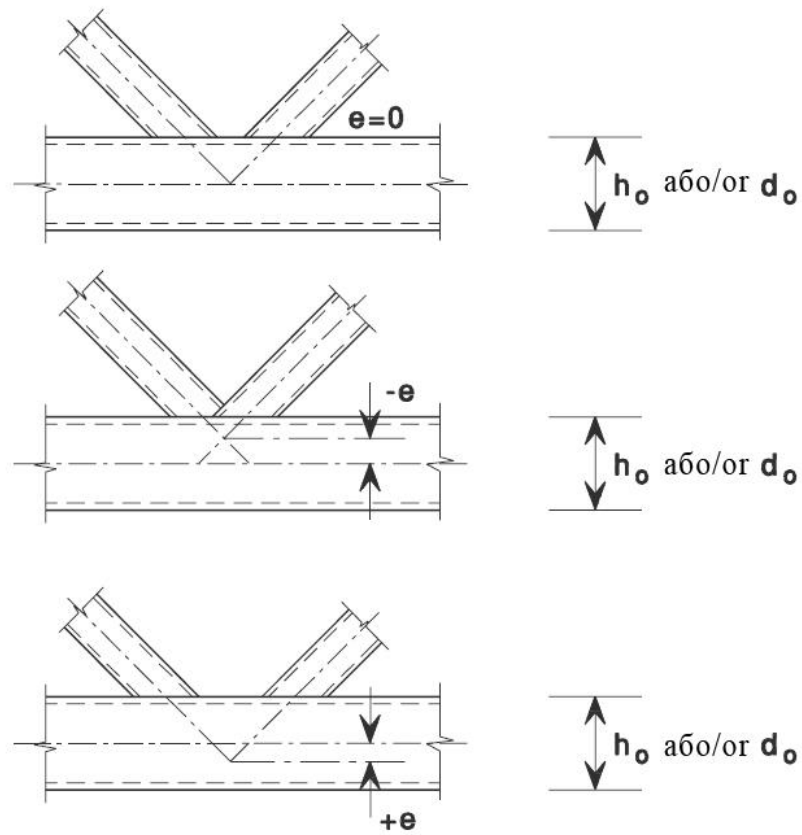


Рисунок 5.3 Ексцентриситет у вузлах

Figure 5.3 Eccentricity of joints

Таблиця 5.3 Врахування згинальних моментів

Table 5.3 Allowance for bending moments

Тип компонента Type of component	Згинальний момент, що виникає від Source of the bending moment		
	другорядних чинників Secondary effects	поперечного навантаження Transverse loading	ексцентриситету Eccentricity
Стиснутий пояс Compression chord	Не враховується, якщо задоволені умови 5.1.5(3)  Not if 5.1.5(3) is satisfied	Враховується  Yes	Враховується Yes
Розтягнений пояс Tension chord			Не враховується No
Стрижень решітки Brace member			Не враховується No
Вузол Joint			Не враховується, якщо задоволені умови 5.1.5(3) Not if 5.1.5(5) is satisfied

## 5.2 КЛАСИФІКАЦІЯ ВУЗЛІВ

### 5.2.1 Загальні положення

(1) Конструктивні властивості усіх вузлів повинні відповідати припущенням, прийнятим у кожному конкретному методі розрахунку, та не впливати несприятливо на інші частини конструкції.

(2) Вузли класифікують за їх жорсткістю (див. 5.2.2) та міцністю (див. 5.2.3).

ПРИМІТКА. У Національному додатку може бути наведена додаткова інформація щодо класифікації вузлів за їх жорсткістю та міцністю, наприклад інформація, аналогічна наведеній в 5.2.2.1(2).

### 5.2.2 Класифікація за жорсткістю

#### 5.2.2.1 Загальні положення

(1) Вузол можна класифікувати як жорсткий, номінально шарнірний або напівжорсткий в залежності від його поворотної жорсткості, порівнюючи його початкову поворотну жорсткість  $S_{j,ini}$  з граничними значеннями класифікаційних зон, наведеними в 5.2.2.5.

ПРИМІТКА. Правила визначення  $S_{j,ini}$  вузлів із двотаврів викладені в 6.3.1. Правила визначення  $S_{j,ini}$  вузлів із замкнутих профілів у даному нормативному документі не наведені.

(2) Вузол можна класифікувати на основі експериментальних даних, досвіду попередньої задовільної експлуатації або за результатами розрахунку на основі випробувань.

#### 5.2.2.2 Номінально шарнірні вузли

(1) Номінально шарнірний вузол повинен передавати внутрішні зусилля без виникнення значних моментів, які могли б несприятливо вплинути на окремі елементи або на конструкцію в цілому.

(2) Номінально шарнірний вузол не повинен стримувати повертання вузла при дії розрахункового навантаження.

## 5.2 CLASSIFICATION OF JOINTS

### 5.2.1 General

(1) The details of all joints should fulfil the assumptions made in the relevant design method, without adversely affecting any other part of the structure.

(2) Joints may be classified by their stiffness (see 5.2.2) and by their strength (see 5.2.3).

NOTE: The National Annex may give additional information on the classification of joints by their stiffness and strength to that given in 5.2.2.1(2).

### 5.2.2 Classification by stiffness

#### 5.2.2.1 General

(1) A joint may be classified as rigid, nominally pinned or semi-rigid according to its rotational stiffness, by comparing its initial rotational stiffness  $S_{j,ini}$  with the classification boundaries given in 5.2.2.5.

NOTE: Rules for the determination of  $S_{j,ini}$  for joints connecting H or I sections are given in 6.3.1. Rules for the determination of  $S_{j,ini}$  for joints connecting hollow sections are not given in this Standard.

(2) A joint may be classified on the basis of experimental evidence, experience of previous satisfactory performance in similar cases or by calculations based on test evidence.

#### 5.2.2.2 Nominally pinned joints

(1) A nominally pinned joint should be capable of transmitting the internal forces, without developing significant moments which might adversely affect the members or the structure as a whole.

(2) A nominally pinned joint should be capable of accepting the resulting rotations under the design loads.



### 5.2.2.3 Жорсткі вузли

(1) Вузли, що класифікуються як жорсткі, повинні мати достатню поворотну жорсткість для підтвердження розрахункового припущення, прийнятого при статичному розрахунку.

### 5.2.2.4 Напівжорсткі вузли

(1) Вузли, що не задовольняють критерії для жорстких або номінально шарнірних вузлів, слід класифікувати як напівжорсткі.

ПРИМІТКА. Напівжорсткі вузли забезпечують передбачений ступінь взаємодії між елементами, заснований на розрахунковій залежності між моментом та кутом повороту вузла.

(2) Напівжорсткі вузли повинні передавати внутрішні зусилля та моменти.

### 5.2.2.5 Граничні значення класифікаційних зон

(1) Границі класифікації для вузлів, окрім сполучень баз колон, наведені в 5.2.2.1(1) та на рисунку 5.4.

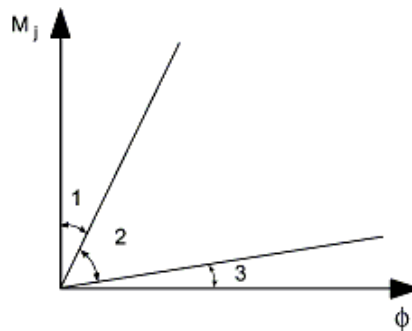


Рисунок 5.4 Класифікація вузлів за жорсткістю

Figure 5.4 Classification of joints by stiffness

Зона 1 – жорсткий вузол, якщо  $S_{j,ini} \geq k_b El_b / L_b$ , де  $k_b = 8$  для рам каркасів, в яких система в'язей зменшує горизонтальні переміщення, принаймні, на 80 %;  $k_b = 25$  для решти рам каркасів за умови, що на кожному поверсі  $K_b / K_c \geq 0,1^*$ .

Зона 2 – напівжорсткий вузол. Всі вузли зони 2 слід класифікувати як напівжорсткі. Вузли зон 1 або 3 в окремих випадках можуть також розглядатися як напівжорсткі.

### 5.2.2.3 Rigid joints

(1) Joints classified as rigid may be assumed to have sufficient rotational stiffness to justify analysis based on full continuity.

### 5.2.2.4 Semi-rigid joints

(1) A joint which does not meet the criteria for a rigid joint or a nominally pinned joint should be classified as a semi-rigid joint.

NOTE: Semi-rigid joints provide a predictable degree of interaction between members, based on the design moment-rotation characteristics of the joints.

(2) Semi-rigid joints should be capable of transmitting the internal forces and moments.

### 5.2.2.5 Classification boundaries

(1) Classification boundaries for joints other than column bases are given in 5.2.2.1(1) and Figure 5.4.

Zone 1: rigid, if  $S_{j,ini} \geq k_b El_b / L_b$ , where:  $k_b = 8$  for frames where the bracing system reduces the horizontal displacement by at least 80 %;  $k_b = 25$  for other frames, provided that in every storey  $K_b / K_c \geq 0,1^*$

Zone 2: semi-rigid. All joints in zone 2 should be classified as semi-rigid. Joints in zones 1 or 3 may optionally also be treated as semi-rigid.

Зона 3 – номінально шарнірний вузол, якщо  $S_{j,ini} \leq 0,5El_b/L_b$ .

\* При  $K_b/K_c < 0,1$  вузли слід класифікувати як напівжорсткі.

Умовні позначення:

$K_b$  – середнє значення  $l_b/L_b$  для всіх балок даного поверху;

$K_c$  – середнє значення  $l_c/L_c$  для всіх колон даного поверху;

$I_b$  – момент інерції поперечного перерізу балки;

$I_c$  – момент інерції поперечного перерізу колони;

$L_b$  – прогин балок (відстань між центрами колон);

$L_c$  – висота колони в межах поверху.

(2) Базис колон можна класифікувати як жорсткі, якщо задовольняються наступні умови:

– у рамах каркасів, в яких система в'язей зменшує горизонтальні переміщення, принаймні, на 80 % та впливом деформацій можна знехтувати, якщо

$$\bar{\lambda}_0 \leq 0,5; \quad (5.2a)$$

$$0,5 < \bar{\lambda}_0 < 3,93 \text{ та } S_{j,ini} \geq 7 \cdot (2\bar{\lambda}_0 - 1) \cdot El_c / L_c \quad (5.2b)$$

– або якщо

otherwise if

$$S_{j,ini} \geq 30El_c / L_c, \quad (5.2r)$$

де  $\bar{\lambda}_0$  – гнучкість колони з шарнірним закріпленням кінців;

$I_c, L_c$  – див. рисунок 5.4.

where:  $\bar{\lambda}_0$  is the slenderness of a column in which both ends are assumed to be pinned;

$I_c, L_c$  are as given in Figure 5.4.

### 5.2.3 Класифікація за міцністю

### 5.2.3 Classification by strength

#### 5.2.3.1 Загальні положення

#### 5.2.3.1 General

(1) Вузол класифікують як жорсткий, шарнірний або частково жорсткий, порівнюючи його розрахункову несучу здатність на згин  $M_{j,Rd}$  із розрахунковими

(1) A joint may be classified as full-strength, nominally pinned or partial strength by comparing its design moment resistance  $M_{j,Rd}$  with the design moment resistances of

несучими здатностями на згин елементів, які він з'єднує. При класифікації вузлів розрахункову несучу здатність елемента слід приймати як для елемента, що примикає до вузла.

### 5.2.3.2 Номінально шарнірні вузли

(1) Номінально шарнірний вузол повинен передавати внутрішні зусилля без виникнення значних моментів, які могли б несприятливо впливати на окремі елементи або на конструкцію в цілому.

(2) Номінально шарнірний вузол повинен стримувати поворот вузла при дії розрахункового навантаження.

(3) Вузол можна класифікувати як номінально шарнірний, якщо його розрахункова несуча здатність на згин  $M_{j,Rd}$  не перевищує 0,25 розрахункового значення несучої здатності на згин, необхідної для рівномірного вузла, за умови, що він також має достатню поворотну здатність.

### 5.2.3.3 Жорсткі вузли

(1) Розрахункова несуча здатність жорсткого вузла повинна бути не менше розрахункової несучої здатності елементів, що з'єднуються.

(2) Вузол можна класифікувати як жорсткий, якщо він задовольняє умови, наведені на рисунку 5.5.

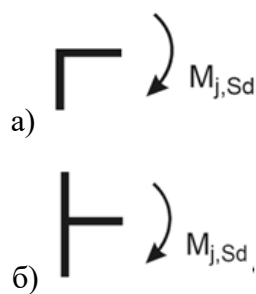


Рисунок 5.5 Жорсткі вузли:

а – верх колони; б – по висоті колони

Figure 5.5 Full-strength joints:

a) Top of column; b) Within column height

$M_{b,pl,Rd}$  – розрахункова несуча здатність балки на згин у пластичній стадії;

$M_{c,pl,Rd}$  – розрахункова несуча здатність колони на згин у пластичній стадії.

the members that it connects. When classifying joints, the design resistance of a member should be taken as that member adjacent to the joint.

### 5.2.3.2 Nominally pinned joints

(1) A nominally pinned joint should be capable of transmitting the internal forces, without developing significant moments which might adversely affect the members or the structure as a whole.

(2) A nominally pinned joint should be capable of accepting the resulting rotations under the design loads.

(3) A joint may be classified as nominally pinned if its design moment resistance  $M_{j,Rd}$  is not greater than 0,25 times the design moment resistance required for a full-strength joint, provided that it also has sufficient rotation capacity.

### 5.2.3.3 Full-strength joints

(1) The design resistance of a full strength joint should be not less than that of the connected members.

(2) A joint may be classified as full-strength if it meets the criteria given in Figure 5.5.

$$M_{j,Rd} \geq M_{b,pl,Rd}$$

або

$$M_{j,Rd} \geq M_{c,pl,Rd}$$

$$M_{j,Rd} \geq M_{b,pl,Rd}$$

або

$$M_{j,Rd} \geq 2M_{c,pl,Rd}$$

$M_{b,pl,Rd}$  is the design plastic moment resistance of a beam;

$M_{c,pl,Rd}$  is the design plastic moment resistance of a column.

### 5.2.3.4 Напівжорсткі вузли

(1) Вузол, що не відповідає умовам, висунутим до жорсткого або номінально шарнірного вузла, слід класифікувати як напівжорсткий вузол.

## 5.3 МОДЕЛЮВАННЯ СПОЛУЧЕННЯ БАЛКИ З КОЛОНОЮ

(1) При моделюванні деформованого стану вузла слід враховувати деформації зсуву ділянки стінки колони в місці примикання балки, а також деформацію, що виникає внаслідок повороту вузлового з'єднання.

(2) Вузли слід розраховувати на сприйняття внутрішніх згинальних моментів  $M_{b1,Ed}$  та  $M_{b2,Ed}$  нормальних зусиль  $N_{b1,Ed}$  та  $N_{b2,Ed}$ , поперечних сил  $V_{b1,Ed}$  та  $V_{b2,Ed}$  від елементів, що приєднуються, див. рисунок 5.6.

(3) Сумарне зусилля зсуву  $V_{wp,Ed}$  на ділянці стінки колони слід визначати за формулою:

$$V_{wp,Ed} = (M_{b1,Ed} - M_{b2,Ed}) / z - (V_{c1,Ed} - V_{c2,Ed}) / 2, \quad (5.3)$$

де  $z$  – плече внутрішньої пари сил, див. 6.2.7.

(4) Для того, щоб модель вузла найбільш точно відображала його дійсну роботу, ділянка стінки колони, що працює на зсув, і кожне з кріплень вузлів слід моделювати окремо, враховуючи внутрішні зусилля та моменти, що діють на периферії ділянки стінки колони, див. рисунки 5.6 (а) та 5.7.

(5) Як спрощувальну альтернативу методу, викладеного в 5.3(4), односторонні вузли можна моделювати як одиночні вузли, а двосторонні вузли можна моделювати як два роздільних, але взаємодіючих вузла, по одному з кожної сторони. Як наслідок, двостороння конфігурація сполучення балки з колоною має дві залежності «момент – кут повороту»: одну – для правого і одну – для лівого сполучення.

### 5.2.3.4 Partial-strength joints

(1) A joint which does not meet the criteria for a full-strength joint or a nominally pinned joint should be classified as a partial-strength joint.

## 5.3 MODELLING OF BEAM-TO-COLUMN JOINTS

(1) To model the deformational behaviour of a joint, account should be taken of the shear deformation of the web panel and the rotational deformation of the connections.

(2) Joint configurations should be designed to resist the internal bending moments  $M_{b1,Ed}$  and  $M_{b2,Ed}$ , normal forces  $N_{b1,Ed}$  and  $N_{b2,Ed}$  and shear forces  $V_{b1,Ed}$  and  $V_{b2,Ed}$  applied to the joints by the connected members, see Figure 5.6.

(3) The resulting shear force  $V_{wp,Ed}$  in the web panel should be obtained using:

where:  $z$  is the lever arm, see 6.2.7.

(4) To model a joint in a way that closely reproduces the expected behaviour, the web panel in shear and each of the connections should be modelled separately, taking account of the internal moments and forces in the members, acting at the periphery of the web panel, see Figure 5.6(a) and Figure 5.7.

(5) As a simplified alternative to 5.3(4), a single-sided joint configuration may be modelled as a single joint, and a double-sided joint configuration may be modelled as two separate but inter-acting joints, one on each side. As a consequence a double-sided beam-to-column joint configuration has two moment-rotation characteristics, one for the right-hand joint and another for the left-hand joint.

(6) При двосторонньому сполученні балки з колоною кожен вузол слід моделювати як окрему спіральну пружину, як показано на рисунку 5.8, що характеризується залежністю «момент – кут повороту», яка враховує роботу ділянки стінки колони на зсув, а також вплив відповідних кріплень.

(7) При визначенні розрахункової несучої здатності на згин, а також поворотної жорсткості для кожного вузла, можливий вплив ділянки стінки колони, що працює на зріз, слід враховувати за допомогою коефіцієнтів трансформації  $\beta_1$  та  $\beta_2$ ,

де  $\beta_1$  – значення коефіцієнта трансформації  $\beta$  для правої сторони вузла;

$\beta_2$  – значення коефіцієнта трансформації  $\beta$  для лівої сторони вузла.

ПРИМІТКА. Коефіцієнти трансформації  $\beta_1$  та  $\beta_2$  застосовуються безпосередньо в 6.2.7.2(7) та 6.3.2(1). Також вони використовуються в 6.2.6.2(1) та 6.2.6.3(4) сумісно з таблицею 6.3 для визначення знижувального коефіцієнта  $\omega$  при зсуві.

(8) Наближені значення  $\beta_1$  та  $\beta_2$ , які базуються на значеннях згинальних моментів у балці  $M_{b1,Ed}$  та  $M_{b2,Ed}$ , діючих на периферії ділянки стінки колони, див. рисунок 5.6 (а), можна визначити за таблицею 5.4.

(6) In a double-sided, beam-to-column joint each joint should be modelled as a separate rotational spring, as shown in Figure 5.8, in which each spring has a moment-rotation characteristic that takes into account the behaviour of the web panel in shear as well as the influence of the relevant connections.

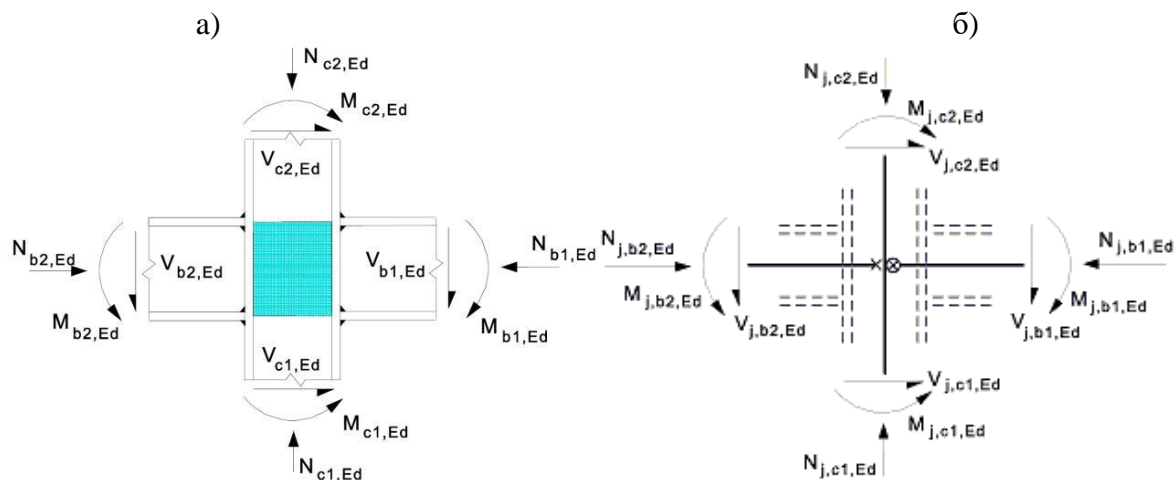
(7) When determining the design moment resistance and rotational stiffness for each of the joints, the possible influence of the web panel in shear should be taken into account by means of the transformation parameters  $\beta_1$  and  $\beta_2$ ,

where:  $\beta_1$ , is the value of the transformation parameter  $\beta$  for the right-hand side joint;

$\beta_2$  is the value of the transformation parameter  $\beta$  for the left-hand side joint

NOTE: The transformation parameters  $\beta_1$  and  $\beta_2$  are used directly in 6.2.7.2(7) and 6.3.2(1). They are also used in 6.2.6.2(1) and 6.2.6.3(4) in connection with Table 6.3 to obtain the reduction factor  $\omega$  for shear.

(8) Approximate values for  $\beta_1$  and  $\beta_2$  based on the values of the beam moments  $M_{b1,Ed}$  and  $M_{b2,Ed}$  at the periphery of the web panel, see Figure 5.6(a), may be obtained from Table 5.4.



Напрямки сил та моментів відповідають позитивним значенням зусиль у формулах (5.3) та (5.4)  
Direction of forces and moments are considered as positive in relation to equations (5.3) and (5.4)

Рисунок 5.6 Внутрішні сили та моменти у вузлі:  
а – значення зусиль на периферії ділянки стінки колони;  
б – значення зусиль у точці перетину осей елементів.  
Figure 5.6: Forces and moments acting on the joint:  
a) Values at periphery of web panel;  
b) Values at intersection of member centrelines.

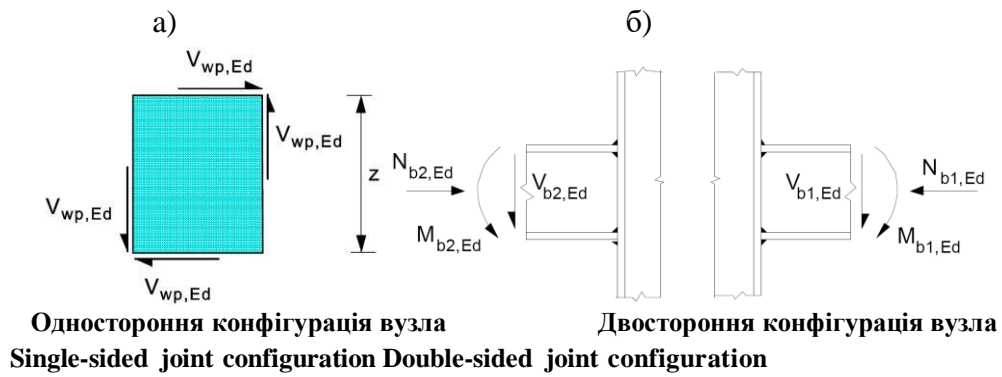
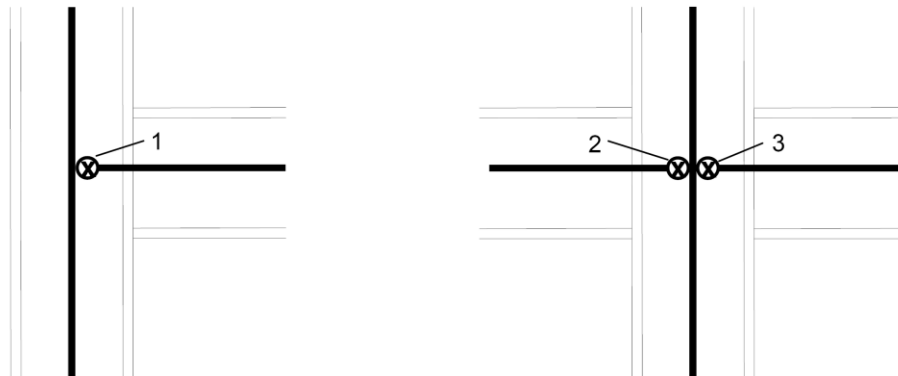


Рисунок 5.7 Внутрішні зусилля та моменти, що діють на ділянках стінки колони у з'єднаннях:  
а – поперечні сили на ділянці стінки колони;  
б – зусилля у вузлі сполучення балки з колоною

Figure 5.7 Forces and moments acting on the web panel at the connections:  
a) Shear forces in web panel;  
b) Connections, with forces and moments in beams.



1, 2, 3 – Вузли сполучення балок із колонами  
1 Стик  
1 Joint  
2 Стик 2: лівий бік  
2 Joint 2: left side  
3 Стик 1: правий бік  
3 Joint 1: right side

Рисунок 5.8 Моделювання вузла  
Figure 5.8 Modelling the joint

(9) Як альтернатива 5.3(8) більш точні значення  $\beta_1$  і  $\beta_2$ , що залежать від значень балкових моментів  $M_{j,b1,Ed}$  і  $M_{j,b2,Ed}$  на перетині осьових ліній елемента, можуть бути визначені за спрощеною моделлю, показаною на рис. 5.6(б):

(9) As an alternative to 5.3(8), more accurate values of  $\beta_1$  and  $\beta_2$  based on the values of the beam moments  $M_{j,b1,Ed}$  and  $M_{j,b2,Ed}$  at the intersection of the member centrelines, may be determined from the simplified model shown in Figure 5.6(b) as follows:

$$\beta_1 = \left| 1 - M_{j,b2,Ed} / M_{j,b1,Ed} \right| \leq 2, \quad (5.4a) \quad (5.4a)$$

$$\beta_2 = \left| 1 - M_{j,b1,Ed} / M_{j,b2,Ed} \right| \leq 2, \quad (5.4b) \quad (5.4b)$$

де  $M_{j,b1,Ed}$  – момент у точці перетину осей елементів зі сторони правої балки;

$M_{j,b2,Ed}$  – момент у точці перетину осей елементів зі сторони лівої балки.

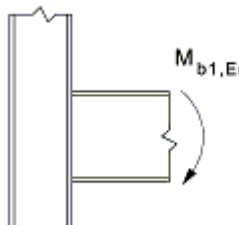
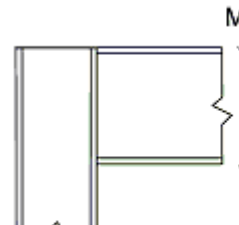
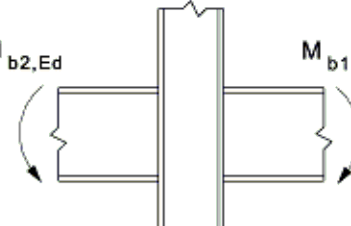
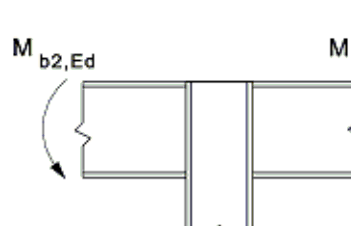
(10) При визначенні розрахункової несучої здатності на згин непідсиленого двостороннього сполучення балки з колоною, з нерівними по висоті балками, слід враховувати фактичне розподілення дотичних напружень на ділянці стінки колони.

where:  $M_{j,b1,Ed}$  is the moment at the intersection from the right hand beam;

$M_{j,b2,Ed}$  is the moment at the intersection from the left hand beam.

(10) In the case of an unstiffened double-sided beam-to-column joint configuration in which the depths of the two beams are not equal, the actual distribution of shear stresses in the column web panel should be taken into account when determining the design moment resistance.

Таблиця 5.4 Наближені значення коефіцієнта переходу  $\beta$   
Table 5.4 Approximate values for the transformation parameter  $\beta$

Тип конфігурації вузла Type of joint configuration	Дія Action	Значення Value of $\beta$
	$M_{b1,Ed}$	$\beta \approx 1$
	$M_{b1,Ed}$	$\beta \approx 1$
	$M_{b1,Ed} = M_{b2,Ed}$	$\beta \approx 1^*$
	$M_{b1,Ed}/M_{b2,Ed} > 0$	$\beta \approx 1$
	$M_{b1,Ed}/M_{b2,Ed} < 0$	$\beta \approx 2$
	$M_{b1,Ed} + M_{b2,Ed} = 0$	$\beta \approx 2$

У даному випадку значення  $\beta$  є точним, а не наближеним.

In this case the value of  $\beta$  is the exact value rather than an approximation

## 6 ВУЗЛИ СПОЛУЧЕННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ІЗ ДВОТАВРІВ

### 6.1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

#### 6.1.1 Основні положення

(1) У цьому розділі містяться методи розрахунку для визначення конструктивних властивостей вузлів рам будь-якого типу. При застосуванні цих методів вузли слід моделювати як сукупність основних компонентів, див. 1.4(1).

## 6 STRUCTURAL JOINTS CONNECTING H OR I SECTIONS

### 6.1 GENERAL

#### 6.1.1 Basis

(1) This section contains design methods to determine the structural properties of joints in frames of any type. To apply these methods, a joint should be modelled as an assembly of basic components, see 1.4(1).

(2) Основні компоненти вузла, що використовуються у даному нормативному документі, наведені у таблиці 6.1, їх властивості слід визначати відповідно до положень даного нормативного документа. Інші різновиди основних компонентів можуть бути використані за умови, що їх властивості базуються на результатах випробувань або на даних розрахунків аналітичними чисельними методами, підтверджених випробуваннями, див. EN 1990.

**ПРИМІТКА.** Методи розрахунку, що застосовуються для основних компонентів вузлів, наведені у даному нормативному документі, є загальними та можуть застосовуватися також для подібних компонентів у інших конфігураціях вузлів. Однак, конкретні розрахункові методи визначення несучої здатності на згин, поворотної жорсткості та поворотної здатності вузлів базуються на розподіленні внутрішніх зусиль для конфігурацій вузлів, наведених на рисунку 1.2. Для інших конфігурацій вузлів розрахункові методи визначення несучої здатності на згин, поворотної жорсткості та поворотної здатності повинні воїсто анка на відповідних припущеннях про розподілення внутрішніх зусиль.

## 6.1.2 Конструктивні властивості

### 6.1.2.1 Розрахункова залежність «згинальний момент – кут повороту»

(1) Вузол може бути представлений у вигляді поворотної сталевोї пружини, що з'єднує осі елементів у точці їх перетину, як показано на рисунках 6.1 (а) та (б) для односторонньої конфігурації сполучення балки з колоною. Властивості цього сполучення можуть бути виражені у формі розрахункової залежності «згинальний момент – кут повороту», яка описує зв'язок між згинальним моментом  $M_{j,Ed}$ , прикладеним у вузлі, та відповідним кутом повороту  $4Ed$  між елементами, що з'єднуються. У загальному випадку розрахункова залежність «згинальний момент – кут повороту» є нелінійною, як показано на рисунку 6.1 (с).

(2) Розрахункова залежність між згинальним моментом та кутом повороту, див. рисунок 6.1 (с), повинна визначати наступні три основні конструктивні властивості:

(2) The basic components used in this Standard are identified in Table 6.1 and their properties should be determined in accordance with the provisions given in this Standard. Other basic components may be used provided their properties are based on tests or analytical and numerical methods supported by tests, see EN 1990.

**NOTE:** The design methods for basic joint components given in this Standard are of general application and can also be applied to similar components in other joint configurations. However the specific design methods given for determining the design moment resistance, rotational stiffness and rotation capacity of a joint are based on an assumed distribution of internal forces for joint configurations indicated in Figure 1.2. For other joint configurations, design methods for determining the design moment resistance, rotational stiffness and rotation capacity should be based on appropriate assumptions for the distribution of internal forces.

## 6.1.2 Structural properties

### 6.1.2.1 Design moment-rotation characteristic

(1) A joint may be represented by a rotational spring connecting the centre lines of the connected members at the point of intersection, as indicated in Figure 6.1(a) and (b) for a single-sided beam – to – column joint configuration. The properties of the spring can be expressed in the form of a design moment-rotation characteristic that describes the relationship between the bending moment  $M_{j,Ed}$  applied to a joint and the corresponding rotation  $4Ed$  between the connected members. Generally the design moment-rotation characteristic is non-linear as indicated in Figure 6.1(c).

(2) A design moment-rotation characteristic, see Figure 6.1I should define the following three main structural properties:



- несучу здатність на згин;
- поворотну жорсткість;
- поворотну здатність.

ПРИМІТКА. У деяких випадках при дійсній роботі з'єднання на дію згинального моменту має місце певний поворот, що є наслідком взаємного зсуву елементів у болтових з'єднаннях, недостатнього воісто анка як у випадку баз колон, взаємодія фундаменту з основою. Ці фактори можуть призвести до значного початкового повороту, який слід враховувати у розрахунковій залежності «згинальний момент – кут повороту».

(3) Розрахункова залежність «згинальний момент – кут повороту» сполучення балки з колоною повинна відповідати припущенням, прийнятим при розрахунку конструкції в цілому та при розрахунку окремих елементів, див. EN 1993-1-1.

(4) Для спрощення розрахунку можна допустити, що розрахункова залежність «згинальний момент – кут повороту» вузлів та баз колон двотаврового перерізу, отримана з 6.3.1(4), задовольняє вимоги 5.1.1(4).

#### 6.1.2.2 Несуча здатність вузла на згин

(1) Розрахункове значення згинального моменту  $M_{j,Rd}$ , що дорівнює максимальному значенню моменту розрахункової залежності «згинальний момент – кут повороту», див. рисунок 6.1 (в), слід приймати за 6.1.3(4).

#### 6.1.2.3 Поворотна жорсткість

(1) Поворотну жорсткість  $S_j$ , що є січною жорсткістю, як показано на рисунку 6.1 (в), слід приймати за вказівками 6.3.1(4). Для розрахункової залежності «згинальний момент – кут повороту» визначення  $S_j$  виконується аж до кута повороту  $\phi_{Xd}$ , при якому значення  $M_{jEd}$  вперше досягає значення  $M_{j,Rd}$ , але не при більших значеннях кута повороту, див. рисунок 6.1 (в). Початкову поворотну жорсткість  $S_{j,ini}$ , нахил пружної області розрахункової кривої залежності «згинальний момент – кут повороту» слід приймати за 6.1.3(4).

- moment resistance;
- rotational stiffness;
- rotation capacity.

NOTE: In certain cases the actual moment-rotation behaviour of a joint includes some rotation due to such effects as bolt slip, lack of fit and, in the case of column bases, foundation-soil interactions. This can result in a significant amount of initial hinge rotation that may need to be included in the design moment-rotation characteristic.

(3) The design moment-rotation characteristics of a beam-to-column joint should be consistent with the assumptions made in the global analysis of the structure and with the assumptions made in the design of the members, see EN 1993-1-1.

(4) The design moment-rotation characteristic for joints and column bases of I and H sections as obtained from 6.3.1(4) may be assumed to satisfy the requirements of 5.1.1(4) for simplifying this characteristic for global analysis purposes.

#### 6.1.2.2 Design Moment resistance

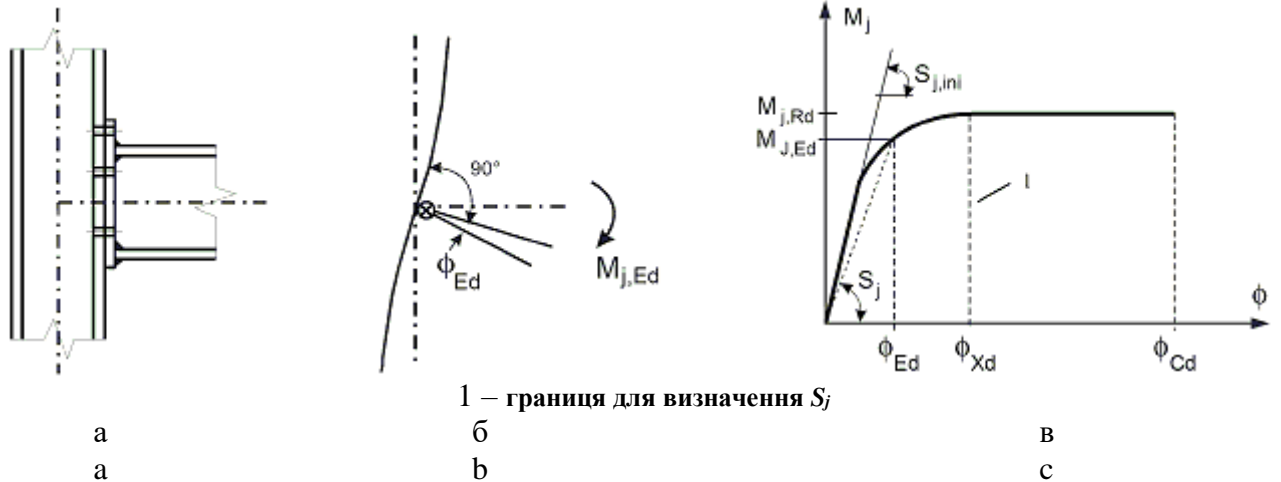
(1) The design moment resistance  $M_{j,Rd}$ , which is equal to the maximum moment of the design moment-rotation characteristic, see Figure 6.1I, should be taken as that given by 6.1.3(4)

#### 6.1.2.3 Rotational stiffness

(1) The rotational stiffness  $S_j$ , which is the secant stiffness as indicated in Figure 6.1I, should be taken as that given by 6.3.1(4). For a design moment-rotation characteristic this definition of  $S_j$  applies up to the rotation  $\phi_{Xd}$  at which  $M_{jEd}$  first reaches  $M_{j,Rd}$ , but not for larger rotations, see Figure 6.1I. The initial rotational stiffness  $S_{j,ini}$  which is the slope of the elastic range of the design moment-rotation characteristic, should be taken as that given by 6.1.3(4).

### 6.1.2.4 Поворотна здатність

(1) Розрахункову поворотну здатність  $4C_d$  вузла, що дорівнює максимальному значенню кута повороту у розрахунковій залежності «згинальний момент – кут повороту», див. рисунок 6.1 (в), слід приймати за вказівками 6.1.3(4).



**Рисунок 6.1** Розрахункова залежність «згинальний момент – кут повороту» вузла:  
 а – вузол; б – розрахункова модель;  
 в – розрахункова залежність «згинальний момент – кут повороту»  
**Figure 6.1** Design moment-rotation characteristic for a joint  
 a) Joint b) Model c) Design moment-rotation characteristic

### 6.1.3 Основні компоненти вузла

(1) Розрахункова залежність «згинальний момент – кут повороту» вузла є функцією властивостей його основних компонентів, див. 6.1.3(2).

(2) Основні компоненти вузлів повинні відповідати наведеним у таблиці 6.1 із посиланнями на правила застосування, що повинні використовуватися для оцінки їх конструктивних властивостей.

(3) Деякі компоненти вузлів можуть бути підсилені. Відомості про різні методи підсилення викладені в 6.2.4.3 та 6.2.6.

(4) Залежності між властивостями основних компонентів вузла та його конструктивними властивостями повинні відповідати наведеним у наступних пунктах:

– для несучої здатності на згин – 6.2.7 та 6.2.8;

### 6.1.2.4 Rotation capacity

(1) The design rotation capacity  $4C_d$  of a joint, which is equal to the maximum rotation of the design moment-rotation characteristic, see Figure 6.1I, should be taken as that given by 6.1.3(4).

### 6.1.3 Basic components of a joint

(1) The design moment-rotation characteristic of a joint should depend on the properties of its basic components, which should be among those identified in 6.1.3(2).

(2) The basic joint components should be those identified in Table 6.1, together with the reference to the application rules which should be used for the evaluation of their structural properties.

(3) Certain joint components may be reinforced. Details of the different methods of reinforcement are given in 6.2.4.3 and 6.2.6.

(4) The relationships between the properties of the basic components of a joint and the structural properties of the joint should be those given in the following clauses:

-for moment resistance in 6.2.7 and 6.2.8;

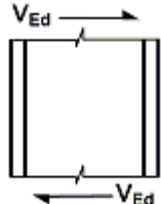
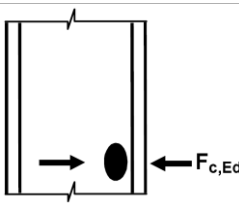
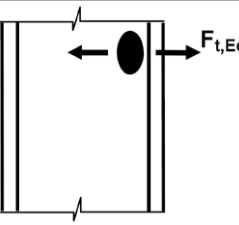
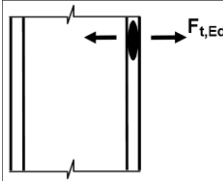
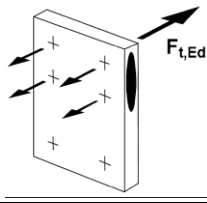
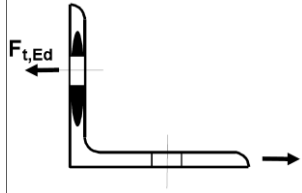
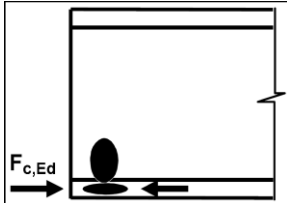
– для поворотної жорсткості – 6.3.1;

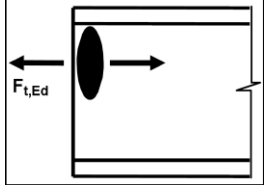
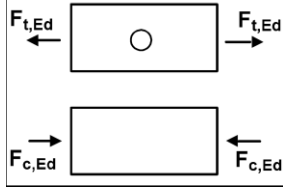
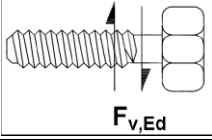
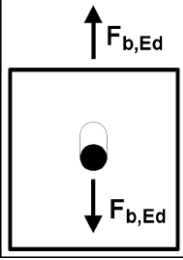
-for rotational stiffness in 6.3.1;

– для поворотної здатності – 6.4.

-for rotation capacity in 6.4.

**Таблиця 6.1 Основні компоненти вузлів**  
**Table 6.1 Basic joint components**

Компонент Component		Посилання на правила застосування Reference to application rules		
		Несуча здатність	Коефіцієнт жорсткості	Поворотна здатність
		Design resistance	Stiffness coefficient	Rotation capacity
1 Ділянка стінки колони при зсуві 1 Column web panel in shear		6.2.6.1	6.3.2	6.4.2 та 6.4.3
2 Стінка колони при поперечному стиску 2. Column web in transverse compression		6.2.6.2	6.3.2	6.4.2 та 6.4.3
3 Стінка колони при поперечному розтягу 3 Column web in transverse tension		6.2.6.3	6.3.2	6.4.2 та 6.4.3
4 Полиця колони при згині 4 Column flange in bending		6.2.6.4	6.3.2	6.4.2 та 6.4.3
5 Фланець при згині 5. End-plate in bending		6.2.6.5	6.2.6.5	6.4.2
6 Поясна накладка при згині 6. Flange cleat in bending		6.2.6.6	6.3.2	6.4.2
7 Полиця та стінка балки або колони при стиску 7 Beam or column flange and web in compression		6.2.6.7	6.3.2	*

<p>8 Стінка балки при розтягу 8 Beam web in tension</p>		<p>6.2.6.8</p>	<p>6.3.2</p>	<p>*</p>
<p>9 Пластина при розтягу або стиску 9 Plate in tension or compression</p>		<p>EN 1993-1-1</p>	<p>6.3.2</p>	<p>*</p>
<p>10 Болти при розтягу 10 Bolts in tension</p>		<p>У з'єднаннях: з полицею колони – 6.2.6.4; з торцевою пластиною – 6.2.6.5; з поясною накладкою – 6.2.6.6</p>	<p>6.3.2</p>	<p>6.4.7</p>
<p>11 Болти при зрізі 11 Bolts in shear</p>		<p>3.6</p>	<p>6.3.2</p>	<p>6.4.2</p>
<p>12 Болти при зминанні полиць балки, полиці колони, фланця або поясної накладки 12 Bolts in bearing (on beam flange, column flange, end-plate or cleat)</p>		<p>3.6</p>	<p>6.3.2</p>	<p>*</p>
<p>13 Бетон при стиску, включаючи розчин 13 Concrete in compression including grout</p>		<p>6.2.6.9</p>	<p>6.3.2</p>	<p>*</p>
<p>14 Опорна плита при стиску зі згином 14 Base plate in bending under compression</p>		<p>6.2.6.10</p>	<p>6.3.2</p>	<p>*</p>
<p>15 Опорна плита при розтягу зі згином 15 Base plate in bending under tension</p>		<p>6.2.6.11</p>	<p>6.3.2</p>	<p>*</p>
<p>16 Анкерні болти при розтягу 16 Anchor bolts in tension</p>		<p>6.2.6.12</p>	<p>6.3.2</p>	<p>*</p>
<p>17 Анкерні болти при зрізі 17 Anchor bolts in shear</p>		<p>6.2.2</p>	<p>*</p>	<p>*</p>
<p>18 Анкерні болти при зминанні</p>		<p>6.2.2</p>	<p>*</p>	<p>*</p>

18 Anchor bolts in bearing				
19 Зварні шви 19 Welds		4	6.3.2	*
20 Балка з вугами 20 Haunched beam		6.2.6.7	6.3.2	*
*Інформація відсутня. *No information available in this part				

## 6.2 РОЗРАХУНКОВА НЕСУЧА ЗДАТНІСТЬ

### 6.2.1 Внутрішні сили

(1) Напруження в елементах від внутрішніх сил та моментів можна вважати такими, що не впливають на розрахункову несучу здатність основних компонентів вузла, за винятком випадків, наведених у 6.2.1(2) та 6.2.1(3).

(2) При визначенні розрахункової несучої здатності стінки колони при стиску слід враховувати поздовжнє напруження у колоні, див. 6.2.6.2(2).

(3) Зсув на ділянці стінки колони слід враховувати при визначенні розрахункової несучої здатності наступних основних компонентів:

– стінки колони при поперечному стиску, див. 6.2.6.2;

– стінки колони при поперечному розтягу, див. 6.2.6.3.

### 6.2.2 Поперечні сили

(1) У зварних з'єднаннях, а також у болтових з'єднаннях з фланцями зварні шви, що прикріплюють стінку балки, слід розраховувати на передачу поперечної сили від прикріпленої балки до вузла, тобто без урахування зварних швів, що прикріплюють полицю балки.

(2) У болтових з'єднаннях із фланцями розрахункову несучу здатність кожного ряду болтів при сумісній дії зрізу та розтягу слід перевіряти за умовою, наведеною у таблиці 3.4, враховуючи сумарне воїсто анка зусилля в болті, включаючи всі зусилля, що виникають від

## 6.2 DESIGN RESISTANCE

### 6.2.1 Internal forces

(1) The stresses due to the internal forces and moments in a member may be assumed not to affect the design resistances of the basic components of a joint, except as specified in 6.2.1(2) and 6.2.1(3).

(2) The longitudinal stress in a column should be taken into account when determining the design resistance of the column web in compression, see 6.2.6.2(2).

(3) The shear in a column web panel should be taken into account when determining the design resistance of the following basic components:

– column web in transverse compression, see 6.2.6.2;

– column web in transverse tension, see 6.2.6.3.

### 6.2.2 Shear forces

(1) In welded connections, and in bolted connections with end-plates, the welds connecting the beam web should be designed to transfer the shear force from the connected beam to the joint, without any assistance from the welds connecting the beam flanges.

(2) In bolted connections with end-plates, the design resistance of each bolt-row to combined shear and tension should be verified using the criterion given in Table 3.4, taking into account the total tensile force in the bolt, including any force due to prying action.

відриву фланця.

ПРИМІТКА. Для спрощення можна допустити, що болти, що працюють на розтяг, забезпечують свою повну несучу здатність на розтяг, якщо розрахункова поперечна сила не перевищує суму наступних двох значень:

а) сумарної несучої здатності болтів на зріз, які не використовуються для передачі воісто анка зусиль;

б) сумарної несучої здатності болтів на зріз, помноженої на  $(0,4/1,4)$ , які використовуються також і для передачі воісто анка зусиль.

(3) У болтових з'єднаннях із кутиковими поясними накладками (див. рисунок 6.12) можна допустити, що накладка, яка прикріплює стиснуту полицю балки, передає поперечну силу балки на колону при виконанні наступних умов:

- зазор  $g$  між торцем балки та поверхнею колони не перевищує товщини кутикової накладки  $t_a$ ;

- діюче зусилля не перевищує розрахункової несучої здатності на зріз болтів, що прикріплюють накладку до колони;

- стінка балки задовольняє вимоги, наведені в EN 1993-1-5, розділ 6.

(4) Розрахункову несучу здатність вузла на зсув можна визначити, виходячи з розподілення внутрішніх зусиль у ньому та розрахункової несучої здатності його основних компонентів на дію цих зусиль, див. таблицю 6.1.

(5) Для опорних плит баз колон, в яких не передбачені спеціальні елементи для сприйняття зусиль зсуву, такі як жорсткі або стрижневі анкери, слід показати, що розрахункова несуча здатність на тертя опорної плити, див. 6.2.2(6), або, у випадку болтових отворів із нормальним зазором, розрахункова несуча здатність анкерних болтів на зріз, див. 6.2.2(7), достатня для передачі розрахункової поперечної сили. Розрахункову несучу здатність на зминання жорстких або стрижневих анкерів по відношенню до бетону слід перевіряти відповідно до EN 1992.

NOTE: As a simplification, bolts required to resist in tension may be assumed to provide their full design resistance in tension when it can be shown that the design shear force does not exceed the sum of:

a) the total design shear resistance of those bolts that are not required to resist tension and;

b)  $(0,4/1,4)$  times the total design shear resistance of those bolts that are also required to resist tension.

(3) In bolted connections with angle flange cleats, the cleat connecting the compression flange of the beam may be assumed to transfer the shear force in the beam to the column, provided that:

- the gap  $g$  between the end of the beam and the face of the column does not exceed the thickness  $t_a$  of the angle cleat;

- the force does not exceed the design shear resistance of the bolts connecting the cleat to the column;

- the web of the beam satisfies the requirement given in EN 1993-1-5, section 6.

(4) The design shear resistance of a joint may be derived from the distribution of internal forces within that joint, and the design resistances of its basic components to these forces, see Table 6.1.

(5) In base plates if no special elements for resisting shear are provided, such as block or bar shear connectors, it should be demonstrated that either the design friction resistance of the base plate, see 6.2.2(6), or, in cases where the bolt holes are not oversized, the design shear resistance of the anchor bolts, see 6.2.2(7), is sufficient to transfer the design shear force. The design bearing resistance of the block or bar shear connectors with respect to the concrete should be checked according to EN 1992.

(6) Розрахункову несучу здатність на зсув поверхні тертя між опорною плитою та стяжкою фундаменту слід визначати за формулою:

$$F_{f,Rd} = C_{f,d} N_{c,Ed}, \quad (6.1)$$

де  $C_{f,d}$  – коефіцієнт тертя між опорною плитою та шаром стяжки. Можна використовувати наступні значення:

для стяжки з цементно-піщаного розчину  $C_{f,d} = 0,20$ ;

для інших типів стяжки коефіцієнт тертя  $C_{f,d}$  слід визначати за результатами випробувань у відповідності з EN 1990, Додаток D;

$N_{c,Ed}$  – розрахункове значення нормальної стискальної сили в колоні.

ПРИМІТКА. При навантаженні колони нормальною розтягувальною силою  $F_{f,Rd} = 0$ .

(7) Розрахункову несучу здатність анкерного болта бази колони на зсув  $F_{vb,Rd}$  слід приймати рівною найменшій із  $F_{1,vb,Rd}$  та  $F_{2,vb,Rd}$ .

$F_{1,vb,Rd}$  – розрахункова несуча здатність анкерного болта на зріз, див. 3.6.1

$$F_{2,vb,Rd} = \frac{\alpha_b f_{yb} A_s}{\gamma_{Mb}}, \quad (6.2)$$

де

where:

$$\alpha_b = 0,44 - 0,0003 f_{yb};$$

$f_{yb}$  – межа плинності сталі анкерного болта, де  $235 N / \text{мм}^2 \leq f_{yb} \leq 640 N / \text{мм}^2$ .

$f_{yb}$  is the yield strength of the anchor bolt, where  $235 N / \text{мм}^2 \leq f_{yb} \leq 640 N / \text{мм}^2$

(8) Розрахункову несучу здатність бази колони на зсув слід визначати за формулою:

$$F_{v,Rd} = F_{f,Rd} + n F_{vb,Rd}, \quad (6.3)$$

де  $n$  кількість анкерних болтів бази колони.

where:  $n$  is the number of anchor bolts in the base plate.

(9) Бетон та арматуру фундаменту слід проектувати у відповідності з EN 1992.

(9) The concrete and reinforcement used in the base should be designed in accordance

### 6.2.3 Згинальні моменти

(1) Розрахункову несучу здатність на згин будь-якого вузла можна визначити, виходячи з розподілення внутрішніх зусиль у ньому та розрахункових несучих здатностей його основних компонентів на дію цих зусиль, див. таблицю 6.1.

(2) Розрахункову несучу здатність на згин  $M_{j,Rd}$ , сполучення балки з колоною або стиком балок можна визначити за методом, наведеним у 6.2.7, за умови, що осьова сила  $N_{Ed}$  у приєднаному елементі не перевищує 5 % розрахункової несучої здатності  $N_{pl,Rd}$  його поперечного перерізу.

(3) Розрахункову несучу здатність на згин  $M_{j,Rd}$  бази колони можна визначити за методом, наведеним у 6.2.8.

(4) В усіх вузлах розміри зварних швів повинні бути такими, щоб розрахункова несуча здатність на згин  $M_{j,Rd}$  вузла завжди була обмежена розрахунковою несучою здатністю його основних компонентів, а не зварних швів.

(5) У сполученні балки з колоною або у стикі балок, в яких вимагається, щоб пластичний шарнір утворювався та повертався при будь-якому відповідному завантаженні, зварні шви слід проектувати таким чином, щоб сприймати такий момент, що дорівнює, принаймні, найменшій із наступних величин:

– розрахунковій несучій здатності на згин елемента, що приєднується, у пластичній стадії  $M_{pl,Rd}$ ;

– розрахунковій несучій здатності на згин  $M_{j,Rd}$ , помноженій на  $\alpha$ ,

де  $\alpha = 1,4$  – для каркасів, в яких система в'язі задовольняє умову (5.1) EN 1993-1-1, 5.2.1(3) у відношенні до поперечного зсуву;

$\alpha = 1,7$  – в усіх інших випадках.

(6) У болтовому з'єднанні з більш ніж одним рядом болтів, що працюють на

with EN 1992.

### 6.2.3 Bending moments

(1) The design moment resistance of any joint may be derived from the distribution of internal forces within that joint and the design resistances of its basic components to these forces, see Table 6.1.

(2) Provided that the axial force  $N_{Ed}$  in the connected member does not exceed 5% of the design resistance  $N_{pl,Rd}$  of its cross-section, the design moment resistance  $M_{j,Rd}$  of a beam-to column joint or beam splice may be determined using the method given in 6.2.7.

(3) The design moment resistance  $M_{j,Rd}$  of a column base may be determined using the method given in 6.2.8.

(4) In all joints, the sizes of the welds should be such that the design moment resistance of the joint  $M_{j,Rd}$  is always limited by the design resistance of its other basic components, and not by the design resistance of the welds.

(5) In a beam-to-column joint or beam splice in which a plastic hinge is required to form and rotate under any relevant load case, the welds should be designed to resist the effects of a moment at least equal to the smaller of:

– the design plastic moment resistance of the connected member  $M_{pl,Rd}$ ;

–  $\alpha$  times the design moment resistance of the joint  $M_{j,Rd}$ ,

where:  $\alpha = 1,4$  – for frames in which the bracing system satisfies the criterion (5.1) in EN 1993-1-1 clause 5.2.1(3) with respect to sway;

$\alpha = 1,7$  – for all other cases.

(6) In a bolted connection with more than one bolt-row in tension, as a simplification



розтяг, для спрощення можна знехтувати роботою будь-якого ряду болтів за умови, що роботою усіх інших рядів болтів, розташованих ближче до центра стиску, також нехтують.

#### 6.2.4 Еквівалентний Т-подібний елемент, що працює на розтяг

##### 6.2.4.1 Загальні положення

(1) У болтових з'єднаннях еквівалентний Т-подібний елемент, що працює на розтяг, може використовуватися для моделювання розрахункової несучої здатності наступних основних компонентів:

- полиці колони, що згинається;
- фланця, що згинається;
- кутикової накладки, що згинається;
- опорної плити бази колони, що згинається від дії розтягувального зусилля.

(2) Методи моделювання цих основних компонентів як полиць еквівалентних Т-подібних елементів, а також значення  $e_{\min}$ ,  $l_{\text{eff}}$  та  $m$  наведені в 6.2.6.

(3) Можна вважати, що можливі види відмови полиці еквівалентного Т-подібного елемента подібні до тих, що припускаються для відповідного основного компонента.

(4) Сумарна розрахункова довжина  $\Sigma l_{\text{eff}}$  еквівалентного Т-подібного елемента, див. рисунок 6.2, повинна бути такою, щоб розрахункова несуча здатність його полиці була еквівалентною розрахунковій несучій здатності основного компонента вузла, котрий її представляє.

ПРИМІТКА. Розрахункова довжина  $\Sigma l_{\text{eff}}$  еквівалентного Т-подібного елемента є номінальною та не обов'язково відповідає фактичній довжині основного компонента вузла.

(5) Розрахункову несучу здатність полиці Т-подібного елемента на розтяг слід визначати відповідно до таблиці 6.2.

ПРИМІТКА. Ефект важеля враховано у неявному вигляді при визначенні розрахункової несучої здатності на розтяг відповідно до таблиці 6.2.

the contribution of any bolt-row may be neglected, provided that the contributions of all other bolt-rows closer to the centre of compression are also neglected.

#### 6.2.4 Equivalent T-stub in tension

##### 6.2.4.1 General

(1) In bolted connections an equivalent T-stub in tension may be used to model the design resistance of the following basic components:

- column flange in bending;
- end-plate in bending;
- flange cleat in bending;
- base plate in bending under tension.

(2) Methods for modelling these basic components as equivalent T-stub flanges, including the values to be used for  $e_{\min}$ ,  $l_{\text{eff}}$  and  $m$ , are given in 6.2.6.

(3) The possible modes of failure of the flange of an equivalent T-stub may be assumed to be similar to those expected to occur in the basic component that it represents.

(4) The total effective length  $\Sigma l_{\text{eff}}$  of an equivalent T-stub, see Figure 6.2, should be such that the design resistance of its flange is equivalent to that of the basic joint component that it represents.

NOTE: The effective length  $\Sigma l_{\text{eff}}$  of an equivalent T-stub is a notional length and does not necessarily correspond to the physical length of the basic joint component that it represents.

(5) The design tension resistance of a T-stub flange should be determined from Table 6.2.

NOTE: Prying effects are implicitly taken into account when determining the design tension resistance according to Table 6.2.

(6) Якщо можливе виникнення ефекту важеля, див. таблицю 6.2, то розрахункову несучу здатність полиці T-подібного елемента на розтяг  $F_{T,Rd}$  слід приймати рівною найменшій із трьох можливих видів відмови (1, 2 або 3).

(6) In cases where prying forces may develop, see Table 6.2, the design tension resistance of a T-stub flange  $F_{T,Rd}$  should be taken as the smallest value for the three possible failure modes 1, 2 and 3.

(7) Якщо виникнення ефекту важеля виключено, то розрахункову несучу здатність полиці T-подібного елемента на розтяг  $F_{T,Rd}$  слід приймати рівною найменшій із двох можливих видів відмови у відповідності з таблицею 6.2.

(7) In cases where prying forces may not develop the design tension resistance of a T-stub flange  $F_{T,Rd}$  should be taken as the smallest value for the two possible failure modes according to Table 6.2.

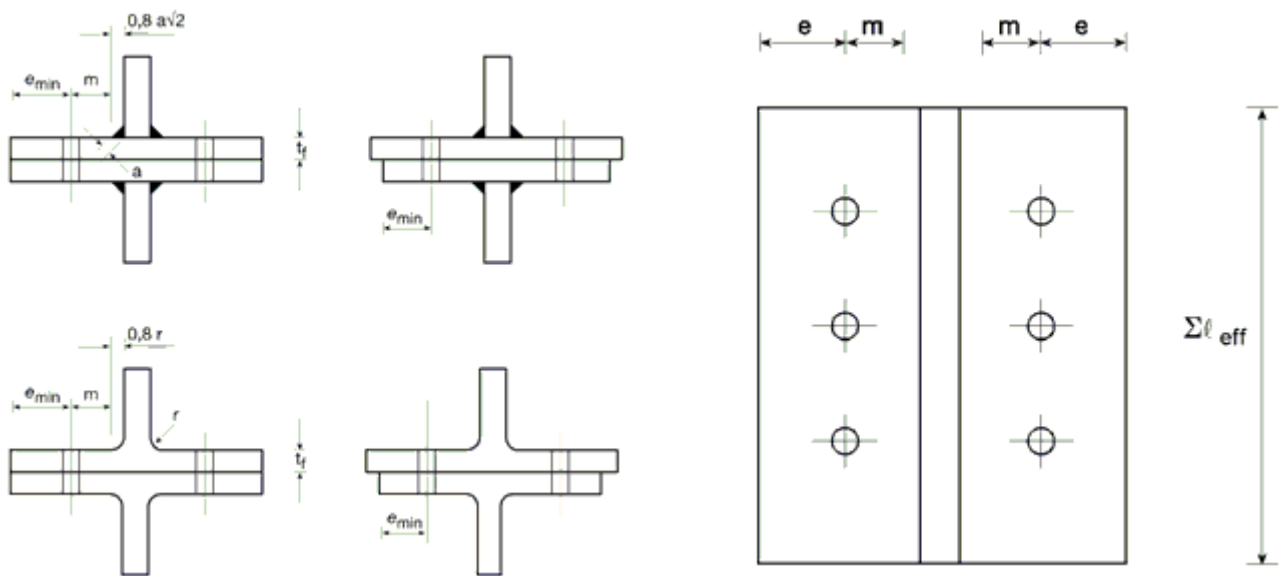


Рисунок 6.2 Розміри полиці еквівалентного T-подібного елемента  
Figure 6.2 Dimensions of an equivalent T-stub flange

Таблиця 6.2 Розрахункова несуча здатність  $F_{T,Rd}$  полиці еквівалентного T-подібного елемента  
Table 6.2 Design Resistance  $F_{T,Rd}$  of a T-stub flange

	Можливе виникнення ефекту важеля, тобто Prying forces may develop, i.e. $L_b \leq L_b^*$		Виключено виникнення ефекту важеля No prying forces
Тип 1 Mode 1	Метод 1 Method 1	Метод 2 (альтернативний) Method 2 (alternative method)	
Без опорних контрпланок without backing plates	$F_{T,1,Rd} = \frac{4M_{pl,1,Rd}}{m}$	$F_{T,1,Rd} = \frac{8n - 2e_w \cdot M_{pl,1,Rd}}{2mn - e_w \cdot m + n}$	$F_{T,1-2,Rd} = \frac{2M_{pl,1,Rd}}{m}$

3 опорними контрпланкам и with backing plates	$F_{T,1,Rd} = \frac{4M_{pl,1,Rd} + 2M_{bp,Rd}}{m}$	$F_{T,1,Rd} = \frac{8n - 2e_w \cdot M_{pl,1,Rd} + 4nM_{bp,Rd}}{2mn - e_w \cdot m + n}$	
Тип 2 Mode 2	$F_{T,2,Rd} = \frac{2M_{pl,2,Rd} + n \cdot \Sigma F_{t,Rd}}{m + n}$		
Тип 3 Mode 3	$F_{T,3,Rd} = \Sigma F_{t,Rd}$		

Тип 1: повний розвиток пластичних деформацій у полиці.

Mode 1: Complete yielding of the flange

Тип 2: розрив болта з розвитком пластичних деформацій у полиці.

Mode 2: Bolt failure with yielding of the flange

Тип 3: розрив болта.

Mode 3: Bolt failure

$L_b$  - довжина подовження болта, рівна воїсто анка довжині (загальна товщина матеріалу стягваних елементів та шайб) плюс половина суми висоти головки болта та гайки, або довжина подовження анкерного болта, рівна сумі восьми номінальних діаметрів болта, товщини шару стяжки, товщини опорної плити, шайби та половини висоти гайки;

$L_b$  is the bolt elongation length, taken equal to the grip length (total thickness of material and washers), plus half the sum of the height of the bolt head and the height of the nut or – the anchor bolt elongation length, taken equal to the sum of 8 times the nominal bolt diameter, the grout layer, the plate thickness, the washer and half the height of the nut

$$L_b^* = \frac{8,8m^3 A_s}{\Sigma l_{eff,1} t_f^3};$$

$F_{T,Rd}$  - розрахункова несуча здатність полиці T-подібного елемента на розтяг;

$F_{T,Rd}$  is the design tension resistance of a T-stub flange

$Q$  - сила, викликана ефектом важеля;

$Q$  is the prying force

$$M_{pl,1,Rd} = 0,25 \cdot \Sigma l_{eff,1} t_f^2 f_y / \gamma_{M0};$$

$$M_{pl,2,Rd} = 0,25 \cdot \Sigma l_{eff,2} t_f^2 f_y / \gamma_{M0};$$

$$M_{bp,Rd} = 0,25 \cdot \Sigma l_{eff,1} t_{bp}^2 f_{y,bp} / \gamma_{M0};$$

$$n = e_{min} \text{ при } n \leq 1,25m;$$

$F_{t,Rd}$  - розрахункова несуча здатність болта на розтяг, див. таблицю 3.4;

$F_{t,Rd}$  is the design tension resistance of a bolt, see Table 3.4;

$\Sigma F_{t,Rd}$  - сумарне значення  $F_{t,Rd}$  для всіх болтів у T-подібному елементі;

$\Sigma F_{t,Rd}$  is the total value of  $F_{t,Rd}$  for all the bolts in the T-stub;

$\Sigma l_{eff,1}$  - значення  $\Sigma l_{eff}$  для відмови 1-го типу;

$\Sigma l_{eff,1}$  is the value of  $\Sigma l_{eff}$  for mode 1;

$\Sigma l_{eff,2}$  - значення  $\Sigma l_{eff}$  для відмови 2-го типу;

$\Sigma l_{eff,2}$  is the value of  $\Sigma l_{eff}$  for mode 2;

$e_{min}$ ,  $m$  та  $t_f$  визначаються у відповідності з рисунком 6.2;

$e_{min}$ ,  $m$  and  $t_f$  are as indicated in Figure 6.2.

$f_{y,bp}$  - межа плинності сталі контрплит;

$f_{y,bp}$  is the yield strength of the backing plates;

$t_{bp}$  - товщина контрплит;

$t_{bp}$  is the thickness of the backing plates;

$$e_w = d_w / 4;$$

$d_w$  - діаметр шайби або ширина головки болта або гайки.

$d_w$  is the diameter of the washer, or the width across points of the bolt head or nut, as relevant.



ПРИМІТКА 1. У сполученнях балки з колоною на болтах та в стиках балок можна припустити можливість виникнення ефекту важеля.

NOTE 1: In bolted beam-to-column joints or beam splices it may be assumed that prying forces will develop.

ПРИМІТКА 2. В методі 2 зусилля від болта, прикладене до полиці Т-подібного елемента, прийнято у вигляді рівномірно розподіленого навантаження під шайбою, головкою або гайкою болта, див. рисунок, а не у вигляді зосередженої на осі сили. Це припущення призводить до більш високих значень несучої здатності  $F_{T,1,Rd}$  за методом 1, але не впливає на значення  $F_{T,1-2,Rd}$  та значення за методами 2 та 3

NOTE 2: In method 2, the force applied to the T-stub flange by a bolt is assumed to be uniformly distributed under the washer, the bolt head or the nut, as appropriate, see figure, instead of concentrated at the centre-line of the bolt. This assumption leads to a higher value  $F_{T,1,Rd}$  for mode 1, but leaves the values for  $F_{T,1-2,Rd}$  and modes 2 and 3 unchanged.

#### 6.2.4.2 Окремі ряди болтів, групи болтів та групи рядів болтів

(1) Не дивлячись на те, що зусилля у кожному ряді болтів на полиці реального Т-подібного елемента зазвичай рівні, коли полиця еквівалентного Т-подібного елемента використовується для моделювання основних компонентів, наведених у 6.2.4.1(1), слід враховувати різні значення зусиль у кожному окремому ряді болтів.

(2) Якщо для моделювання групи рядів болтів використовується метод еквівалентного Т-подібного елемента, необхідно розділити групу болтів на окремі ряди болтів та використовувати еквівалентний Т-подібний елемент для моделювання кожного окремого ряду.

(3) Якщо для моделювання групи рядів болтів використовується метод еквівалентного Т-подібного елемента, то повинні виконуватися наступні умови:

а) зусилля у кожному ряді болтів не повинні перевищувати розрахункової несучої здатності, визначеної тільки для цього ряду, розглядаючи його ізольовано від інших рядів;

б) сумарне зусилля, що діє у кожній групі рядів болтів, що складається з двох або

#### 6.2.4.2 Individual bolt-rows, bolt-groups and groups of bolt-rows

(1) Although in an actual T-stub flange the forces at each bolt-row are generally equal, when an equivalent T-stub flange is used to model a basic component listed in 6.2.4.1(1), allowance should be made for the different in forces at each bolt-row.

(2) When using the equivalent T-stub approach to model a group of bolt rows it may be necessary to divide the group into separate bolt-rows and use an equivalent T-stub to model each separate bolt-row.

(3) When using the T-stub approach to model a group of bolt rows the following conditions should be satisfied:

a) the force at each bolt-row should not exceed the design resistance determined considering only that individual bolt-row;

b) the total force on each group of bolt-rows, comprising two or more adjacent bolt-

більше суміжних рядів болтів, в одній групі болтів, не повинно перевищувати розрахункової несучої здатності цієї групи рядів болтів.

(4) При визначенні розрахункової несучої здатності на розтяг основного компонента, представленого полицею еквівалентного T-подібного елемента, слід обчислити наступні параметри:

а) розрахункову несучу здатність ряду болтів, розглядаючи його ізольовано від інших рядів болтів;

б) внесок кожного ряду болтів у несучу здатність двох або більше суміжних рядів болтів, в одній групі болтів, визначений при розгляді тільки цих рядів болтів.

(5) Для окремого ряду болтів значення  $\sum l_{eff}$  слід приймати таким, що дорівнює розрахунковій довжині  $l_{eff}$ , наведеній у табличній формі в 6.2.6, розглядаючи цей ряд ізольовано від інших рядів болтів.

(6) Для групи рядів болтів значення  $\sum l_{eff}$  слід приймати таким, що дорівнює сумі розрахункових довжин  $l_{eff}$ , наведених у табличній формі в 6.2.6, для кожного відповідного ряду болтів, розглядаючи його як частину групи болтів.

#### 6.2.4.3 Контрпланки

(1) Контрпланки можна використовувати для підсилення полиці колони при згині, як показано на рисунку 6.3.

(2) Кожну контрпланку слід доводити, принаймні, до кромки полиці колони та розташовувати на відстані у межах 3 мм від заокруглення кромки полиці або від зварного шва.

(3) Контрпланку слід заводити за найбільш віддалені ряди болтів, що працюють на розтяг, як показано на рисунку 6.3.

(4) При використанні контрпланок розрахункову несучу здатність T-подібного елемента  $F_{T,Rd}$  слід визначати за методом, наведеним у таблиці 6.2.

rows within the same bolt-group, should not exceed the design resistance of that group of bolt-rows.

(4) When determining the design tension resistance of a basic component represented by an equivalent T-stub flange, the following parameters should be calculated:

a) the design resistance of an individual bolt-row, determined considering only that bolt-row;

b) the contribution of each bolt-row to the design resistance of two or more adjacent bolt-rows within a bolt-group, determined considering only those bolt-rows.

(5) In the case of an individual bolt-row  $\sum l_{eff}$  should be taken as equal to the effective length  $l_{eff}$  tabulated in 6.2.6 for that bolt-row taken as an individual bolt-row.

(6) In the case of a group of bolt-rows  $\sum l_{eff}$  should be taken as the sum of the effective lengths  $l_{eff}$ , tabulated in 6.2.6 for each relevant bolt-row taken as part of a bolt-group.

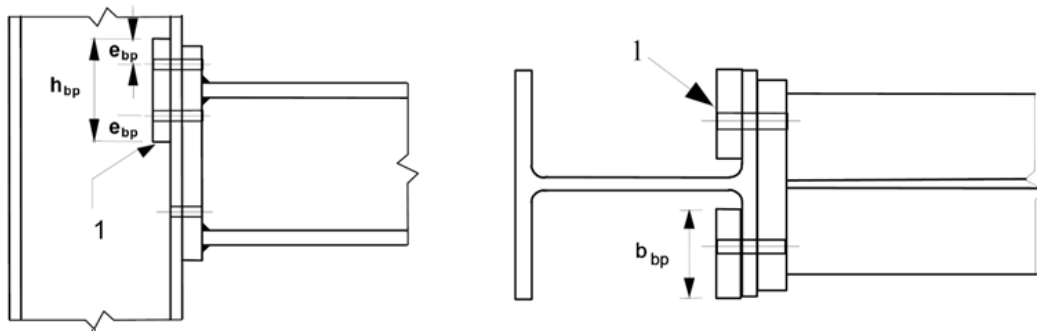
#### 6.2.4.3 Backing plates

(1) Backing plates may be used to reinforce a column flange in bending as indicated in Figure 6.3.

(2) Each backing plate should extend at least to the edge of the column flange, and to within 3 mm of the toe of the root radius or of the weld.

(3) The backing plate should extend beyond the furthestmost bolt rows active in tension as defined in Figure 6.3.

(4) Where backing plates are used, the design resistance of the T-stub  $F_{T,Rd}$  should be determined using the method given in Table 6.2.



$$h_{bp} \geq \Sigma l_{eff}, e_{bp} \geq 2d$$

1 – контрпланка

1 – Backing plate

Рисунок 6.3 Полиця колони з контрпланками  
Figure 6.3 Column flange with backing plates

### 6.2.5 Еквівалентний Т-подібний елемент, що працює на стиск

(1) У вузлах сполучення сталевих та бетонних елементів можна використовувати полицю при стиску еквівалентного Т-подібного елемента для моделювання розрахункової несучої здатності комбінацій наступних основних компонентів:

- сталевої опорної плити, що згинається під дією реактивного тиску на фундамент;
- бетону та/або розчину при зминанні.

(2) Сумарна розрахункова довжина  $l_{eff}$  та сумарна розрахункова ширина  $b_{eff}$  еквівалентного Т-подібного елемента повинні бути такими, щоб його розрахункова несуча здатність на стиск була еквівалентною розрахунковій несучій здатності основного компонента вузла.

ПРИМІТКА. Розрахункова довжина та розрахункова ширина еквівалентного Т-подібного елемента є умовними довжинами та можуть відрізнятися від реальних розмірів основного компонента вузла.

(3) Розрахункову несучу здатність на стиск полиці Т-подібного еквівалентного елемента  $F_{C,Rd}$  слід визначати за формулою:

$$F_{C,Rd} = f_{jd} b_{eff} l_{eff}, \quad (6.4)$$

де  $b_{eff}$  – розрахункова ширина полиці Т-подібного елемента, див. 6.2.5(5) та 6.2.5(6);

### 6.2.5 Equivalent T-stub in compression

(1) In steel – to-concrete joints, the flange of an equivalent T-stub in compression may be used to model the design resistances for the combination of the following basic components:

- the steel base plate in bending under the bearing pressure on the foundation;
- the concrete and/or grout joint material in bearing.

(2) The total effective length  $l_{eff}$  and the total effective width  $b_{eff}$  of an equivalent T-stub should be such that the design compression resistance of the T-stub is equivalent to that of the basic joint component it represents.

NOTE: The effective length and the effective width of an equivalent T-stub are notional lengths and may differ to the physical dimensions of the basic joint component it represents.

(3) The design compression resistance of a T-stub flange  $F_{C,Rd}$  should be determined as follows:

$b_{eff}$  is the effective width of the T-stub flange, see 6.2.5(5) and 6.2.5(6)

$l_{eff}$  – розрахункова довжина полиці T-подібного елемента, див. 6.2.5(5) та 6.2.5(6);

$f_{jd}$  – розрахункова міцність на зминання вузла, див. 6.2.5(7).

(4) Зусилля, що передаються T-подібним елементом, слід приймати рівномірно розподіленими по ефективній площі, як показано на рисунках 6.4 (а) та (б). При цьому тиск не повинен перевищувати розрахункової міцності на зминання  $f_{jd}$ , а значення додаткової ширини  $c$  не повинно перевищувати

$$c = e \cdot \left[ f_y / 3f_{jd}\gamma_{M0} \right]^{0.5}, \quad (6.5)$$

де  $t$  – товщина полиці T-подібного елемента;

$f_y$  – межа плинності сталі T-подібного елемента.

(5) Якщо проекція реальної довжини основного компонента, представленого T-подібним елементом, менше  $c$ , то розрахункову площу слід приймати за рисунком 6.4 (а).

(6) Якщо проекція реальної довжини основного компонента, представленого T-подібним елементом, перевищує  $c$  на будь-якій зі сторін, то частиною додаткової проекції за межами ширини  $c$  слід нехтувати, див. рисунок 6.4 (б).

(7) Розрахункову міцність на зминання вузла  $f_{jd}$  слід визначати за формулою:

$$f_{jd} = \beta_j F_{Rdu} / b_{eff} l_{eff}, \quad (6.6)$$

де  $\beta_j$  – коефіцієнт, що враховує матеріал під опорною плитою, значення якого можна прийняти таким, що дорівнює 2/3 за умови, що характеристична міцність матеріалу стяжки не менше 0,2 характеристичної міцності бетону фундаменту, а її товщина не більше 0,2 найменшої ширини сталевий опорної плити. У випадках, коли товщина стяжки більше 50 мм, характеристична міцність стяжки повинна, принаймні, відповідати характе-

$l_{eff}$  is the effective length of the T-stub flange, see 6.2.5(5) and 6.2.5(6)

$f_{jd}$  is the design bearing strength of the joint, see 6.2.5(7)

(4) The forces transferred through a T-stub should be assumed to spread uniformly as shown in Figure 6.4(a) and (b). The pressure on the resulting bearing area should not exceed the design bearing strength  $f_{jd}$  and the additional bearing width,  $c$ , should not exceed:

where:  $t$  is the thickness of the T-stub flange;

$f_y$  is the yield strength of the T-stub flange.

(5) Where the projection of the physical length of the basic joint component represented by the T-stub is less than  $c$ , the effective area should be taken as indicated in Figure 6.4(a)

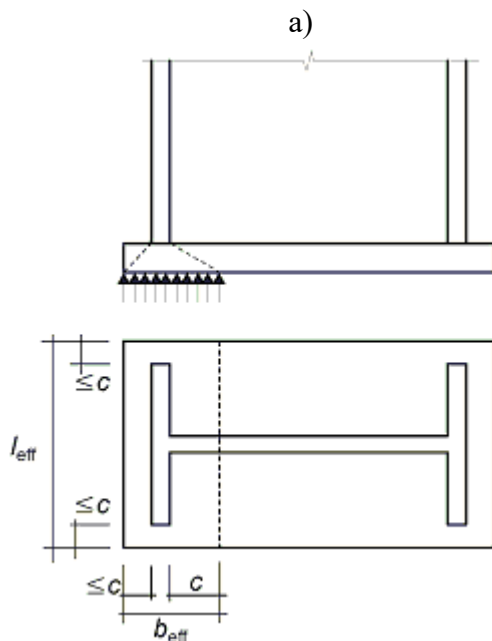
(6) Where the projection of the physical length of the basic joint component represented by the T-stub exceeds  $c$  on any side, the part of the additional projection beyond the width  $c$  should be neglected, see Figure 6.4(b).

(7) The design bearing strength of the joint  $f_{jd}$  should be determined from:

where:  $\beta_j$  is the foundation joint material coefficient, which may be taken as 2/3 provided that the characteristic strength of the grout is not less than 0,2 times the characteristic strength of the concrete foundation and the thickness of the grout is not greater than 0,2 times the smallest width of the steel base plate. In cases where the thickness of the grout is more than 50 mm, the characteristic strength of the grout should be at least the same as that of the concrete

ристичній міцності бетону фундаменту;

$F_{Rdu}$  – розрахункова зосереджена сила опору, що визначається за EN 1992, приймаючи  $A_{c0} = b_{eff} l_{eff}$



foundation.

$F_{Rdu}$  is the concentrated design resistance force given in EN 1992, where  $A_{c0}$  is to be taken as  $(b_{eff} l_{eff})$

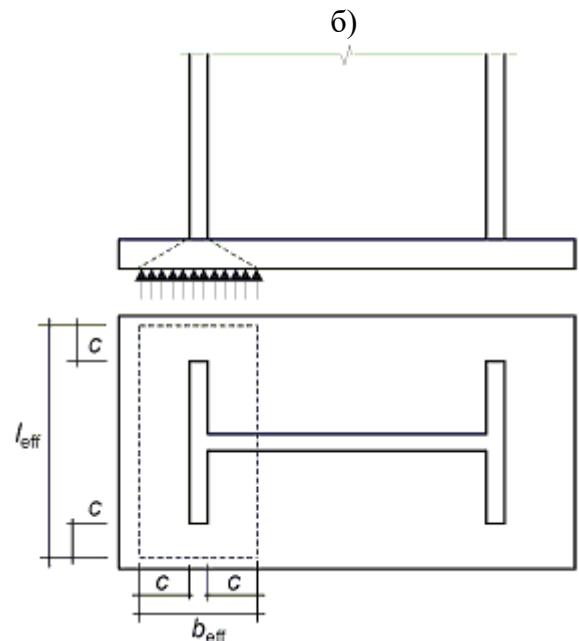


Рисунок 6.4 Розрахункова площа еквівалентного Т-подібного елемента при стиску:

а – коротка проекція; б – довга проекція

Figure 6.4 Area of equivalent T-Stub in compression

(a) short projection; (b) large projection

(7) Розрахункову міцність на зминання вузла  $f_{jd}$  слід визначати за формулою:

(7) The design bearing strength of the joint  $f_{jd}$  should be determined from:

$$f_{jd} = \beta_j F_{Rdu} / b_{eff} l_{eff}, \quad (6.6)$$

де  $\beta_j$  – коефіцієнт, що враховує матеріал під опорною плитою, значення якого можна прийняти таким, що дорівнює 2/3 за умови, що характеристична міцність матеріалу стяжки не менше 0,2 характеристичної міцності бетону фундаменту, а її товщина не більше 0,2 найменшої ширини сталевій опорній плиті. У випадках, коли товщина стяжки більше 50 мм, характеристична міцність стяжки повинна, принаймні, відповідати характеристичній міцності бетону фундаменту;

where:  $\beta_j$  is the foundation joint material coefficient, which may be taken as 2/3 provided that the characteristic strength of the grout is not less than 0,2 times the characteristic strength of the concrete foundation and the thickness of the grout is not greater than 0,2 times the smallest width of the steel base plate. In cases where the thickness of the grout is more than 50 mm, the characteristic strength of the grout should be at least the same as that of the concrete foundation.

$F_{Rdu}$  – розрахункова зосереджена сила опору, що визначається за EN 1992, приймаючи  $A_{c0} = b_{eff} l_{eff}$

$F_{Rdu}$  is the concentrated design resistance force given in EN 1992, where  $A_{c0}$  is to be taken as  $(b_{eff} l_{eff})$

### 6.2.6 Розрахункова несуча здатність основних компонентів

### 6.2.6 Design Resistance of basic components



### 6.2.6.1 Ділянка стінки колони, що працює на зсув

(1) Методи розрахунку, наведені в 6.2.6.1(2) – 6.2.6.1(14), можуть застосовуватися якщо гнучкість стінки задовольняє умову  $d/t_w \leq 69\varepsilon$ .

(2) Для одностороннього або двостороннього сполучення балок однакової висоти розрахункову несучу здатність на зсув у пластичній стадії  $V_{wp,Rd}$  непідсиленої ребрами жорсткості стінки колони при дії розрахункової поперечної сили  $V_{wp,Ed}$ , див. 5.3(3), слід визначати за формулою:

$$V_{wp,Rd} = \frac{0,9 f_{y,wc} A_{vc}}{\sqrt{3} \gamma_{M0}}, \quad (6.7)$$

де  $A_{vc}$  – площа зсуву колони, див. EN 1993-1-1.

(3) Розрахункова несуча здатність на зсув може бути підвищена підсиленням стінки ребрами жорсткості або накладками на стінку.

(4) При наявності поперечних ребер жорсткості як у стиснутій, так і в розтягнутій зонах стінки розрахункову несучу здатність на зсув у пластичній стадії ділянки стінки колони  $V_{wp,Rd}$  можна підвищити на значення  $V_{wp,add,Rd}$ , що визначається за формулою:

$$V_{wp,add,Rd} = \frac{4M_{pl,fc,Rd}}{d_s}, \text{ але (bat) } V_{wp,add,Rd} \leq \frac{2M_{pl,fc,Rd} + 2M_{pl,st,Rd}}{d_s}, \quad (6.8)$$

де  $d_s$  – відстань між осями ребер жорсткості;

$M_{pl,fc,Rd}$  – розрахункова несуча здатність полиці колони на згин у пластичній стадії;

$M_{pl,st,Rd}$  – розрахункова несуча здатність ребра жорсткості на згин у пластичній стадії.

ПРИМІТКА. У зварних вузлових з'єднаннях кромку поперечних ребер жорсткості слід вирівнювати з кромкою відповідної полиці балки.

(5) При наявності діагональних ребер жорсткості розрахункову несучу здатність на зсув у пластичній стадії стінки колони

### 6.2.6.1 Column web panel in shear

(1) The design methods given in 6.2.6.1(2) to 6.2.6.1(14) are valid provided the column web slenderness satisfies the condition  $d/t_w < 69\varepsilon$ .

(2) For a single-sided joint, or for a double-sided joint in which the beam depths are similar, the design plastic shear resistance  $V_{wp,Rd}$  of an unstiffened column web panel, subject to a design shear force  $V_{wp,Ed}$ , see 5.3(3), should be obtained using:

where:  $A_{vc}$  is the shear area of the column, see EN 1993-1-1

(3) The design shear resistance may be increased by the use of stiffeners or supplementary web plates.

(4) Where transverse web stiffeners are used in both the compression zone and the tension zone, the design plastic shear resistance of the column web panel  $V_{wp,Rd}$  may be increased by  $V_{wp,add,Rd}$ , given by:

where:  $d_s$  is the distance between the centrelines of the stiffeners;

$M_{pl,fc,Rd}$  is the design plastic moment resistance of a column flange

$M_{pl,st,Rd}$  is the design plastic moment resistance of a stiffener

NOTE: In welded joints, the transverse stiffeners should be aligned with the corresponding beam flange.

(5) When diagonal web stiffeners are used the design plastic shear resistance of a column web should be determined according

слід визначати за EN 1993-1-1.

ПРИМІТКА. При двосторонній конфігурації сполучення балки з колоною без діагональних ребер жорсткості на стінці колони припускається, що обидві балки мають однакову висоту.

(6) Якщо стінка колони підсилена накладками, див. рисунок 6.5, то площа зсуву  $A_{vc}$  може бути збільшена на  $b_s t_{wc}$ . Якщо надалі встановлюється додаткова накладка на протилежній стороні стінки, то площу зсуву збільшувати не слід.

(7) Встановлення накладок на стінку можна також використовувати для збільшення поворотної жорсткості вузла внаслідок збільшення жорсткості стінки колони на зсув, стиск або розтяг, див. 6.3.2(1).

(8) Марка сталі накладки стінки повинна бути такою ж, як і для колони.

(9) Ширина накладки на стінки  $b_s$  повинна бути, принаймні, такою, що дорівнює відстані між радіусами сполучення полки зі стінкою між зварними швами (див. рисунок 6.5).

(10) Довжина  $l_s$  накладки стінки повинна бути, принаймні, такою, що дорівнює розрахунковій ширині стінки при розтягу та стиску, див. рисунок 6.5.

(11) Товщина накладки  $t_s$  повинна бути не менше товщини стінки колони  $t_{wc}$ .

(12) Зварні шви між накладкою стінки та профілем повинні бути розраховані на дію розрахункових зусиль.

(13) Ширина накладки стінки  $b_s$  повинна бути менше ніж  $40\varepsilon t_s$ .

(14) Зварювання переривчастими зварними швами допускається при експлуатації конструкції у неагресивному середовищі.

to EN 1993-1-1.

NOTE: In double-sided beam-to-column joint configurations without diagonal stiffeners on the column webs, the two beams are assumed to have similar depths.

(6) Where a column web is reinforced by adding a supplementary web plate, see Figure 6.5, the shear area  $A_{vc}$  may be increased by  $b_s t_{wc}$ . If a further supplementary web plate is added on the other side of the web, no further increase of the shear area should be made.

(7) Supplementary web plates may also be used to increase the rotational stiffness of a joint by increasing the stiffness of the column web in shear, compression or tension, see 6.3.2(1).

(8) The steel grade of the supplementary web plate should be equal to that of the column.

(9) The width  $b_s$  should be such that the supplementary web plate extends at least to the toe of the root radius or of the weld.

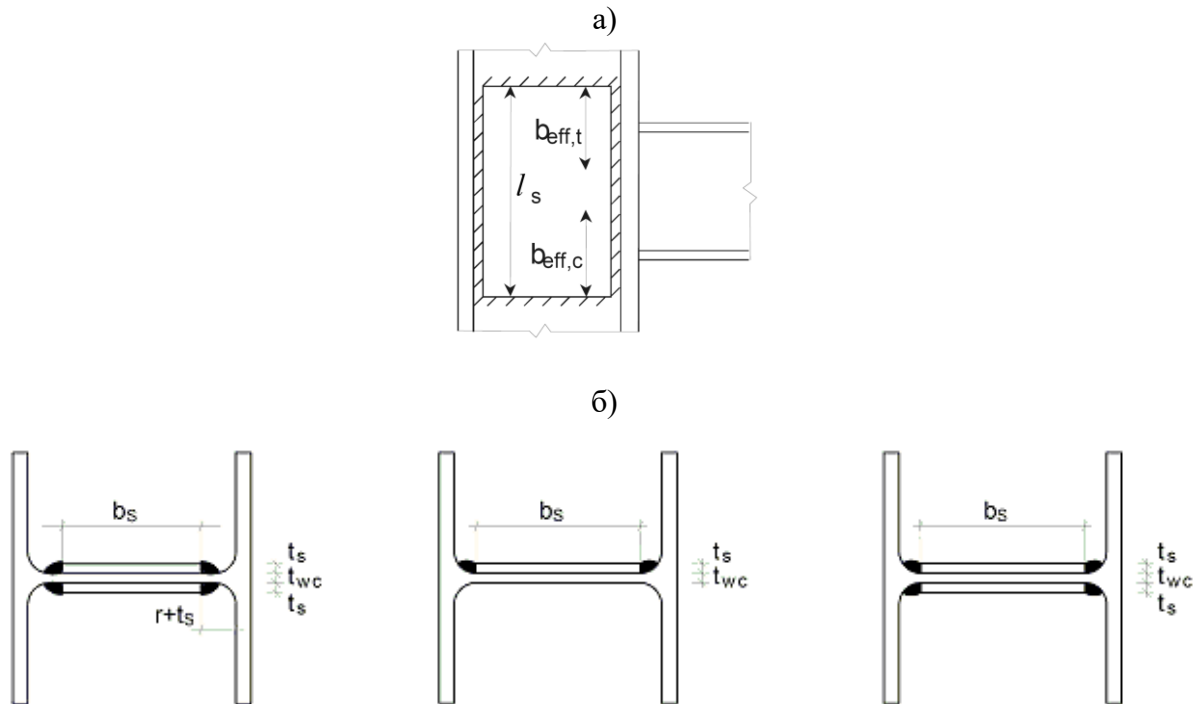
(10) The length  $l_s$  should be such that the supplementary web plate extends throughout the effective width of the web in tension and compression, see Figure 6.5.

(11) The thickness  $t_s$  of the supplementary web plate should be not less than the column web thickness  $t_{wc}$ .

(12) The welds between the supplementary web plate and profile should be designed to resist the applied design forces.

(13) The width  $b_s$  of a supplementary web plate should be less than  $40\varepsilon t_s$ .

(14) Discontinuous welds may be used in non corrosive environments.



ПРИМІТКА. Слід враховувати зварюваність у зоні заокруглення.  
NOTE: Weldability at the corner should be taken into account.

**Рисунок 6.5** Приклади розташування накладок стінки:  
а – вигляд збоку; б – приклади поперечних перерізів із поздовжніми зварними швами  
**Figure 6.5** Examples of supplementary web plates:  
a) layout b) examples of cross-section with longitudinal welds

### 6.2.6.2 Стінка колони при поперечному стиску

### 6.2.6.2 Column web in transverse compression

(1) Розрахункову несучу здатність непідсиленої ребрами жорсткості стінки колони на дію поперечного стиску слід визначати за формулою:

(1) The design resistance of an unstiffened column web subject to transverse compression should be determined from:

$$F_{c,wc,Rd} = \frac{\omega k_{wc} b_{eff,c,wc} t_{wc} f_{y,wc}}{\gamma_{M0}}, \text{ але } F_{c,wc,Rd} \leq \frac{\omega k_{wc} \rho b_{eff,c,wc} t_{wc} f_{y,wc}}{\gamma_{M1}}, \quad (6.9)$$

де  $\omega$  – знижувальний коефіцієнт, що враховує можливий вплив дотичних напружень у стінці колони і приймається за таблицею 6.3;

where:  $\omega$  is a reduction factor to allow for the possible effects of interaction with shear in the column web panel according to Table 6.3;

$b_{eff,c,wc}$  – розрахункова ширина стінки колони при поперечному стиску, що приймається:

$b_{eff,c,wc}$  is the effective width of column web in compression:

у зварному з'єднанні

for a welded connection:

$$b_{eff,c,wc} = t_{fb} + 2 \cdot \sqrt{2} a_b + 5 \cdot t_{fc} + s, \quad (6.10)$$

тут  $a_c$ ,  $r_c$  та  $a_b$  – див. рисунок 6.6;

$a_c$ ,  $r_c$  and  $a_b$  are as indicated in Figure 6.6;

у болтовому з'єднанні з опорним фланцем

for bolted end-plate connection:

$$b_{eff,c,wc} = t_{fb} + 2 \cdot \sqrt{2} a_p + 5 \cdot t_{fc} + s + s_p, \quad (6.11)$$

тут  $s_p$  – довжина, отримана розрізом під кутом  $45^\circ$  товщини опорного фланця (що приймається рівною, принаймні,  $t_p$ , а якщо довжина виступу фланця за полицю достатня, то до  $2t_p$ );

$s_p$  is the length obtained by dispersion at  $45^\circ$  through the end-plate (at least  $t_p$  and, provided that the length of end-plate below the flange is sufficient, up to  $2t_p$ );

у болтовому з'єднанні з поясними кутиковими накладками

for bolted connection with angle flange cleats:

$$b_{eff,c,wc} = 2t_a + 0,6r_a + 5 \cdot t_{fc} + s, \quad (6.12)$$

тут  $s = r_c$  – для колон із прокатного двотавра;

for a rolled I or H section column:  $s = r_c$

$s = \sqrt{2} a_c$  – для колон зі зварного двотавра;

for a welded I or H section column:  $s = \sqrt{2} a_c$

$\rho$  – знижувальний коефіцієнт, що враховує втрату місцевої стійкості фланця;

$\rho$  is the reduction factor for plate buckling:

$$\text{при (for) } \bar{\lambda}_p \leq 0,72 \quad \rho = 1,0; \quad (6.13a) \quad (6.13a)$$

$$\text{при (for) } \bar{\lambda}_p > 0,72 \quad \rho = \bar{\lambda}_p - 0,2 / \bar{\lambda}_p^2, \quad (6.13b) \quad (6.13b)$$

тут  $\bar{\lambda}_p$  – гнучкість фланця

$\bar{\lambda}_p$  is the plate slenderness

$$\bar{\lambda}_p = 0,932 \sqrt{\frac{b_{eff,c,wc} d_{wc} f_{y,wc}}{E t_{wc}^2}}, \quad (6.13b) \quad (6.13c)$$

$d_{wc} = h_c - 2 \cdot t_{fc} + r_c$  – для колон із прокатного двотавра;

for a rolled I or H section column:  
 $d_{wc} = h_c - 2 \cdot t_{fc} + r_c$

$d_{wc} = h_c - 2 \cdot t_{fc} + \sqrt{2} a_c$  – для колон зі зварного двотавра;

for a welded I or H section column:  
 $d_{wc} = h_c - 2 \cdot t_{fc} + \sqrt{2} a_c$

$k_{wc}$  – знижувальний коефіцієнт, що приймається за 6.2.6.2(2).

$k_{wc}$  is a reduction factor and is given in 6.2.6.2(2).

**Таблиця 6.3** Знижувальний коефіцієнт  $\omega$ , що враховує дотичні напруження  
**Table 6.3** Reduction factor  $\omega$  for interaction with shear

Коефіцієнт трансформації $\beta$ Transformation parameter $\beta$	Знижувальний коефіцієнт $\omega$ Reduction factor $\omega$
$0 \leq \beta \leq 0,5$	$\omega = 1$
$0,5 < \beta < 1$	$\omega = \omega_1 + 2 \cdot 1 - \beta \cdot 1 - \omega_1$
$\beta = 1$	$\omega = \omega_1$
$1 < \beta < 2$	$\omega = \omega_1 + \beta - 1 \cdot \omega_2 - \omega_1$
$\beta = 2$	$\omega = \omega_2$

**Закінчення таблиці 6.3**

**End table 6.3**

Коефіцієнт трансформації $\beta$ Transformation parameter $\beta$	Знижувальний коефіцієнт $\omega$ Reduction factor $\omega$
$\omega_1 = \frac{1}{\sqrt{1 + 1,3 \cdot b_{eff,c,wc} t_{wc} / A_{vc}^2}}$	$\omega_2 = \frac{1}{\sqrt{1 + 5,2 \cdot b_{eff,c,wc} t_{wc} / A_{vc}^2}}$
<p><math>A_{vc}</math> – площа зсуву колони, див. 6.2.6.1;  <math>A_{vc}</math> is the shear area of the column, see 6.2.6.1;  <math>\beta</math> – коефіцієнт трансформації, див. 5.3(7).  <math>\beta</math> is the transformation parameter, see 5.3(7).</p>	

(2) Якщо максимальне поздовжнє стискальне напруження  $\sigma_{com,Ed}$  від дії на колону осьової сили та згинального моменту перевищує  $0,7f_{y,wc}$  у стінці (в місці примикання до заокруглення полиці зі стінкою в прокатних профілях або до зварного шва у зварних профілях), то його вплив на розрахункову несучу здатність стінки колони на стискання слід враховувати множенням величини  $F_{c,wc,Rd}$ , отриманої за формулою (6.9), на знижувальний коефіцієнт  $k_{wc}$ :

(2) Where the maximum longitudinal compressive stress  $\sigma_{com,Ed}$  due to axial force and bending moment in the column exceeds  $0,7f_{y,wc}$  in the web (adjacent to the root radius for a rolled section or the toe of the weld for a welded section), its effect on the design resistance of the column web in compression should be allowed for by multiplying the value of  $F_{c,wc,Rd}$ , given by expression (6.9) by a reduction factor  $k_{wc}$  as follows:

$$- \text{якщо } \sigma_{com,Ed} \leq 0,7f_{y,wc}, \text{ то } k_{wc} = 1; \quad (6.14)$$

$$- \text{якщо } \sigma_{com,Ed} > 0,7f_{y,wc}, \text{ то } k_{wc} = 1,7 - \sigma_{com,Ed} / f_{y,wc}.$$

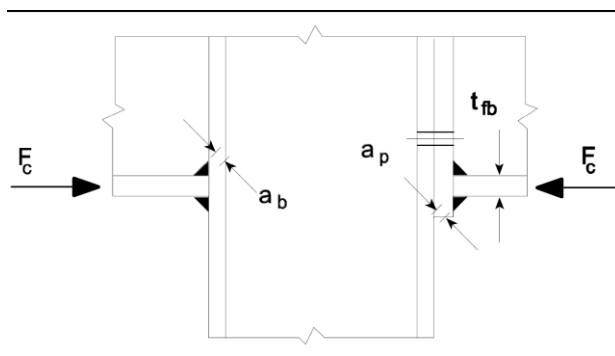
ПРИМІТКА. Як правило, знижувальний коефіцієнт  $k_{wc}$  приймається таким, що дорівнює 1,0, тому немає необхідності у зниженні несучої здатності. Як наслідок, у попередніх розрахунках, коли невідоме поздовжнє напруження, його можна опустити та врахувати пізніше.

NOTE: Generally the reduction factor  $k_{wc}$  is 1,0 and no reduction is necessary. It can therefore be omitted in preliminary calculations when the longitudinal stress is unknown and checked later.

**Зварне з'єднання**

**Welded joint**

a)



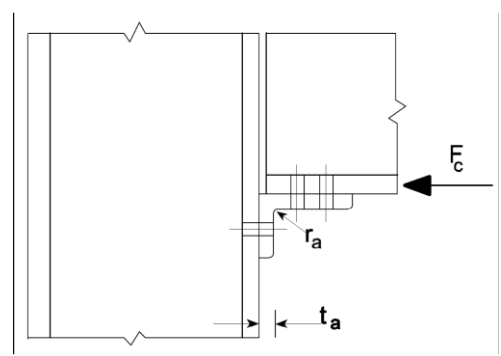
**З'єднання за допомогою опорного фланця**

**Joint with end-plate**

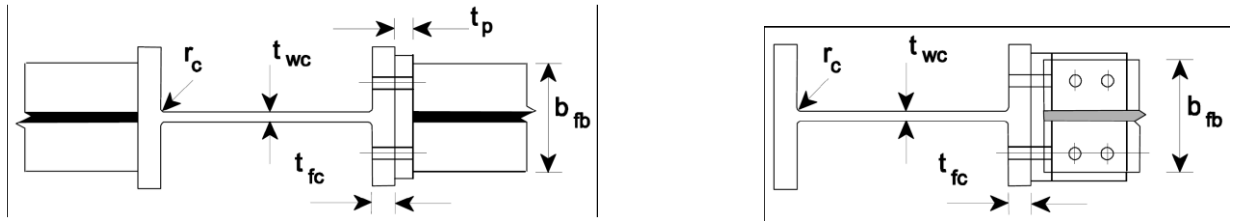
**З'єднання за допомогою**

**поясних кутикових накладок**

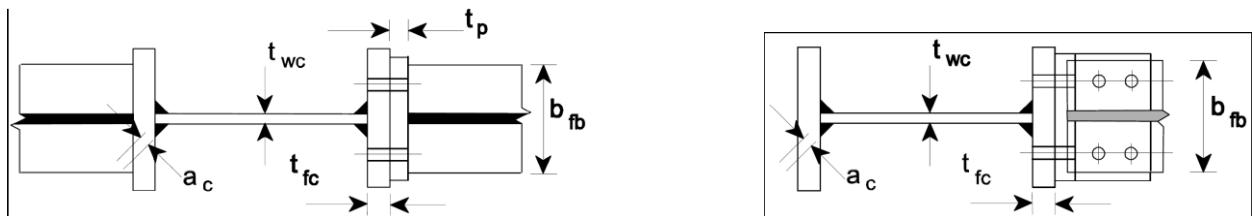
**Joint with angle flange cleats**



б)



в)

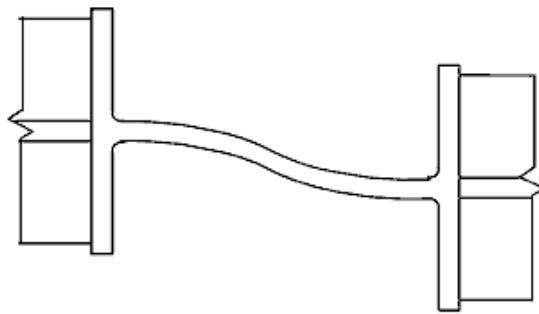


**Рисунок 6.6** До розрахунку на поперечний стиск непідсиленої стінки колони:  
а – вигляд збоку; б – колона з прокатного профілю; в – зварна колона

**Figure 6.6** Transverse compression on an unstiffened column  
a) Elevation b) Rolled column c) Welded column

(3) Втраті форми стійкості стиснутої у поперечному напрямку непідсиленої ребрами жорсткості стінки колони зі зсувом поясів (див. рисунок 6.7), як правило, слід запобігати конструктивними мірами.

(3) The ‘column-sway’ buckling mode of an unstiffened column web in compression illustrated in Figure 6.7 should normally be prevented by constructional restraints.



**Рисунок 6.7** Втрата форми стійкості непідсиленої стінки колони зі зсувом поясів  
**Figure 6.7** Column-sway’ buckling mode of an unstiffened web

(4) Несучу здатність стінки колони при поперечному стиску можна підвищити за допомогою ребер жорсткості або накладки.

(4) Stiffeners or supplementary web plates may be used to increase the design resistance of a column web in transverse compression

(5) Для збільшення розрахункової несучої здатності стінки колони при стиску можуть застосовуватися поперечні або діагональні (сумісно або замість поперечних) ребра жорсткості.

(5) Transverse stiffeners or appropriate arrangements of diagonal stiffeners may be used (in association with or as an alternative to transverse stiffeners) in order to increase the design resistance of the column web in compression.

ПРИМІТКА. У зварних з'єднаннях поперечні ребра жорсткості слід вирівнювати з відповідною кромкою полиці балки. У болтових з'єднаннях поперечні ребра жорсткості у стиснутій зоні слід встановлювати по центру стиску, положення якого показано на рисунку 6.15.

(6) Якщо непідсилена ребрами жорсткості стінка колони підсилюється накладками у відповідності з 6.2.6.1, то розрахункову товщину стінки можна прийняти рівною  $1,5t_{wc}$  – при встановленні однієї накладки та  $2,0t_{wc}$  – при встановленні накладок із двох сторін. При обчисленні знижувального коефіцієнта, що враховує можливий вплив дотичних напружень у стінці колони, площа зсуву  $A_{vc}$  стінки може бути збільшена тільки у межах, що допускаються при визначенні її розрахункової несучої здатності на зсув, див. 6.2.6.1(6).

#### 6.2.6.3 Стінка колони при поперечному розтягу

(1) Розрахункову несучу здатність непідсиленої ребрами жорсткості стінки колони, що піддається поперечному розтягу, слід визначати за формулою:

$$F_{t,wc,Rd} = \frac{\omega b_{eff,t,wc} t_{wc} f_{y,wc}}{\gamma_{M0}}, \quad (6.15)$$

де  $\omega$  – знижувальний коефіцієнт, що враховує вплив дотичних напружень у стінці колони.

(2) У зварному з'єднанні розрахункову ширину  $b_{eff,t,wc}$  розтягнутої стінки колони слід визначати за формулою:

$$b_{eff,t,wc} = t_{fb} + 2 \cdot \sqrt{2} a_b + 5 \cdot t_{fc} + s, \quad (6.16)$$

де  $s = r_c$  – для колон із прокатного двотавра;

$s = \sqrt{2} a_c$  – для колон зі зварного двотавра;

тут  $a_c$  та  $r_c$  показані на рисунку 6.8;

$a_b$  показано на рисунку 6.6.

(3) У болтових з'єднаннях значення розрахункової ширини  $b_{eff,t,wc}$  розтягнутої стінки колони слід приймати таким, що

NOTE: In welded joints, the transverse stiffeners should be aligned with the corresponding beam flange. In bolted joints, the stiffener in the compression zone should be aligned with the centre of compression as defined Figure 6.15.

(6) Where an unstiffened column web is reinforced by adding a supplementary web plate conforming with 6.2.6.1, the effective thickness of the web may be taken as  $1,5 t_{wc}$  if one supplementary web plate is added, or  $2,0 t_{wc}$  if supplementary web plates are added to both sides of the web. In calculating the reduction factor  $\omega$  for the possible effects of shear stress, the shear area  $A_{vc}$  of the web may be increased only to the extent permitted when determining its design shear resistance, see 6.2.6.1(6).

#### 6.2.6.3 Column web in transverse tension

(1) The design resistance of an unstiffened column web subject to transverse tension should be determined from:

where:  $\omega$  is a reduction factor to allow for the interaction with shear in the column web panel.

(2) For a welded connection, the effective width  $b_{eff,t,wc}$  of a column web in tension should be obtained using:

where: for a rolled I or H section column:  
 $s = r_c$

for a welded I or H section column:  $s = \sqrt{2} a_c$

where:  $a_c$  and  $r_c$  are as indicated in Figure 6.8

$a_b$  is as indicated in Figure 6.6.

(3) For a bolted connection, the effective width  $b_{eff,t,wc}$  of column web in tension should be taken as equal to the effective length of

дорівнює розрахунковій довжині еквівалентного Т-подібного елемента, що є полицею колони, див. 6.2.6.4.

(4) Знижувальний коефіцієнт  $\omega$ , що враховує можливий вплив дотичних напружень у стінці колони, слід визначати за таблицею 6.3, використовуючи значення  $b_{eff,t,wc}$ , отримані відповідно з 6.2.6.3(2) або 6.2.6.3(3).

(5) Для збільшення розрахункової несучої здатності стінки колони на розтяг встановлюють ребра жорсткості або накладки на стінку.

(6) Для збільшення розрахункової несучої здатності стінки колони на стиск можуть застосовуватися поперечні та/або відповідні діагональні ребра жорсткості.

ПРИМІТКА. У зварних з'єднаннях краї поперечних ребер жорсткості зазвичай вирівнюються з кромкою відповідної полиці балки.

(7) Зварні шви, що прикріплюють діагональні ребра жорсткості до полиці колони, повинні бути суцільними, герметичними та мати загальну товщину шва, рівну товщині ребра жорсткості.

(8) Якщо невідсилена ребрами жорсткості стінка колони підсилюється накладками у відповідності з 6.2.6.1, то розрахункова несуча здатність на розтяг залежить від товщини поздовжніх зварних швів, що приєднують ці накладки. Розрахункову товщину стінки  $t_{w,eff}$  визначають наступним чином:

— якщо поздовжні шви є стиковими зварними швами з повним проваром товщиною  $a \geq t_s$ , то

при встановленні однієї накладки на стінку

$$t_{w,eff} = 1,5t_{wc}, \quad (6.17)$$

при встановленні двох накладок по обох сторонах стінки

$$t_{w,eff} = 2,0t_{wc}; \quad (6.18)$$

equivalent T-stub representing the column flange, see 6.2.6.4.

(4) The reduction factor  $\omega$  to allow for the possible effects of shear in the column web panel should be determined from Table 6.3, using the value of  $b_{eff,t,wc}$  given in 6.2.6.3(2) or 6.2.6.3(3) as appropriate.

(5) Stiffeners or supplementary web plates may be used to increase the design tension resistance of a column web.

(6) Transverse stiffeners and/or appropriate arrangements of diagonal stiffeners may be used to increase the design resistance of the column web in tension.

NOTE: In welded joints, the transverse stiffeners are normally aligned with the corresponding beam flange.

(7) The welds connecting diagonal stiffeners to the column flange should be fill-in welds with a sealing run providing a combined throat thickness equal to the thickness of the stiffeners.

(8) Where an unstiffened column web is reinforced by adding supplementary web plates conforming with 6.2.6.1, the design tension resistance depends on the throat thickness of the longitudinal welds connecting the supplementary web plates. The effective thickness of the web  $t_{w,eff}$  should be taken as follows:

when the longitudinal welds are full penetration butt welds with a throat thickness  $a \geq t_s$  then:

for one supplementary web plate:

$$t_{w,eff} = 1,5t_{wc}, \quad (6.17)$$

for supplementary web plates both sides:

$$t_{w,eff} = 2,0t_{wc}; \quad (6.18)$$



– якщо поздовжні шви є кутовими зварними швами завтовшки  $a \geq t_s / \sqrt{2}$ , то як при одній, так і при двох накладках стінки:

для сталей марок S235, S275 та S355

$$t_{w,eff} = 1,4t_{wc}, \quad (6.19a) \quad (6.19a)$$

для сталей марок S420 та S460

for steel grades S 235, S 275 or S 355:

$$t_{w,eff} = 1,3t_{wc}. \quad (6.19b) \quad (6.19b)$$

(9) При обчисленні знижувального коефіцієнта  $\omega$ , що враховує вплив дотичних напружень у стінці колони, площа зсуву  $A_{vc}$  стінки, підсиленої накладками, може бути збільшена тільки в межах, установлених при визначенні її несучої здатності на зсув, див. 6.2.6.1(6).

(9) In calculating the reduction factor  $\omega$  for the possible effects of shear stress, the shear area  $A_{vc}$  of a column web reinforced by adding supplementary web plates may be increased only to the extent permitted when determining its design shear resistance, see 6.2.6.1(6).

#### 6.2.6.4 Полиця колони при поперечному згині

#### 6.2.6.4 Column flange in transverse bending

##### 6.2.6.4.1 Непідкріплена полиця колони при болтовому з'єднанні

##### 6.2.6.4.1 Unstiffened column flange, bolted connection

(1) Розрахункову несучу здатність та тип відмови непідкріпленої полиці колони при поперечному згині сумісно з болтами, що її приєднують, та працюють на розтяг, слід визначати так само, як і для полиці еквівалентного T-подібного елемента, див. 6.2.4:

(1) The design resistance and failure mode of an unstiffened column flange in transverse bending, together with the associated bolts in tension, should be taken as similar to those of an equivalent T-stub flange, see 6.2.4, for both:

– для кожного окремого, ізольованого ряду болтів, що працюють на розтяг;

– each individual bolt-row required to resist tension;

– для кожної групи рядів болтів, що працюють на розтяг.

– each group of bolt-rows required to resist tension.

(2) Значення  $e_{min}$  та  $m$  в 6.2.4 слід визначати за рисунком 6.8.

(2) The dimensions  $e_{min}$  and  $m$  for use in 6.2.4 should be determined from Figure 6.8.

(3) Розрахункову довжину полиці T-подібного еквівалентного елемента для окремих рядів болтів, що розглядаються ізольовано від інших рядів, та для груп рядів болтів слід визначати у відповідності з 6.2.4.2, використовуючи значення, наведені для кожного ряду болтів у таблиці 6.4.

(3) The effective length of equivalent T-stub flange should be determined for the individual bolt-rows and the bolt-group in accordance with 6.2.4.2 from the values given for each bolt-row in Table 6.4.

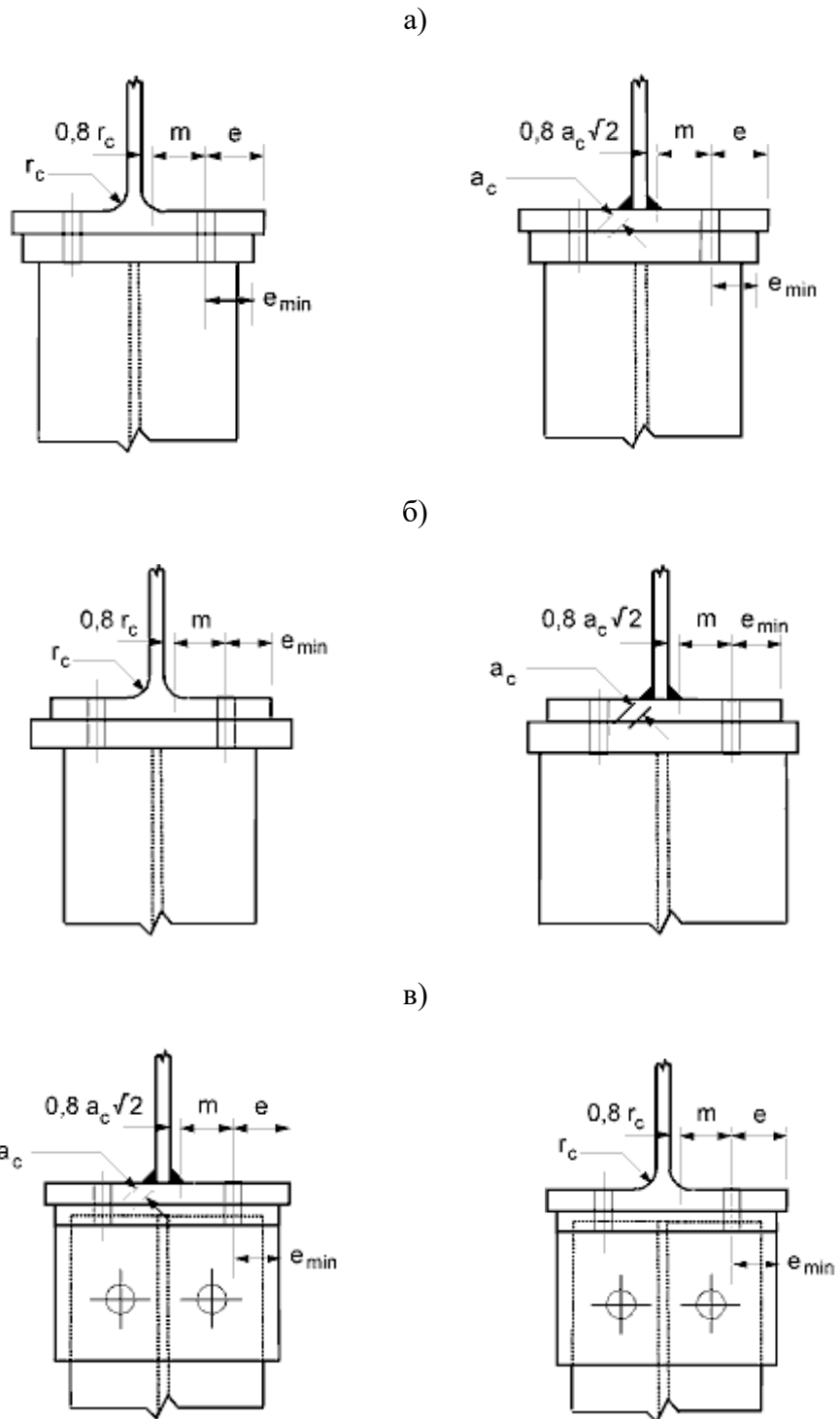


Рисунок 6.8 Визначення  $e$ ,  $e_{min}$ ,  $r_c$  та  $m$ :  
 а – зварний опорний фланець, вужчий ніж полиця колони;  
 б – зварний опорний фланець, ширший ніж полиця колони;  
 в – поясні кутикові накладки

Figure 6.8 Definitions of  $e$ ,  $e_{min}$ ,  $r_c$  and  $m$   
 a) Welded end-plate narrower than column flange.  
 b) Welded end-plate wider than column flange.  
 c) Angle flange cleats.

**Таблиця 6.4 Ефективні довжини підкріпленої полиці колони**  
**Table 6.4 Effective lengths for an unstiffened column flange**

Розташування ряду болтів Bolt-row Location	Ряд болтів, що розглядаються ізолювано від інших рядів болтів Bolt-row considered individually		Ряд болтів, що розглядаються як частина групи рядів болтів Bolt-row considered as part of a group of bolt-rows	
	Колове розташування, Circular patterns $l_{eff,cp}$	Неколове розташування, Non-circular patterns $l_{eff,nc}$	Колове розташування, Circular patterns $l_{eff,cp}$	Неколове розташування, Non-circular patterns $l_{eff,nc}$
Середній ряд болтів Inner bolt-row	$2mt$	$4m + 1,25e$	$2p$	$p$
Крайній ряд болтів End bolt-row	Менше з: The smaller of: $2mt$ $mt + 2e_1$	Менше з: The smaller of: $4m + 1,25e$ $2m + 0,625e + e_1$	Менше з: The smaller of: $mt + p$ $2e_1 + p$	Менше з: The smaller of: $2m + 0,625e + 0,5p$ $e_1 + 0,5p$
Тип 1 Mode 1	$l_{eff,1} = l_{eff,nc}$ , але $l_{eff,1} \leq l_{eff,cp}$		$\Sigma l_{eff,1} = \Sigma l_{eff,nc}$ , але $\Sigma l_{eff,1} \leq \Sigma l_{eff,cp}$	
Тип 2 Mode 2:	$l_{eff,2} = l_{eff,nc}$		$\Sigma l_{eff,2} = \Sigma l_{eff,nc}$	

6.2.6.4.2 Підкріплена полиця колони при болтовому з'єднанні з опорним фланцем або поясною накладкою

(1) Для підвищення розрахункової несучої здатності полиці колони на згин можуть застосовуватися поперечні та/або діагональні ребра жорсткості.

(2) Розрахункову несучу здатність та тип відмови підкріпленої ребрами жорсткості полиці колони при поперечному згині сумісно з болтами, що її прикріплюють та працюють на розтяг, слід визначати так само, як і для полиці еквівалентного Т-подібного елемента, див. 6.2.4:

– для кожного окремого, ізолюваного ряду болтів, що працюють на розтяг;

– для кожної групи рядів болтів, що працюють на розтяг.

(3) Групи рядів болтів, розташованих по обидві сторони від ребра жорсткості, слід моделювати у вигляді окремих полиць еквівалентних Т-подібних елементів, див. рисунок 6.9. Розрахункову несучу здатність та вид відмови слід визначати окремо для кожного еквівалентного Т-подібного елемента.

6.2.6.4.2 Stiffened column flange, joint with bolted end-plate or flange cleats

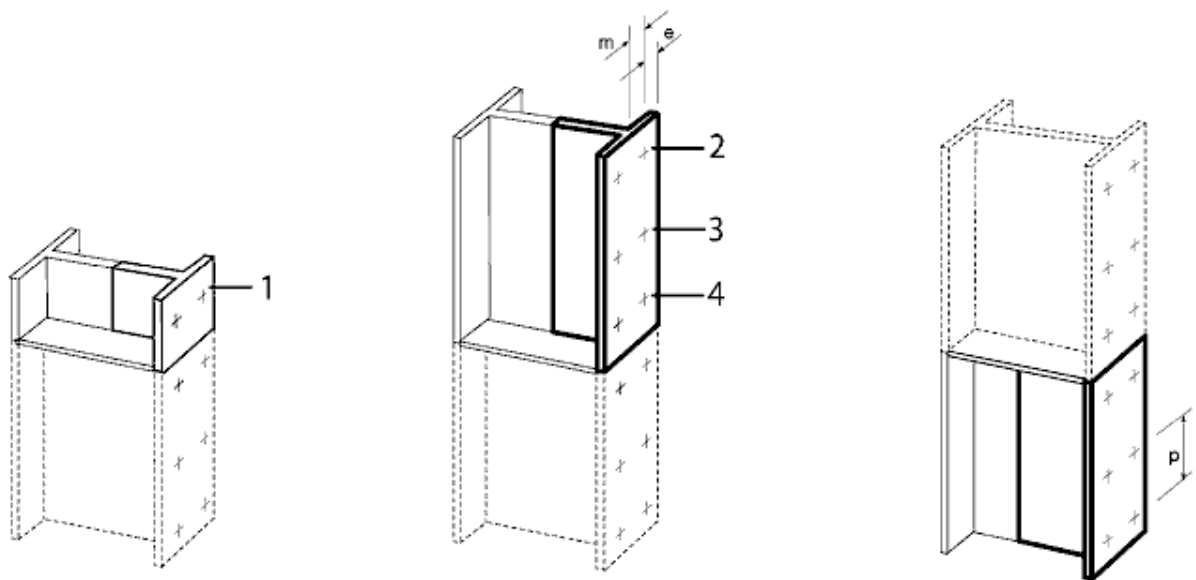
(1) Transverse stiffeners and/or appropriate arrangements of diagonal stiffeners may be used to increase the design resistance of the column flange in bending.

(2) The design resistance and failure mode of a stiffened column flange in transverse bending, together with the associated bolts in tension, should be taken as similar to those of an equivalent T-stub flange, see 6.2.4, for both:

each individual bolt-row required to resist tension;

each group of bolt-rows required to resist tension.

(3) The groups of bolt-rows on either side of a stiffener should be modelled as separate equivalent T-stub flanges, see Figure 6.9. The design resistance and failure mode should be determined separately for each equivalent T-stub.



1 – крайній ряд болтів, що примикають до ребра жорсткості; 2 – крайній ряд болтів;  
 3 – середній ряд болтів; 4 – ряд болтів, що примикають до ребра жорсткості  
 1 – End bolt row adjacent to a stiffener; 2 – End bolt row; 3 – Inner bolt row;  
 4 – Bolt row adjacent to a stiffener.

**Рисунок 6.9** Моделювання підкріпленої полиці колони у вигляді окремих Т-подібних елементів  
**Figure 6.9** Modelling a stiffened column flange as separate T-stubs

(4) Значення  $e_{min}$  та  $m$  в 6.2.4 слід визначати за рисунком 6.8.

(4) The dimensions  $e_{min}$  and  $m$  for use in 6.2.4 should be determined from Figure 6.8.

(5) Значення розрахункових довжин окремої полиці Т-подібного еквівалентного елемента  $l_{eff}$  слід визначати у відповідності з 6.2.4.2, використовуючи наведені у таблиці 6.4 значення для кожного ряду болтів. Значення  $\alpha$  з таблиці 6.5 слід визначати за рисунком 6.11.

(5) The effective lengths of an equivalent T-stub flange  $l_{eff}$  should be determined in accordance with 6.2.4.2 using the values for each bolt-row given in Table 6.5. The value of  $\alpha$  for use in Table 6.5 should be obtained from Figure 6.11.

(6) Ребра жорсткості повинні відповідати вимогам 6.2.6.1.

(6) The stiffeners should meet the requirements specified in 6.2.6.1.

**Таблиця 6.5** Ефективні довжини підкріпленої полиці колони  
**Table 6.5** Effective lengths for a stiffened column flange

Розташування ряду болтів Bolt-row Location	Ряд болтів, що розглядаються ізольовано від інших рядів болтів Bolt-row considered individually		Ряд болтів, що розглядаються як частина групи рядів болтів Bolt-row considered as part of a group of bolt-rows	
	Колове розташування, Circular patterns $l_{eff,cp}$	Неколове розташування, Non-circular patterns $l_{eff,nc}$	Колове розташування, Circular patterns $l_{eff,cp}$	Неколове розташування, Non-circular patterns $l_{eff,nc}$
Ряд болтів, що примикають до ребра жорсткості Bolt-row adjacent to a stiffener	$2\pi t$	$\alpha t$	$\pi t + p$	$0,5p + \alpha t - 2m + 0,625e$

Закінчення таблиці 6.5 End table 6.5				
Розташування ряду болтів Bolt-row Location	Ряд болтів, що розглядаються ізольовано від інших рядів болтів Bolt-row considered individually		Ряд болтів, що розглядаються як частина групи рядів болтів Bolt-row considered as part of a group of bolt-rows	
	Колове розташування, Circular patterns $l_{eff,cp}$	Неколове розташування, Non-circular patterns $l_{eff,nc}$	Колове розташування, Circular patterns $l_{eff,cp}$	Неколове розташування, Non-circular patterns $l_{eff,nc}$
Будь-який середній ряд болтів Other inner bolt-row	$2\pi t$	$4m + 1,25e$	$2p$	$p$
Будь-який крайній ряд болтів Other end bolt-row	Менше з: The smaller of: $2\pi t$ $\pi t + 2e_1$	Менше з: The smaller of: $4m + 1,25e$ $2m + 0,625e + e_1$	Менше з: The smaller of: $\pi t + p$ $2e_1 + p$	Менше з: The smaller of: $2m + 0,625e + 0,5p$ $e_1 + 0,5p$
Крайній ряд болтів, що примикають до ребра жорсткості End bolt-row adjacent to a stiffener	Менше з: The smaller of: $2\pi t$ $\pi t + 2e_1$	$e_1 + \alpha m - 2m + 0,625e$	Не розглядається not relevant	Не розглядається not relevant
Тип 1 For Mode 1:	$l_{eff,1} = l_{eff,nc}$ , але $l_{eff,1} \leq l_{eff,cp}$		$\Sigma l_{eff,1} = \Sigma l_{eff,nc}$ , але $\Sigma l_{eff,1} \leq \Sigma l_{eff,cp}$	
Тип 2 For Mode 2:	$l_{eff,2} = l_{eff,nc}$		$\Sigma l_{eff,2} = \Sigma l_{eff,nc}$	
$\alpha$ слід визначати за рисунком 6.11 $\alpha$ should be obtained from Figure 6.11				

#### 6.2.6.4.3 Непідкріплена полиця колони, зварне з'єднання

(1) У зварному вузловому з'єднанні розрахункову несучу здатність  $F_{fc,Rd}$  непідкріпленої полиці колони при згині від дії зусиль розтягу або стискання у полиці балки слід визначати за формулою:

$$F_{fc,Rd} = b_{eff,b,fc} t_{fb} f_{y,fb} / \gamma_{M0}, \quad (6.20)$$

де  $b_{eff,b,fc}$  – розрахункова ширина  $b_{eff}$ , визначена в 4.10, де полиця балки розглядається як пластинка.

ПРИМІТКА. Див. також вимоги, наведені в 4.10(4) та 4.10(6).

#### 6.2.6.4.3 Unstiffened column flange, welded connection

(1) In a welded joint, the design resistance  $F_{fc,Rd}$  of an unstiffened column flange in bending, due to tension or compression from a beam flange, should be obtained using:

where:  $b_{eff,b,fc}$  is the effective breadth  $b_{eff}$  defined in 4.10 where the beam flange is considered as a plate.

NOTE: See also the requirements specified in 4.10 (4) and 4.10 (6).

### 6.2.6.5 Опорний фланець при згині

(1) Розрахункову несучу здатність та тип відмови опорного фланця при згині сумісно з болтами, що її приєднують та працюють на розтяг, слід визначати так само, як і для полиці еквівалентного Т-подібного елемента, див. 6.2.4:

– для кожного окремого, ізольованого ряду болтів, що працюють на розтяг;

– для кожної групи рядів болтів, що працюють на розтяг.

(2) Групи рядів болтів, розташованих по обидві сторони від будь-якого ребра жорсткості, приєданого до опорного фланця, слід розглядати як окремі еквівалентні Т-подібні елементи, див. рисунок 6.9. У виступних фланцях ряд болтів у виступній частині також слід розглядати як окремий еквівалентний Т-подібний елемент, див. рисунок 6.10. Розрахункову несучу здатність та вид відмови слід визначати окремо для кожного еквівалентного Т-подібного елемента.

(3) Значення  $e_{\min}$  в 6.2.4 слід визначати за рисунком 6.8 для частини опорного фланця, розташованої між полицями балки. Для виступної частини опорного фланця значення  $e_{\min}$  слід приймати таким, що дорівнює  $e_x$ , див. рисунок 6.10.

(4) Значення розрахункової довжини полиці Т-подібного еквівалентного елемента  $l_{eff}$  слід визначати у відповідності з 6.2.4.2, використовуючи наведені у таблиці 6.6 значення для кожного ряду болтів.

(5) Значення  $m$  та  $m_x$  у таблиці 6.6 слід визначати за рисунком 6.10.

### 6.2.6.5 End-plate in bending

(1) The design resistance and failure mode of an end-plate in bending, together with the associated bolts in tension, should be taken as similar to those of an equivalent T-stub flange, see 6.2.4 for both:

– each individual bolt-row required to resist tension;

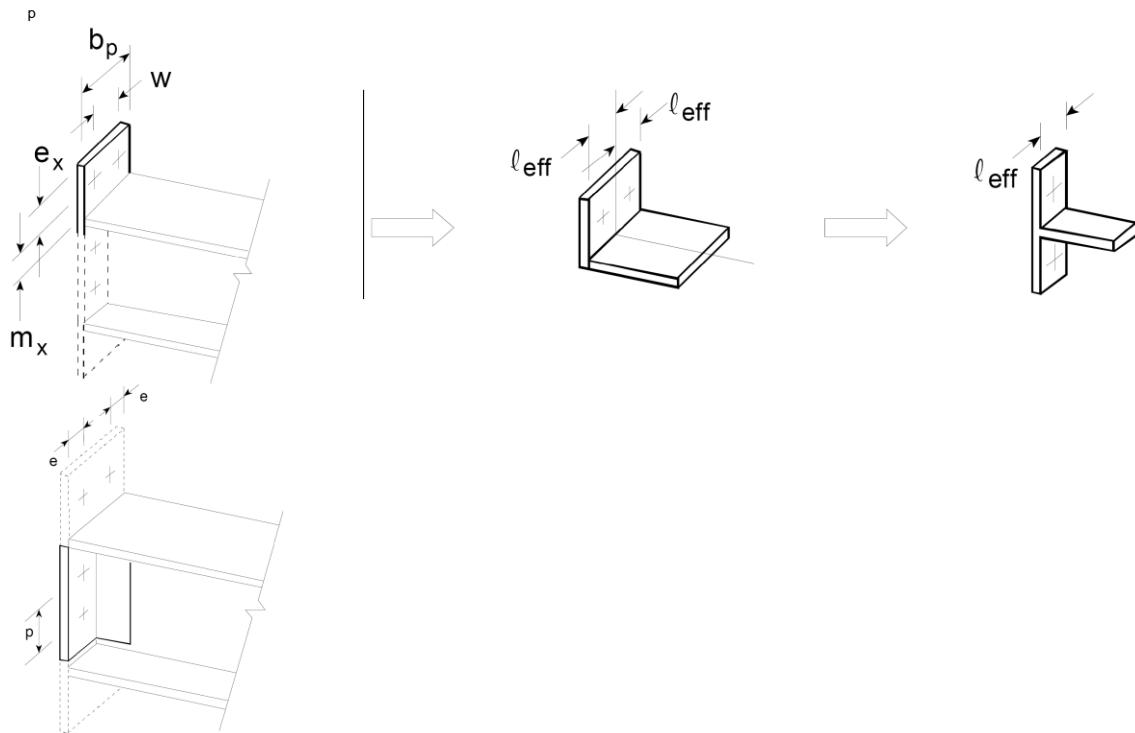
– each group of bolt-rows required to resist tension.

(2) The groups of bolt-rows either side of any stiffener connected to the end-plate should be treated as separate equivalent T-stubs. In extended end-plates, the bolt-row in the extended part should also be treated as a separate equivalent T-stub, see Figure 6.10. The design resistance and failure mode should be determined separately for each equivalent T-stub.

(3) The dimension  $e_{\min}$  required for use in 6.2.4 should be obtained from Figure 6.8 for that part of the end-plate located between the beam flanges. For the end-plate extension  $e_{\min}$  should be taken as equal to  $e_x$ , see Figure 6.10.

(4) The effective length of an equivalent T-stub flange  $l_{eff}$  should be determined in accordance with 6.2.4.2 using the values for each bolt-row given in Table 6.6.

(5) The values of  $m$  and  $m_x$  for use in Table 6.6 should be obtained from Figure 6.10.



Виступна частина опорного фланця та ділянка між полицями балки моделюються у вигляді двох окремих полиць еквівалентних Т-подібних елементів.  
 The extension of the end-plate and the portion between the beam flanges are modelled as two separate equivalent T-stub flanges.

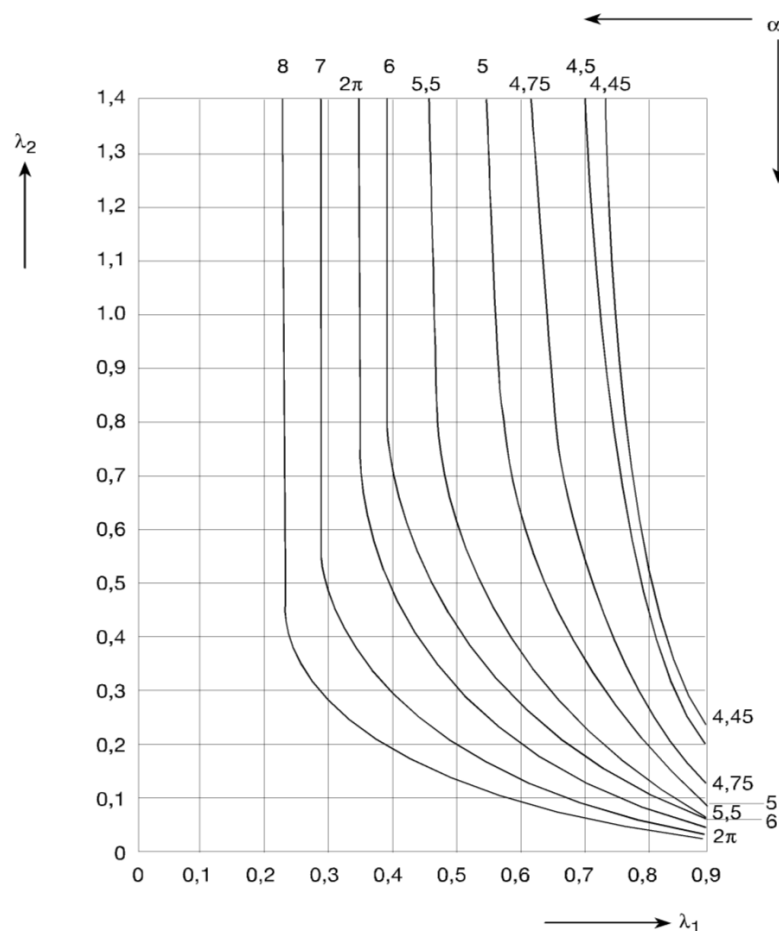
При визначенні несучої здатності полиці еквівалентного Т-подібного елемента для виступної частини опорного фланця замість  $e$  та  $m$  слід використовувати  $e_x$  та  $m_x$ .  
 For the end-plate extension, use  $e_x$  and  $m_x$  in place of  $e$  and  $m$  when determining the design resistance of the equivalent T-stub flange.

**Рисунок 6.10**    **Моделювання виступної частини опорного фланця у вигляді окремих Т-подібних елементів**  
**Figure 6.10**    **Modelling an extended end-plate as separate T-stubs**

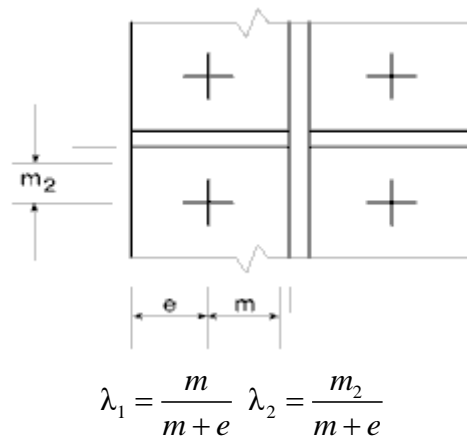
**Таблиця 6.6**    **Ефективні довжини опорного фланця**  
**Table 6.6**    **Effective lengths for an end-plate**

Розташування ряду болтів Bolt-row location	Ряд болтів, що розглядаються ізольовано від інших рядів болтів Bolt-row considered individually		Ряд болтів, що розглядаються як частина групи рядів болтів Bolt-row considered as part of a group of bolt-rows	
	Колове розташування, Circular patterns $l_{eff,cp}$	Неколове розташування, Non-circular patterns $l_{eff,nc}$	Колове розташування, Circular patterns $l_{eff,cp}$	Неколове розташування, Non-circular patterns $l_{eff,nc}$
Ряд болтів, розташованих за межами розтягнутої полиці балки Bolt-row outside tension flange of beam	Менше з: Smallest of: $2\pi m_x$ $2\pi m_x + w$ $2\pi m_x + 2e$	Менше з: Smallest of: $4m_x + 1,25e_x$ $e + 2m_x + 0,625e_x$ $0,5b_p$ $0,5w + 2m_x + 0,625e_x$	—	—

Розташування ряду болтів Bolt-row location	Ряд болтів, що розглядаються ізольовано від інших рядів болтів Bolt-row considered individually		Ряд болтів, що розглядаються як частина групи рядів болтів Bolt-row considered as part of a group of bolt-rows	
	Колове розташування, Circular patterns $l_{eff,cp}$	Неколове розташування, Non-circular patterns $l_{eff,nc}$	Колове розташування, Circular patterns $l_{eff,cp}$	Неколове розташування, Non-circular patterns $l_{eff,nc}$
Перший ряд болтів, розташованих під розтягнутою полицею балки First bolt-row below tension flange of beam	$2\pi m$	$\alpha m$	$\pi m + p$	$0,5p + \alpha m - 2m + 0,625e$
Будь-який середній ряд болтів Other inner bolt-row	$2\pi m$	$4m + 1,25e$	$2p$	$p$
Будь-який крайній ряд болтів Other end bolt-row	$2\pi m$	$4m + 1,25e$	$\pi m + p$	$2m + 0,625e + 0,5p$
Тип 1 Mode 1:	$l_{eff,1} = l_{eff,nc}$ , але $l_{eff,1} \leq l_{eff,cp}$		$\Sigma l_{eff,1} = \Sigma l_{eff,nc}$ , але $\Sigma l_{eff,1} \leq \Sigma l_{eff,cp}$	
Тип 2 Mode 2:	$l_{eff,2} = l_{eff,nc}$		$\Sigma l_{eff,2} = \Sigma l_{eff,nc}$	
<p><math>\alpha</math> слід визначати за рисунком 6.11.  <math>\alpha</math> should be obtained from Figure 6.11.</p>				







**Рисунок 6.11** Значення  $\alpha$  для підкріплених полиць колони та опорних фланців  
**Figure 6.11** Values of  $\alpha$  for stiffened column flanges and end-plates

### 6.2.6.6 Поясні накладки при згині

(1) Розрахункову несучу здатність та тип відмови поясної кутикової накладки на згин сумісно з болтами, що прикріплюють її та працюють на розтяг, слід визначати так само, як і для полиці еквівалентного Т-подібного елемента, див. 6.2.4.

(2) Значення ефективної довжини полиці Т-подібного еквівалентного елемента  $l_{eff}$  слід приймати таким, що дорівнює  $0,5b_a$ , де  $b_a$  – довжина поясної кутикової накладки, див. рисунок 6.12.

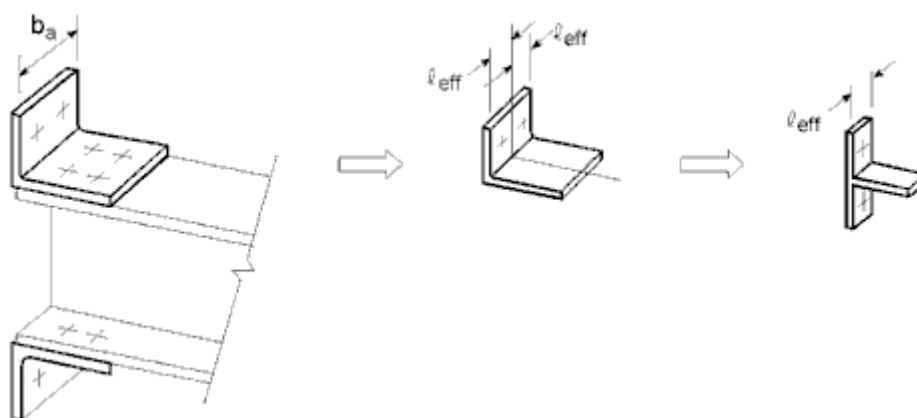
(3) Значення  $e_{min}$  та  $m$  у 6.2.4 слід визначати за рисунком 6.13.

### 6.2.6.6 Flange cleat in bending

(1) The design resistance and failure mode of a bolted angle flange cleat in bending, together with the associated bolts in tension, should be taken as similar to those of an equivalent T-stub flange, see 6.2.4.

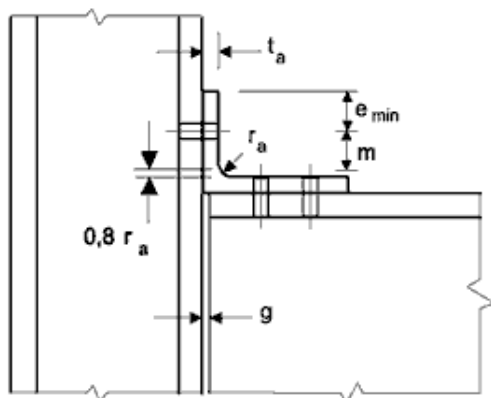
(2) The effective length  $l_{eff}$  of the equivalent T-stub flange should be taken as  $0,5b_a$  where  $b_a$  is the length of the angle cleat, see Figure 6.12.

(3) The dimensions  $e_{min}$  and  $m$  for use in 6.2.4 should be determined from Figure 6.13.

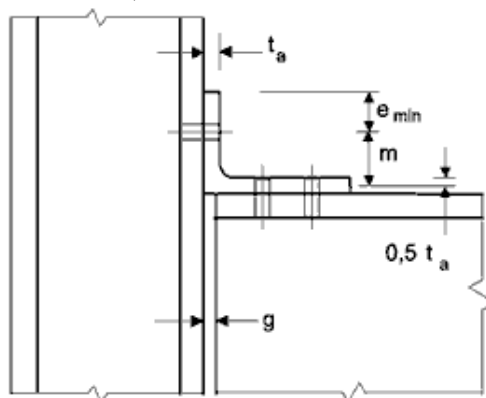


**Рисунок 6.12** Розрахункова довжина  $l_{eff}$  поясної кутикової накладки  
**Figure 6.12** Effective length  $l_{eff}$  of an angle flange cleat

a)  
a)



б)  
b)



ПРИМІТКИ:

- 1 Кількість рядів болтів, що прикріплюють накладку до полиці балки, один ряд.
- 2 Кількість рядів болтів, що прикріплюють накладку до полиці балки, не обмежено.
- 3 Довжина  $b_a$  накладки може відрізнятись як від ширини полиці балки, так і від ширини полиці колони.

NOTES:

1. The number of bolt-rows connecting the cleat to the column flange is limited to one;
2. The number of bolt-rows connecting the cleat to the beam flange is not limited;
3. The length  $b_a$  of the cleat may be different from both the width of the beam flange and the width of the column flange.

**Рисунок 6.13** Розміри  $e_{\min}$  та  $m$  поясної кутикової накладки, що прикріплюється болтами  
а – зазор  $g \leq 0,4t_a$ ;  
б – зазор  $g > 0,4t_a$ .

**Figure 6.13** Dimensions  $e_{\min}$  and  $m$  for a bolted angle cleat  
a) Gap  $g \leq 0,4t_a$ ;  
b) Gap  $g > 0,4t_a$ .

#### 6.2.6.7 Полиця та стінка балки при стиску

(1) Підсумкове значення розрахункового зусилля у стиснутій полиці балки та прилеглий стисненій зоні стінки можна вважати діючим на рівні центра стиску, див. 6.2.7. Розрахункову несучу здатність на стиск полиці та стінки балки можна визначити за наступною формулою:

$$F_{c,fb,Rd} = M_{c,Rd} / h - t_{fb}, \quad (6.21)$$

де  $h$  – висота балки, що приєднується;

$M_{c,Rd}$  – розрахункова несуча здатність на згин поперечного перерізу балки, зменшена, за необхідності, врахування зсуву, див. EN 1993-1-1. Для балки з вугом значення  $M_{c,Rd}$  можна обчислити, нехтуючи проміжною полицею;

$t_{fb}$  – товщина полиці балки, що приєднується.

#### 6.2.6.7 Beam flange and web in compression

(1) The resultant of the design compression resistance of a beam flange and the adjacent compression zone of the beam web, may be assumed to act at the level of the centre of compression, see 6.2.7. The design compression resistance of the combined beam flange and web is given by the following expression:

where:  $h$  is the depth of the connected beam;

$M_{c,Rd}$  is the design moment resistance of the beam cross-section, reduced if necessary to allow for shear, see EN 1993-1-1. For a haunched beam  $M_{c,Rd}$  may be calculated neglecting the intermediate flange.

$t_{fb}$  is the flange thickness of the connected beam.

Якщо висота балки, включаючи вут, перевищує 600 мм, то вплив стінки балки на розрахункову несучу здатність на стиск не повинен перевищувати 20 %.

(2) Якщо балка підсилена вутами, то вони повинні відповідати наступним вимогам:

– марка сталі вутів повинна відповідати маркуванню сталі елемента;

– розмір полиці та товщина стінки вута повинні бути не менше розмірів аналогічних елементів балки;

– кут між полицею вута та полицею балки не повинен перевищувати 45°;

– довжину жорсткої опори  $s_s$  слід приймати такою, що дорівнює товщині полиці вута, паралельної балці.

(3) Якщо балка підсилена вутами, розрахункову несучу здатність стінки балки на стиск слід визначати у відповідності з 6.2.6.2.

#### 6.2.6.8 Стінка балки при розтягу

(1) У болтовому з'єднанні з опорним фланцем розрахункову несучу здатність стінки балки на розтяг слід визначати за формулою:

$$F_{t,wb,Rd} = b_{eff,t,wb} t_{wb} f_{y,wb} / \gamma_{M0}. \quad (6.22)$$

(2) Розрахункову ширину  $b_{eff,t,wb}$  розтягнутої стінки балки слід приймати такою, що дорівнює ефективній довжині еквівалентного Т-подібного елемента, який є опорним фланцем при згині, обчислений за 6.2.6.5 при закріпленні його окремим ізольованим рядом болтів або групою болтів.

#### 6.2.6.9 Бетон при стиску, включаючи стяжку

(1) Розрахункову міцність на зминання з'єднання опорної плити бази колони з фундаментом слід визначати з урахуванням властивостей матеріалів та розмірів як стяжки, так і фундаменту. Бетонний фундамент слід проектувати у відповідності з EN 1992.

If the height of the beam including the haunch exceeds 600 mm the contribution of the beam web to the design compression resistance should be limited to 20%.

(2) If a beam is reinforced with haunches they should be arranged such that:

– the steel grade of the haunch should match that of the member;

– the flange size and the web thickness of the haunch should not be less than that of the member;

– the angle of the haunch flange to the flange of the member should not be greater than 45°;

– the length of stiff bearing  $s_s$  should be taken as equal to the thickness of the haunch flange parallel to the beam.

(3) If a beam is reinforced with haunches, the design resistance of beam web in compression should be determined according to 6.2.6.2.

#### 6.2.6.8 Beam web in tension

(1) In a bolted end-plate connection, the design tension resistance of the beam web should be obtained from:

(2) The effective width  $b_{eff,t,wb}$  of the beam web in tension should be taken as equal to the effective length of the equivalent T-stub representing the end-plate in bending, obtained from 6.2.6.5 for an individual bolt-row or a bolt-group.

#### 6.2.6.9 Concrete in compression including grout

(1) The design bearing strength of the joint between the base plate and its concrete support should be determined taking account of the material properties and dimensions of both the grout and the concrete support. The concrete support should be designed according to EN 1992.

(2) Розрахункову несучу здатність  $F_{c,pl,Rd}$  стисненого бетону (включаючи стяжку) разом із опорною плитою, що працює на згин, слід визначати так само, як і для еквівалентного T-подібного елемента, див. 6.2.5.

#### *6.2.6.10 Опорна плита, що згинається від дії стискальних напружень*

(1) Розрахункову несучу здатність  $F_{c,pl,Rd}$  опорної плити, що згинається від дії стискальних напружень, разом із бетонною плитою, на яку опирається база колони, слід визначати так само, як і для еквівалентного T-подібного елемента, див. 6.2.5.

#### *6.2.6.11 Опорна плита, що згинається від дії розтягувальних зусиль*

(1) Розрахункову несучу здатність  $F_{t,pl,Rd}$  та тип відмови опорної плити, що згинається від дії розтягувальних зусиль, включаючи анкерні болти, слід визначити, використовуючи правила, наведені в 6.2.6.5.

(2) При розрахунку опорних плит ефект важеля, який може виникнути, враховувати не слід.

#### *6.2.6.12 Анкерні болти при розтягу*

(1) Анкерні болти повинні бути розраховані на дію розрахункових навантажень. Вони повинні сприймати розтягувальні зусилля, що виникають від відриву та від дії згинальних моментів.

(2) При визначенні розтягувальних зусиль в анкерних болтах від дії згинальних моментів плече внутрішньої пари сил не слід приймати більше відстані між центром тяжіння площі стиснутої зони опорної поверхні та центром тяжіння групи болтів у розтягненій зоні.

ПРИМІТКА. При розрахунку слід враховувати можливий вплив допусків на розташування анкерних болтів.

(3) Розрахункові значення несучої здатності анкерних болтів слід приймати найменшим із розрахункової несучої здатності на розтяг, див. 3.6, та розрахункового зусилля анкерування анкерного болта в бетоні у відповідності з EN 1992-1-1.

(2) The design resistance of concrete in compression, including grout, together with the associated base plate in bending  $F_{c,pl,Rd}$  should be taken as similar to those of an equivalent T-stub, see 6.2.5.

#### *6.2.6.10 Base plate in bending under compression*

(1) The design resistance of a base plate in bending under compression, together with concrete slab on which the column base is placed  $F_{c,pl,Rd}$ , should be taken as similar to those of an equivalent T-stub, see 6.2.5.

#### *6.2.6.11 Base plate in bending under tension*

(1) The design resistance and failure mode of a base plate in bending under tension, together with the associated anchor bolts in tension  $F_{t,pl,Rd}$ , may be determined using the rules given in 6.2.6.5.

(2) In the case of base plates prying forces which may develop should not be taken into consideration.

#### *6.2.6.12 Anchor bolt in tension*

(1) Anchor bolts should be designed to resist the effects of the design loads. They should provide design resistance to tension due to uplift forces and bending moments where appropriate.

(2) When calculating the tension forces in the anchor bolts due to bending moments, the lever arm should not be taken as more than the distance between the centroid of the bearing area on the compression side and the centroid of the bolt group on the tension side.

NOTE: Tolerances on the positions of the anchor bolts may have an influence.

(3) The design resistance of the anchor bolts should be taken as the smaller of the design tension resistance of the anchor bolt, see 3.6, and the design bond resistance of the concrete on the anchor bolt according to EN 1992-1-1.

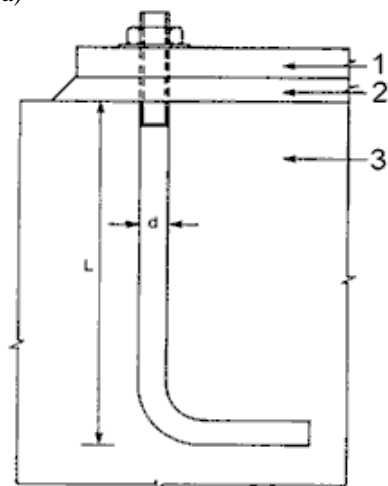
(4) Для закріплення анкерного болта в фундаменті слід використовувати один із наступних способів анкерування:

- відгинанням (див. рисунок 6.14 (а));
- за допомогою анкерної пластини (див. рисунок 6.14 б));
- будь-яким закладеним у бетон елементом, що передає навантаження;
- будь-яким пристроєм для закріплення, належним чином випробуваним та схваленим.

(5) Якщо фундаментний болт має відгин, довжина анкерування повинна бути такою, щоб зусилля його зчеплення з бетоном було вище межі плинності сталі болта. Довжину анкерування слід обчислювати відповідно до EN 1992-1-1. Даний тип анкерування не слід використовувати для болтів із межею плинності сталі  $f_{yb}$  вище  $300 \text{ N/mm}^2$ .

(6) Для анкерного болта з анкерною пластиною або іншим елементом, що розподіляє навантаження, зчеплення болта с бетоном не враховується. Все зусилля повинне передаватися через пристрій, що розподіляє навантаження.

а)  
а)



1 – опорна плита; 2 – стяжка; 3 – бетонний фундамент  
1 – Base plate 2 – Grout 3 – Concrete foundation

**Рисунок 6.14 Кріплення фундаментних болтів:**  
**а – анкерування відгинанням; б – анкерування пластиною**  
**Figure 6.14 Fixing of anchor bolts:**  
**(a) Hook; (b) Washer plate**

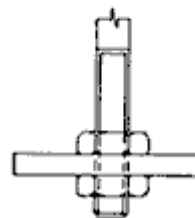
(4) One of the following methods should be used to secure anchor bolts into the foundation:

- a hook (Figure 6.14(a)),
- a washer plate (Figure 6.14(b)),
- some other appropriate load distributing member embedded in the concrete,
- some other fixing which has been adequately tested and approved.

(5) When the bolts are provided with a hook, the anchorage length should be such as to prevent bond failure before yielding of the bolt. The anchorage length should be calculated in accordance with EN 1992-1-1. This type of anchorage should not be used for bolts with a yield strength  $f_{yb}$  higher than  $300 \text{ N/mm}^2$ .

(6) When the anchor bolts are provided with a washer plate or other load distributing member, no account should be taken of the contribution of bond. The whole of the force should be transferred through the load distributing device.

б)  
б)



## 6.2.7 Розрахункова несуча здатність сполучення балки з колоною та стикових з'єднань

### 6.2.7.1 Загальні положення

(1) Прикладений розрахунковий момент  $M_{j,Ed}$  повинен задовольняти умову:

$$\frac{M_{j,Ed}}{M_{j,Rd}} \leq 1,0. \quad (6.23)$$

(2) Методи визначення розрахункової несучої здатності вузла на згин  $M_{j,Rd}$ , наведені в 6.2.7, не враховують дію осьової сили  $N_{Ed}$  у приєднаному елементі. Ці методи застосовуються тільки в тому випадку, якщо осьова сила у приєднаному елементі не перевищує 5 % розрахункової несучої здатності у пластичній стадії  $N_{pl,Rd}$  його поперечного перерізу.

(3) Якщо осьова сила  $N_{Ed}$  у приєднаному елементі перевищує 5 % розрахункової несучої здатності у пластичній стадії  $N_{pl,Rd}$ , то можна застосовувати наступний традиційний метод:

$$\frac{M_{j,Ed}}{M_{j,Rd}} + \frac{N_{j,Ed}}{N_{j,Rd}} \leq 1,0, \quad (6.24)$$

де  $M_{j,Rd}$  – розрахункова несуча здатність вузла на згин за відсутності осьової сили;

$N_{j,Rd}$  – розрахункова несуча здатність вузла по осьовій силі за відсутності згинального моменту.

(4) Розрахункову несучу здатність зварного вузлового з'єднання на згин слід визначати, використовуючи параметри, наведені на рисунку 6.15 (а).

(5) Розрахункову несучу здатність на згин болтового вузлового з'єднання з опорним фланцем, прикріпленим тільки одним рядом розтягнутих болтів (або з'єднання, в якому враховується тільки один ряд болтів, що працюють на розтяг, див. 6.2.3(6)), слід визначати, використовуючи параметри, наведені на рисунку 6.15 (в).

## 6.2.7 Design moment resistance of beam-to-column joints and splices

### 6.2.7.1 General

(1) The applied design moment  $M_{j,Ed}$  should satisfy:

$$\frac{M_{j,Ed}}{M_{j,Rd}} \leq 1,0. \quad (6.23)$$

(2) The methods given in 6.2.7 for determining the design moment resistance of a joint  $M_{j,Rd}$  do not take account of any co-existing axial force  $N_{Ed}$  in the connected member. They should not be used if the axial force in the connected member exceeds 5 % of the design plastic resistance  $N_{pl,Rd}$  of its cross-section.

(3) If the axial force  $N_{Ed}$  in the connected beam exceeds 5 % of the design resistance,  $N_{pl,Rd}$ , the following conservative method may be used:

$$\frac{M_{j,Ed}}{M_{j,Rd}} + \frac{N_{j,Ed}}{N_{j,Rd}} \leq 1,0, \quad (6.24)$$

where:  $M_{j,Rd}$  is the design moment resistance of the joint, assuming no axial force;

$N_{j,Rd}$  is the axial design resistance of the joint, assuming no applied moment.

(4) The design moment resistance of a welded joint should be determined as indicated in Figure 6.15(a).

(5) The design moment resistance of a bolted joint with a flush end-plate that has only one bolt-row in tension (or in which only one bolt-row in tension is considered, see 6.2.3(6)) should be determined as indicated in Figure 6.15(c).

(6) Розрахункову несучу здатність на згин болтового вузлового з'єднання з поясними кутиковими накладками слід визначати як показано на рисунку 6.15 (б).

(7) Розрахункову несучу здатність на згин вузлового з'єднання з опорним фланцем, прикріпленим більш ніж одним рядом розтягнутих болтів, у загальному випадку слід визначати відповідно до 6.2.7.2.

(8) З метою спрощення розрахункову несучу здатність на згин розтягнутого вузлового з'єднання з опорним фланцем, прикріпленим двома рядами розтягнутих болтів з деяким запасом, можна визначити за розрахунковою моделлю, показаною на рисунку 6.16, за умови, що сумарна несуча здатність  $F_{Rd}$  не перевищує  $3,8 F_{t,Rd}$ , де  $F_{t,Rd}$  слід визначати за таблицею 6.2. У цьому випадку усю розтягнуту зону поверхні опорного фланця можна розглядати як один окремий основний компонент. Якщо два ряди болтів розташовані приблизно рівновіддалено від кожної сторони полиці балки, цю частину опорного фланця слід розглядати як T-подібний елемент при визначенні несучої здатності ряду болтів  $F_{1,Rd}$ . Значення  $F_{2,Rd}$  можна прийняти таким, що дорівнює  $F_{1,Rd}$  і таким чином  $F_{Rd} = 2F_{1,Rd}$ .

(9) Центр стиску слід приймати як центр блока напружень, спричинених стискальними зусиллями. З метою спрощення положення центра стиску може бути прийняте за рисунком 6.15.

(10) Стик елемента або його частини, що піддається розтягу, слід розраховувати на дію усіх моментів та зусиль, яким піддається елемент або його частина у даній точці.

(11) Стики повинні бути розраховані таким чином, щоб утримувати з'єднані елементи у проектному положенні. Сили тертя між контактними поверхнями не можуть розглядатися як сили, що утримують елементи, що з'єднуються, у проектному положенні.

(6) The design moment resistance of a bolted joint with angle flange cleats should be determined as indicated in Figure 6.15(b).

(7) The design moment resistance of a bolted end-plate joint with more than one row of bolts in tension should generally be determined as specified in 6.2.7.2.

(8) As a conservative simplification, the design moment resistance of an extended end-plate joint with only two rows of bolts in tension may be approximated as indicated in Figure 6.16, provided that the total design resistance  $F_{Rd}$  does not exceed  $3,8F_{t,Rd}$ , where  $F_{t,Rd}$  is given in Table 6.2. In this case the whole tension region of the end-plate may be treated as a single basic component. Provided that the two bolt-rows are approximately equidistant either side of the beam flange, this part of the end-plate may be treated as a T-stub to determine the bolt-row force  $F_{1,Rd}$ . The value of  $F_{2,Rd}$  may then be assumed to be equal to  $F_{1,Rd}$ , and so  $F_{Rd}$  may be taken as equal to  $2F_{1,Rd}$ .

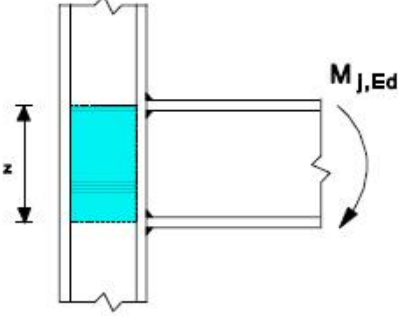
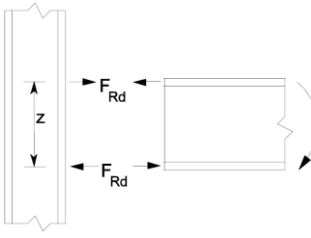
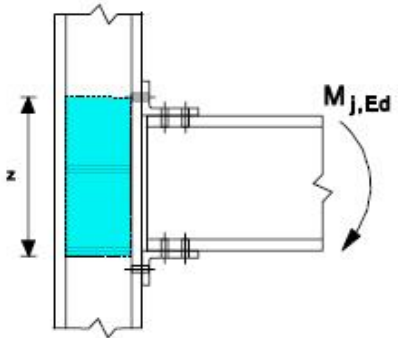
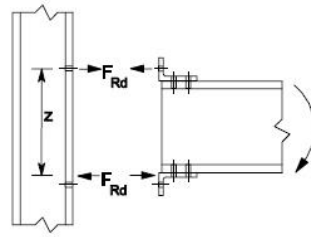
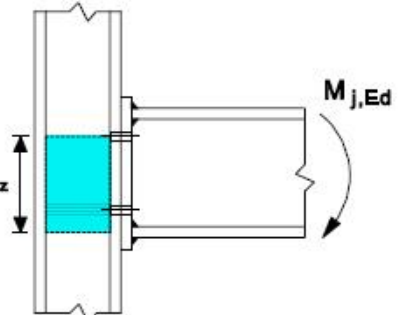
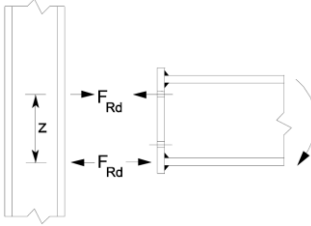
(9) The centre of compression should be taken as the centre of the stress block of the compression forces. As a simplification the centre of compression may be taken as given in Figure 6.15.

(10) A splice in a member or part subject to tension should be designed to transmit all the moments and forces to which the member or part is subjected at that point.

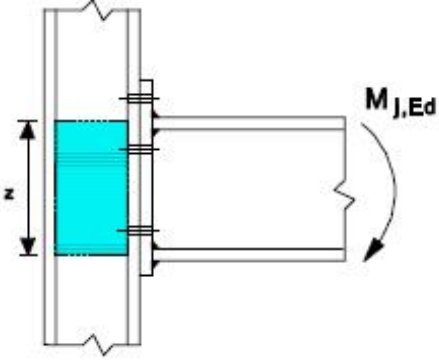
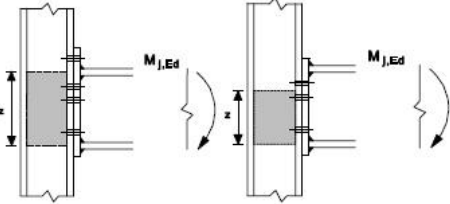
(11) Splices should be designed to hold the connected members in place. Friction forces between contact surfaces may not be relied upon to hold connected members in place in a bearing splice.

(12) Завжди, де це можливо, елементи слід розташовувати так, щоб центральна вісь стикових деталей збігалася з центральною віссю елемента, що з'єднується. За наявності ексцентриситету слід враховувати сумарні сили.

(12) Wherever practicable the members should be arranged so that the centroidal axis of any splice material coincides with the centroidal axis of the member. If eccentricity is present then the resulting forces should be taken into account

Тип з'єднання Type of connectio	Розташування центра стиску Centre of compression	Плече внутрішньої пари сил Lever arm	Розподілення зусиль Force distributions
<p>a) Зварне з'єднання a) Welded connection</p> 	<p>Посередині товщини стиснутої полиці</p> <p>In line with the mid thickness of the compression flange</p>	<p><math>z = h - t_{fb}</math></p> <p><math>h</math> – висота балки, що приєднується; <math>t_{fb}</math> – товщина полиці балки</p> <p><math>h</math> is the depth of the connected beam <math>t_{fb}</math> is the thickness of the beam flange</p>	
<p>б) Болтове з'єднання з поясними кутиковими накладками b) Bolted connection with angle flange cleats</p> 	<p>Посередині товщини полиці поясної кутикової накладки, розташованої на стиснутій полиці</p> <p>In line with the mid-thickness of the leg of the angle cleat on the compression flange</p>	<p>Відстань між центром стиску та рядом болтів, що працюють на розтяг</p> <p>Distance from the centre of compression to the bolt-row in tension</p>	
<p>в) Болтове з'єднання з опорним фланцем, прикріпленим одним рядом болтів, що працюють на розтяг c) Bolted end-plate connection with only one bolt-row active in tension</p> 	<p>Посередині товщини стиснутої полиці</p> <p>In line with the mid-thickness of the compression flange</p>	<p>Відстань між центром стиску та рядом болтів, що працюють на розтяг</p> <p>Distance from the centre of compression to the bolt-row in tension</p>	



Тип з'єднання Type of connectio	Розташування центра стиску Centre of compression	Плеche внутрішньої пари сил Lever arm	Розподілення зусиль Force distributions
<p>г) Болтове розтягнуте з'єднання з опорним фланцем, прикріпленим тільки двома рядами болтів, що працюють на розтяг</p> <p>d) Bolted extended end-plate connection with only two bolt-rows active in tension</p> 	<p>Посередині товщини стиснутої полиці</p> <p>In line with the mid-thickness of the compression flange</p>	<p>Консервативно значення <math>z</math> можна прийняти таким, що дорівнює відстані між центром стиску та серединою відстані між цими двома рядами болтів</p> <p>Conservatively <math>z</math> may be taken as the distance from the centre of compression to a point midway between these two bolt-rows</p>	
<p>д) Інші болтові з'єднання з опорним фланцем, прикріпленим двома та більше рядами болтів, що працюють на розтяг</p> <p>e) Other bolted end-plate connections with two or more bolt-rows in tension</p> 	<p>Посередині товщини стиснутої полиці</p> <p>In line with the mid-thickness of the compression flange</p>	<p>Наближено можна прийняти таким, що дорівнює відстані між центром стиску та серединою відстані між двома найбільш віддаленими рядами болтів, що працюють на розтяг</p> <p>An approximate value may be obtained by taking the distance from the centre of compression to a point midway between the farthest two bolt-rows in tension</p>	<p>Більш точне значення можна визначити, приймаючи плече внутрішньої пари сил <math>z</math> таким, що дорівнює <math>z_{eq}</math>, обчисленому за методом, наведеним у 6.3.3.1</p> <p>A more accurate value may be determined by taking the lever arm <math>z</math> as equal to <math>z_{eq}</math> obtained using the method given in 6.3.3.1.</p>

**Рисунок 6.15** Розташування центра стиску, плече внутрішньої пари сил  $z$  та розподілення зусиль для визначення розрахункової несучої здатності з'єднання на згин  $M_{j,Rd}$

**Figure 6.15** Centre of compression, lever arm  $z$  and force distributions for deriving the design moment resistance  $M_{j,Rd}$

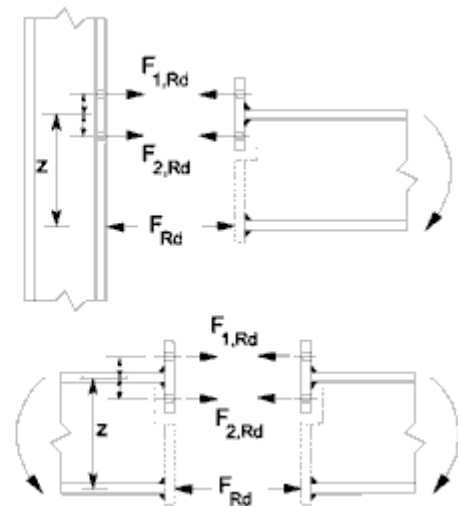
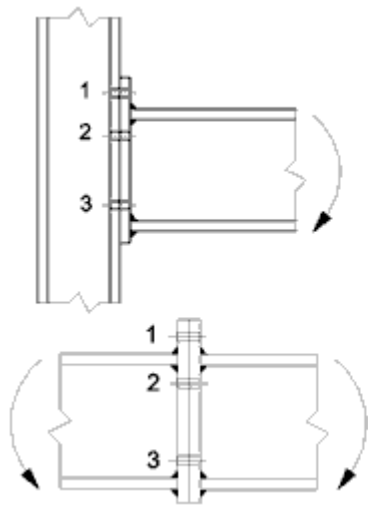


Рисунок 6.16  
Figure 6.16

Спрощені моделі болтових вузлових з'єднань з виступними опорними фланцями  
Simplified models for bolted joints with extended end-plates

(13) Якщо опорні частини елементів, що з'єднуються, не підготовлені для сприйняття зусиль шляхом безпосереднього контакту, повинні бути передбачені стикові деталі, що забезпечують передачу внутрішніх сил та згинальних моментів, включаючи згинальні моменти від ексцентриситетів прикладених зусиль, початкові недосконалості та деформації другого роду. Значення внутрішнього згинального моменту не слід приймати менше 25 % від несучої здатності більш слабкого перерізу на дію моменту відносно обох осей, а значення поперечної сили у напрямку обох осей – менше 2,5 % від несучої здатності більш слабкого перерізу на дію стискальної нормальній сили.

(14) Якщо опорні частини елементів, що з'єднуються, підготовлені для сприйняття зусиль безпосереднім контактом, то стикові деталі повинні забезпечити передачу зусилля, рівного 25 % від максимального значення стискальної сили у колоні.

(15) Вирівнювання кінців стиснутих елементів, що стикаються, слід виконувати за допомогою накладок або іншими способами. Стикові деталі та їх кріплення повинні бути пропорційні для сприйняття зусиль у стику, діючих у будь-якому напрямку, перпендикулярному до осі елемента. При розрахунку стиків слід також враховувати ефекти другого роду.

13) Where the members are not prepared for full contact in bearing, splice material should be provided to transmit the internal forces and moments in the member at the spliced section, including the moments due to applied eccentricity, initial imperfections and second-order deformations. The internal forces and moments should be taken as not less than a moment equal to 25 % of the moment capacity of the weaker section about both axes and a shear force equal to 2,5 % of the normal force capacity of the weaker section in the directions of both axes.

(14) Where the members are prepared for full contact in bearing, splice material should be provided to transmit 25 % of the maximum compressive force in the column.

(15) The alignment of the abutting ends of members subjected to compression should be maintained by cover plates or other means. The splice material and its fastenings should be proportioned to carry forces at the abutting ends, acting in any direction perpendicular to the axis of the member. In the design of splices the second order effects should also be taken into account.

(16) Стики в елементах, що згинаються, повинні задовольняти наступні умови:

а) стиснуті полиці слід розглядати як стиснуті елементи;

б) розтягнуті полиці слід розглядати як розтягнуті елементи;

в) деталі, що піддаються зсуву, слід розраховувати на сумісну дію наступних ефектів:

– поперечної сили у стикі;

– моменту від ексцентриситету (якщо він має місце) центрів тяжіння груп кріпильних деталей, розташованих з однієї та з іншої сторін стикі;

– частина моменту, деформації або кута повороту, що сприймаються стінкою або її частиною, незалежно від припущення про розподілення напружень у прилеглих частинах, прийнятого при розрахунку елемента або його частини.

#### 6.2.7.2 Сполучення балки з колоною на болтах з опорним фланцем

(1) Розрахункову несучу здатність на згин  $M_{j,Rd}$  сполучення балки з колоною на болтах із опорним фланцем можна визначити за формулою:

$$M_{j,Rd} = \sum_r h_r F_{tr,Rd}, \quad (6.25)$$

де  $F_{tr,Rd}$  – ефективна несуча здатність на розтяг ряду болтів  $r$ ;

$h_r$  – відстань від ряду болтів  $r$  до центра стиску;

$r$  – номер ряду болтів.

ПРИМІТКА. У болтовому вузловому з'єднанні з більш ніж одним рядом болтів, що працюють на розтяг, ряди болтів нумеруються, починаючи з ряду болтів, найбільш віддаленого від центра стиску.

(2) У болтових з'єднаннях з опорним фланцем центр стиску слід вважати розташованим на лінії, що проходить через середину стиснутої полиці елемента, що приєднується.

(16) Splices in flexural members should comply with the following:

a) Compression flanges should be treated as compression members;

b) Tension flanges should be treated as tension members;

c) Parts subjected to shear should be designed to transmit the following effects acting together:

– the shear force at the splice;

– the moment resulting from the eccentricity, if any, of the centroids of the groups of fasteners on each side of the splice;

– the proportion of moment, deformation or rotations carried by the web or part, irrespective of any shedding of stresses into adjoining parts assumed in the design of the member or part.

#### 6.2.7.2 Beam-to-column joints with bolted end-plate connections

(1) The design moment resistance  $M_{j,Rd}$  of a beam-to-column joint with a bolted end-plate connection may be determined from:

where:  $F_{tr,Rd}$  is the effective design tension resistance of bolt-row  $r$ ;

$h_r$  is the distance from bolt-row  $r$  to the centre of compression

$r$  is the bolt-row number.

NOTE: In a bolted joint with more than one bolt-row in tension, the bolt-rows are numbered starting from the bolt-row farthest from the centre of compression.

(2) For bolted end-plate connections, the centre of compression should be assumed to be in line with the centre of the compression flange of the connected member.

(3) Ефективну розрахункову несучу здатність на розтяг  $F_{tr,Rd}$  кожного ряду болтів слід визначати по черзі, починаючи з першого, найбільш віддаленого від центра стиску, потім другого і так далі.

(4) При визначенні ефективної розрахункової несучої здатності на розтяг  $F_{tr,Rd}$  ряду болтів  $r$ , ефективною розрахунковою несучою здатністю на розтяг усіх інших болтів, розташованих ближче до центра стиску, слід нехтувати.

(5) Ефективну розрахункову несучу здатність на розтяг  $F_{tr,Rd}$  ряду болтів  $r$  слід приймати відповідною розрахунковій несучій здатності на розтяг  $F_{t,Rd}$ , розглядаючи його ізольовано від інших рядів болтів, див. 6.2.7.2(6), зменшеною за необхідності для виконання умов, наведених у 6.2.7.2(7), (8) та (9).

(6) Значення ефективної розрахункової несучої здатності на розтяг  $F_{tr,Rd}$  ряду болтів, що розглядаються ізольовано від інших рядів, слід приймати таким, що дорівнює значенню найменшої несучої здатності на розтяг окремого ряду болтів наступних основних компонентів:

– стінки колони при розтягу  $F_{t,wc,Rd}$ , см. 6.2.6.3;

– полиці колони при згині  $F_{t,fc,Rd}$ , див. 6.2.6.4;

– опорного фланця при згині  $F_{t,ep,Rd}$ , див. 6.2.6.5;

– стінки балки при розтягу  $F_{t,wb,Rd}$ , див. 6.2.6.8.

(7) Ефективну розрахункову несучу здатність на розтяг  $F_{tr,Rd}$  ряду болтів  $r$  слід, за необхідності, зменшувати до значення, меншого ніж  $F_{t,Rd}$ , визначеного в 6.2.7.2(6), щоб при врахуванні у розрахунку усіх рядів болтів до ряду  $r$  включно виконувались наступні умови:

– сумарна розрахункова несуча здатність  $\Sigma F_{t,Rd} \leq V_{wp,Rd} / \beta$ , де  $\beta$  слід визначати за 5.3(7), див. 6.2.6.1;

(3) The effective design tension resistance  $F_{tr,Rd}$  for each bolt-row should be determined in sequence, starting from bolt-row 1, the bolt-row farthest from the centre of compression, then progressing to bolt-row 2, etc

(4) When determining the effective design tension resistance  $F_{tr,Rd}$  for bolt-row  $r$  the effective design tension resistance of all other bolt-rows closer to the centre of compression should be ignored.

(5) The effective design tension resistance  $F_{tr,Rd}$  of bolt-row  $r$  should be taken as its design tension resistance  $F_{t,Rd}$  as an individual bolt-row determined from 6.2.7.2(6), reduced if necessary to satisfy the conditions specified in 6.2.7.2(7), (8) and (9).

(6) The effective design tension resistance  $F_{tr,Rd}$  of bolt-row, taken as an individual bolt-row, should be taken as the smallest value of the design tension resistance for an individual bolt-row of the following basic components:

– the column web in tension  $F_{t,wc,Rd}$  see 6.2.6.3;

– the column flange in bending  $F_{t,fc,Rd}$  see 6.2.6.4;

– the end-plate in bending  $F_{t,ep,Rd}$  see 6.2.6.5;

– the beam web in tension  $F_{t,wb,Rd}$  see 6.2.6.8.

(7) The effective design tension resistance  $F_{tr,Rd}$  of bolt-row  $r$  should, if necessary, be reduced below the value of  $F_{t,Rd}$ , given by 6.2.7.2(6) to ensure that, when account is taken of all bolt-rows up to and including bolt-row  $r$  the following conditions are satisfied:

– the total design resistance  $\Sigma F_{t,Rd} \leq V_{wp,Rd} / \beta$ , with  $\beta$  from 5.3(7) see 6.2.6.1;

– сумарна розрахункова несуча здатність  $\Sigma F_{t,Rd}$  не повинна перевищувати найменшого з наступних двох значень:

– розрахункової несучої здатності стінки колони при стиску  $F_{c,wc,Rd}$ , див. 6.2.6.2;

– розрахункової несучої здатності стінки та полиці балки при стиску  $F_{c,fb,Rd}$ , див. 6.2.6.7.

(8) Ефективну розрахункову несучу здатність на розтяг  $F_{tr,Rd}$  ряду болтів  $r$  слід, за необхідності, зменшувати до значення, меншого ніж  $F_{t,Rd}$ , визначеного за 6.2.7.2(6), для того, щоб сума розрахункових несучих здатностей усіх рядів болтів до ряду  $r$  включно, що відносяться до однієї групи, не перевищувала розрахункової несучої здатності цієї групи в цілому. Необхідно виконувати наступні перевірки для основних компонентів:

– стінки колони при розтягу  $F_{t,wc,Rd}$ , див. 6.2.6.3;

– полиці колони при згині  $F_{t,fc,Rd}$ , див. 6.2.6.4;

– опорного фланця при згині  $F_{t,ep,Rd}$ , див. 6.2.6.5;

– стінки балки при розтягу  $F_{t,wb,Rd}$ , див. 6.2.6.8.

(9) Якщо ефективна розрахункова несуча здатність на розтяг  $F_{tx,Rd}$  одного з попередніх рядів болтів  $x$  більше ніж  $1,9F_{t,Rd}$ , то ефективну розрахункову несучу здатність на розтяг  $F_{tr,Rd}$  ряду болтів  $r$  слід, за необхідності, зменшувати, щоб задовольнити умову:

$$F_{tr,Rd} \leq F_{tx,Rd} h_r / h_x, \quad (6.26)$$

де  $h_x$  – відстань між рядом болтів  $x$  до центра стиску;

$x$  – найбільш віддалений від центра стиску ряд болтів з розрахунковою несучою здатністю на розтяг вище  $1,9F_{t,Rd}$ .

ПРИМІТКА. У Національному додатку може міститися додаткова інформація щодо використання умови (6.26).

– the total design resistance  $\Sigma F_{t,Rd}$  does not exceed the smaller of:

– the design resistance of the column web in compression  $F_{c,wc,Rd}$  see 6.2.6.2;

– the design resistance of the beam flange and web in compression  $F_{c,fb,Rd}$  see 6.2.6.7.

(8) The effective design tension resistance  $F_{tr,Rd}$  of bolt-row  $r$  should, if necessary, be reduced below the value of  $F_{t,Rd}$ , given by 6.2.7.2(6), to ensure that the sum of the design resistances taken for the bolt-rows up to and including bolt-row  $r$  that form part of the same group of bolt-rows, does not exceed the design resistance of that group as a whole. This should be checked for the following basic components:

– the column web in tension  $F_{t,wc,Rd}$ , see 6.2.6.3;

– the column flange in bending  $F_{t,fc,Rd}$ , see 6.2.6.4;

– the end-plate in bending  $F_{t,ep,Rd}$ , see 6.2.6.5;

– the beam web in tension  $F_{t,wb,Rd}$ , see 6.2.6.8.

(9) Where the effective design tension resistance  $F_{tx,Rd}$  of one of the previous bolt-rows  $x$  is greater than  $1,9F_{t,Rd}$ , then the effective design tension resistance  $F_{tr,Rd}$  for bolt-row  $r$  should be reduced, if necessary, in order to ensure that:

where:  $h_x$  is the distance from bolt-row  $x$  to the centre of compression;

$x$  is the bolt-row farthest from the centre of compression that has a design tension resistance greater than  $1,9F_{t,Rd}$ .

NOTE: The National Annex may give further information on the use of equation (6.26).

(10) Метод, наведений у 6.2.7.2(1) – 6.2.7.2(9), може застосовуватися для розрахунку стику балок на болтах із привареними опорними фланцями, див. рисунок 6.17, виключаючи аспекти, що стосуються колон.

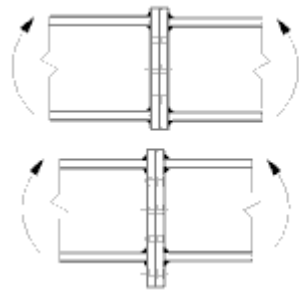
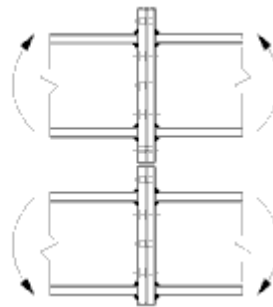


Рисунок 6.17 Стихи балок на болтах із привареними опорними фланцями  
Figure 6.17 Bolted beam splices with welded end-plates

(10) The method described in 6.2.7.2(1) to 6.2.7.2(9) may be applied to a bolted beam splice with welded end-plates, see Figure 6.17, by omitting the items relating to the column.



## 6.2.8 Розрахункова несуча здатність баз колон з опорними плитами

### 6.2.8.1 Загальні положення

(1) Базы колон повинні бути достатнього розміру, мати необхідну жорсткість та міцність для передачі осьових сил, згинальних моментів та поперечних сил на фундаменти або інші опорні частини, не перевищуючи їх несучої здатності.

(2) Розрахункову міцність на зминання між опорною плитою бази та фундаментом можна визначити, виходячи з рівномірного розподілу стискальних зусиль по площі зминання. Для бетонних фундаментів міцність на зминання не повинна перевищувати розрахункової міцності на зминання,  $f_{jd}$ , наведеної у 6.2.5(7).

(3) Для баз колон, що піддаються сумісній дії осьової сили та згинального моменту, можна прийняти одну з наступних моделей розподілення зусиль між опорною плитою та фундаментом, у залежності від відношення значень прикладеної осьової сили та згинального моменту:

– якщо осьове стискальне зусилля є домінуючим, повний стиск може виникнути під обома полицями колони, як показано на рисунку 6.18 (а);

– якщо осьове розтягувальне зусилля є домінуючим, повний розтяг може виникнути під обома полицями колони, як показано на рисунку 6.18 (б);

## 6.2.8 Design resistance of column bases with base plates

### 6.2.8.1 General

(1) Column bases should be of sufficient size, stiffness and strength to transmit the axial forces, bending moments and shear forces in columns to their foundations or other supports without exceeding the load carrying capacity of these supports.

(2) The design bearing strength between the base plate and its support may be determined on the basis of a uniform distribution of compressive force over the bearing area. For concrete foundations the bearing stress should not exceed the design bearing strength,  $f_{jd}$ , given in 6.2.5(7).

(3) For a column base subject to combined axial force and bending the forces between the base plate and its support can take one of the following distribution depending on the relative magnitude of the applied axial force and bending moment:

– In the case of a dominant compressive axial force, full compression may develop under both column flanges as shown in Figure 6.18(a).

– In the case of a dominant tensile force, full tension may develop under both flanges as shown in Figure 6.18(b).

– якщо згинальний момент є домінуючим, під однією полицею колони може виникнути стиск, а під іншою – розтяг, як показано на рисунках 6.18 (в) та 6.18 (г).

(4) Опорні плити слід розраховувати, використовуючи відповідні методи, наведені в 6.2.8.2 та 6.2.8.3.

(5) Несучу здатність на дію зсувної сили між опорною плитою та фундаментом слід перевірити одним із наступних способів:

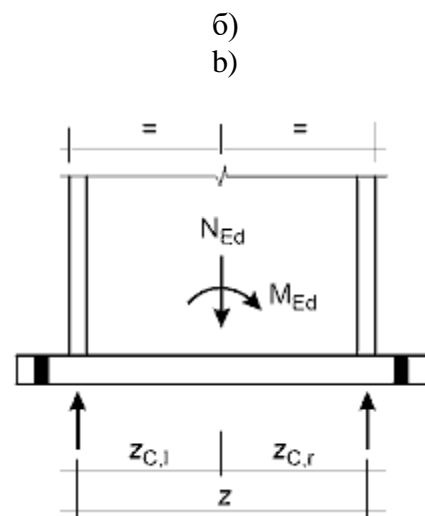
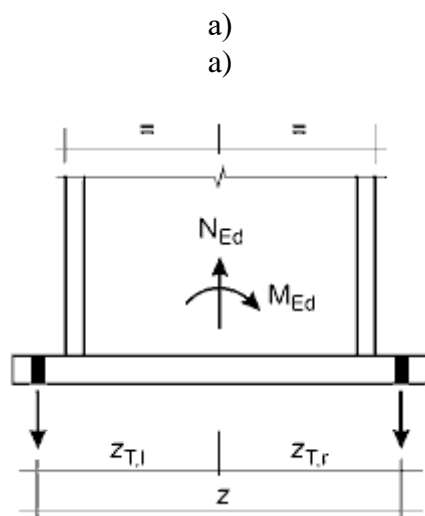
– розрахунком несучої здатності вузла на тертя між опорною плитою та фундаментом;

– розрахунком несучої здатності анкерних болтів на зріз;

– розрахунком несучої здатності на зсув частини фундаменту, що прилягає до опорної плити.

Якщо анкерні болти використовуються для сприйняття зсувних зусиль між опорною плитою та опорою фундаменту, то слід також виконувати перевірку міцності бетону на зминання, див. EN 1992.

Якщо наведені вище способи не підходять, то для передачі зусиль зсуву між опорною плитою та фундаментом слід використовувати спеціальні елементи, такі як жорсткі упори або стрижневі в'язі, що працюють на зсув.



– In the case of a dominant bending moment compression may develop under one column flange and tension under the other as shown in Figure 6.18(c) and Figure 6.18(d).

(4) Base plates should be designed using the appropriate methods given in 6.2.8.2 and 6.2.8.3.

(5) One of the following methods should be used to resist the shear force between the base plate and its support:

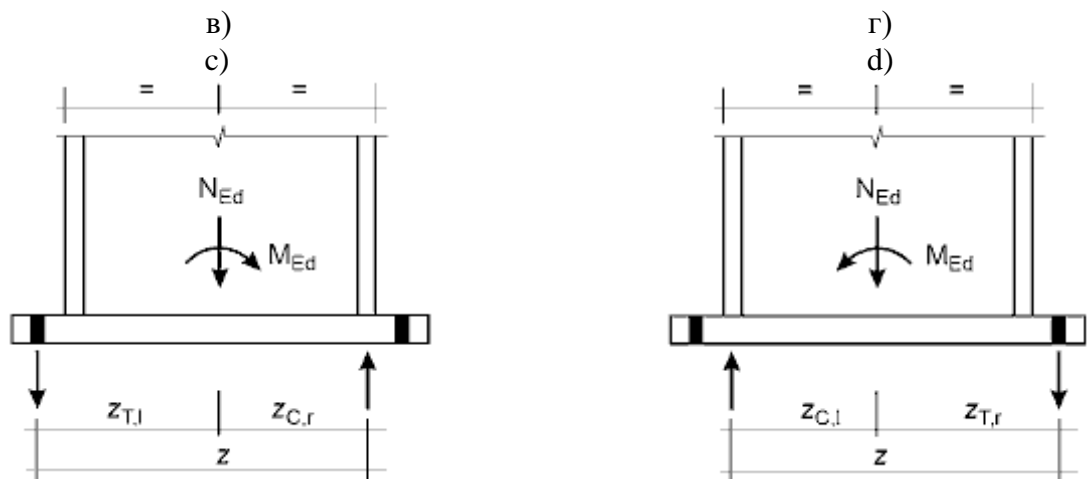
– Frictional design resistance at the joint between the base plate and its support.

– The design shear resistance of the anchor bolts.

– The design shear resistance of the surrounding part of the foundation

If anchor bolts are used to resist the shear forces between the base plate and its support, rupture of the concrete in bearing should also be checked, according to EN 1992.

Where the above methods are inadequate special elements such as blocks or bar shear connectors should be used to transfer the shear forces between the base plate and its support



**Рисунок 6.18** Визначення плеча внутрішньої пари сил  $z$  у базі колони:  
 а – кріплення бази колони при домінуванні нормальної стискальної сили;  
 б – кріплення бази колони при домінуванні нормальної розтягувальної сили;  
 в – кріплення бази колони при домінуванні згинального моменту;  
 г – кріплення бази колони при домінуванні згинального моменту;

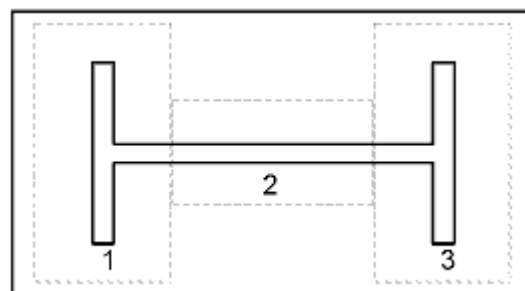
**Figure 6.18** Determination of the lever arm  $z$  for column base connections  
 a) Column base connection in case of a dominant compressive normal force  
 b) Column base connection in case of a dominant tensile normal force  
 c) Column base connection in case of a dominant bending moment  
 d) Column base connection in case of a dominant bending moment

### 6.2.8.2 Базы колон, що піддаються дії тільки осьових сил

(1) Розрахункову несучу здатність  $N_{j,Rd}$  симетричної опорної плити бази колони, підданої центральному стиску, можна визначити, додаючи несучі здатності  $F_{C,Rd}$  трьох окремих Т-подібних елементів, показаних на рисунку 6.19 (двох Т-подібних елементів, розташованих під полицями колони, та одного – під стінкою). Три Т-подібні елементи не повинні перекривати один одного, див. рисунок 6.19. Розрахункову несучу здатність кожного з цих Т-подібних елементів слід розраховувати, використовуючи метод, наведений в 6.2.5.

### 6.2.8.2 Column bases only subjected to axial forces

(1) The design resistance,  $N_{j,Rd}$ , of a symmetric column base plate subject to an axial compressive force applied concentrically may be determined by adding together the individual design resistance  $F_{C,Rd}$  of the three T-stubs shown in Figure 6.19 (Two T-stubs under the column flanges and one T-stub under the column web.) The three T-stubs should not be overlapping, see Figure 6.19. The design resistance of each of these T-stubs should be calculated using the method given in 6.2.5.



1 – Т-подібний елемент 1; 2 – Т-подібний елемент 2; 3 – Т-подібний елемент 3  
 1 – T-stub 1; 2 – T-stub 2; 3 – T-stub 3

**Рисунок 6.19** Т-подібні елементи, що не перекривають один одного  
**Figure 6.19** Non overlapping T-stubs



### 6.2.8.3 Бази колон, що піддаються дії осьових сил та згинальних моментів

(1) Розрахункову несучу здатність на згин  $M_{j,Rd}$  бази колони, що піддається дії осьової сили та згинального моменту, слід визначати, використовуючи метод, наведений у таблиці 6.7, де робота бетону на стиск під плитою, розташованою безпосередньо під стінкою колони (Т-подібний елемент 2 на рисунку 6.19), не враховується. При цьому використовуються наступні параметри:

–  $F_{T,l,Rd}$  – розрахункова несуча здатність вузла на розтяг з лівої сторони, див. 6.2.8.3(2);

–  $F_{T,r,Rd}$  – розрахункова несуча здатність вузла на розтяг з правої сторони, див. 6.2.8.3(3);

–  $F_{C,l,Rd}$  – розрахункова несуча здатність вузла на стиск з лівої сторони, див. 6.2.8.3(4);

–  $F_{C,r,Rd}$  – розрахункова несуча здатність вузла на стиск з правої сторони, див. 6.2.8.3(5).

(2) Розрахункову несучу здатність вузла на розтяг з лівої сторони  $F_{T,l,Rd}$  слід приймати такою, що дорівнює найменшому значенню з несучих здатностей наступних основних компонентів:

– розтягнутої стінки колони, розташованої під лівою полицею колони,  $F_{t,wc,Rd}$ , див. 6.2.6.3;

– опорної плити, що згинається, розташованої під лівою полицею колони,  $F_{t,pl,Rd}$ , див. 6.2.6.11.

(3) Розрахункову несучу здатність вузла на розтяг з правої сторони  $F_{T,r,Rd}$  слід приймати такою, що дорівнює найменшому значенню з несучих здатностей наступних основних компонентів:

– розтягнутої стінки колони, розташованої під правою полицею колони,  $F_{t,wc,Rd}$ , див. 6.2.6.3;

– опорної плити, що згинається, розташованої під правою полицею колони,  $F_{t,pl,Rd}$ , див. 6.2.6.11.

### 6.2.8.3 Column bases subjected to axial forces and bending moments

(1) The design moment resistance  $M_{j,Rd}$  of a column base subject to combined axial force and moment should be determined using the method given in Table 6.7 where the contribution of the concrete portion just under the column web (T-stub 2 of Figure 6.19) to the compressive capacity is omitted. The following parameters are used in this method:

–  $F_{T,l,Rd}$  is the design tension resistance of the left hand side of see 6.2.8.3(2);

–  $F_{T,r,Rd}$  is the design tension resistance of the right hand side of see 6.2.8.3(3);

–  $F_{C,l,Rd}$  is the design compressive resistance of the left hand side see 6.2.8.3(4);

–  $F_{C,r,Rd}$  is the design compressive resistance of the right hand side of the joint see 6.2.8.3(5);

(2) The design tension resistance  $F_{T,l,Rd}$  of the left side of the joint should be taken as the smallest values of the design resistance of following basic components:

– the column web in tension under the left column flange  $F_{t,wc,Rd}$ , see 6.2.6.3;

– the base plate in bending under the left column flange  $F_{t,pl,Rd}$ , see 6.2.6.11.

(3) The design tension resistance  $F_{T,r,Rd}$  of the right side of the joint should be taken as the smallest values of the design resistance of following basic components:

– the column web in tension under the right column flange  $F_{t,wc,Rd}$ , see 6.2.6.3

– the base plate in bending under the right column flange  $F_{t,pl,Rd}$ , see 6.2.6.11

(4) Розрахункову несучу здатність вузла на стиск з лівої сторони  $F_{C,l,Rd}$  слід приймати такою, що дорівнює найменшому значенню з несучих здатностей наступних основних компонентів:

– стиснутого бетону, розташованого під лівою полицею колони,  $F_{c,pl,Rd}$ , див. 6.2.6.9;

– стиск лівої полиці колони та стінки  $F_{c,fc,Rd}$ , див. 6.2.6.7.

(5) Розрахункову несучу здатність вузла на стиск з правої сторони  $F_{C,r,Rd}$  слід приймати такою, що дорівнює найменшому значенню з несучих здатностей наступних основних компонентів:

– стиснутого бетону, розташованого під правою полицею колони,  $F_{c,pl,Rd}$ , див. 6.2.6.9;

– стиск лівої полиці колони та стінки  $F_{c,fc,Rd}$ , див. 6.2.6.7.

(6) Значення  $z_{T,l}$ ,  $z_{C,l}$ ,  $z_{T,r}$ ,  $z_{T,l}$ ,  $z_{C,r}$  слід визначати відповідно до 6.2.8.1.

(4) The design compressive resistance  $F_{C,l,Rd}$  of the left side of the joint should be taken as the smallest values of the design resistance of following basic components:

– the concrete in compression under the left column flange  $F_{c,pl,Rd}$ , see 6.2.6.9;

– the left column flange and web in compression  $F_{c,fc,Rd}$ , see 6.2.6.7.

(5) The design compressive resistance  $F_{C,r,Rd}$  of the right side of the joint should be taken as the smallest values of the design resistance of following basic components:

– the concrete in compression under the right column flange  $F_{c,pl,Rd}$ , see 6.2.6.9.

– the right column flange and web in compression  $F_{c,fc,Rd}$ , see 6.2.6.7.

(6) For the calculation of  $z_{T,l}$ ,  $z_{C,l}$ ,  $z_{T,r}$ ,  $z_{T,l}$ ,  $z_{C,r}$  see 6.2.8.1.

**Таблиця 6.7 Розрахункова несуча здатність на згин  $M_{j,Rd}$  баз колон**  
**Table 6.7 Design moment resistance  $M_{j,Rd}$  of column bases**

Вид навантаження бази Loading	Плече внутрішньої пари сил $z$ Lever arm $z$	Розрахункова несуча здатність на згин $M_{j,Rd}$ Design moment resistance $M_{j,Rd}$	
Ліва сторона розтягнена Left side in tension Права сторона стиснута Right side in compression	$z = z_{T,l} + z_{C,r}$	$N_{Ed} > 0$ та $e > z_{T,l}$	$N_{Ed} \leq 0$ та $e \leq -z_{C,r}$
		Менше з The smaller of $\frac{F_{T,l,Rd}z}{z_{C,r}/e + 1}$ та (and) $\frac{-F_{C,r,Rd}z}{z_{T,l}/e - 1}$	
Ліва сторона розтягнена Left side in tension Права сторона розтягнена Right side in tension	$z = z_{T,l} + z_{T,r}$	$N_{Ed} > 0$ та $0 < e < z_{T,l}$	$N_{Ed} > 0$ та $z_{T,r} < e \leq 0$
		Менше з The smaller of $\frac{F_{T,l,Rd}z}{z_{T,r}/e + 1}$ та (and) $\frac{F_{T,r,Rd}z}{z_{T,l}/e - 1}$	Менше з The smaller of $\frac{F_{T,l,Rd}z}{z_{T,r}/e + 1}$ та (and) $\frac{F_{T,l,Rd}z}{z_{T,l}/e - 1}$
Ліва сторона стиснута Left side in compression Права сторона розтягнена Right side in tension	$z = z_{C,l} + z_{T,r}$	$N_{Ed} > 0$ та $e \leq -z_{T,r}$	$N_{Ed} \leq 0$ та $e > z_{C,l}$
		Менше з The smaller of $\frac{-F_{C,l,Rd}z}{z_{T,r}/e + 1}$ та (and) $\frac{F_{T,r,Rd}z}{z_{C,l}/e - 1}$	

Ліва сторона стиснута Left side in compression Права сторона стиснута Right side in compression	$z = z_{C,1} + z_{C,r}$	$N_{Ed} \leq 0$ та $0 < e < z_{C,1}$	$N_{Ed} \leq 0$ та $z_{C,r} < e \leq 0$
		Менше з The smaller of $\frac{-F_{C,1,Rd}z}{z_{C,r}/e+1}$ та (and) $\frac{F_{C,r,Rd}z}{z_{C,1}/e-1}$	Менше з The smaller of $\frac{-F_{C,1,Rd}z}{z_{C,r}/e+1}$ та (and) $\frac{-F_{C,r,Rd}z}{z_{C,1}/e-1}$
<p><math>M_{Ed} &gt; 0</math> відповідає напрямку моменту за годинниковою стрілкою, <math>N_{Ed} &gt; 0</math> при розтягу.</p> <p><math>M_{Ed} &gt; 0</math> is clockwise, <math>N_{Ed} &gt; 0</math> is tension</p> <p><math display="block">e = \frac{M_{Ed}}{N_{Ed}} = \frac{M_{Rd}}{N_{Rd}}</math></p>			

### 6.3 ПОВОРОТНА ЖОРСТКІСТЬ

### 6.3 ROTATIONAL STIFFNESS

#### 6.3.1 Основна модель

#### 6.3.1 Basic model

(1) Поворотну жорсткість вузла слід визначати, виходячи зі згинальних жорсткостей його основних компонентів, кожна з яких представлена коефіцієнтом пружної жорсткості  $k_i$ , що визначається за 6.3.2.

(1) The rotational stiffness of a joint should be determined from the flexibilities of its basic components, each represented by an elastic stiffness coefficient  $k_i$  obtained from 6.3.2.

ПРИМІТКА. Ці коефіцієнти пружної жорсткості призначені для загального застосування.

NOTE: These elastic stiffness coefficients are for general application.

(2) Для болтових вузлових з'єднань із опорним фланцем, що прикріплюється більш ніж одним рядом розтягнутих болтів, коефіцієнти жорсткості  $k_i$  для відповідних основних компонентів слід визначати комбінуванням їх значень. Для сполучень балки з колоною та стиків балок слід застосовувати метод, наведений у 6.3.3, а для баз колон – метод, наведений у 6.3.4.

(2) For a bolted end-plate joint with more than one row of bolts in tension, the stiffness coefficients  $k_i$  for the related basic components should be combined. For beam-to-column joints and beam splices a method is given in 6.3.3 and for column bases a method is given in 6.3.4.

(3) У болтовому вузловому з'єднанні з опорним фланцем, прикріпленим більш ніж одним рядом розтягнутих болтів, з метою спрощення розрахунку роботою одного з рядів болтів можна знехтувати за умови, що при розрахунку не враховують роботу всіх інших рядів болтів, розташованих ближче до центра стиску. Кількість рядів болтів, що залишилися, не обов'язково повинна бути такою ж, як при визначенні розрахункової несучої здатності з'єднання на згин.

(3) In a bolted end plate joint with more than one bolt-row in tension, as a simplification the contribution of any bolt-row may be neglected, provided that the contributions of all other bolt-rows closer to the centre of compression are also neglected. The number of bolt-rows retained need not necessarily be the same as for the determination of the design moment resistance.

(4) Якщо осьова сила  $N_{Ed}$ , що діє на приєднаний елемент, не перевищує 5 % розрахункової несучої здатності  $N_{pl,Rd}$  його поперечного перерізу, то поворотну

(4) Provided that the axial force  $N_{Ed}$  in the connected member does not exceed 5 % of the design resistance  $N_{pl,Rd}$  of its cross-section, the rotational stiffness  $S_j$  of a beam-to-

жорсткість  $S_j$  сполучення балки з колоною або стику балок при дії моменту  $M_{j,Ed}$ , меншого ніж розрахункова несуча здатність вузла на згин  $M_{j,Rd}$ , можна з достатньою точністю визначити за формулою:

$$S_j = \frac{Ez^2}{\mu \cdot \sum_i \frac{1}{k_i}}, \quad (6.27)$$

де  $k_i$  – коефіцієнт жорсткості для основного компонента вузла  $I$ ;

$z$  – плече внутрішньої пари сил, див. 6.2.7;

$\mu$  – відношення жорсткостей  $S_{j,ini} S_j$ , див. 6.3.1(6).

ПРИМІТКА. Початкова поворотна жорсткість  $S_{j,ini}$  вузла визначається за виразом (6.27) при  $\mu = 1,0$ .

(5) Поворотну жорсткість  $S_j$  бази колони при дії згинального моменту  $M_{j,Ed}$ , меншого ніж розрахункова несуча здатність вузла на згин  $M_{j,Rd}$ , можна з достатньою точністю визначити з 6.3.4.

(6) Коефіцієнт жорсткості  $\mu$  слід визначати наступним чином:

$$\text{– якщо (if) } M_{j,Ed} \leq 2/3M_{j,Rd} : \mu = 1; \quad (6.28a)$$

$$\text{– якщо (if) } 2/3M_{j,Rd} < M_{j,Ed} \leq M_{j,Rd} : \mu = (1,5M_{j,Ed} / M_{j,Rd})^\psi, \quad (6.28b)$$

де коефіцієнт  $\psi$  визначається за таблицею 6.8.

column joint or beam splice, for a moment  $M_{j,Ed}$ , less than the design moment resistance  $M_{j,Rd}$ , of the joint, may be obtained with sufficient accuracy from:

where:  $k_i$  is the stiffness coefficient for basic joint component  $I$ ;

$z$  – is the lever arm, see 6.2.7;

$\mu$  – is the stiffness ratio  $S_{j,ini} S_j$ , see 6.3.1(6).

NOTE: The initial rotational stiffness  $S_{j,ini}$  of the joint is given by expression (6.27) with  $\mu = 1,0$ .

(5) The rotational stiffness  $S_j$  of a column base, for a moment  $M_{j,Ed}$ , less than the design moment resistance  $M_{j,Rd}$ , of the joint, may be obtained with sufficient accuracy from 6.3.4.

(6) The stiffness ratio  $\mu$  should be determined from the following:

in which the coefficient  $\psi$  is obtained from Table 6.8.

Таблиця 6.8      Значення коефіцієнта  $\psi$   
Table 6.8      Value of the coefficient  $\psi$

Тип з'єднання Type of connection	$\psi$
Зварне Welded	2,7
Болтове з опорним фланцем Bolted end-plate	2,7
Болтове з поясними кутиковими накладками Bolted angle flange cleats	3,1
З'єднання опорної плити бази Base plate connections	2,7

(7) Основні компоненти, які слід враховувати при визначенні жорсткості зварного сполучення балки з колоною та вузлового з'єднання з поясними ку-

(7) The basic components that should be taken into account when calculating the stiffness of a welded beam-to-column joint and a joint with bolted angle flange cleats are given in Table

тиковими накладками на болтах, наведені у таблиці 6.9. Основні компоненти болтового з'єднання з опорним фланцем та опорною плитою наведені у таблиці 6.10. Для обох таблиць значення коефіцієнтів  $k_i$  для основних компонентів слід визначати за таблицею 6.11.

(8) Для визначення жорсткості сполучення балки з колоною з опорним фланцем слід застосовувати наступну процедуру. Значення коефіцієнта еквівалентної жорсткості  $k_{eq}$ , та еквівалентного плеча внутрішньої пари сил  $z_{eq}$ , сполучення визначають за 6.3.3. Використовуючи коефіцієнти жорсткості  $k_{eq}$  (для сполучення) та  $k_i$  (для стінки колони, що працює на зсув), а також плече внутрішньої пари сил  $z$ , яке приймається таким, що дорівнює еквівалентному плечу внутрішньої пари сил  $z_{eq}$ , визначають жорсткість сполучення відповідно до 6.3.1(4).

6.9. Similarly, the basic components for a bolted end-plate connection and a base plate are given in Table 6.10. In both of these tables the stiffness coefficients  $k_i$ , for the basic components are defined in Table 6.11.

(8) For beam-to-column end plate joints the following procedure should be used for obtaining the joint stiffness. The equivalent stiffness coefficient,  $k_{eq}$ , and the equivalent lever arm,  $z_{eq}$ , of the joint should be obtained from 6.3.3. The stiffness of the joint should then be obtained from 6.3.1(4) based on the stiffness coefficients,  $k_{eq}$  (for the joint),  $k_i$  (for the column web in shear), and with the lever arm,  $z$ , taken equal to the equivalent lever arm of the joint,  $z_{eq}$ .

**Таблиця 6.9 Узлові зварні з'єднання або болтові з'єднання з поясною кутиковою накладкою**  
**Table 6.9 Joints with welded connections or bolted angle flange cleat connections**

Зварні сполучення балки с колоною Beam-to-column joint with welded connections	Коефіцієнти жорсткості $k_i$ що приймаються у розрахунку Stiffness coefficients $k_i$ to be taken into account
Одностороннє Single-sided	$k_1; k_2; k_3$
Двостороннє - при дії моментів, рівних за абсолютною величиною та протилежних за напрямком Double-sided - Moments equal and opposite	$k_2; k_3$
Двостороннє - при дії нерівних за значенням моментів Double-sided - Moments unequal	$k_1; k_2; k_3$
Сполучення балки з колоною на болтах та поясною кутиковою накладкою Beam-to-column joint with bolted angle flange cleat connections	Коефіцієнти жорсткості $k_i$ , що приймаються у розрахунку Stiffness coefficients $k_i$ to be taken into account
Одностороннє Single-sided	$k_1; k_2; k_3; k_4; k_6; k_{10}; k_{11}^*; k_{12}^{**}$
Двостороннє - при дії моментів, рівних за абсолютною величиною та протилежних за напрямком Double-sided - Moments equal and opposite	$k_2; k_3; k_4; k_6; k_{10}; k_{11}^*; k_{12}^{**}$
Двостороннє - при дії нерівних за значенням моментів Double-sided - Moments unequal	$k_1; k_2; k_3; k_4; k_6; k_{10}; k_{11}^*; k_{12}^{**}$
Моменти, рівні за абсолютною величиною та протилежні за напрямком Moments equal and opposite Moments unequal cleat.	* Два коефіцієнти $k_{11}$ , по одному – для кожної полиці. * Two $k_{11}$ coefficients, one for each flange; ** Чотири коефіцієнти $k_{12}$ , по одному – для кожної полиці та для кожної накладки ** Four $k_{12}$ coefficients, one for each flange and one for each

**Таблиця 6.10 Болтові з'єднання фланця та опорної плити колони**

**Table 6.10 Joints with bolted end-plate connections and base plate connections**

Сполучення балки з колоною на болтах та фланці Beam-to-column joint with bolted end-plate connections	Кількість рядів розтягнутих болтів Number of bolt-rows in tension	Коефіцієнти жорсткості $k_i$ , що приймаються у розрахунку Stiffness coefficients $k_i$ to be taken into account
Одностороннє Single-sided	Один One	$k_1; k_2; k_3; k_4; k_5; k_{10}$
	Два та більше Two or more	$k_1; k_2; k_{eq}$
Двостороннє – при дії моментів, рівних за абсолютною величиною та протилежних за напрямком Double sided – Moments equal and opposite	Один One	$k_2; k_3; k_4; k_5; k_{10}$
	Два та більше Two or more	$k_2; k_{eq}$
Двостороннє – при дії нерівних за значенням моментів Double sided – Moments unequal	Один One	$k_1; k_2; k_3; k_4; k_5; k_{10}$
	Два та більше Two or more	$k_1; k_2; k_{eq}$
Стик балок на болтах та фланцями Beam splice with bolted end-plates	Кількість рядів розтягнутих болтів Number of bolt-rows in tension	Коефіцієнти жорсткості $k_i$ , що приймаються у розрахунку Stiffness coefficients $k_i$ to be taken into account
Двостороннє – при дії моментів, рівних за значенням та протилежних за напрямком Double sided – Moments equal and opposite	Один One	$k_5$ [зліва]; $k_5$ [справа]; $k_{10}$
	Два та більше Two or more	$k_{eq}$
З'єднання опорної плити бази Base plate connections	Кількість рядів розтягнутих болтів Number of bolt-rows in tension	Коефіцієнти жорсткості $k_i$ , що приймаються у розрахунку Stiffness coefficients $k_i$ to be taken into account
З'єднання опорної плити бази Base plate connections	Один One	$k_{13}; k_{15}; k_{16}$
	Два та більше Two or more	$k_{13}; k_{15}$ і $k_{16}$ для кожного ряду болтів

### 6.3.2 Коефіцієнти жорсткості для основних компонентів вузлів

(1) Коефіцієнти жорсткості для основних компонентів вузлів слід визначати, використовуючи вирази, наведені у таблиці 6.11.

### 6.3.2 Stiffness coefficients for basic joint components

(1) The stiffness coefficients for basic joint component should be determined using the expressions given in Table 6.11.

**Таблиця 6.11 Коефіцієнти жорсткості для основних компонентів вузлів**  
**Table 6.11 Stiffness coefficients for basic joint components**

Компонент Component	Коефіцієнт жорсткості $k_i$ Stiffness coefficient $k_i$	
Ділянка стінки колони при зсуві Column web panel in shear	Нежорстке одностороннє з'єднання або двостороннє з'єднання балок однакової висоти Unstiffened, single-sided joint, or a double-sided joint in which the beam depths are similar	Жорстке з'єднання Stiffened
	$k_1 = \frac{0,38A_{vc}}{\beta z}$	$k_1 = \infty$
	$z$ - плече внутрішньої пари сил, див. рисунок 6.15; $z$ - is the lever arm from Figure 6.15; $\beta$ - коефіцієнт трансформації, див. 5.3(7) $\beta$ - is the transformation parameter from 5.3(7).	
Стінка колони при стиску Column web in compression	Нежорстке з'єднання unstiffened	Жорстке з'єднання Stiffened
	$k_2 = \frac{0,7b_{eff,c,wc}t_{wc}}{d_c}$	$k_2 = \infty$
	$b_{eff,c,wc}$ - ефективна ширина, див. 6.2.6.2 $b_{eff,c,wc}$ is the effective width from 6.2.6.2	
Стінка колони при розтягу Column web in tension	Жорстке або нежорстке болтове з'єднання з одним рядом розтягнутих болтів або нежорстке зварне з'єднання stiffened or unstiffened bolted connection with a single bolt-row in tension or unstiffened welded connection	Жорстке зварне з'єднання Stiffened welded connection
	$k_3 = \frac{0,7b_{eff,t,wc}t_{wc}}{d_c}$	$k_3 = \infty$
	$b_{eff,t,wc}$ – ефективна ширина стінки колони при розтягу відповідно до 6.2.6.3. У вузлі з одним рядом розтягнутих болтів значення $b_{eff,t,wc}$ слід приймати таким, що дорівнює найменшому зі значень ефективних довжин $l_{eff}$ (для вузла з одним рядом болтів, розглядаючи його ізольовано від інших рядів або як частину групи рядів болтів), наведених для даного ряду болтів у таблиці 6.4 (при невідкріпленій полиці колони) або у таблиці 6.5 (при відкріпленій полиці колони) $b_{eff,t,wc}$ – is the effective width of the column web in tension from 6.2.6.3. For a joint with a single bolt-row in tension, $b_{eff,t,wc}$ should be taken as equal to the smallest of the effective lengths $l_{eff}$ (individually or as part of a group of bolt-rows) given for this bolt-row in Table 6.4 (for an unstiffened column flange) or Table 6.5 (for a stiffened column flange).	
Полиця колони при згині (для одного ряду розтягнутих болтів) Column flange in bending (for a single bolt-row in tension)	$k_4 = \frac{0,9l_{eff}^3 t_{fc}^3}{m^3}$ $l_{eff}$ – найменша з ефективних довжин (для з'єднання з одним рядом болтів, розглядаючи його ізольовано від інших рядів або як частину групи рядів болтів), наведена для даного ряду болтів у таблиці 6.4 (при невідкріпленій полиці колони) або таблиці 6.5 (при відкріпленій полиці колони); $l_{eff}$ – is the smallest of the effective lengths (individually or as part of a bolt group) for this bolt-row given in Table 6.4 for an unstiffened column flange or Table 6.5 for a stiffened column flange; $m$ – див. рисунок 6.8 $m$ – is as defined in Figure 6.8.	

Компонент Component	Коефіцієнт жорсткості $k_i$ Stiffness coefficient $k_i$	
<p>Опорний фланець при згині (для одного ряду розтягнутих болтів) End-plate in bending (for a single bolt-row in tension)</p>	$k_5 = \frac{0,9I_{eff}t_p^3}{m^3}$ <p><math>l_{eff}</math> – найменша з ефективних довжин (для з'єднання з одним рядом болтів, розглядаючи його ізольовано від інших рядів або як частину групи рядів болтів), наведена для даного ряду болтів у таблиці 6.6; <math>l_{eff}</math> – is the smallest of the effective lengths (individually or as part of a bolt group) for this bolt-row given in Table 6.6; <math>m</math> – у загальному випадку визначається за рисунком 6.11, але для ряду болтів, розташованих на виступній частині опорного фланця, <math>m = m_x</math>, де <math>m_x</math> приймається за рисунком 6.10; <math>m</math> – is generally as defined in Figure 6.11, but for a bolt-row located in the extended part of an extended end-plate <math>m = m_x</math>, where <math>m_x</math> is as defined in Figure 6.10</p>	
<p>Поясна накладка при згині Flange cleat in bending</p>	$k_6 = \frac{0,9I_{eff}t_a^3}{m^3}$ <p><math>l_{eff}</math> – ефективна довжина поясної накладки, що визначається за рисунком 6.12; <math>l_{eff}</math> – is the effective length of the flange cleat from Figure 6.12; <math>m</math> – див. рисунок 6.13 <math>m</math> – is as defined in Figure 6.13.</p>	
<p>Болти при розтягу (для одного ряду болтів) Bolts in tension (for a single bolt-row)</p>	$k_{10} = 1,6A_s / L_b$ <p>з попереднім натягом або без нього preloaded or non-preloaded <math>L_b</math> – подовження болта довжиною, що дорівнює затисненій довжині (загальна товщина матеріалу елементів, що стягуються, та шайб) плюс половина суми висоти головки болта та гайки <math>L_b</math> – is the bolt elongation length, taken as equal to the grip length (total thickness of material and washers), plus half the sum of the height of the bolt head and the height of the nut.</p>	
<p>Болти при зрізі Bolts in shear</p>	<p>Без попереднього натягу Non-preloaded</p>	<p>З попереднім натягом* Preloaded *)</p>
	$k_{11} \text{ (або } k_{17}) = \frac{16n_b d^2 f_{ub}}{Ed_{M16}}$ <p><math>k_{11} = \infty</math></p> <p><math>d_{M16}</math> – номінальний діаметр болта M16; <math>d_{M16}</math> – is the nominal diameter of an M16 bolt; <math>n_b</math> – кількість рядів болтів, що працюють на зріз. <math>n_b</math> – is the number of bolt-rows in shear</p>	
<p>Болти при зминанні (для кожного компонента <math>j</math>, що зминається болтом) Bolts in bearing (for each component <math>j</math> on which the bolts bear)</p>	<p>Без попереднього натягу Non-preloaded</p>	<p>З попереднім натягом* Preloaded *)</p>
	$k_{12} \text{ (або } k_{18}) = \frac{24n_b k_b k_t d f_u}{E}$ <p><math>k_b = k_{b1}</math>, але <math>k_b \leq k_{b2}</math> <math>k_{b1} = 0,25e_b / d + 0,5</math>, але <math>k_{b1} \leq 1,25</math> <math>k_{b2} = 0,25p_b / d + 0,375</math>, але <math>k_{b2} \leq 1,25</math></p>	<p><math>k_{12} = \infty</math></p> <p><math>e_b</math> – відстань від ряду болтів до вільного краю пластини у напрямку передачі навантаження; <math>e_b</math> – is the distance from the bolt-row to the free edge of the plate in the direction of load transfer; <math>f_u</math> – міцність на розтяг у граничному стані за несучою здатністю сталі пластини на розтяг;</p>



Компонент Component	Коефіцієнт жорсткості $k_i$ Stiffness coefficient $k_i$	
	$k_t = 1,5t_j / d_{M16}$ , але (bat) $k_t \leq 2,5$	$f_u$ – is the ultimate tensile strength of the steel on which the bolt bears; $p_b$ – крок рядів болтів у напрямку передачі навантаження; $p_b$ – is the spacing of the bolt-rows in the direction of load transfer; $t_j$ – товщина даного компонента $t_j$ – is the thickness of that component.
Бетон (включаючи стяжку) при стиску Concrete in compression (including grout)	$k_{13} = \frac{E_c \cdot \sqrt{b_{eff} l_{eff}}}{1,275E}$ $b_{eff}$ – ефективна ширина полиці Т-подібного елемента, див. 6.2.5(3); $b_{eff}$ – is the effective width of the T-stub flange, see 6.2.5(3); $l_{eff}$ – ефективна довжина полиці Т-подібного елемента, див. 6.2.5(3) $l_{eff}$ – is the effective length of the T-stub flange, see 6.2.5(3).	
Пластина, що згинається під дією стискального зусилля Plate in bending under compression	$k_{14} = \infty$ Цей коефіцієнт вже враховано при обчисленні коефіцієнта жорсткості $k_{13}$ This coefficient is already taken into consideration in the calculation of the stiffness coefficient $k_{13}$	
Опорна плита бази колони, що згинається від розтягу (для одного ряду розтягнутих болтів) Base plate in bending under tension (for a single bolt row in tension)	З урахуванням зусиль від ефекту важеля** with prying forces (**)	Без урахування зусиль від ефекту важеля** without prying forces (**)
	$k_{15} = \frac{0,85l_{eff}^3 t_3^3}{m^3}$ $l_{eff}$ – ефективна довжина полиці Т-подібного елемента, див. 6.2.5(3); $l_{eff}$ – is the effective length of the T-stub flange, see 6.2.5(3); $t_p$ – товщина опорної плити; $t_p$ – is the thickness of the base plate; $m$ – див. рисунок 6.8 $m$ – is the distance according to Figure 6.8.	$k_{15} = \frac{0,425l_{eff}^3 t_3^3}{m^3}$
Анкерні болти при розтягу Anchor bolts in tension	З урахуванням зусиль від ефекту важеля** with prying forces (**)	Без урахування зусиль від ефекту важеля** without prying forces (**)
	$k_{16} = 1,6A_s / L_b$ $L_b$ – подовження анкерного болта, що дорівнює сумі восьми номінальних діаметрів болта, товщини шару стяжки, товщини опорної плити, шайби та половини висоти гайки $L_b$ – is the anchor bolt elongation length, taken as equal to the sum of 8 times the nominal bolt diameter, the grout layer, the plate thickness, the washer and half of the height of the nut.	$k_{16} = 2,0A_s / L_b$
* За умови, що болти розраховані таким чином, щоб унеможливити зсув між елементами, що з'єднуються при заданому рівні навантаження. * provided that the bolts have been designed not to slip into bearing at the load level concerned ** Зусилля від ефекту важеля можуть виникнути, якщо ** prying forces may develop, if $L_b \leq \frac{8,8m^3 A_s}{l_{eff} t^3}$		
ПРИМІТКА 1. При обчисленні $b_{eff}$ та $l_{eff}$ відстані $c$ слід приймати таким, що дорівнює 1,25 товщини опорної плити. NOTE 1: When calculating $b_{eff}$ and $l_{eff}$ the distance $c$ should be taken as 1,25 times the base plate thickness. ПРИМІТКА 2. Допускається, що контрплити не впливають на поворотну жорсткість $S_j$ вузла. NOTE 2: Backing plates should be assumed not to affect the rotational stiffness $S_j$ of the joint.		

Компонент Component	Коефіцієнт жорсткості $k_i$ Stiffness coefficient $k_i$
<p>ПРИМІТКА 3. Для зварних швів (<math>k_{19}</math>) коефіцієнт жорсткості слід приймати таким, що дорівнює нескінченності. Цей компонент не слід враховувати при визначенні поворотної жорсткості <math>S_j</math>.</p> <p>NOTE 3: For welds (<math>k_{19}</math>) the stiffness coefficient should be taken as equal to infinity. This component need not be taken into account when calculating the rotational stiffness <math>S_j</math>.</p> <p>ПРИМІТКА 4. Для полиці та стінки балки при стиску (<math>k_7</math>), стінки балки при розтягу (<math>k_8</math>), плити при розтягу або стиску (<math>k_9</math>), балок із вугами (<math>k_{20}</math>) коефіцієнт жорсткості слід приймати таким, що дорівнює нескінченності. Ці компоненти не слід враховувати при розрахунку поворотної жорсткості <math>S_j</math>.</p> <p>NOTE 4: For beam flange and web in compression (<math>k_7</math>), beam web in tension (<math>k_8</math>), plate in tension or compression (<math>k_9</math>), haunched beams (<math>k_{20}</math>) the stiffness coefficients should be taken as equal to infinity. These components need not be taken into account when calculating the rotational stiffness <math>S_j</math>.</p> <p>ПРИМІТКА 5. При підсиленні стінки накладками коефіцієнти жорсткості для відповідних основних компонентів вузлів <math>k_1 - k_3</math> повинні бути збільшені наступним чином:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– для ділянки стінки колони, що працює на зсув, коефіцієнт <math>k_1</math> повинен визначатися з використанням збільшеної площі зсуву <math>A_{vc}</math>, що визначається за 6.2.6.1(6);</li> <li>– для стінки колони при стиску коефіцієнт <math>k_2</math> повинен визначатися з використанням ефективної товщини стінки, що визначається за 6.2.6.2(6);</li> <li>– для стінки колони при розтягу коефіцієнт <math>k_3</math> повинен визначатися з використанням ефективної товщини стінки, що визначається за 6.2.6.3(8).</li> </ul> <p>NOTE 5: Where a supplementary web plate is used, the stiffness coefficients for the relevant basic joint components <math>k_1</math> to <math>k_3</math> should be increased as follows:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– <math>k_1</math> for the column web panel in shear should be based on the increased shear area <math>A_{vc}</math> from 6.2.6.1(6);</li> <li>– <math>k_2</math> for the column web in compression should be based on the effective thickness of the web from 6.2.6.2(6);</li> <li>– <math>k_3</math> for the column web in tension, should be based on the effective thickness of the web from 6.2.6.3(8).</li> </ul>	

### 6.3.3 Вузли з опорними фланцями, що прикріплюються двома або більше рядами болтів, які працюють на розтяг

### 6.3.3 End-plate joints with two or more bolt-rows in tension

#### 6.3.3.1 Загальний метод

#### 6.3.3.1 General method

(1) Для всіх основних компонентів вузлів із опорним фланцем, що прикріплюється двома та більше рядами розтягнутих болтів, застосовують загальний еквівалентний коефіцієнт жорсткості  $k_{eq}$ , що визначається за формулою:

(1) For end-plate joints with two or more bolt-rows in tension, the basic components related to all of these bolt-rows should be represented by a single equivalent stiffness coefficient  $k_{eq}$  determined from:

$$k_{eq} = \frac{\sum k_{eff,r} h_r}{z_{eq}}, \quad (6.29)$$

де  $h_r$  – відстань між рядом болтів  $r$  та центром стиску;

where:  $h_r$  is the distance between bolt-row  $r$  and the centre of compression;

$k_{eff,r}$  – ефективний коефіцієнт жорсткості для ряду болтів  $r$ , що враховує коефіцієнти жорсткості  $k_i$  для основних компонентів, наведених у 6.3.3.1(4) або 6.3.3.1(5);

$k_{eff,r}$  is the effective stiffness coefficient for bolt-row  $r$  taking into account the stiffness coefficients  $k_i$  for the basic components listed in 6.3.3.1(4) or 6.3.3.1(5) as appropriate;

$z_{eq}$  – еквівалентне плече внутрішньої пари сил, див. 6.3.3.1(3).

$z_{eq}$  is the equivalent lever arm, see 6.3.3.1(3).

(2) Ефективний коефіцієнт жорсткості  $k_{eff,r}$  для ряду болтів  $r$  слід визначати за формулою:

$$k_{eff,r} = \frac{1}{\sum_i \frac{1}{k_{i,r}}}, \quad (6.30)$$

де  $k_{i,r}$  – коефіцієнт жорсткості компонента  $i$ , що відноситься до ряду болтів  $r$ .

(2) The effective stiffness coefficient  $k_{eff,r}$  for bolt-row  $r$  should be determined from:

where:  $k_{i,r}$  is the stiffness coefficient representing component  $i$  relative to bolt-row  $r$ .

(3) Еквівалентне плече внутрішньої пари сил  $z_{eq}$  слід визначати за формулою:

$$z_{eq} = \frac{\sum_r k_{eff,r} h_r^2}{\sum_r k_{eff,r} h_r}. \quad (6.31)$$

(3) The equivalent lever arm  $z_{eq}$  should be determined from:

(4) У сполученні балки з колоною з опорним фланцем значення  $k_{eq}$  слід визначати на основі коефіцієнтів жорсткості  $k_i$  (та заміняти їх) наступних основних компонентів:

- стінки колони при розтягу ( $k_3$ );
- полиці колони при згині ( $k_4$ );
- опорного фланця при згині ( $k_5$ );
- болтів при розтягу ( $k_{10}$ ).

(4) In the case of a beam-to-column joint with an end-plate connection,  $k_{eq}$  should be based upon (and replace) the stiffness coefficients  $k_i$  for:

- the column web in tension ( $k_3$ );
- the column flange in bending ( $k_4$ );
- the end-plate in bending ( $k_5$ );
- the bolts in tension ( $k_{10}$ ).

(5) У стику балок із опорними фланцями на болтах значення  $k_{eq}$  слід визначати на основі коефіцієнтів жорсткості  $k_i$  (та заміняти їх) наступних основних компонентів:

- опорних фланців при згині ( $k_5$ );
- болтів при розтягу ( $k_{10}$ ).

(5) In the case of a beam splice with bolted end-plates,  $k_{eq}$  should be based upon (and replace) the stiffness coefficients  $k_i$  for:

- the end-plates in bending ( $k_5$ );
- the bolts in tension ( $k_{10}$ ).

### 6.3.3.2 Спрощений метод для виступних опорних фланців із двома рядами розтягнутих болтів

(1) У з'єднаннях із виступним опорним фланцем з двома рядами розтягнутих болтів (один ряд розташований у виступній частині опорного фланця, а інший – між полицями балки, див. рисунок 6.20) для врахування сумісної роботи обох рядів можна використовувати модифіковані значення коефіцієнтів жорсткості відповідних основних компонентів. Кожне з цих

### 6.3.3.2 Simplified method for extended end-plates with two bolt-rows in tension

(1) For extended end-plate connections with two bolt-rows in tension, (one in the extended part of the end-plate and one between the flanges of the beam, see Figure 6.20), a set of modified values may be used for the stiffness coefficients of the related basic components to allow for the combined contribution of both bolt-rows. Each of these modified values should be taken as twice the

модифікованих значень слід приймати таким, що дорівнює подвоєному значенню коефіцієнта жорсткості для одного ряду болтів, розташованих у виступній частині опорного фланця.

ПРИМІТКА. Це наближене припущення призводить до незначного заниження значення поворотної жорсткості.

(2) При використанні цього спрощеного методу значення плеча внутрішньої пари сил  $z$  приймають таким, що дорівнює відстані між центром стиску та серединою відстані між рядами розтягнутих болтів, див. рисунок 6.20.

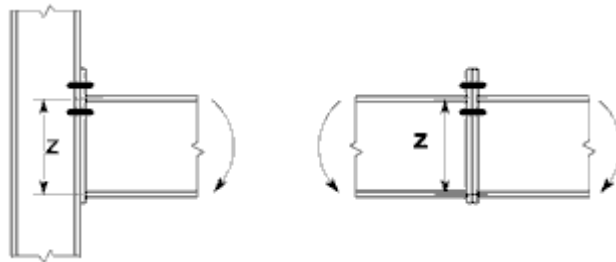


Рисунок 6.20 Плече внутрішньої пари сил  $z$  для спрощеного методу  
Figure 6.20 Lever arm  $z$  for simplified method

### 6.3.4 Бази колон

(1) Поворотну жорсткість  $S_j$  бази колони, що піддається сумісній дії осьової сили та згинального моменту, слід визначати за методом, наведеним у таблиці 6.12. У цьому методі використовуються наступні коефіцієнти жорсткості:

$k_{T,l}$  – коефіцієнт жорсткості при розтягу лівої сторони вузла, дорівнює сумі коефіцієнтів жорсткості  $k_{15}$  та  $k_{16}$  (наведених у таблиці 6.11), що приймається для лівої сторони вузла;

$k_{T,r}$  – коефіцієнт жорсткості при розтягу правої сторони вузла, дорівнює сумі коефіцієнтів жорсткості  $k_{15}$  та  $k_{16}$  (наведених у таблиці 6.11), що приймається для правої сторони вузла;

$k_{C,l}$  – коефіцієнт жорсткості при стиску лівої сторони вузла, дорівнює коефіцієнту жорсткості  $k_{13}$  (наведеному у таблиці 6.11), що приймається для лівої сторони вузла;

corresponding value for a single bolt-row in the extended part of the end-plate.

NOTE: This approximation leads to a slightly lower estimate of the rotational stiffness.

(2) When using this simplified method, the lever arm  $z$  should be taken as equal to the distance from the centre of compression to a point midway between the two bolt-rows in tension, see Figure 6.20.

### 6.3.4 Column bases

(1) The rotational stiffness,  $S_j$ , of a column base subject to combined axial force and bending moment should be calculated using the method given in Table 6.12. This method uses the following stiffness coefficients:

$k_{T,l}$  is the tension stiffness coefficient of the left hand side of the joint and should be taken as equal to the sum of the stiffness coefficients  $k_{15}$  and  $k_{16}$  (given in Table 6.11) acting on the left hand side of the joint.

$k_{T,r}$  is the tension stiffness coefficient of the right hand side of the joint and should be taken as equal to the sum of the stiffness coefficients  $k_{15}$  and  $k_{16}$  (given in Table 6.11) acting on the right hand side of the joint.

$k_{C,l}$  is the compression stiffness coefficient of the left hand side of the joint and should be taken as equal to the stiffness coefficient  $k_{13}$  (given in Table 6.11) acting on the left hand side of the joint.

$k_{C,r}$  – коефіцієнт жорсткості при стиску правої сторони вузла, дорівнює коефіцієнту жорсткості  $k_{13}$  (наведеному у таблиці 6.11), що приймається для правої сторони вузла.

$k_{C,r}$  is the compression stiffness coefficient of the right hand side of the joint and should be taken as equal to the stiffness coefficient  $k_{13}$  (given in Table 6.11) acting on the right hand side of the joint.

(2) Значення  $z_{T,1}$ ,  $z_{C,1}$ ,  $z_{T,r}$ ,  $z_{C,r}$  слід приймати відповідно до 6.2.8.1.

(2) For the calculation of  $z_{T,1}$ ,  $z_{C,1}$ ,  $z_{T,r}$ ,  $z_{C,r}$  see 6.2.8.1.

**Таблиця 6.12 Поворотна жорсткість  $S_j$  баз колон**  
**Table 6.12 Rotational stiffness  $S_j$  of column bases**

Вид навантаження Loading	Плече внутрішньої пари сил $z$ Lever arm $z$	Поворотна жорсткість $S_{j,ini}$ Rotational stiffness $S_{j,ini}$	
Ліва сторона розтягнута Left side in tension  Права сторона стиснута Right side in compression	$z = z_{T,1} + z_{C,r}$	$N_{Ed} > 0$ та $e > z_{T,1}$	$N_{Ed} \leq 0$ та $e \leq -z_{C,r}$
		$\frac{Ez^2}{\mu \cdot 1/k_{T,1} + 1/k_{C,r}} \cdot \frac{e}{e + e_k}$ , де (where) $e_k = \frac{z_{C,r}k_{C,r} - z_{T,1}k_{T,1}}{k_{T,1} + k_{C,r}}$	
Ліва сторона розтягнута Left side in tension  Права сторона розтягнута Right side in tension	$z = z_{T,1} + z_{T,r}$	$N_{Ed} > 0$ та $0 < e < z_{T,1}$	$N_{Ed} > 0$ та $-z_{T,r} < e \leq 0$
		$\frac{Ez^2}{\mu \cdot 1/k_{T,1} + 1/k_{T,r}} \cdot \frac{e}{e + e_k}$ , де (where) $e_k = \frac{z_{T,r}k_{T,r} - z_{T,1}k_{T,1}}{k_{T,1} + k_{T,r}}$	
Ліва сторона стиснута Left side in compression  Права сторона розтягнута Right side in tension	$z = z_{C,1} + z_{T,r}$	$N_{Ed} > 0$ та $e \leq -z_{T,r}$	$N_{Ed} \leq 0$ та $e > z_{C,1}$
		$\frac{Ez^2}{\mu \cdot 1/k_{C,1} + 1/k_{T,r}} \cdot \frac{e}{e + e_k}$ , де (where) $e_k = \frac{z_{T,r}k_{T,r} - z_{C,1}k_{C,1}}{k_{C,1} + k_{T,r}}$	
Ліва сторона стиснута Left side in compression  Права сторона стиснута Right side in compression	$z = z_{C,1} + z_{C,r}$	$N_{Ed} \leq 0$ та $0 < e < z_{C,1}$	$N_{Ed} \leq 0$ та $z_{C,r} < e \leq 0$
		$\frac{Ez^2}{\mu \cdot 1/k_{C,1} + 1/k_{C,r}} \cdot \frac{e}{e + e_k}$ , де (where) $e_k = \frac{z_{C,r}k_{C,r} - z_{C,1}k_{C,1}}{k_{C,1} + k_{C,r}}$	
<p><math>M_{Ed} &gt; 0</math> відповідає напрямку моменту за годинниковою стрілкою, <math>N_{Ed} &gt; 0</math> – розтяг.  <math>M_{Ed} &gt; 0</math> is clockwise, <math>N_{Ed} &gt; 0</math> is tension, p see 6.3.1(6).</p> $e = \frac{M_{Ed}}{N_{Ed}} = \frac{M_{Rd}}{N_{Rd}}$			

## 6.4 ПОВОРОТНА ЗДАТНІСТЬ

### 6.4.1 Загальні положення

(1) У випадку проведення жорстко-пластичного розрахунку, вузол у місці утворення пластичного шарніра повинен мати достатню поворотну здатність.

(2) Поворотну здатність болтового або зварного вузлового з'єднання слід визначати, використовуючи положення, наведені в 6.4.2 або 6.4.3. Методи розрахунку, наведені у цих пунктах, застосовуються тільки для сталей S235, S275, S355 та для вузлів, в яких розрахункове значення осьової сили  $N_{Ed}$ , що діє в елементі, що приєднуються, не перевищує 5 % розрахункової несучої здатності у пластичній стадії  $N_{pl,Rd}$  його поперечного перерізу.

(3) Як альтернативу 6.4.2 та 6.4.3 поворотну здатність вузла перевіряти не потрібно за умови, що розрахункова несуча здатність на згин  $M_{j,Rd}$  вузлового з'єднання, принаймні, у 1,2 раза вище розрахункової несучої здатності на згин у пластичній стадії  $M_{pl,Rd}$  поперечного перерізу елемента, що приєднується.

(4) У випадках, не передбачених у 6.4.2 та 6.4.3, поворотну здатність можна визначити за результатами випробувань відповідно до EN 1990, Додаток D. Як альтернативу можна використовувати відповідні розрахункові моделі за умови, що вони базуються на результатах випробувань, виконаних у відповідності з EN 1990.

### 6.4.2 Болтові з'єднання

(1) Сполучення балки з колоною, розрахункова несуча здатність на згин якого  $M_{j,Rd}$  залежить від розрахункової несучої здатності ділянки стінки колони на зсув, можна вважати таким, що має достатню поворотну здатність при пластичному статичному розрахунку, за умови, що  $d/t_w < 69\epsilon$ .

## 6.4 ROTATION CAPACITY

### 6.4.1 General

(1) In the case of rigid plastic global analysis, a joint at a plastic hinge location should have sufficient rotation capacity.

(2) The rotation capacity of a bolted or welded joint should be determined using the provisions given in 6.4.2 or 6.4.3. The design methods given in these clauses are only valid for S235, S275 and S355 steel grades and for joints in which the design value of the axial force  $N_{Ed}$  in the connected member does not exceed 5 % of the design plastic resistance  $N_{pl,Rd}$  of its cross-section.

(3) As an alternative to 6.4.2 and 6.4.3 the rotation capacity of a joint need not be checked provided that the design moment resistance  $M_{j,Rd}$  of the joint is at least 1.2 times the design plastic moment resistance  $M_{pl,Rd}$  of the cross section of the connected member.

(4) In cases not covered by 6.4.2 and 6.4.3 the rotation capacity may be determined by testing in accordance with EN 1990, Annex D. Alternatively, appropriate calculation models may be used, provided that they are based on the results of tests in accordance with EN 1990.

### 6.4.2 Bolted joints

(1) A beam-to-column joint in which the design moment resistance of the joint  $M_{j,Rd}$  is governed by the design resistance of the column web panel in shear, may be assumed to have adequate rotation capacity for plastic global analysis, provided that  $d/t_w < 69\epsilon$ .

(2) Вузол з опорним фланцем або поясною кутиковою накладкою, що прикріплюються на болтах, можна вважати таким, що має достатню поворотну здатність при пластичному статичному розрахунку, якщо виконуються наступні умови:

а) розрахункова несуча здатність на згин залежить від розрахункової несучої здатності:

– полиці колони при згині;

– опорного фланця балки або розтягнутої поясної накладки при згині;

б) товщина  $t$  полиці колони, опорного фланця балки або розтягнутої поясної накладки (не обов'язково того ж основного компонента, вказаного в умові (а)) задовольняє умову:

$$t \leq 0,36d \cdot \sqrt{f_{ub} / f_y}, \quad (6.32)$$

де  $f_y$  – межа плинності сталі відповідного основного компонента.

(3) Не допускається вважати, що болтове вузлове з'єднання має достатню поворотну здатність при пластичному статичному розрахунку, якщо його розрахункова несуча здатність на згин  $M_{j,Rd}$  залежить від розрахункової несучої здатності болтів на зріз.

### 6.4.3 Зварні з'єднання

(1) Можна вважати, що зварне сполучення балки з колоною характеризується поворотною здатністю  $\phi_{cd}$ , не меншою ніж отримана за нижченаведеною формулою за умови, що стінка колони підкріплена при стиску, але не підкріплена при розтягу, і її розрахункова несуча здатність на згин не залежить від розрахункової несучої здатності ділянки стінки колони на зсув, див. 6.4.2(1):

$$\phi_{cd} = 0,25h_c / h_b, \quad (6.33)$$

де  $h_b$  – висота балки;

$h_c$  – висота колони.

(2) A joint with either a bolted end-plate or angle flange cleat connection may be assumed to have sufficient rotation capacity for plastic analysis, provided that both of the following conditions are satisfied:

a) the design moment resistance of the joint is governed by the design resistance of either:

– the column flange in bending or

– the beam end-plate or tension flange cleat in bending.

b) the thickness  $t$  of either the column flange or the beam end-plate or tension flange cleat (not necessarily the same basic component as in (a)) satisfies:

where:  $f_y$  is the yield strength of the relevant basic component.

(3) A joint with a bolted connection in which the design moment resistance  $M_{j,Rd}$  is governed by the design resistance of its bolts in shear, should not be assumed to have sufficient rotation capacity for plastic global analysis.

### 6.4.3 Welded Joints

(1) The rotation capacity  $\phi_{cd}$  of a welded beam-to-column connection may be assumed to be not less than the value given by the following expression provided that its column web is stiffened in compression but unstiffened in tension, and its design moment resistance is not governed by the design shear resistance of the column web panel, see 6.4.2(1):

where:  $h_b$  is the depth of the beam;

$h_c$  is the depth of the column.

(2) Можна вважати, що зварне сполучення балки з колоною, розраховане з урахуванням вимог даного розділу, характеризується поворотною здатністю  $\phi_{Cd}$ , що відповідає куту повороту не менше 0,015 рад.

## **7 ВУЗЛИ СПОЛУЧЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ЗАМКНУТОГО ПРОФІЛЮ**

### **7.1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ**

#### **7.1.1 Сфера застосування**

(1) У цьому розділі наведені детальні правила для визначення розрахункової статичної несучої здатності плоских та просторових вузлів ґратчастих конструкцій з круглих, квадратних та прямокутних труб, а також плоских вузлів ґратчастих конструкцій зі сполученням замкнутих та відкритих профілів.

(2) Розрахункові значення статичної несучої здатності вузлів виражені через максимальні значення розрахункової несучої здатності стрижнів решітки через поздовжню силу та/чи згинальний момент.

(3) Наведені правила застосування дійсні для замкнутих профілів як гарячого (за EN 10210), так і холодного (за EN 10219) формування, якщо розміри їх поперечних перерізів задовольняють вимоги цього розділу.

(4) Значення номінальної межі плинності сталі замкнутих профілів гарячого та холодного формування не повинно перевищувати 460 Н/мм<sup>2</sup>. Значення розрахункової несучої здатності елемента з номінальною межею плинності сталі вище 355 Н/мм<sup>2</sup> слід знижувати множенням на коефіцієнт 0,9.

(5) Номінальна товщина стінки замкнутих профілів повинна бути не менше 2,5 мм.

(6) Номінальна товщина стінки поясу із замкнутого профілю не повинна бути більше 25 мм, якщо не передбачені спеціальні заходи для забезпечення відповідних властивостей матеріалу по товщині.

(2) An unstiffened welded beam-to-column joint designed in conformity with the provisions of this section, may be assumed to have a rotation capacity  $\phi_{Cd}$  of at least 0,015 radians.

## **7 HOLLOW SECTION JOINTS**

### **7.1 GENERAL**

#### **7.1.1 Scope**

(1) This section gives detailed application rules to determine the static design resistances of uniplanar and multiplanar joints in lattice structures composed of circular, square or rectangular hollow sections, and of uniplanar joints in lattice structures composed of combinations of hollow sections with open sections.

(2) The static design resistances of the joints are expressed in terms of maximum design axial and/or moment resistances for the brace members.

(3) These application rules are valid both for hot finished hollow sections to EN 10210 and for cold formed hollow sections to EN 10219, if the dimensions of the structural hollow sections fulfil the requirements of this section.

(4) For hot finished hollow sections and cold formed hollow sections the nominal yield strength of the end product should not exceed 460 N/mm<sup>2</sup>. For end products with a nominal yield strength higher than 355 N/mm<sup>2</sup>, the static design resistances given in this section should be reduced by a factor 0,9.

(5) The nominal wall thickness of hollow sections should not be less than 2,5 mm.

(6) The nominal wall thickness of a hollow section chord should not be greater than 25 mm unless special measures have been taken to ensure that the through thickness properties of the material will be adequate.



(7) Оцінку міцності на втому слід виконувати у відповідності з EN 1993-1-9.

(8) Дані типи вузлів наведені на рисунку 7.1.

### 7.1.2 Умови застосування

(1) Правила застосування для вузлів із замкнутих профілів можуть використовуватися лише в тому випадку, якщо виконуються умови, наведені в 7.1.2(2) – 7.1.2(8).

(2) Стиснуті елементи повинні задовольняти вимоги, наведені в EN 1993-1-1 для перерізів класів 1 або 2, за умови чистого згину.

(3) Кути  $\theta_i$  між стрижнями решітки та елементами поясу, а також між суміжними стрижнями решітки, повинні задовольняти умову  $\theta \geq 30^\circ$

(7) For fatigue assessment see EN 1993-1-9.

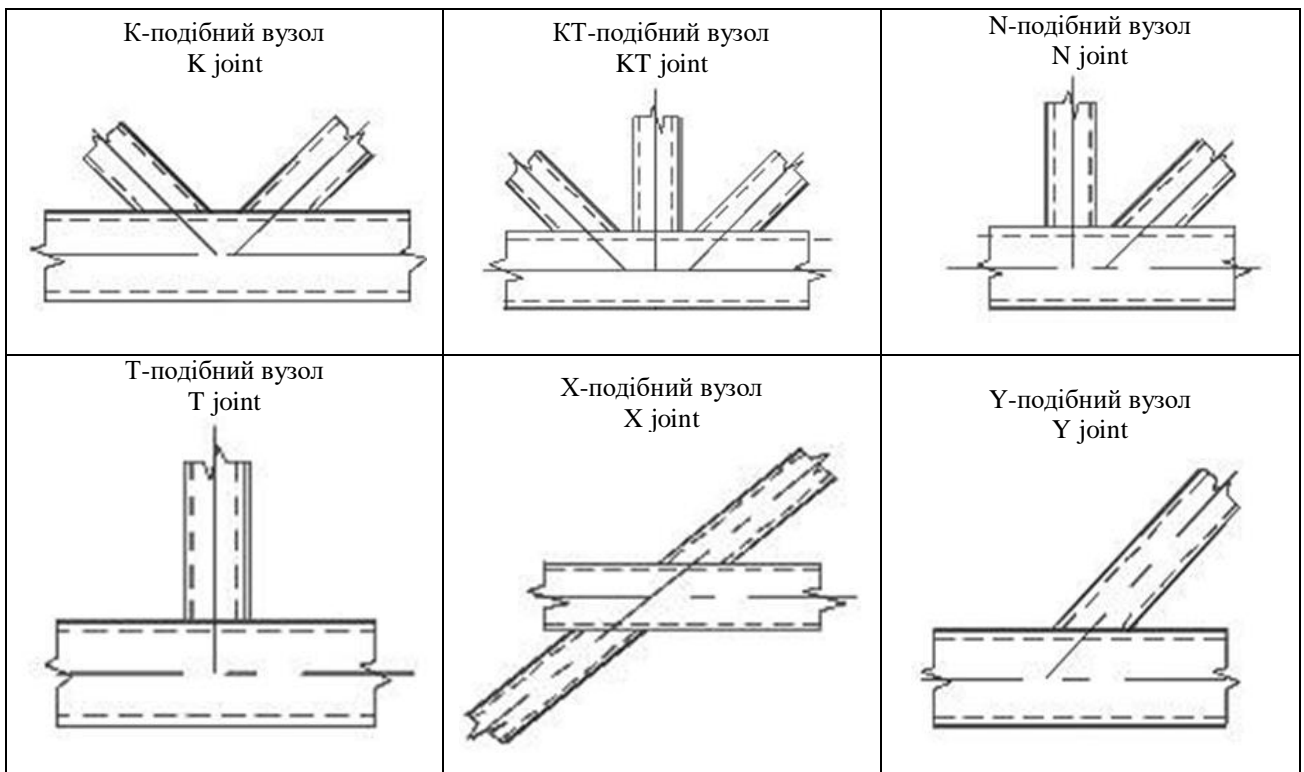
(8) The types of joints covered are indicated in Figure 7.1.

### 7.1.2 Field of application

(1) The application rules for hollow section joints may be used only where all of the conditions given in 7.1.2(2) to 7.1.2(8) are satisfied.

(2) The compression elements of the members should satisfy the requirements for Class 1 or Class 2 given in EN 1993-1-1 for the condition of pure bending.

(3) The angles  $\theta_i$  between the chords and the brace members, and between adjacent brace members, should satisfy:  $\theta \geq 30^\circ$



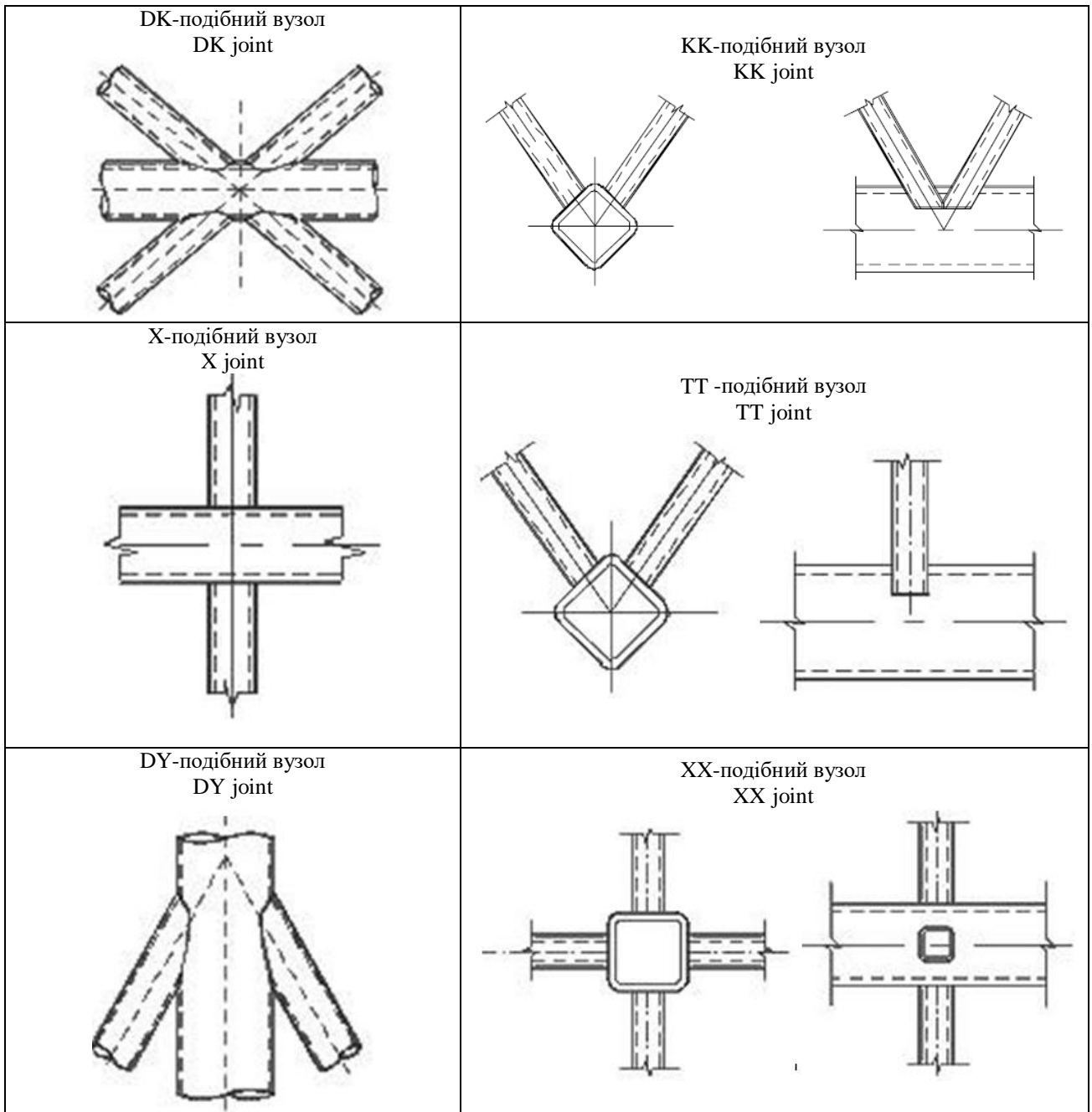


Рисунок 7.1 Типи вузлів ґратчастих конструкцій із замкнутих профілів  
Figure 7.1 Types of joints in hollow section lattice girders

(4) Торці елементів, що сполучаються, у вузлі мають бути підготовлені так, щоб не змінювалася форма їх поперечних перерізів. З'єднання елементів із сплюснутими або зрізаними кінцями у цьому розділі не розглядаються.

(5) У вузлах із зазором між стрижнями решітки для накладання зварних швів належним чином величина зазору повинна бути не менше  $(t_1 + t_2)$ .

(4) The ends of members that meet at a joint should be prepared in such a way that their cross-sectional shape is not modified. Flattened end connections and cropped end connections are not covered in this section.

(5) In gap type joints, in order to ensure that the clearance is adequate for forming satisfactory welds, the gap between the brace members should not be less than  $(t_1 + t_2)$ .

(6) У вузлах із напуском значення напуску повинно бути достатнім для того, щоб з'єднання стрижнів забезпечувало передачу зусилля зсуву від одного стрижня решітки до іншого. У будь-якому випадку напуск має бути, принаймні, 25 %.

(7) Якщо стрижні решітки, що сполучаються внапуск, мають різну товщину та/або виготовлені зі сталей різних марок, то стрижень із меншим значенням  $t_{fyi}$  повинен перекривати інші елементи.

(8) Якщо стрижні решітки, що сполучаються внапуск, мають різну ширину, то вужчий стрижень повинен знаходитися на ширшій.

## 7.2 РОЗРАХУНОК

### 7.2.1 Загальні положення

(1) Розрахункові значення внутрішніх осьових сил у стрижнях решітки та в поясах у граничному стані за несучою здатністю не повинні перевищувати розрахункових значень несучих здатностей елементів, визначених згідно з EN 1993-1-1.

(2) Розрахункові значення внутрішніх осьових сил у стрижнях решітки у граничному стані за несучою здатністю не повинні також перевищувати розрахункових значень несучих здатностей вузлів, наведених для відповідного випадку в 7.4, 7.5, 7.6 або 7.7.

(3) Напруження  $\sigma_{0,Ed}$  або  $\sigma_{p,Ed}$ , що виникає в поясі у місці сполучення, слід визначати за формулами:

$$\sigma_{0,Ed} = \frac{N_{0,Ed}}{A_0} + \frac{M_{0,Ed}}{W_{el,0}}, \quad (7.1)$$

$$\sigma_{p,Ed} = \frac{N_{p,Ed}}{A_0} + \frac{M_{0,Ed}}{W_{el,0}}, \quad (7.2)$$

де

(6) In overlap type joints, the overlap should be large enough to ensure that the interconnection of the brace members is sufficient for adequate shear transfer from one brace to the other. In any case the overlap should be at least 25 %.

(7) Where overlapping brace members have different thicknesses and/or different strength grades, the member with the lowest  $t_{fyi}$  value should overlap the other member.

(8) Where overlapping brace members are of different widths, the narrower member should overlap the wider one.

## 7.2 DESIGN

### 7.2.1 General

(1) The design values of the internal axial forces both in the brace members and in the chords at the ultimate limit state should not exceed the design resistances of the members determined from EN 1993-1-1.

(2) The design values of the internal axial forces in the brace members at the ultimate limit state should also not exceed the design resistances of the joints given in 7.4, 7.5, 7.6 or 7.7 as appropriate.

(3) The stresses  $\sigma_{0,Ed}$  or  $\sigma_{p,Ed}$  in the chord at a joint should be determined from:

where:

$$N_{p,Ed} = N_{0,Ed} - \sum_{i \geq 0} N_{i,Ed} \cos \theta_i$$

### 7.2.2 Види відмови вузлів сполучення елементів замкнутого профілю

(1) Розрахункові значення несучих здатностей вузлів сполучення елементів замкнутого профілю або сполучення елементів замкнутого та відкритого профілів повинні ґрунтуватися на наступних видах відмови:

а) місцевий вигин (продавлювання) лицьової поверхні поясу (пластичне руйнування лицьової поверхні поясу) або його пластична деформація (пластичне руйнування поперечного перерізу поясу);

б) деформація бічної поверхні поясу (або деформація стінки поясу) внаслідок плинності, продавлювання або втрати стійкості (поздовжній вигин бічної поверхні або стінки поясу) під стиснутим стрижнем решітки;

в) зсув (зріз) перерізу поясу;

г) виривання лицьової поверхні поясу із замкнутого профілю (виникнення тріщини в поясі, що спричиняє відрив стрижня решітки від поясу);

д) втрата несучої здатності стрижня решітки зі зменшеною ефективною шириною перерізу (утворення тріщини в зварному шві або в стрижнях решітки);

е) втрата місцевої стійкості стінки стрижня решітки або поясу із замкнутого профілю в місці їх сполучення.

ПРИМІТКА. Вирази, виділені жирним шрифтом, призначені для опису різних видів відмови в таблицях 7.4 – 7.7.

(2) На рисунку 7.2 показані види відмови вузлів сполучення стрижнів решітки та поясу з круглих труб.

(3) На рисунку 7.3 показані види відмови вузлів сполучення стрижнів решітки та поясу з прямокутних труб.

### 7.2.2 failure modes for hollow section joints

(1) The design joint resistances of connections between hollow sections and of connections between hollow sections and open sections, should be based on the following failure modes as applicable:

a) chord face failure (plastic failure of the chord face) or chord plastification (plastic failure of the chord cross-section);

b) chord side wall failure (or chord web failure) by yielding, crushing or instability (crippling or buckling of the chord side wall or chord web) under the compression brace member;

c) chord shear failure;

d) punching shear failure of a hollow section chord wall (crack initiation leading to rupture of the brace members from the chord member);

e) brace failure with reduced effective width (cracking in the welds or in the brace members);

f) local buckling failure of a brace member or of a hollow section chord member at the joint location.

NOTE: The phrases printed in boldface type in this list are used to describe the various failure modes in the tables of design resistances given in 7.4 to 7.7.

(2) Figure 7.2 illustrates failure modes (a) to (f) for joints between CHS brace and chord members.

(3) Figure 7.3 illustrates failure modes (a) to (f) for joints between RHS brace and chord members.

Вид відмови Mode	Під дією осьової сили Axial loading	Під дією згинального моменту Bending moment
а а		
б b		
в c		
г d		
д e		
е f		

Рисунок 7.2 Види відмов вузлів сполучення елементів із круглих труб  
Figure 7.2 Failure modes for joints between CHS members

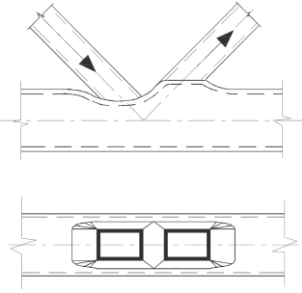
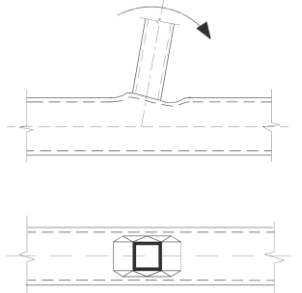
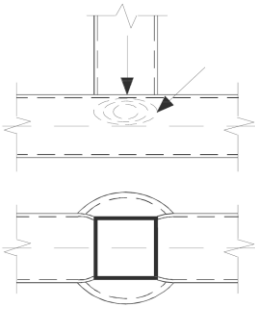
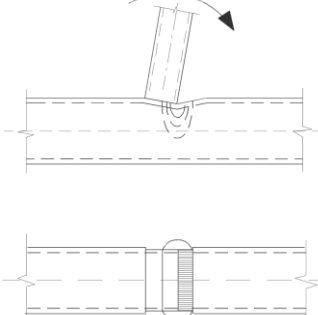
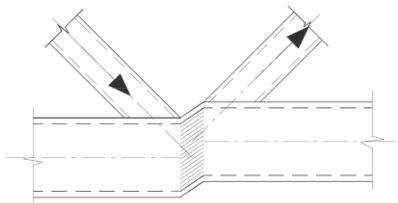
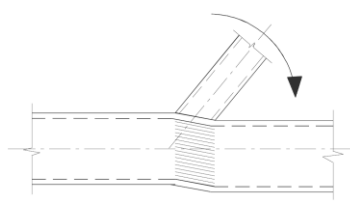
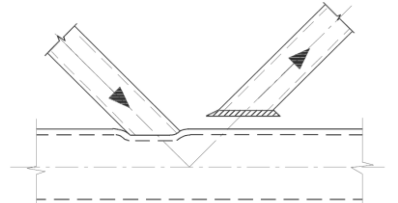
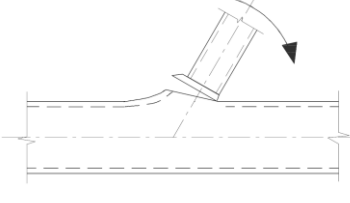
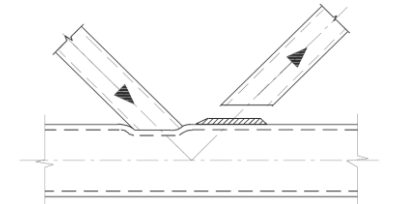
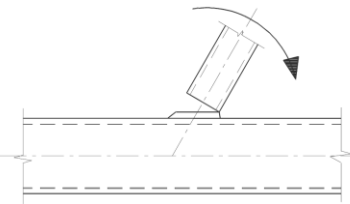
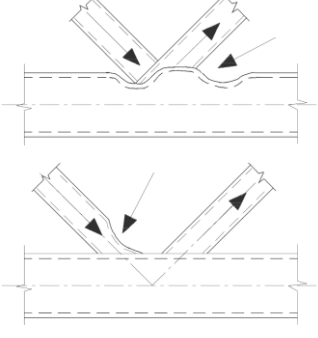
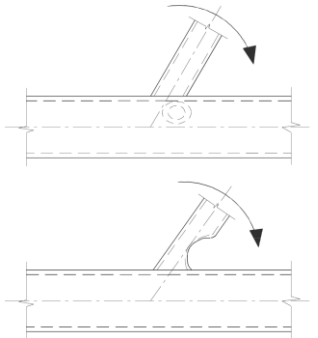
Вид відмови Mode	Під дією осьової сили Axial loading	Під дією згинального моменту Bending moment
а a		
б b		
в c		
г d		
д e		
е f		

Рисунок 7.3 Види відмов вузлів сполучення стрижнів решітки та елементів поясу з прямокутних труб

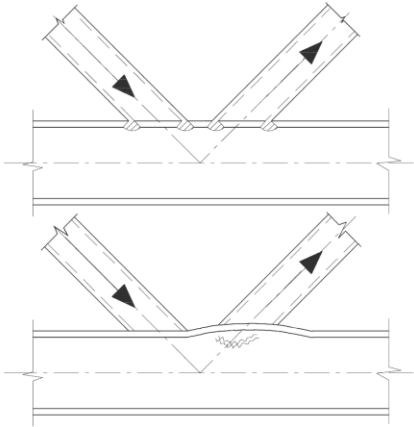
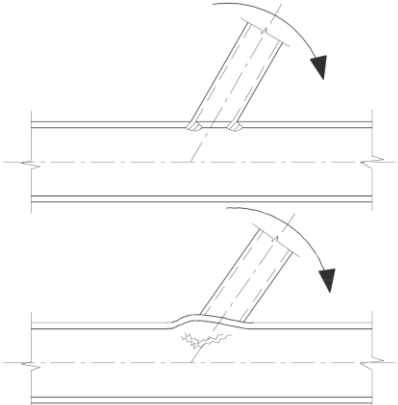
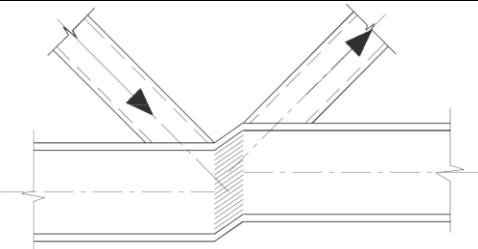
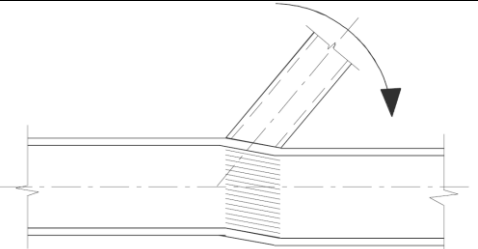
Figure 7.3 Failure modes for joints between RHS brace members and RHS chord members

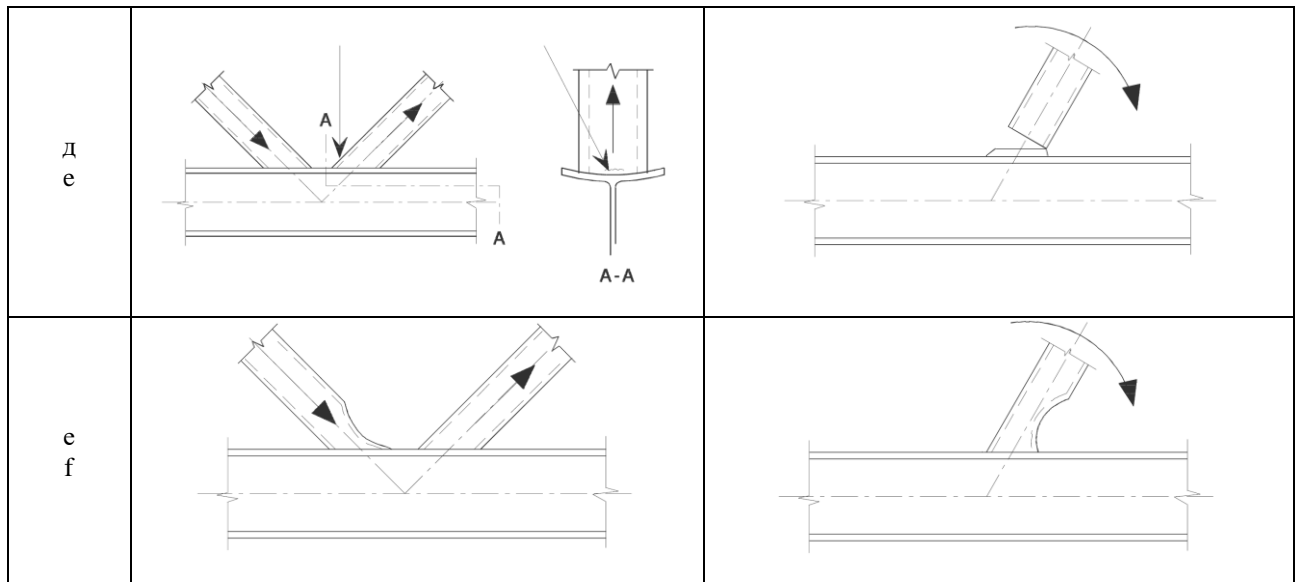
(4) На рисунку 7.4 показані види відмови вузлів сполучення стрижнів решітки з круглих або прямокутних труб та елементів поясу з двотаврів.

(5) Не дивлячись на те, що несуча здатність вузлів зі зварними швами, виконаними належним чином, зазвичай вище при розтягу, ніж при стиску, розрахункова несуча здатність вузла, як правило, ґрунтується на несучій здатності стрижня решітки на стиск задля уникнення виникнення надмірної місцевої деформації або зниження поворотної, чи деформаційної здатності, які можуть виникати в іншому випадку.

(4) Figure 7.4 illustrates failure modes (a) to (f) for joints between CHS or RHS brace members and I or H section chord members.

(5) Although the resistance of a joint with properly formed welds is generally higher under tension than under compression, the design resistance of the joint is generally based on the resistance of the brace in compression to avoid the possible excessive local deformation or reduced rotation capacity or deformation capacity which might otherwise occur.

Вид відмови Mode	Під дією осьової сили Axial loading	Під дією згинального моменту Bending moment
а a	—	—
б b		
в c		
г d	—	—



**Рисунок 7.4 Види відмов вузлів сполучення стрижнів решітки з прямокутних або круглих труб та елементів поясу з двотаврів**  
**Figure 7.4 Failure modes for joints between CHS or RHS brace members and I or H section chord members**

### 7.3 ЗВАРНІ ШВИ

#### 7.3.1 Розрахункова несуча здатність

(1) Зварні шви, що прикріплюють стрижні решітки до поясів, повинні мати достатню несучу здатність для врахування нерівномірного розподілу напруження та достатню деформаційну здатність для врахування перерозподілу згинальних моментів.

(2) У зварних вузлах замкнуті профілі слід приварювати по всьому периметру за допомогою стикових, кутових швів або їх комбінацій. Проте у вузлах із частковим напуском немає необхідності приварювати приховану внутрішню частину з'єднання за умови, що осьові сили в стрижнях решітки такі, що їх складові, перпендикулярні до осі поясу, відрізняються не більше ніж на 20 %.

(3) Деталі типових зварних швів наведені у стандартах, на які є посилання у групі 7 (див. 1.2.7).

(4) Розрахункова несуча здатність зварного шва, що припадає на одиницю довжини периметра стрижня решітки, як правило, повинна бути не менше розрахункової несучої здатності його поперечного перерізу, що припадає на одиницю довжини периметра.

### 7.3 WELDS

#### 7.3.1 Design resistance

(1) The welds connecting the brace members to the chords should be designed to have sufficient resistance to allow for non-uniform stress-distributions and sufficient deformation capacity to allow for redistribution of bending moments.

(2) In welded joints, the connection should normally be formed around the entire perimeter of the hollow section by means of a butt weld, a fillet weld, or combinations of the two. However in partially overlapping joints the hidden part of the connection need not be welded, provided that the axial forces in the brace members are such that their components perpendicular to the axis of the chord do not differ by more than 20 %.

(3) Typical weld details are indicated in 1.2.7 Reference Standards: Group 7.

(4) The design resistance of the weld, per unit length of perimeter of a brace member, should not normally be less than the design resistance of the cross-section of that member per unit length of perimeter.



(5) Необхідну висоту зварного шва слід визначати згідно з розділом 4.

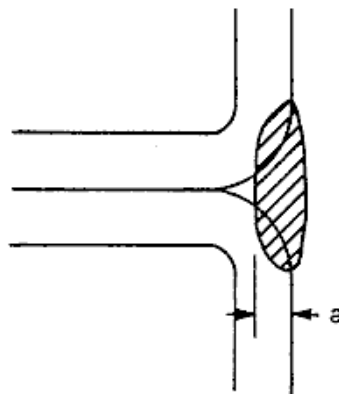
(6) Положенням 7.3.1(4) можна знехтувати, якщо менший розмір зварного шва відповідає вимогам щодо міцності, деформаційній та обертальній здатності, враховуючи, що лише частина його довжини є ефективною.

(7) Для замкнутих конструкційних профілів прямокутного перерізу розрахункову висоту зварного шва з конусним зазором слід визначати за рисунком 7.5.

(5) The required throat thickness should be determined from section 4.

(6) The criterion given in 7.3.1(4) may be waived where a smaller weld size can be justified both with regard to resistance and with regard to deformation capacity and rotation capacity, taking account of the possibility that only part of its length is effective.

(7) For rectangular structural hollow sections the design throat thickness of flare groove welds is defined in Figure 7.5.



**Рисунок 7.5 Розрахункова висота зварного шва з конусним зазором при зварюванні замкнутих профілів прямокутного перерізу**  
**Figure 7.5 Design throat thickness of flare groove welds in rectangular structural hollow section**

(8) При зварюванні в холодно-формованих зонах див. 4.14.

(8) For welding in cold-formed zones, see 4.14.

## **7.4 ЗВАРНІ ВУЗЛИ СПОЛУЧЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ІЗ КРУГЛИХ ТРУБ**

## **7.4 WELDED JOINTS BETWEEN CHS MEMBERS**

### **7.4.1 Загальні положення**

### **7.4.1 General**

(1) Розрахункові значення несучої здатності зварних вузлів сполучення стрижнів решітки з круглих труб можуть бути визначені згідно з 7.4.2 та 7.4.3 за умови, що геометричні параметри вузлів відповідають області застосування, вказаній у таблиці 7.1.

(1) Provided that the geometry of the joints is within the range of validity given in Table 7.1, the design resistances of welded joints between circular hollow section members may be determined using 7.4.2 and 7.4.3.

(2) Для вузлів, що відповідають області застосування, вказаній у таблиці 7.1, слід розглядати лише руйнування лицьової поверхні поясу та виривання полиці поясу. Розрахункове значення несучої здатності вузла слід приймати таким, що дорівнює найменшому зі значень, що відповідають цим двом

(2) For joints within the range of validity given in Table 7.1, only chord face failure and punching shear need be considered. The design resistance of a connection should be taken as the minimum value for these two criteria.

критеріям.

(3) Для вузлів, що не відповідають області застосування, вказаній у таблиці 7.1, слід розглядати всі види відмов, наведені в 7.2.2. Окрім цього, слід враховувати другорядні моменти, викликані поворотною жорсткістю вузлів.

(3) For joints outside the range of validity given in Table 7.1, all the criteria given in 7.2.2 should be considered. In addition, the secondary moments in the joints caused by their rotational stiffness should be taken into account.

**Таблиця 7.1 Область застосування зварних швів, що прикріплюють стрижні решітки з круглих труб до поясів із круглих труб**

**Table 7.1 Range of validity for welded joints between CHS brace members and CHS chords**

$0,2 \leq d_1 / d_0 \leq 1,0$		
Переріз класу 2 Class 2 and але – but	$10 \leq d_0 / t_0 \leq 50$  $10 \leq d_0 / t_0 \leq 40$	у загальному випадку, generally для X-подібних вузлів for X joints
Переріз класу 2 Class 2 and	$10 \leq d_1 / t_1 \leq 40$	
$\lambda_{ov} \geq 25\%$		
$g \geq t_1 + t_2$		

#### 7.4.2 Плоскі вузли

(1) У вузлах сполучення стрижнів решітки, що піддаються дії лише осьових сил, розрахункове значення внутрішньої осьової сили  $N_{i,Ed}$  не повинно перевищувати розрахункової несучої здатності зварного вузла  $N_{i,Rd}$ , що визначається за таблицями 7.2, 7.3 або 7.4.

(2) Вузли сполучення стрижнів решітки, що піддаються спільній дії осьової сили і згинального моменту, повинні задовольняти умову:

$$\frac{N_{i,Ed}}{N_{i,Rd}} + \left[ \frac{M_{ip,i,Ed}}{M_{ip,i,Rd}} \right]^2 + \frac{M_{op,i,Ed}}{M_{op,i,Rd}} \leq 1,$$

де  $M_{ip,i,Rd}$  – розрахункова несуча здатність на дію згинального моменту у площині вузла;

$M_{ip,i,Ed}$  – розрахункове значення внутрішнього згинального моменту у площині вузла;

$M_{op,i,Rd}$  – розрахункова несуча здатність на дію згинального моменту із площини вузла;

$M_{op,i,Ed}$  – розрахункове значення внутрішнього згинального моменту із площини

#### 7.4.2 Uniplanar joints

(1) In brace member connections subject only to axial forces, the design internal axial force  $N_{i,Ed}$  should not exceed the design axial resistance of the welded joint  $N_{i,Rd}$  obtained from Table 7.2, Table 7.3 or Table 7.4 as appropriate.

(2) Brace member connections subject to combined bending and axial force should satisfy:

where:  $M_{ip,i,Rd}$  is the design in-plane moment resistance;

$M_{ip,i,Ed}$  is the design in-plane internal moment;

$M_{op,i,Rd}$  is the design out-of-plane moment resistance;

$M_{op,i,Ed}$  is the design out-of-plane internal moment.

вузла.

Таблиця 7.2 Розрахункові значення несучої здатності за осьовою силою зварних вузлів сполучення стрижнів решітки з круглих труб та поясу з круглих труб

Table 7.2 Design axial resistances of welded joints between CHS brace members and CHS chords

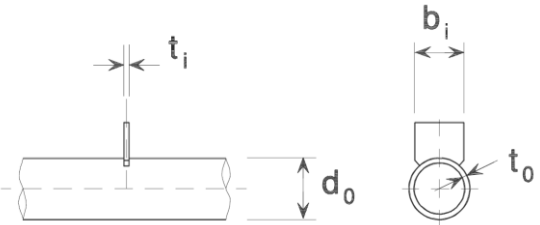
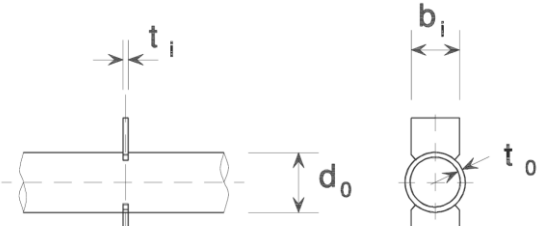
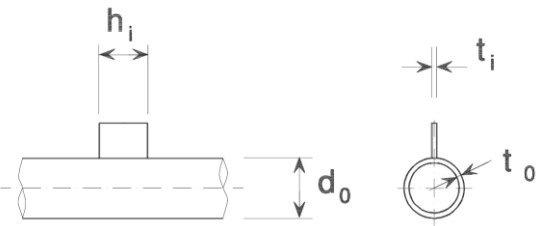
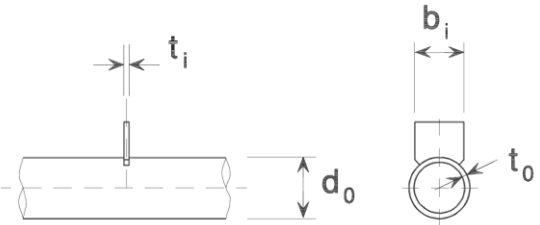
<p>зня лицьової поверхні поясу – Т- та Y-подібні вузли Chord face failure – T and Y joints</p>	
	$N_{1,Rd} = \frac{\gamma^{0,2} k_p f_{y0} t_0^2}{\sin \theta_1} \cdot 2,8 + 14,2 \beta^2 / \gamma_{M5}$
<p>Продавлювання лицьової поверхні поясу – X- подібні вузли Chord face failure – X joints</p>	
	$N_{1,Rd} = \frac{k_p f_{y0} t_0^2}{\sin \theta_1} \cdot \frac{5,2}{1 - 0,81 \beta} / \gamma_{M5}$
<p>Продавлювання лицьової поверхні поясу – К- та N-подібні вузли з зазором або напуском Chord face failure – K and N gap or overlap joints</p>	
	$N_{1,Rd} = \frac{k_g k_p f_{y0} t_0^2}{\sin \theta_1} \left( 1,8 + 10,2 \frac{d_1}{d_0} \right) / \gamma_{M5}$ $N_{2,Rd} = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} \cdot N_{1,Rd}$
<p>Виривання лицьової поверхні поясу – К-, N- та КТ-подібні вузли із зазором Т-, Y- та X-подібні вузли всіх типів [i=1, 2 або 3] Punching shear failure – K, N and KT gap joints and all T, Y and X joints [i = 1, 2 or 3]</p>	
<p>Якщо <math>d_1 \leq d_0 - 2t_0</math>; <math>N_{i,Rd} = \frac{f_{y0}}{\sqrt{3}} t_0 \pi d_i \frac{1 + \sin \theta_i}{2 \sin^2 \theta_i} / \gamma_{M5}</math>;</p>	
<p>Коефіцієнти <math>k_g</math> та <math>k_p</math> Factors <math>k_g</math> and <math>k_p</math></p>	
$k_g = \gamma^{0,2} \left( 1 + \frac{0,024 \gamma^{1,2}}{1 + \exp 0,5 g / t_0 - 1,33} \right)$	
<p>При <math>n_p \geq 0</math> (стиск) For <math>n_p &gt; 0</math> (compression)</p>	$k_p = 1 - 0,3 n_p (1 + n_p) \text{ але (but) } k_p \leq 1,0$

При  $n_p \leq 0$  (розтяг)  $k_p = 1$   
 For  $n_p < 0$  (tension)

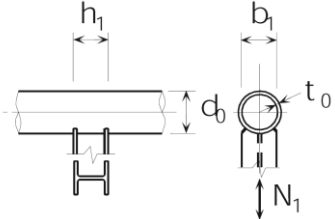
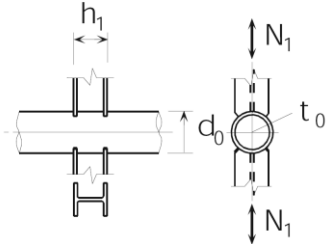
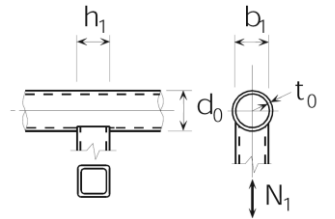
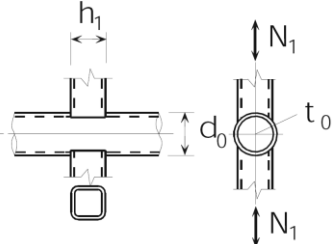
$k_p = 1,0$

**Таблиця 7.3 Розрахункові значення несучої здатності зварних вузлів сполучення фасонки зі стрижнями з круглих труб**

**Table 7.3 Design resistances of welded joints connecting gusset plates to CHS members**

Продавлювання лицьової поверхні Chord face failure	
	$N_{i,Rd} = k_p f_{y0} t_0^2 \cdot 4 + 20\beta^2 / \gamma_{M5}$ $M_{ip,i,Rd} = 0$ $M_{op,i,Rd} = 0,5b_i N_{i,Rd}$
	$N_{i,Rd} = \frac{5k_p f_{y0} t_0^2}{1 - 0,81\beta} / \gamma_{M5}$ $M_{ip,i,Rd} = 0$ $M_{op,i,Rd} = 0,5b_i N_{i,Rd}$
	$N_{i,Rd} = 5k_p f_{y0} t_0^2 \cdot 1 + 0,25\eta / \gamma_{M5}$ $M_{ip,i,Rd} = h_i N_{i,Rd}$ $M_{op,i,Rd} = 0$
	$N_{i,Rd} = 5k_p f_{y0} t_0^2 \cdot 1 + 0,25\eta / \gamma_{M5}$ $M_{ip,i,Rd} = h_i N_{i,Rd}$ $M_{op,i,Rd} = 0$
Виривання лицьової поверхні поясу Punching shear failure	
$\sigma_{\max} t_i = N_{Ed} / A + M_{Ed} / W_{ei} \cdot t_i \leq 2t_0 \cdot f_{y9} / \sqrt{3} / \gamma_{M5}$	
Область застосування Range of validity	Коефіцієнт $k_p$ Factor $k_p$
<p>Додаткові обмеження наведені в таблиці 7.1:                      In addition to the limits given in Table 7.1:</p> <p style="text-align: center;"><math>\beta \geq 0,4</math> та (and) <math>\eta \leq 4</math></p> <p>де (where) <math>\beta = b_i / d_0</math> та (and) <math>\eta = h_i / d_0</math></p>	<p>При <math>n_p &gt; 0</math> p (стиск)                      For <math>n_p &gt; 0</math> (compression):  <math>k_p = 1 - 0,3n_p (1 + n_p)</math> але (but) <math>k_p \leq 1,0</math></p> <p>При <math>n_p \leq 0</math> (розтяг) <math>k_p = 1,0</math>                      For <math>n_p &lt; 0</math> (tension): <math>k_p = 1,0</math></p>

**Таблиця 7.4 Розрахункові значення несучої здатності зварних вузлів сполучення стрижнів із двотаврів або прямокутних труб та елементів із круглих труб**  
**Table 7.4 Design resistances of welded joints connecting I, H or RHS sections to CHS members**

Продавлювання лицьової поверхні поясу Chord face failure	
	$M_{1,Rd} = k_p f_{y0} t_0^2 \cdot 4 + 20\beta^2 \cdot 1 + 0,25\eta / \gamma_{M5}$ $M_{ip,1,Rd} = h_1 N_{1,Rd} / 1 + 0,25\eta$ $M_{op,1,Rd} = 0,5b_1 N_{i,Rd}$
	$N_{1,Rd} = \frac{5k_p f_{y0} t_0^2}{1 - 0,81\beta} \cdot 1 + 0,25\eta / \gamma_{M5}$ $M_{ip,1,Rd} = h_1 N_{1,Rd} / 1 + 0,25\eta$ $M_{op,1,Rd} = 0,5b_1 N_{i,Rd}$
	$N_{1,Rd} = k_p f_{y0} t_0^2 \cdot 4 + 20\beta^2 \cdot 1 + 0,25\eta / \gamma_{M5}$ $M_{ip,1,Rd} = h_1 N_{1,Rd}$ $M_{op,1,Rd} = 0,5b_1 N_{i,Rd}$
	$N_{1,Rd} = \frac{5k_p f_{y0} t_0^2}{1 - 0,81\beta} \cdot 1 + 0,25\eta / \gamma_{M5}$ $M_{ip,1,Rd} = h_1 N_{1,Rd}$ $M_{op,1,Rd} = 0,5b_1 N_{i,Rd}$
Виривання лицьової поверхні поясу Punching shear failure	
<p>Вузли стрижнів із двотаврів: <math>\sigma_{\max} t_1 = N_{Ed} / A + M_{Ed} / W_{el} \quad t_1 \leq 2t_0 (f_{y0} / \sqrt{3}) / \gamma_{M5}</math></p> <p>I or H sections:</p> <p>Вузли стрижнів із прямокутних труб: <math>\sigma_{\max} t_1 = N_{Ed} / A + M_{Ed} / W_{el} \quad t_1 \leq t_0 (f_{y0} / \sqrt{3}) / \gamma_{M5}</math></p> <p>RHS sections:</p>	
Область застосування Range of validity	Коефіцієнт $k_p$ Factor $k_p$
<p>Додаткові обмеження наведені в таблиці 7.1: In addition to the limits given in Table 7.1:</p> <p style="text-align: center;"><math>\beta \geq 0,4</math> та (and) <math>\eta \leq 4</math></p> <p style="text-align: center;">де (where) <math>\beta = b_i / d_0</math> та (and) <math>\eta = h_i / d_0</math></p>	<p style="text-align: center;">При <math>n_p &gt; 0</math> (стиск) For <math>n_p &gt; 0</math> (compression): <math>k_p = 1 - 0,3n_p (1 + n_p)</math> але (but) <math>k_p \leq 1,0</math></p> <p style="text-align: center;">При <math>n_p \leq 0</math> (розтяг) <math>k_p = 1,0</math> For <math>n_p &lt; 0</math> (tension): <math>k_p = 1,0</math></p>

(3) За розрахункове значення внутрішнього моменту  $M_{i,Ed}$  може бути прийняте значення моменту в точці перетину осі стрижня решітки з лицьовою поверхнею поясу.

(4) Розрахункові значення несучої здатності на згин у площині та з площини вузла  $M_{i,Rd}$  слід визначати за таблицями 7.3, 7.4 або 7.5 для відповідного випадку.

(5) Зварні вузли особливого типу, наведені в таблиці 7.6, повинні задовольняти розрахункові критерії, встановлені для кожного типу.

(6) Значення коефіцієнта  $k_g$ , що використовується в таблиці 7.2. для К-, N- і КТ-подібних вузлів, наведені на рисунку 7.6. Коефіцієнт  $k_g$  застосовується як для вузлів із зазором, так і для вузлів із напуском, адаптуючи  $g$  одночасно для зазору і напуску та використовуючи від'ємне значення величини  $g$  для представлення напуску  $q$ , як показано на рисунку 1.3 (б).

(3) The design internal moment  $M_{i,Ed}$  may be taken as the value at the point where the centreline of the brace member meets the face of the chord member.

(4) The design in-plane moment resistance and the design out-of-plane moment resistance  $M_{i,Rd}$  should be obtained from Table 7.3, Table 7.4 or Table 7.5 as appropriate.

(5) The special types of welded joints indicated in Table 7.6 should satisfy the appropriate design criteria specified for each type in that table.

(6) Values of the factor  $k_g$  which is used in Table 7.2 for K, N and KT joints are given in Figure 7.6. The factor  $k_g$  is used to cover both gap type and overlap type joints by adopting  $g$  for both the gap and the overlap and using negative values of  $g$  to represent the overlap  $q$  as defined in Figure 1.3(b).

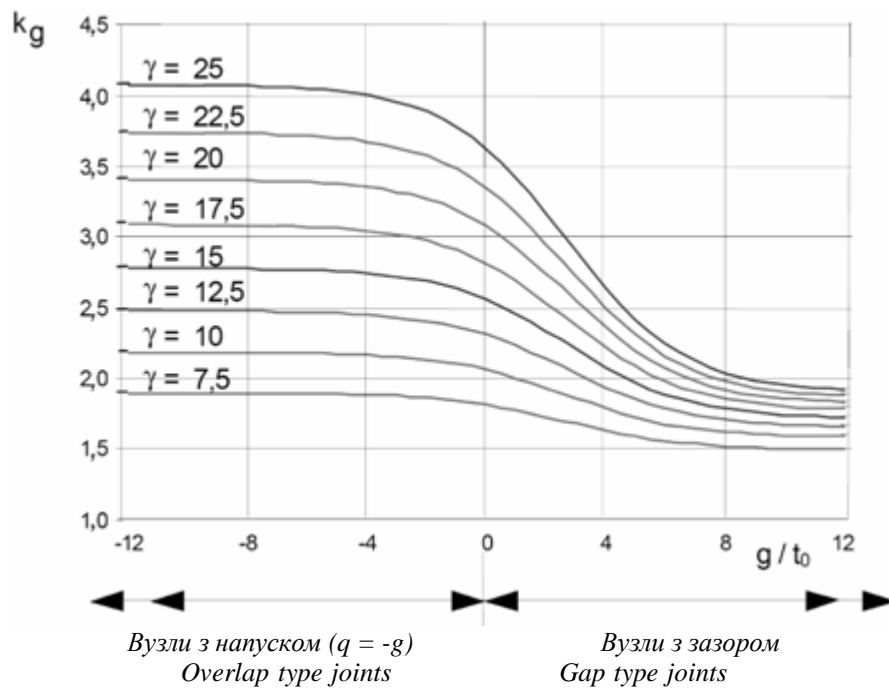


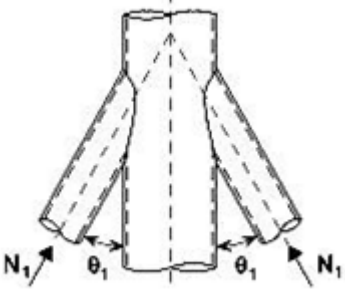
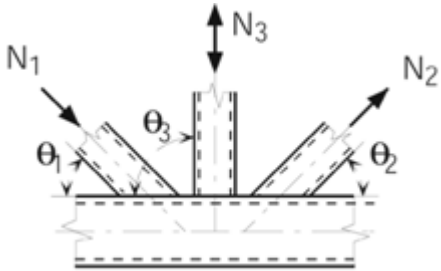
Рисунок 7.6 Розрахункова висота зварного шва з конусним зазором при зварюванні замкнутих профілів прямокутного перерізу  
Figure 7.6 Design throat thickness of flare groove welds in rectangular structural hollow section

**Таблиця 7.5 Розрахункові значення несучої здатності на згин зварних вузлів сполучення стрижнів решітки та поясів із круглих труб**

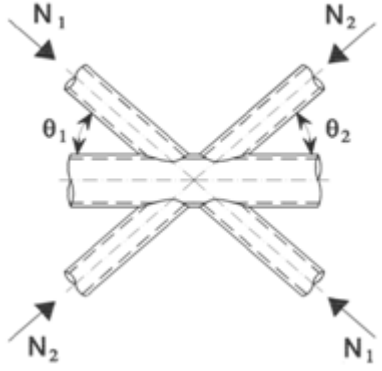
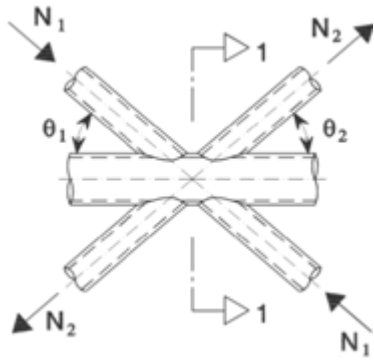
**Table 7.5 Design resistance moments of welded joints between CHS brace members and CHS chords**

Продавлювання лицьової поверхні поясу – Т-, Х- та Y-подібні вузли Chord face failure – T, X, and Y joints	
	$M_{ip,1,Rd} = 4,85 \frac{f_{y0} t_0^2 d_1}{\sin \theta_1} \sqrt{\gamma \beta} k_p / \gamma_{M5}$
Продавлювання лицьової поверхні поясу – К-, N-, Т-, Х- та Y-подібні вузли Chord face failure – K, N, T, X and Y joints	
	$M_{ip,1,Rd} = \frac{f_{y0} t_0^2 d_1}{\sin \theta_1} \cdot \frac{2,7}{1 - 0,81\beta} k_p / \gamma_{M5}$
Виривання лицьової поверхні поясу – К- та N-подібні вузли з зазором та Т-, Y- та Х-подібні вузли всіх типів Punching shear failure – K and N gap joints and all T, X and Y joints	
Якщо $d_1 \leq d_0 - 2t_0$ :	
$M_{ip,1,Rd} = \frac{f_{y0} t_0^2 d_1^2}{\sqrt{3}} \cdot \frac{1 + 3 \sin \theta}{4 \sin^2 \theta} / \gamma_{M5}$ $M_{op,1,Rd} = \frac{f_{y0} t_0^2 d_1^2}{\sqrt{3}} \cdot \frac{3 + \sin \theta}{4 \sin^2 \theta} / \gamma_{M5}$	
Коefіцієнт $k_p$ Factor $k_p$	
При $n_p > 0$ (стиск) For $n_p > 0$ (compression):  При $n_p \leq 0$ (розтяг) For $n_p < 0$ (tension):	$k_p = 1 - 0,3n_p (1 + n_p)$ але (but) $k_p \leq 1,0$  $k_p = 1,0$

**Таблиця 7.6 Критерії розрахунку особливих типів зварних вузлів сполучення стрижнів решітки та поясів з круглих труб**  
**Table 7.6 Design criteria for special types of welded joints between CHS brace members and CHS chords**

Тип вузла Type of joint	Критерій Design criteria
<p>Стрижні можуть бути розтягнуті або стиснуті, але зусилля повинні діяти в одному напрямку для обох стрижнів.</p> <p>The forces may be either tension or compression but should act in the same direction for both members.</p> 	$N_{1,Ed} \leq N_{1,Rd},$ <p>де <math>N_{1,Rd}</math> приймається таким, що дорівнює <math>N_{1,Rd}</math> для Х-подібного вузла за таблицею 7.2</p> <p>where <math>N_{1,Rd}</math> is the value of <math>N_{1,Rd}</math> for an X joint from Table 7.2.</p>
<p>Стрижень 1 завжди стиснений, а стрижень 2 – розтягнутий</p> <p>Member 1 is always in compression and member 2 is always in tension.</p> 	$N_{1,Ed} \sin \theta_1 + N_{3,Ed} \sin \theta_3 \leq N_{1,Ed} \sin \theta_1,$ $N_{2,Ed} \sin \theta_2 \leq N_{1,Rd} \sin \theta_1,$ <p>де <math>N_{2,Ed}</math> приймається таким, що дорівнює <math>N_{1,Ed}</math> для К-подібного вузла за таблицею 7.2,</p> <p>замінюючи відношення <math>\frac{d_1}{d_0}</math> відношенням</p> $\frac{d_1 + d_2 + d_3}{3d_0}$ <p>where <math>N_{1,Rd}</math> is the value of <math>N_{1,Rd}</math> for a K joint from Table 7.2 but with <math>\frac{d_1}{d_0}</math> replaced by:</p> $\frac{d_1 + d_2 + d_3}{3d_0}$
<p>Всі стрижні решітки мають бути завжди стиснені або розтягнуті</p> <p>All bracing members should always be in either compression or tension.</p>	$N_{1,Ed} \sin \theta_1 + N_{3,Ed} \sin \theta_2 \leq N_{x,Rd} \sin \theta_x,$ <p>де <math>N_{x,Rd}</math> приймається таким, що дорівнює <math>N_{x,Rd}</math> для Х-подібного вузла за таблицею 7.2,</p> <p>де <math>N_{x,Rd} \sin \theta_x</math> дорівнює найбільшому з двох <math> N_{1,Rd} \sin \theta_1 </math> або <math> N_{2,Rd} \sin \theta_2 </math></p> <p>where <math>N_{x,Rd}</math> is the value of <math>N_{x,Rd}</math> for an X joint from Table 7.2, where <math>N_{x,Rd} \sin \theta_x</math> is the larger of: <math> N_{1,Rd} \sin \theta_1 </math> and <math> N_{2,Rd} \sin \theta_2 </math></p>



	
<p>Стрижень 1 завжди стиснутий, а стрижень 2 завжди розтягнутий Member 1 is always in compression and member 2 is always in tension.</p> 	$N_{i,Ed} \leq N_{i,Rd}$ <p>де <math>N_{i,Rd}</math> приймається таким, що дорівнює <math>N_{i,Rd}</math> для К-подібного вузла за таблицею 7.2 за умови, що у вузлі із зазором переріз 1 – 1 поясу задовольняє умову</p> $\left[ \frac{N_{0,Ed}}{N_{pl,0,Rd}} \right]^2 + \left[ \frac{V_{0,Ed}}{V_{pl,0,Rd}} \right]^2 \leq 1,0$ <p>where <math>N_{i,Rd}</math> is the value of <math>N_{i,Rd}</math> for a K joint from Table 7.2, provided that, in a gap-type joint, at section 1-1 the chord satisfies:</p> $\left[ \frac{N_{0,Ed}}{N_{pl,0,Rd}} \right]^2 + \left[ \frac{V_{0,Ed}}{V_{pl,0,Rd}} \right]^2 \leq 1,0$

### 7.4.3 Просторові вузли

(1) У кожній площині просторового вузла повинні дотримуватися розрахункові критерії, наведені в 7.4.2, при занижених значеннях розрахункових несучих здатностей – визначених згідно з 7.4.3(2).

(2) Розрахункові значення несучої здатності кожної площини просторового вузла слід приймати такими, що дорівнюють здатностям відповідних плоских вузлів, обчислених згідно з 7.4.2, помноженим на знижувальний коефіцієнт  $\mu$  (див. таблицю 7.7), використовуючи відповідне зусилля в поясі для визначення коефіцієнта  $k_p$ .

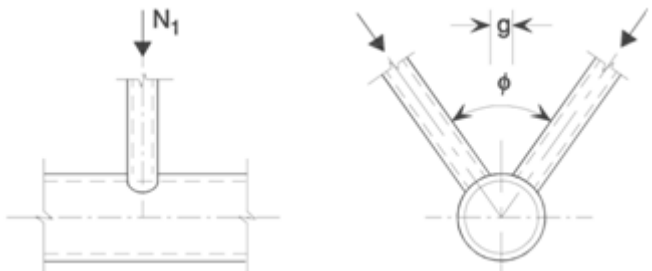
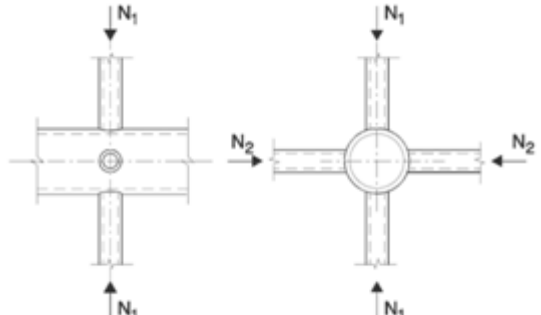
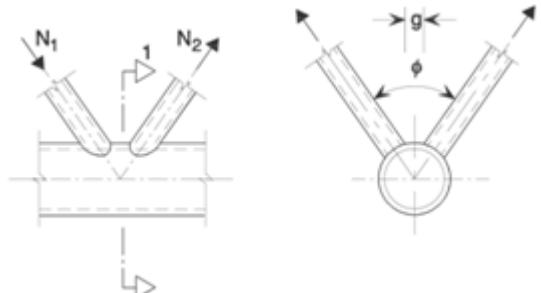
### 7.4.3 Multiplanar joints

(1) In each relevant plane of a multiplanar joint, the design criteria given in 7.4.2 should be satisfied using the reduced design resistances obtained from 7.4.3(2).

(2) The design resistances for each relevant plane of a multiplanar joint should be determined by applying the appropriate reduction factor  $\mu$  given in Table 7.7 to the resistance of the corresponding uniplanar joint calculated according to 7.4.2 by using the appropriate chord force for  $k_p$ .

Таблиця 7.7 Знижувальні коефіцієнти для просторових вузлів  
Table 7.7 Reduction factors for multiplanar joints

Тип вузла Type of joint	Знижувальний коефіцієнт $\mu$ Reduction factor $\mu$
ТТ-подібний вузол, TT joint	$60^\circ \leq \varphi \leq 90^\circ$

<p>Стрижень 1 може бути розтягнутий або стиснутий Member 1 may be either tension or compression.</p> 	$\mu = 1,0$
XX-подібний вузол XX joint	
<p>Стрижні 1 та 2 можуть бути розтягнуті або стиснені. Значення <math>N_{2,Ed} / N_{1,Ed}</math> – від'ємне, якщо один стрижень розтягнутий, а інший стиснутий.</p> <p>Members 1 and 2 can be either in compression or tension. <math>N_{2,Ed} / N_{1,Ed}</math> is negative if one member is in tension and one in compression.</p> 	$\mu = 1 + 0,33N_{2,Ed} / N_{1,Ed},$ <p>З урахуванням знака <math>N_{1,Ed}</math> та <math>N_{2,Ed}</math>, де  <math> N_{2,Ed}  &lt;  N_{1,Ed} </math>        taking account of the sign of <math>N_{1,Ed}</math> and <math>N_{2,Ed}</math> where  <math> N_{2,Ed}  &lt;  N_{1,Ed} </math></p>
КК-подібний вузол, KK joint	
<p>Стрижень 1 завжди стиснутий, а стрижень 2 завжди розтягнутий Member 1 is always in compression and member 2 is always in tension.</p> 	$\mu = 0,9$ <p>За умови, що у вузлі з зазором переріз 1 – 1 поясу задовольняє умову</p> $\left[ \frac{N_{0,Ed}}{N_{pl,0,Rd}} \right]^2 + \left[ \frac{V_{0,Ed}}{V_{pl,0,Rd}} \right]^2 \leq 1,0$ <p>provided that, in a gap-type joint, at section 1-1 the chord satisfies:</p> $\left[ \frac{N_{0,Ed}}{N_{pl,0,Rd}} \right]^2 + \left[ \frac{V_{0,Ed}}{V_{pl,0,Rd}} \right]^2 \leq 1,0$

## 7.5 ЗВАРНІ ВУЗЛИ СПОЛУЧЕННЯ СТРИЖНІВ РЕШІТКИ З КРУГЛИХ АБО ПРЯМОКУТНИХ ТРУБ ТА ЕЛЕМЕНТІВ ПОЯСУ З ПРЯМОКУТНИХ ТРУБ

### 7.5.1 Загальні положення

## 7.5 WELDED JOINTS BETWEEN CHS OR RHS BRACE MEMBERS AND RHS CHORD MEMBERS

### 7.5.1 General

(1) Розрахункові значення несучої здатності зварних вузлів сполучення стрижнів решітки з замкнутих профілів та елементів поясу з прямокутних або квадратних труб можуть бути визначені згідно з 7.5.2 та 7.5.3 за умови, що геометричні параметри вузлів відповідають області застосування, вказаній у таблиці 7.8.

(2) Для вузлів, що відповідають області застосування, вказаній у таблиці 7.8, необхідно враховувати лише ті розрахункові критерії, що наведені у відповідній таблиці. Розрахункове значення несучої здатності вузла слід приймати таким, що дорівнює найменшому зі значень для всіх критеріїв, що розглядаються.

(3) Для вузлів, що не відповідають області застосування, вказаній у таблиці 7.8, слід враховувати всі види критеріїв, що наведені в 7.2.2. Окрім того, слід враховувати другорядні моменти у вузлах, спричинені поворотною жорсткістю вузлів.

(1) Provided that the geometry of the joints is within the range of validity given in Table 7.8, the design resistances of welded joints between hollow section brace members and rectangular or square hollow section chord members may be determined using 7.5.2 and 7.5.3.

(2) For joints within the range of validity given in Table 7.8, only the design criteria covered in the appropriate table need be considered. The design resistance of a connection should be taken as the minimum value for all applicable criteria.

(3) For joints outside the range of validity given in Table 7.8, all the criteria given in 7.2.2 should be considered. In addition, the secondary moments in the joints caused by their rotational stiffness should be taken into account.

**Таблиця 7.8** Область застосування зварних вузлів сполучення стрижнів решітки з круглих або прямокутних труб та елементів поясу з прямокутних труб  
**Table 7.8** Range of validity for welded joints between CHS or RHS brace members and RHS chord members

Тип вузла Type of joint	Параметри вузла [ $i=1$ або $2, j=$ стрижень решітки, що перекривається] Joint parameters [ $i = 1$ or $2, j =$ overlapped brace ]					
	$b_i / b_0$ або $d_i / b_0$	$b_i / t_i$ та $h_i / t_i$ або $d_i / t_i$		$h_0 / b_0$ або $h_i / b_i$	$b_0 / t_0$ або $h_0 / t_0$	Із зазором або напуском $b_i / b_j$ Gap or overlap $b_i / b_j$
		Стиск Compression	Розтяг Tension			
Т, У або Х Т, У or X	$b_i / b_0 \geq 0,25$	$b_i / t_i \leq 35$ та (and) $h_i / t_i \leq 35$	$b_i / t_i \leq 35$ та (and) $h_i / t_i \leq 35$	$\geq 0,5$ але (but) $\leq 2,0$	$\leq 35$ та переріз класу 2 and Class 2	—
К із зазором К gap N із зазором N gap	$b_i / b_0 \geq 0,35$ та $\geq 0,1 + 0,01b_0 / t_0$	Переріз класу 2			$\leq 35$ та переріз класу 2 and Class 2	$g / b_0 \geq 0,5 \cdot (1 - \beta)$ але (but) $\leq 1,5 \cdot (1 - \beta)$ <sup>1)</sup> та як мінімум, (and as a minimum) $g \geq t_1 + t_2$
К із напуском N із напуском	$b_i / b_0 \geq 0,25$					Переріз класу 1 Class 1

Стрижень решітки круглого перерізу Circular brace member	$d_i / b_0 \geq 0,4$ , але (but) $\leq 0,8$	Переріз класу 1 Class 1	$d_1 / t_1 \leq 50$	Як вказано вище, але $d_i$ замінюється на $b_i$ а $d_j$ замінюється на $b_j$ As above but with $d_i$ replacing $b_i$ and $d_j$ replacing $b_j$ .
<sup>1)</sup> Якщо $g / b_0 > 1,5 \cdot (1 - \beta)$ та $g / b_0 > t_1 + t_2$ , вузол розглядається як два окремих Т- або Y-подібних вузли <sup>1)</sup> If $g / b_0 > 1,5 \cdot (1 - \beta)$ and $g / b_0 > t_1 + t_2$ treat the joint as two separate T or Y joints. <sup>2)</sup> Величина напуску може бути збільшена, щоб забезпечити приварювання торця стрижня решітки до поясу <sup>2)</sup> The overlap may be increased to enable the toe of the overlapped brace to be welded to the chord.				

## 7.5.2 Плоскі вузли

### 7.5.2.1 Непідсилені вузли

(1) У з'єднаннях стрижнів решітки, що піддаються дії лише осьових сил, розрахункове значення внутрішньої осьової сили  $N_{i,Ed}$  не повинно перевищувати розрахункової несучої здатності зварного вузла  $N_{i,Rd}$ , яка визначається згідно 7.5.2.1(2) або 7.5.2.1(4).

(2) Розрахункова несуча здатність за поздовжньою силою зварних вузлів сполучення стрижнів решітки з квадратних або круглих труб та елементів поясу з квадратних труб може бути визначена за формулами таблиці 7.10 за умови, що геометричні параметри вузлів відповідають області застосування, вказаній у таблиці 7.8, та задовольняються додаткові умови, наведені у таблиці 7.9.

(3) Для вузлів, що відповідають області застосування, наведеній у таблиці 7.9, слід розглядати тільки місцевий вигин (продавлювання лицьової поверхні поясу) і втрату місцевої стійкості стрижня решітки зі зменшенням ефективною ширини. Розрахункову несучу здатність вузла за поздовжньою силою слід приймати такою, що дорівнює найменшому зі значень, що відповідають цим двом критеріям.

ПРИМІТКА. Розрахункову несучу здатність за поздовжньою силою вузлів сполучення стрижнів решітки з замкнутих профілів та поясів із квадратних труб було спрощено, нехтуючи критеріями розрахунку, які не можуть бути критичними в області застосування, вказаній у таблиці 7.9.

(4) Значення розрахункової несучої здатності за поздовжньою силою будь-якого невідсиленого зварного вузла

## 7.5.2 Uniplanar joints

### 7.5.2.1 Unreinforced joints

(1) In brace member connections subject only to axial forces, the design internal axial force  $N_{i,Ed}$  should not exceed the design axial resistance of the welded joint  $N_{i,Rd}$ , determined from 7.5.2.1(2) or 7.5.2.1(4) as appropriate.

(2) For welded joints between square or circular hollow section brace members and square hollow section chord members only, where the geometry of the joints is within the range of validity given in Table 7.8 and also satisfies the additional conditions given in Table 7.9, the design axial resistances may be determined from the expressions given in Table 7.10.

(3) For joints within the range of validity of Table 7.9, the only design criteria that need be considered are chord face failure and brace failure with reduced effective width. The design axial resistance should be taken as the minimum value for these two criteria.

NOTE: The design axial resistances for joints of hollow section brace members to square hollow section chords given in Table 7.10 have been simplified by omitting design criteria that are never critical within the range of validity of Table 7.9.

(4) The design axial resistances of any unreinforced welded joint between CHS or RHS brace members and RHS chords, within

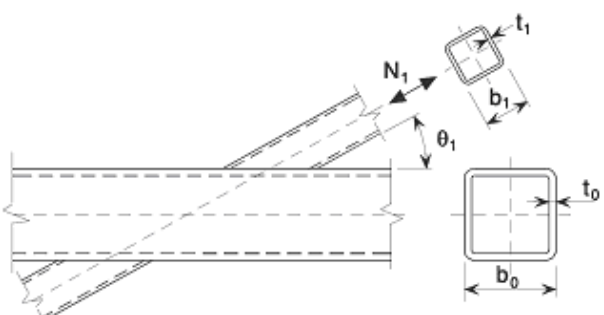
сполучення стрижнів решітки з прямокутних або круглих труб та поясів із прямокутних труб можуть бути визначені за формулами таблиць 7.10, 7.11, 7.12 або 7.13 за умови, що геометричні параметри вузла відповідають області застосування, вказаній у таблиці 7.8. Підсилені вузли розглянуті в 7.5.2.2

the range of validity of Table 7.8, may be determined using the expressions given in Table 7.10, Table 7.11, Table 7.12 or Table 7.13 as appropriate. For reinforced joints see 7.5.2.2.

**Таблиця 7.9** Додаткові умови для використання таблиці 7.10  
**Table 7.9** Additional conditions for the use of Table 7.10

Тип стрижня решітки Type of brace	Тип вузла Type of joint	Параметри вузла Joint parameters	
Квадратна труба Square hollow section	T, Y або X T, Y or X	$b_i / b_0 \geq 0,85$	$b_0 / t_0 \geq 10$
	К або N із зазором Circular hollow section	$0,6 \leq \frac{b_1 + b_2}{2b_1} \leq 1,3$	$b_0 / t_0 \geq 15$
Кругла труба Circular hollow section	T, Y або X T, Y or X		$b_0 / t_0 \geq 10$
	К або N із зазором K gap or N gap	$0,6 \leq \frac{d_1 + d_2}{2d_1} \leq 1,3$	$b_0 / t_0 \geq 15$

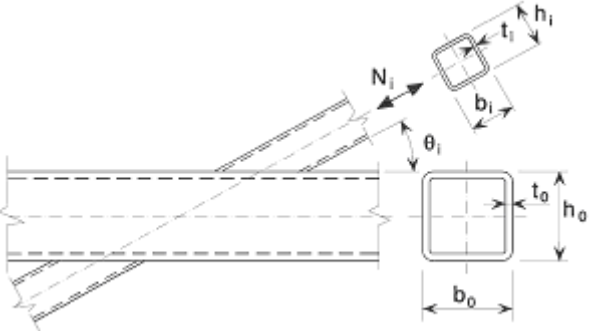
**Таблиця 7.10** Розрахункова несуча здатність за поздовжньою силою зварних вузлів сполучення стрижнів із квадратних або круглих труб  
**Table 7.10** Design axial resistances of welded joints between square or circular hollow section

Тип вузла Type of joint	Розрахункова несуча здатність, вид відмови [i = 1 або 2, j = стрижень решітки, що перекривається] Design resistance [i = 1 or 2, j = overlapped brace]
T, Y та X T, Y and X joints	Відмова лицьової поверхні поясу Chord face failure $\beta \leq 0,85$
	$N_{1,Rd} = \frac{k_n f_{y0} f_0^2}{1 - \beta \cdot \sin \theta_1} \cdot \left( \frac{2\beta}{\sin \theta_1} + 4 \cdot \sqrt{1 - \beta} \right) / \gamma_{M5}$
К та N із зазором K and N gap joints	Відмова лицьової поверхні поясу Chord face failure $\beta \leq 1,0$

	$N_{i,Rd} = \frac{8,9\gamma^{0,5}k_n f_{y0} t_0^2}{\sin \theta_i} \left( \frac{b_1 + b_2}{2b_0} \right) / \gamma_{M5}$
<p>К та N з напуском *) K and N overlap joints *)</p>	<p>Втрата несучої здатності стрижня решітки Brace failure <math>25\% \leq \lambda_{ov} \leq 50\%</math></p>
<p>Стрижні <i>i</i> та <i>j</i> можуть бути стиснуті або розтягнуті, але один із них має бути розтягнутим, а другий стиснутим Member <i>i</i> or member <i>j</i> may be either tension or compression but one shall be tension and the other compression.</p>	<p><math>N_{i,Rd} = f_{yi} t_i \left( b_{eff} + b_{e,ov} + \frac{\lambda_{ov}}{50} \cdot 2h_i - 4t_i \right) / \gamma_{M5}</math></p> <p>Втрата несучої здатності стрижня решітки Brace failure <math>50\% \leq \lambda \leq 80\%</math></p> <p><math>N_{i,Rd} = f_{yi} t_i \cdot (b_{eff} + b_{e,ov} + 2h_i - 4t_i) / \gamma_{M5}</math></p> <p>Втрата несучої здатності стрижня решітки Brace failure <math>\lambda \geq 80\%</math></p> <p><math>N_{i,Rd} = f_{yi} t_i \cdot (b_{eff} + b_{e,ov} + 2h_i - 4t_i) / \gamma_{M5}</math></p>
<p>Параметри <math>b_{eff}</math>, <math>b_{e,ov}</math> та <math>k_n</math> Parameters <math>b_{eff}</math>, <math>b_{e,ov}</math> and <math>k_n</math></p>	
$b_{eff} = \frac{10}{b_0/t_0} \cdot \frac{f_{y0} t_0}{f_{yi} t_i} \cdot b_i, \text{ але (but) } b_{eff} \leq b_i$	<p>При <math>n \geq 0</math> (стиск) For <math>n \geq 0</math> (compression):</p>
$b_{eff} = \frac{10}{b_j/t_j} \cdot \frac{f_{y0} t_j}{f_{yi} t_i} \cdot b_i, \text{ але (but) } b_{e,ov} \leq b_i$	$k_n = 1,3 - \frac{0,4n}{\beta}, \text{ але (but) } k_n \leq 1,0$ <p>При <math>n \leq 0</math> (розтяг) For <math>n \leq 0</math> (tension)</p> $k_n = 1,0$
<p>Для стрижнів решітки з круглих труб значення несучої здатності, вказані вище, помножують на <math>\pi/4</math>, <math>b_1</math> та <math>h_1</math> замінюють на <math>d_1</math>, а <math>b_2</math> та <math>h_2</math> замінюють на <math>d_2</math>. For circular braces, multiply the above resistances by <math>\pi/4</math>, replace <math>b_1</math> and <math>h_1</math> by <math>d_1</math> and replace <math>b_2</math> and <math>h_2</math> by <math>d_2</math>.</p>	
<p>*) Слід перевіряти тільки перекриваючий стрижень решітки <i>i</i>. Ефективність стрижня решітки <i>j</i>, що перекривається (тобто розрахункова несуча здатність вузла, поділена на розрахункову несучу здатність стрижня решітки в пластичній стадії) має відповідати ефективності перекриваючого стрижня решітки <i>i</i>. *) Only the overlapping brace member <i>i</i> need be checked. The brace member efficiency (i.e. the design resistance of the joint divided by the design plastic resistance of the brace member) of the overlapped brace member <i>j</i> should be taken as equal to that of the overlapping brace member.</p>	

**Таблиця 7.11 Розрахункова несуча здатність за осьюою силою зварних Т-, Х- та Y-подібних вузлів сполучень стрижнів решітки з прямокутних або круглих труб та поясів із прямокутних труб**

**Table 7.11 Design axial resistances of welded T, X and Y joints between RHS or CHS braces and RHS chords**

Тип вузла Type of joint	Розрахункова несуча здатність, вид відмови [i = 1] Design resistance [i = 1]
	<p>Місцевий згин лицьової поверхні поясу Chord face failure <math>\beta \leq 0,85</math></p>
	$N_{i,Rd} = \frac{k_n f_{y0} t_0^2}{1 - \beta \cdot \sin \theta_1} \cdot \left( \frac{2\eta}{\sin \theta_1} + 4 \cdot \sqrt{1 - \beta} \right) / \gamma_{M5}$
	<p>Деформація стінки поясу<sup>1)</sup> Chord side wall buckling<sup>1)</sup> <math>\beta = 1,0</math><sup>2)</sup></p>
	$N_{i,Rd} = \frac{f_b t_0}{\sin \theta_1} \cdot \left( \frac{2h_1}{\sin \theta_1} + 10t_0 \right) / \gamma_{M5}$
	<p>Втрата несучої здатності стрижня решітки Brace failure <math>\beta \geq 0,85</math></p>
	$N_{i,Rd} = f_{yi} t_i \cdot 2h_i - 4t_i + 2b_{eff} / \gamma_{M5}$
	<p>Виривання лицьової поверхні поясу Punching shear <math>0,85 \leq \beta \leq 1 - 1/\gamma</math></p>
	$N_{i,Rd} = \frac{f_{y0} t_0}{\sqrt{3} \sin \theta_1} \cdot \left( \frac{2h_i}{\sin \theta_1} + 2b_{e,p} \right) / \gamma_{M5}$
<p><sup>1)</sup> Для Х-подібних вузлів при <math>\theta &lt; 90^\circ</math> використовується найменше з цих значень. Значення розрахункової несучої здатності на зсув (зріз) бічної поверхні поясу приймається за таблицею 7.12 як для К- та N-подібних вузлів з зазором. <sup>1)</sup> For X joints with <math>\theta &lt; 90^\circ</math> use the smaller of this value and the design shear resistance of the chord side walls given for K and N gap joints in Table 7.12. <sup>2)</sup> При <math>0,85 &lt; \beta &lt; 1,0</math> використовується лінійна інтерполяція між значеннями розрахункової несучої здатності, що відповідає місцевому згину лицьової поверхні поясу при <math>\beta = 0,85</math> та значенням несучої здатності, яка зумовила деформацію бічної поверхні поясу при <math>\beta = 1,0</math> (втрата стійкості бічної стінки поясу або зсуву стінки поясу). <sup>2)</sup> For <math>0,85 &lt; \beta &lt; 1,0</math> use linear interpolation between the value for chord face failure at <math>\beta = 0,85</math> and the governing</p>	

value for chord side wall failure at $\beta = 1,0$ (side wall buckling or chord shear).	
Для стрижнів решітки з круглих труб значення несучої здатності, вказані вище, помножують на $\pi/4$ , $b_1$ та $h_1$ замінюють на $d_1$ , а $b_2$ та $h_2$ замінюють на $d_2$ . For circular braces, multiply the above resistances by $\pi/4$ , replace $b_1$ and $h_1$ by $d_1$ and replace $b_2$ and $h_2$ by $d_2$ .	
При розтягу (For tension) $f_b = f_{y0}$ При стиску (For compression): $f_b = \chi f_{y0}$ (Т- та Y-подібні вузли / T and Y joints); $f_b = 0,8\chi f_{y0} \sin \theta_1$ (X-подібні вузли / X joints); де $\chi$ – знижувальний коефіцієнт для плоскої форми втрати стійкості, отриманий за EN 1993-1-1 із використанням відповідної кривої втрати стійкості та значення умовної гнучкості $\bar{\lambda}$ , що визначається за формулою: where $\chi$ the reduction factor for flexural buckling obtained from EN 1993-1-1 using the relevant buckling curve and a normalized slenderness $\bar{\lambda}$ determined from:	$b_{eff} = \frac{10}{b_0/t_0} \cdot \frac{f_{y0}t_0}{f_y t_i} \cdot b_i, \text{ але (but) } b_{eff} \leq b_i$
	$b_{e,p} = \frac{10}{b_0 t_0} \cdot b_i, \text{ але (but) } b_{e,p} \leq b_i$
	При $n > 0$ (стиск) For $n > 0$ (compression): $k_n = 1,3 - \frac{0,4n}{\beta}, \text{ але (but) } k_n \leq 1,0$ При $n < 0$ (розтяг): For $n < 0$ (tension): $k_n = 1,0$
$\bar{\lambda} = 3,46 \cdot \frac{\left(\frac{h_0}{t_0} - 2\right) \sqrt{\frac{1}{\sin \theta_i}}}{\sqrt{\frac{E}{f_{y0}}}}$	

(5) Вузли сполучення стрижнів решітки, що піддається спільній дії осьової сили та згинального моменту, повинні задовольняти наступну умову:

$$\frac{N_{i,Ed}}{N_{i,Rd}} + \frac{M_{ip,i,Ed}}{M_{ip,i,Rd}} + \frac{M_{op,i,Ed}}{M_{op,i,Rd}} \leq 1,0, \quad (7.4)$$

де  $M_{ip,i,Rd}$  – розрахункова несуча здатність на згин у площині вузла;

$M_{ip,i,Ed}$  – розрахунковий внутрішній згинальний момент у площині вузла;

$M_{op,i,Rd}$  – розрахункова несуча здатність на згин із площини вузла;

$M_{op,i,Ed}$  – розрахунковий внутрішній згинальний момент із площини вузла.

(6) Як розрахункове значення внутрішнього моменту  $M_{i,Ed}$  може бути прийняте значення моменту в точці перетину осі стрижня решітки з лицьовою поверхнею поясу.

(7) Розрахункові значення несучої здатності непідсиленних вузлів на згин у площині та з площини вузла  $M_{i,Rd}$  слід визначати за таблицею 7.13 або 7.14. Підсилені вузли див. у 7.5.2.2.

(5) Brace member connections subjected to combined bending and axial force should satisfy the following requirement:

where:  $M_{ip,i,Rd}$  is the design in-plane moment resistance

$M_{ip,i,Ed}$  is the design in-plane internal moment

$M_{op,i,Rd}$  is the design out-of-plane moment resistance

$M_{op,i,Ed}$  is the design out-of-plane internal moment

(6) The design internal moment  $M_{i,Ed}$  may be taken as the value at the point where the centreline of the brace member meets the face of the chord member.

(7) For unreinforced joints, the design in-plane moment resistance and design out-of-plane moment resistance  $M_{i,Rd}$  should be obtained from Table 7.13 or Table 7.14 as appropriate. For reinforced joints see 7.5.2.2.

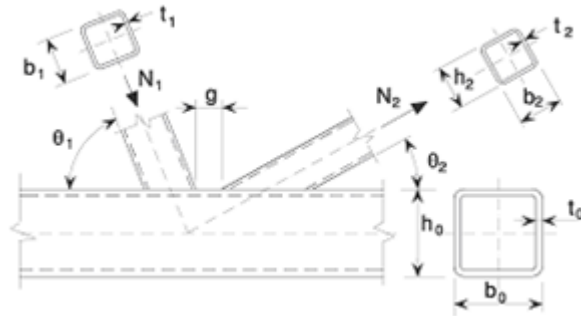


(8) Зварні вузли сполучення особливого типу, наведені в таблицях 7.15 та 7.16, повинні задовольняти відповідні розрахункові критерії, встановлені в таблиці для кожного типу.

(8) The special types of welded joints indicated in Table 7.15 and Table 7.16 should satisfy the appropriate design criteria specified for each type in that table.

Таблиця 7.12 Розрахункова несуча здатність за поздовжньою силою зварних К- та N-подібних вузлів а сполучення стрижнів решітки з прямокутних або круглих труб та поясів із прямокутних труб

Table 7.12 Design axial resistances of welded K and N joints between RHS or CHS braces and RHS chords

Тип вузла Type of joint	Розрахункова несуча здатність, вид відмови [i=1 або 2] Design resistance [i= 1 or 2]
К та N із зазором K and N gap joints	Відмова лицьової поверхні поясу Chord face failure
	$N_{i,Rd} = \frac{8,9k_n f_{y0} t_0^2 \sqrt{\gamma}}{\sin \theta_1} \cdot \left( \frac{b_1 + b_2 + h_1 + h_2}{4b_0} \right) / \gamma_{M5}$
	Зріз перерізу поясу Chord shear
	$N_{i,Rd} = \frac{f_{y0} A_v}{\sqrt{3} \sin \theta_1} / \gamma_{M5}$
	$N_{0,Rd} = \left[ A_0 - A_v \cdot f_{y0} + A_v f_{y0} \cdot \sqrt{1 - V_{Ed} / V_{pl,Rd}^2} \right] / \gamma_{M5}$
	Втрата несучої здатності стрижня решітки Brace failure
	$N_{i,Rd} = f_{yi} t_i \cdot 2h_i - 4t_i + 2b_{eff} / \gamma_{M5}$
Виривання лицьової поверхні поясу Punching shear	$0,85 \leq \beta \leq 1 - 1/\gamma$
	$N_{i,Rd} = \frac{f_{y0} A_v}{\sqrt{3} \sin \theta_1} \cdot \left( \frac{2h_i}{\sin \theta_1} + b_i + b_{e,p} \right) / \gamma_{M5}$
К та N із напуском K and N overlap joints	За таблицею 7.10 As in Table 7.10
Для стрижнів решітки з круглих труб значення несучої здатності, вказані вище, помножують на $\pi/4$ , $b_1$ та $h_1$ замінюють на $d_1$ , а $b_2$ та $h_2$ замінюють на $d_2$ . For circular braces, multiply the above resistances by $\pi/4$ , replace $b_1$ and $h_1$ by $d_1$ and replace $b_2$ and $h_2$ by $d_2$ .	
$A_v = 2h_0 + ab_0 \cdot t_0$ <p>Для стрижнів решітки з квадратних або прямокутних труб For a square or rectangular brace member:</p> $a = \sqrt{1 + \frac{4g^2}{3t_0^2}}$ <p>де <math>g</math> – зазор, див. рисунок 1.3 (а) where <math>g</math> is the gap, see Figure 1.3 (a).</p> <p>Для стрижнів решітки з круглих труб: For a circular brace member:</p> $a = 0$	$b_{eff} = \frac{10}{b_0/t_0} \cdot \frac{f_{y0} t_0}{f_{yi} t_i} \cdot b_i, \text{ але (but) } b_{eff} \leq b_i$
	$b_{e,p} = \frac{10}{b_0 t_0} \cdot b_i, \text{ але (but) } b_{e,p} \leq b_i$
	<p>При <math>n &gt; 0</math> (стиск) For <math>n &gt; 0</math> (compression):</p> $k_n = 1,3 - \frac{0,4n}{\beta}, \text{ але (but) } k_n \leq 1,0$ <p>При <math>n &lt; 0</math> (розтяг) For <math>n &lt; 0</math> (tension):</p> $k_n = 1,0$

(1) Можуть застосовуватися різні типи підсилення вузлів. Тип підсилення залежить від виду відмови, що зумовлює несучу здатність вузла за відсутності підсилення.

(2) Поясні накладки у вузлі можуть застосовуватися для підвищення несучої здатності на місцевий згин лицьової поверхні поясу, несучої здатності на виривання лицьової поверхні поясу або несучої здатності стрижня решітки зі зменшеною ефективною шириною.

(3) Двосторонні бічні накладки у вузлі можуть застосовуватися для підвищення несучої здатності за деформацією бічної поверхні поясу або несучої здатності перерізу поясу на зріз.

(4) Щоб уникнути часткового напуску стрижнів решітки в К- та N-подібних вузлах, ці стрижні можуть бути привареними до вертикального ребра жорсткості.

(5) Можна також використовувати будь-які поєднання цих типів підсилення вузлів.

(6) Марка сталі елементів підсилення повинна бути не нижчою ніж марка сталі поясу.

(7) Розрахункову несучу здатність підсилених вузлів слід визначати за таблицями 7.17 та 7.18.

(1) Various types of joint reinforcement may be used. The appropriate type depends upon the failure mode that, in the absence of reinforcement, governs the design resistance of the joint.

(2) Flange reinforcing plates may be used to increase the resistance of the joint to chord face failure, punching shear failure or brace failure with reduced effective width.

(3) A pair of side plates may be used to reinforce a joint against chord side wall failure or chord shear failure.

(4) In order to avoid partial overlapping of brace members in a K or N joint, the brace members may be welded to a vertical stiffener.

(5) Any combinations of these types of joint reinforcement may also be used.

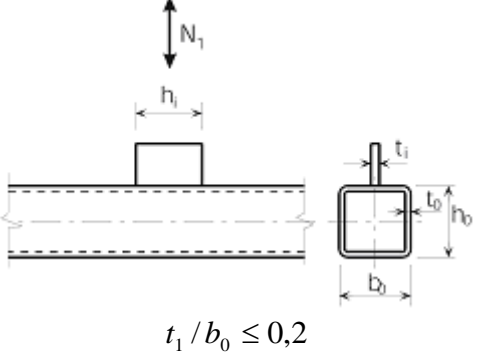
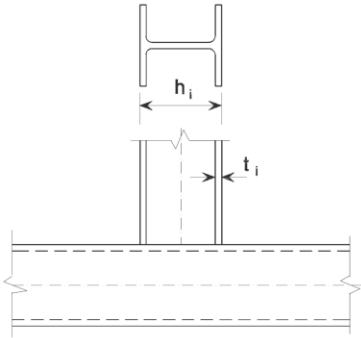
(6) The grade of steel used for the reinforcement should not be lower than that of the chord member.

(7) The design resistances of reinforced joints should be determined using Table 7.17 and Table 7.18.

Таблиця 7.13 Розрахункова несуча здатність зварних вузлів сполучення фасонки або стрижня з двотавра та стрижнів із прямокутних труб

Table 7.13 Design resistances of welded joints connecting gusset plates or I or H sections to RHS members

<p>Поперечна фасонка Transverse plate</p>	<p>Втрата несучої здатності стрижня решітки [i = 1] Brace failure [i = 1]</p>
	$N_{1,Rd} = f_{y1} t_1 b_{eff} / \gamma_{M5}^*)$
	<p>Продавлювання бічної поверхні прямокутної труби при Chord side wall crushing when: <math>b_1 \geq b_0 - 2t_0</math></p>
	$N_{1,Rd} = f_{y0} t_0 \cdot 2t_1 + 10t_0 / \gamma_{M5}$
	<p>Виривання лицьової поверхні прямокутної труби при</p>

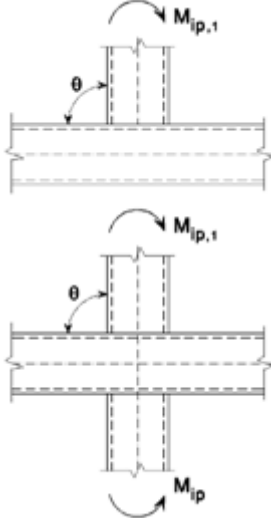
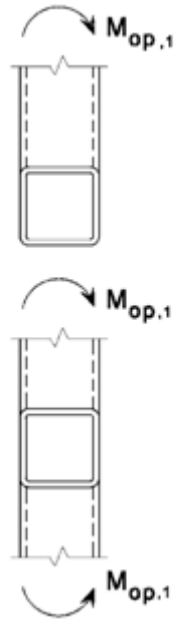
	Punching shear when: $b_1 \leq b_0 - 2t_0$ $N_{1,Rd} = \frac{f_{y0}t_0}{\sqrt{3}}(2t_1 + 2b_{e,p})/\gamma_{M5}$
Поздовжня фасонка Longitudinal plate	Відмова лицьової поверхні поясу Chord face failure
 <p style="text-align: center;"><math>t_1/b_0 \leq 0,2</math></p>	$N_{1,Rd} = \frac{k_m f_{y0} t_0^2}{1 - t_1/b_0} \cdot \left( h_1/b_0 + 4 \cdot \sqrt{1 - t_1/b_0} \right) / \gamma_{M5}$
Двотавр I or H section	
	<p>Якщо <math>\eta &lt; 2 \cdot \sqrt{1 - \beta}</math> значення <math>N_{1,Rd}</math> для двотавра в разі примикання до поясу з деяким запасом можна прийняти таким, що дорівнює розрахунковій несучій здатності двох поперечних фасонки, однакових за розмірами полиці двотавра, які визначаються як вказано вище. Якщо <math>\eta &lt; 2 \cdot \sqrt{1 - \beta}</math>, слід застосовувати лінійну інтерполяцію між розрахунковою несучою здатністю вузла з однією та двома фасонками:</p> $M_{ip,1,Rd} = N_{1,Rd} \cdot (h_1 - t_1)$ <p>As a conservative approximation, if <math>\eta &lt; 2 \cdot \sqrt{1 - \beta}</math>, <math>N_{1,Rd}</math> for an I or H section may be assumed to be equal to the design resistance of two transverse plates of similar dimensions to the flanges of the I or H section, determined as specified above.</p> <p>If <math>\eta &lt; 2 \cdot \sqrt{1 - \beta}</math>, a linear interpolation between one and two plates should be made.</p>
Область застосування Range of validity	
На додаток до обмежень, наведених у таблиці 7.8: In addition to the limits given in Table 7.8: $0,5 \leq \beta \leq 1,0$ $b_0/t_0 \leq 30$	
Параметри $b_{eff}$ , $b_{e,p}$ та $k_m$ Parameters $b_{eff}$ , $b_{e,p}$ and $k_m$	
$b_{eff} = \frac{10}{b_0/t_0} \cdot \frac{f_{y0}t_0}{f_{y1}t_1} \cdot b_1, \text{ але (but) } b_{eff} \leq b_i$	При $n > 0$ (стиск) For $n > 0$ (compression): $k_m = 1,3 \cdot (1 - \eta), \text{ але (but) } k_m \leq 1,0$
$b_{e,p} = \frac{10}{b_0/t_0} \cdot b_1, \text{ але (but) } b_{e,p} \leq b_i$	При $n \leq 0$ (розтяг): For $n < 0$ (tension): $k_m = 1,0$

\*) Куткові зварні шви слід проектувати у відповідності з 4.10.

\*) Fillet welded connections should be designed in accordance with 4.10.

**Таблиця 7.14 Розрахункова несуча здатність на згин зварних вузлів сполучення стрижнів решітки з прямокутних труб та поясами з прямокутних труб**

**Table 7.14 Design resistance moments of welded joints between RHS brace members and RHS chords**

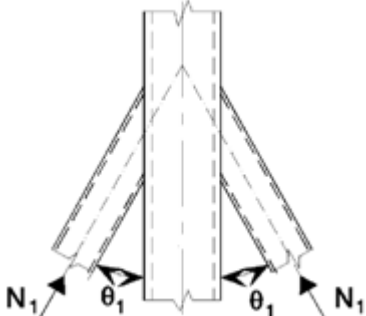
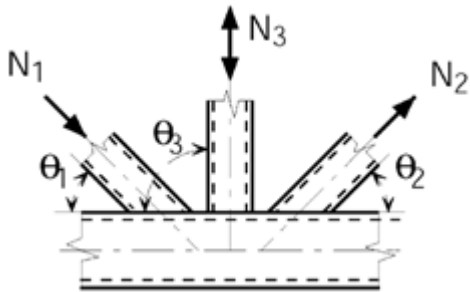
Т- та Х-подібні вузли T and X joints	Розрахункова несуча здатність, вид відмови Design resistance
Моменти, що діють в площині In-plane moments $\theta = 90^\circ$	Місцевий згин верхньої або нижньої стінки поясу Chord face failure $\beta \leq 0,85$
	$M_{ip,1,Rd} = k_n f_{y0} t_0^2 h_1 \cdot \left( \frac{1}{2\eta} + \frac{2}{\sqrt{1-\beta}} + \frac{\eta}{1-\beta} \right) / \gamma_{M5}$
	Продавлювання бічної стінки поясу Chord side wall crushing $0,85 \leq \beta \leq 1,0$
	$M_{ip,1,Rd} = 0,5 f_{yk} t_0 \cdot h_1 + 5 t_0 / \gamma_{M5}$ $f_{yk} = f_{y0} \text{ - для Т-подібних вузлів (for T joints);}$ $f_{yk} = 0,8 f_{y0} \text{ - для Х-подібних вузлів (for X joints);}$
	Втрата несучої здатності стрижня решітки Brace failure $0,85 \leq \beta \leq 1,0$
Моменти, що діють із площини Out-of-plane moments $\theta = 90^\circ$	Місцевий згин верхньої або нижньої стінки поясу Chord face failure $\beta \leq 0,85$
	$M_{ip,1,Rd} = k_n f_{y0} t_0^2 \cdot \left( \frac{h_1 \cdot 1 + \beta}{2 \cdot 1 - \beta} + \sqrt{\frac{2 b_0 b_1 \cdot 1 + \beta}{1 - \beta}} \right) / \gamma_{M5}$
	Роздавлювання бічної стінки поясу Chord side wall crushing $0,85 \leq \beta \leq 1,0$
	$M_{ip,1,Rd} = f_{yk} t_0 \cdot b_0 - t_0 \cdot h_1 + 5 t_0 / \gamma_{M5}$ $f_{yk} = f_{y0} \text{ - для Т-подібних вузлів (for T joints);}$ $f_{yk} = 0,8 f_{y0} \text{ - для Х-подібних вузлів (for X joints);}$
	Викривлення поясу (тільки для Т-подібних вузлів) Chord distortional failure (T joints only) *)
	$M_{op,1,Rd} = 2 f_{y0} t_0 \cdot h_1 t_0 + \sqrt{b_0 h_0 t_0 \cdot b_0 + h_0} / \gamma_{M5}$
	Втрата несучої здатності стрижня решітки Brace failure $0,85 \leq \beta \leq 1,0$
$b_{eff} = \frac{10}{b_0 / t_0} \cdot \frac{f_{y0} t_0}{f_{y1} t_1} \cdot b_1,$ <p>але (but) <math>b_{eff} \leq b_i</math></p>	<p>Параметри <math>b_{eff}</math> <math>k_n</math> Parameters <math>b_{eff}</math> and <math>k_n</math></p> <p>При <math>n &gt; 0</math> (стиск) For <math>n &gt; 0</math> (compression): <math display="block">k_m = 1,3 \cdot 1 - \eta, \text{ але } k_m \leq 1,0</math></p> <p>При <math>n &lt; 0</math> (розтяг) For <math>n &lt; 0</math> (tension):</p>

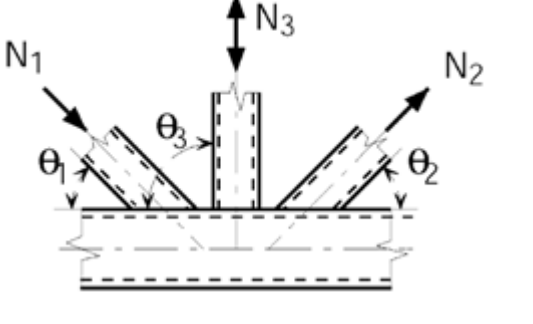
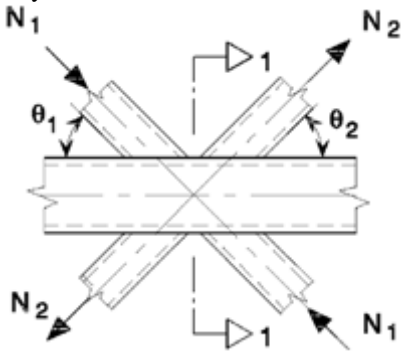
$$k_m = 1,0$$

\*) Цей критерій не застосовують, якщо руйнування поясу від викривлення унеможлиблюється іншими засобами

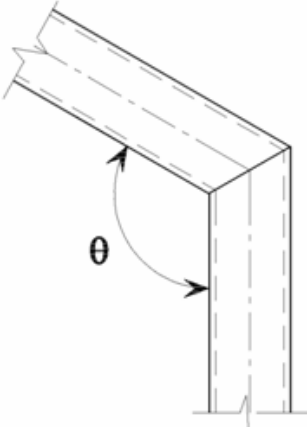
\*) This criterion does not apply where chord distortional failure is prevented by other means.

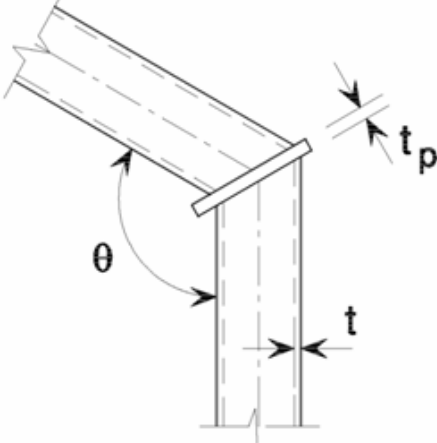
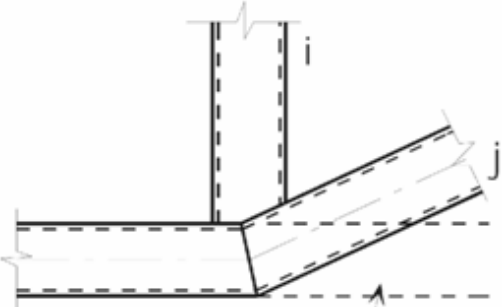
**Таблиця 7.15 Розрахункові критерії для особливих типів зварних вузлів сполучень стрижнів решітки з прямокутних труб та поясів із прямокутних труб**  
**Table 7.15 Design criteria for special types of welded joints between RHS brace members and RHS chords**

Тип вузла Type of joint	Критерій Design criteria
<p>Стрижні можуть бути розтягнутими або стиснутими, але зусилля в обох стрижнях повинні діяти в одному напрямі. The members may be in either tension or compression and should act as in the same direction for both members.</p> 	$N_{i,Ed} \leq N_{1,Rd},$ <p>де значення <math>N_{1,Rd}</math> приймається таким, що дорівнює <math>N_{1,Rd}</math> для Х-подібного вузла за таблицею 7.11 where <math>N_{1,Rd}</math> is the value of <math>c</math> for an X joint from Table 7.11.</p>
<p>Стрижень 1 завжди стиснутий, а стрижень 2 завжди розтягнутий. Member 1 is always in compression and member 2 is always in tension.</p> 	$N_{1,Ed} \sin \theta_1 + N_{3,Ed} \sin \theta_3 \leq N_{1,Rd} \sin \theta_1,$ $N_{2,Ed} \sin \theta_2 \leq N_{1,Rd} \sin \theta_1,$ <p>де значення <math>N_{1,Rd}</math> приймається таким, що дорівнює <math>N_{1,Rd}</math> для К-подібного вузла за таблицею 7.12, замінюючи відношення <math>\frac{b_1 + b_2 + h_1 + h_2}{4b_0}</math> відношенням</p> $\frac{b_1 + b_2 + b_3 + h_1 + h_2 + h_3}{6b_0}$ <p>where <math>N_{1,Rd}</math> is the value of <math>N_{1,Rd}</math> for a K joint from Table 7.12, but with <math>\frac{b_1 + b_2 + h_1 + h_2}{4b_0}</math> replaced by:</p> $\frac{b_1 + b_2 + b_3 + h_1 + h_2 + h_3}{6b_0}$
<p>Всі стрижні решітки мають завжди бути або стиснені, або розтягнуті. All bracing members shall be either compression or tension.</p>	$N_{1,Ed} \sin \theta_1 + N_{3,Ed} \sin \theta_2 \leq N_{1,Rd} \sin \theta_x,$ <p>де значення <math>N_{x,Rd}</math> приймається таким, що дорівнює <math>N_{x,Rd}</math> для Х-подібного вузла за таблицею 7.11. Значення <math>N_{x,Rd} \sin \theta_x</math> приймається таким, що дорівнює більшому зі значень:</p> $ N_{1,Rd} \sin \theta_1  \text{ та }  N_{2,Rd} \sin \theta_2 .$ <p>Where <math>N_{x,Rd}</math> is the value of <math>N_{x,Rd}</math> for an X joint from Table 7.11, and <math>N_{x,Rd} \sin \theta_x</math> is the larger of:</p> $ N_{1,Rd} \sin \theta_1  \text{ and }  N_{2,Rd} \sin \theta_2 $

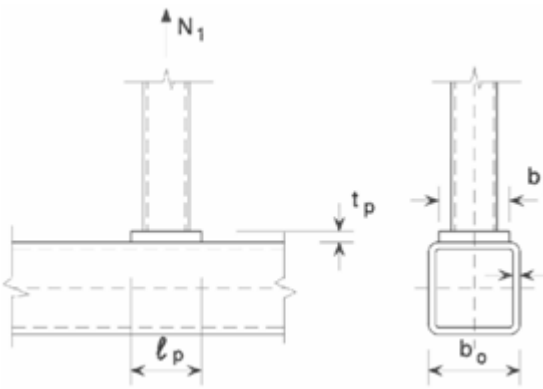
	
<p>Стрижень 1 завжди стиснутий, а стрижень 2 завжди розтягнутий. Member 1 is always in compression and member 2 is always in tension</p> 	$N_{i,Ed} \leq N_{i,Rd}$ <p>де значення <math>N_{i,Rd}</math> приймається таким, що дорівнює <math>N_{i,Rd}</math> для К-подібного вузла за таблицею 7.12 за умови, що у вузлі із зазором переріз 1-1 поясу задовольняє умову:</p> $\left[ \frac{N_{0,Ed}}{N_{pl,0,Rd}} \right]^2 + \left[ \frac{V_{0,Ed}}{V_{pl,0,Rd}} \right]^2 \leq 1,0$ <p>where <math>N_{i,Rd}</math> is the value of <math>N_{i,Rd}</math> for a K joint from Table 7.12, provided that, in a gap-type joint, at section 1-1 the chord satisfies:</p> $\left[ \frac{N_{0,Ed}}{N_{pl,0,Rd}} \right]^2 + \left[ \frac{V_{0,Ed}}{V_{pl,0,Rd}} \right]^2 \leq 1,0$

**Таблиця 7.16 Розрахункові критерії для зварних вузлів зі зломом та з непрямыми поясами при сполученні елементів із прямокутних труб**  
**Table 7.16 Design criteria for welded knee joints and cranked-chord joints in RHS members**

Тип вузла Type of joint	Критерій Criteria
Зварні вузли зі зломом Welded knee joints	
	<p>Поперечний переріз повинен відноситися до класу 1 при чистому згині, див. EN 1993-1-1. The cross-section should be Class 1 for pure bending, see EN 1993-1-1.</p> $N_{Ed} \leq 0,2N_{pl,Rd} \text{ та (and) } \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{Ed}}{M_{pl,Rd}} \leq \kappa,$ <p>Якщо (if) <math>\theta \leq 90^\circ</math></p> $k = \frac{3 \cdot \sqrt{b_0/h_0}}{b_0/h_0^{0,8}} + \frac{1}{1 + 2b_0/h_0}$ <p>Якщо (if) <math>90^\circ &lt; \theta \leq 180^\circ</math></p> $\kappa = 1 - \sqrt{2} \cdot \cos \theta / 2 \cdot 1 - \kappa_{90},$ <p>де <math>\kappa_{90}</math> – значення <math>\kappa</math> при <math>\theta = 90^\circ</math>. Where <math>\kappa_{90}</math> is the value of <math>\kappa</math> for <math>\theta = 90^\circ</math>.</p>
	$t_p \geq 1,5t \text{ та } \geq 10 \text{ мм (mm)}$ $\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{Ed}}{M_{pl,Rd}} \leq 1,0$

	
Непрямий пояс Cranked-chord	
	$N_{i,Ed} \leq N_{i,Rd}$ <p>де значення <math>N_{i,Rd}</math> приймається таким, що дорівнює <math>N_{i,Rd}</math> для К- або N-подібних вузлів із напуском за таблицею 7.12          where <math>N_{i,Rd}</math> is the value of <math>N_{i,Rd}</math> for a K or N overlap joint from Table 7.12.</p>

**Таблиця 7.17** Значення розрахункової несучої здатності підсилених зварних Т-, Y- та X-подібних вузлів  
 а сполучення стрижнів решітки з прямокутних або круглих труб та елементів поясу  
 з прямокутних труб  
**Table 7.17** Design resistances of reinforced welded T, Y and X joints between RHS or CHS brace  
 members and RHS chords

Тип вузла Type of joint	Розрахункова несуча здатність, вид відмови [i=1] Design resistance [i=1]
Вузол, підсилений поясними накладками для запобігання відмові лицьової поверхні поясу, втраті несучої здатності стрижня решітки або вириванню лицьової поверхні поясу Reinforced with flange plates to avoid chord face failure, brace failure or punching shear.	
Розтяг Tension loading	$\beta_p \leq 0,85$
	$l_p \geq \frac{h_i}{\sin \theta_i} + \sqrt{b_p \cdot b_p - b_i^2},$ $l_p \geq 1,5h_i / \sin \theta_i$ <p>та (and) <math>b_p \geq b_0 - 2t_0</math>;</p> $N_{i,Rd} = \frac{f_{yp} t_p^2}{1 - b_i / b_p \cdot \sin \theta_i} \cdot \left( \frac{2h_i / b_p}{\sin \theta_i} + 4 \cdot \sqrt{1 - b_i / b_p} \right) / \gamma_{M5}$
Стиск Compression loading	$\beta_p \leq 0,85$

	$l_p \geq \frac{h_i}{\sin \theta_i} + \sqrt{b_p \cdot b_p - b_i}$ $l_p \geq 1,5h_i / \sin \theta_i$ $b_p \geq b_o - 2t_o$ <p>Значення <math>N_{i,Rd}</math> приймається таким, що дорівнює <math>N_{i,Rd}</math> для Т-, Х- або Y-подібних вузлів за таблицею 7.11, приймаючи <math>k_n=1,0</math> та виконуючи заміну <math>t_o</math> на <math>t_p</math>, тільки при відмові лицьової поверхні поясу, втраті несучої здатності стрижня решітки та при вириванні лицьової поверхні поясу.</p> <p>Take <math>N_{i,Rd}</math> as the value of <math>N_{i,Rd}</math> for a T, X or Y joint from Table 7.11, but with <math>k_n=1,0</math> and <math>t_o</math> replaced by <math>t_p</math> for chord face failure, brace failure and punching shear only.</p>
<p>Вузол, підсилений бічними накладками для запобігання втраті місцевої стійкості стінки або зсуву (зрізу) перерізу поясу Reinforced with side plates to avoid chord side wall buckling or chord side wall shear.</p>	
	$l_p \geq 1,5h_i / \sin \theta_i$ <p>Значення <math>N_{i,Rd}</math> приймається таким, що дорівнює <math>N_{i,Rd}</math> для Т-, Х- або Y-подібних вузлів за таблицею 7.11, замінюючи <math>t_o</math> на <math>(t_o+t_p)</math>, тільки при втраті місцевої стійкості стінки і зсуву (зрізі) перерізу поясу</p> <p>Take <math>N_{i,Rd}</math> as the value of <math>N_{i,Rd}</math> for a T, X or Y joint from Table 7.11, but with <math>t_o</math> replaced by <math>(t_o+t_p)</math> for chord side wall buckling failure and chord side wall shear failure only.</p>

**Таблиця 7.18** Розрахункова несуча здатність підсилених зварних К- та N-подібних вузлів сполучення стрижнів решітки з прямокутних або круглих труб та поясів із прямокутних труб  
**Table 7.18** Design resistances of reinforced welded K and N joints between RHS or CHS brace members and RHS chords

Тип вузла Type of joint	Розрахункова несуча здатність, вид відмови [i=1 або 2] Design resistance [i=1 or 2]
<p>Вузол, підсилений поясними накладками для запобігання відмові лицьової поверхні поясу, втраті несучої здатності стрижня решітки або вириванню лицьової поверхні поясу Reinforced with flange plates to avoid chord face failure, brace failure or punching shear.</p>	
	$l_p \geq 1,5 \cdot \left( \frac{h_1}{\sin \theta_1} + g + \frac{h_2}{\sin \theta_2} \right)$ $b_p \geq b_o - 2t_o$ $t_p \geq 2t_1 \text{ та } t_p \geq 2t_2$ <p>Значення <math>N_{i,Rd}</math> приймається таким, що дорівнює <math>N_{i,Rd}</math> для К- та N-подібних вузлів за таблицею 7.12, замінюючи <math>t_o</math> на <math>t_p</math>, лише при відмові лицьової поверхні поясу, втраті несучої здатності стрижня решітки та при вириванні лицьової поверхні поясу.</p> <p>Take <math>N_{i,Rd}</math> as the value of <math>N_{i,Rd}</math> for a K or N joint from Table 7.12, but with <math>t_o</math> replaced by <math>t_p</math> for chord face failure, brace failure and punching shear only.</p>



<p>Вузол, підсилений двосторонніми бічними накладками для запобігання зсуву (зрізу) стінки поясу Reinforced with a pair of side plates to avoid chord shear failure.</p>	
	$l_p \geq 1,5 \cdot \left( \frac{h_1}{\sin \theta_1} + g + \frac{h_2}{\sin \theta_2} \right)$ <p>Значення <math>N_{i,Rd}</math> приймається таким, що дорівнює <math>N_{i,Rd}</math> для К- та N-подібних вузлів за таблицею 7.12, замінюючи <math>t_o</math> на <math>(t_o+t_p)</math>, лише при втраті місцевої стійкості стінки та зсуві (зрізу) перерізу поясу. Take <math>N_{i,Rd}</math> as the value of <math>N_{i,Rd}</math> for a K or N joint from Table 7.12, but with <math>t_o</math> replaced by <math>(t_o+t_p)</math> for chord shear failure only.</p>
<p>Вузол, підсилений відокремлювальною пластиною між стрижнями решітки в разі недостатнього напуску Reinforced by a division plate between the brace members because of insufficient overlap.</p>	
	$t_p \geq 2t_1 \text{ та } t_p \geq 2t_2$ <p>Значення <math>N_{i,Rd}</math> приймається таким, що дорівнює <math>N_{i,Rd}</math> для К- та N-подібних вузлів з напуском за таблицею 7.12, приймаючи <math>\lambda_{ov} &lt; 80\%</math>, замінюючи <math>b_j</math>, <math>t_j</math> та <math>f_{yj}</math> на <math>b_p</math>, <math>t_p</math> та <math>f_{yp}</math> у виразах для <math>b_{e,ov}</math>, які наведені в таблиці 7.10 Take <math>N_{i,Rd}</math> as the value of <math>N_{i,Rd}</math> for a K or N overlap joint from Table 7.12 with <math>\lambda_{ov} &lt; 80\%</math>, but with <math>b_j</math>, <math>t_j</math> and <math>f_{yj}</math> replaced by <math>b_p</math>, <math>t_p</math> and <math>f_{yp}</math> in the expression for <math>b_{e,ov}</math> given in Table 7.10.</p>

### 7.5.3 Просторові вузли

(1) У кожній площині просторового вузла повинні задовольнятися розрахункові критерії, наведені в 7.5.2, з використанням зменшених значень розрахункових несучих здатностей, що визначаються згідно з 7.5.3(2).

(2) Розрахункові значення несучої здатності кожної площини просторового вузла слід визначати, застосовуючи відповідний знижувальний коефіцієнт  $\mu$  (див. таблицю 7.19) до несучої здатності відповідного плоского вузла, обчисленої згідно з 7.5.2 з використанням відповідних зусиль у поясі просторового вузла.

### 7.5.3 Multiplanar joints

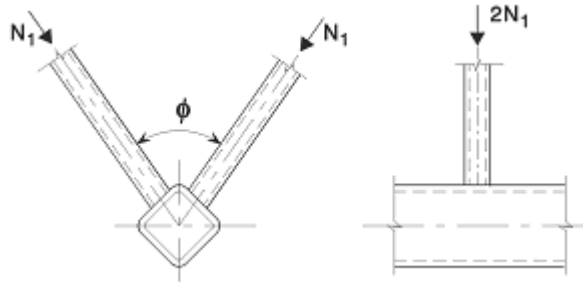
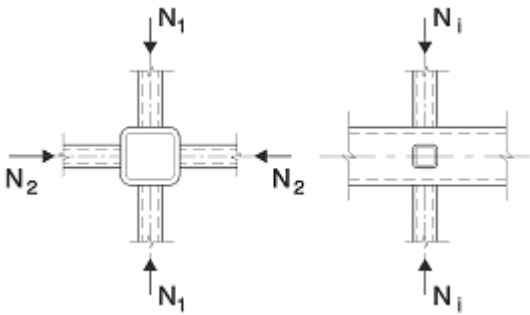
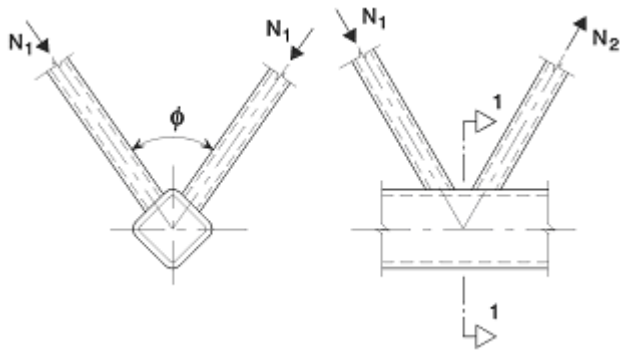
(1) In each relevant plane of a multiplanar joint, the design criteria given in 7.5.2 should be satisfied using the reduced design resistances obtained from 7.5.3(2).

(2) The design resistances for each relevant plane of a multiplanar joint should be determined by applying the appropriate reduction factor  $\mu$  given in Table 7.19 to the resistance of the corresponding uniplanar joint calculated according to 7.5.2 with the appropriate chord load in the multiplanar situation.

Таблиця 7.19 Знижувальні коефіцієнти для просторових вузлів

Table 7.19 Reduction factors for multiplanar joints

Тип вузла Type of joint	Знижувальний коефіцієнт $\mu$ Reduction factor $\mu$
----------------------------	---

<p>ТТ-подібний вузол ТТ joint</p>	<p><math>60^\circ \leq \varphi \leq 90^\circ</math></p>
<p>Стрижень 1 може бути розтягнутим або стисненим. Member 1 may be either tension or compression.</p> 	<p><math>\mu = 0,9</math></p>
<p>ХХ-подібний вузол ХХ joint</p>	
<p>Стрижні 1 та 2 можуть бути розтягнуті або стиснуті. Значення <math>N_{2,Rd}/N_{1,Rd}</math> від'ємне, якщо один стрижень розтягнутий, а інший – стиснутий. Members 1 and 2 can be either in compression or tension. <math>N_{2,Rd}/N_{1,Rd}</math> is negative if one member is in tension and one in compression.</p> 	<p><math>\mu = 0,9 \cdot (1 + 0,33N_{2,Ed} / N_{1,Ed})</math>, з урахуванням знака <math>N_{1,Rd}</math> та <math>N_{2,Rd}</math> де: taking account of the sign of <math>N_{1,Rd}</math> and <math>N_{2,Rd}</math> where:</p> $ N_{2,Ed}  \leq  N_{1,Ed} $ $ N_{2,Ed}  \leq  N_{1,Ed} $
<p>КК-подібний вузол КК joint</p>	
<p><math>60^\circ \leq \varphi \leq 90^\circ</math></p> 	<p><math>\mu = 0,9</math> за умови, що у вузлі із зазором переріз 1–1 поєсу задовольняє умову: provided that, in a gap-type joint, at section 1-1 the chord satisfies:</p> $\left[ \frac{N_{0,Ed}}{N_{pl,0,Rd}} \right]^2 + \left[ \frac{V_{0,Ed}}{V_{pl,0,Rd}} \right]^2 \leq 1,0$

## **7.6 ЗВАРНІ ВУЗЛИ СПОЛУЧЕННЯ СТРИЖНІВ РЕШІТКИ З КРУГЛИХ АБО ПРЯМОКУТНИХ ТРУБ ТА ПОЯСІВ ІЗ ДВОТАВРІВ**

(1) Розрахункові значення несучої здатності зварних вузлів повинні визначатися за формулами таблиць 7.21 або 7.22 за умови, що геометричні параметри вузлів відповідають області застосування, вказаній в таблиці 7.20.

## **7.6 WELDED JOINTS BETWEEN CHS OR RHS BRACE MEMBERS AND I OR H SECTION CHORDS**

(1) Provided that the geometry of the joints is within the range of validity given in Table 7.20, the design resistances of the joints should be determined using the expressions given in Table 7.21 or Table 7.22 as appropriate.

**Таблиця 7.20** Область застосування зварних вузлів сполучення стрижнів решітки з круглих або прямокутних труб та елементів поясу з двотаврів  
**Table 7.20** Range of validity for welded joints between CHS or RHS brace members and I or H section chord members

Тип вузла Type of joint	Параметри вузла [ $I = 1$ або $2, j =$ стрижень решітки, що перекривається] Joint parameter [ $I = 1$ or $2, j =$ overlapped brace ]					
	$d_w / t_w$	$b_i / t_i$ та (and) $h_i / t_i$ або (or) $d_i / t_i$		$h_i / b_i$	$b_0 / t_1$	$b_i / b_j$
		стиск compression	розтяг tension			
X	Переріз класу 1 та $d_w \leq 400$ мм Class 1 and $d_w \leq 400$ mm.	Переріз класу 1 та: Class 1 and: $\frac{h_i}{t_i} \leq 35$ $\frac{b_i}{t_i} \leq 35$ $\frac{d_i}{t_i} \leq 50$	$\frac{h_i}{t_i} \leq 35$ $\frac{b_i}{t_i} \leq 35$ $\frac{d_i}{t_i} \leq 50$	$\geq 0,5$ але (but) $\leq 2,0$	Переріз класу 2 Class 2	–
Т або (or) Y	Переріз класу 2 та $d_w \leq 400$ мм. Class 2 and $d_w \leq 400$ mm.			$1,0$		–
К із зазором К gap N із зазором N gap				$\geq 0,5$ але (but) $\leq 2,0$		$\geq 0,75$
К із напуском K overlap N із напуском N overlap						

(2) Для вузлів, що відповідають області застосування, вказаній у таблиці 7.20, необхідно враховувати лише ті розрахункові критерії, які приведені у відповідній таблиці. Розрахункове значення несучої здатності вузла слід приймати таким, що дорівнює найменшому зі значень, що відповідають усім можливим критеріям.

(3) Для вузлів, що не відповідають області застосування, вказаній у таблиці 7.20, слід враховувати всі критерії, наведені в 7.2.2. Крім того, слід враховувати другорядні моменти, викликані поворотною жорсткістю вузлів.

(4) У вузлах сполучення стрижнів решітки, що піддаються дії лише осьових сил, розрахункове значення внутрішньої осьової сили  $N_{i,Ed}$  не повинне перевищувати значення розрахункової несучої здатності зварного вузла  $N_{i,Rd}$ , що визначається за таблицею 7.21.

(2) For joints within the range of validity given in Table 7.20, only the design criteria covered in the appropriate table need be considered. The design resistance of a connection should be taken as the minimum value for all applicable criteria.

(3) For joints outside the range of validity given in Table 7.20, all the criteria given in 7.2.2 should be considered. In addition, the secondary moments in the joints caused by their rotational stiffness should be taken into account.

(4) In brace member connections subjected only to axial forces, the design axial force  $N_{i,Ed}$  should not exceed the design axial resistance of the welded joint  $N_{i,Rd}$ , determined from Table 7.21.

(5) Вузли сполучення стрижнів решітки, що піддаються спільній дії осьової сили та згинального моменту, повинні задовольняти умову

$$\frac{N_{i,Ed}}{N_{i,Rd}} + \frac{M_{ip,i,Ed}}{M_{ip,i,Rd}} \leq 1,0,$$

де  $M_{ip,i,Rd}$  – розрахункова несуча здатність на згин у площині вузла;

$M_{ip,i,Ed}$  – розрахунковий внутрішній згинальний момент у площині вузла.

(6) Як розрахункове значення внутрішнього моменту  $M_{i,Ed}$  може бути прийняте значення моменту в точці перетину осі стрижня решітки з лицьовою поверхнею поясу.

(7) Розрахункове значення несучої здатності на згин у площині вузла  $M_{ip,1,Rd}$  слід визначати за таблицею 7.22.

(8) Якщо пояс підкріплений у вузлі ребрами жорсткості (див. рисунок 7.7), то розрахункова несуча здатність стрижнів решітки  $N_{i,Rd}$  у вузлах типів Т, Х, Y, а також К і N із зазором (таблиця 7.22) визначається за формулою:

$$N_{i,Rd} = 2f_{yi}t_i \cdot b_{eff} + b_{eff,s} / \gamma_{M5},$$

$$\text{де } b_{eff} = t_w + 2r + 7t_f f_{y0} / f_{yi}, \text{ але (but) } b_{eff} \leq b_i + h_i - 2t_i;$$

$$b_{eff,s} = t_s + 2a + 7t_f f_{y0} / f_{yi} \text{ але (but) } b_{eff,s} \leq b_i + h_i - 2t_i$$

$$b_{eff} + b_{eff,s} \leq b_i + h_i - 2t_i$$

(тут  $a$  – товщина зварного шва, що прикріплює ребро жорсткості до поясу. При односторонніх кутових зварних швах замість  $2a$  слід приймати  $a$ ;

$s$  – позначає належність до ребра жорсткості.

(9) Товщина ребер жорсткості має бути не менше товщини стінки двотавра.

(5) Brace member connections subject to combined bending and axial force should satisfy:

where:  $M_{ip,i,Rd}$  is the design in-plane moment resistance;

$M_{ip,i,Ed}$  is the design in-plane internal moment.

(6) The design internal moment  $M_{i,Ed}$  may be taken as the value at the point where the centreline of the brace member meets the face of the chord member.

(7) The design in-plane moment resistance  $M_{ip,1,Rd}$  should be obtained from Table 7.22.

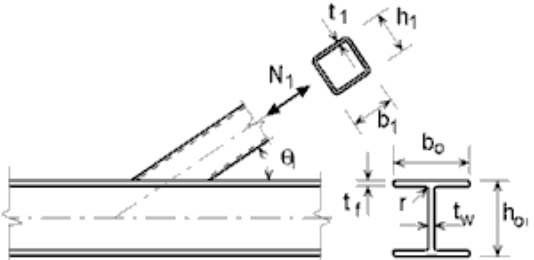
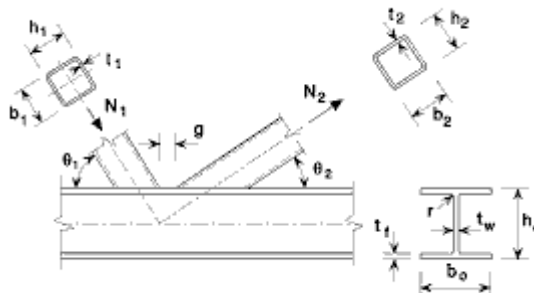
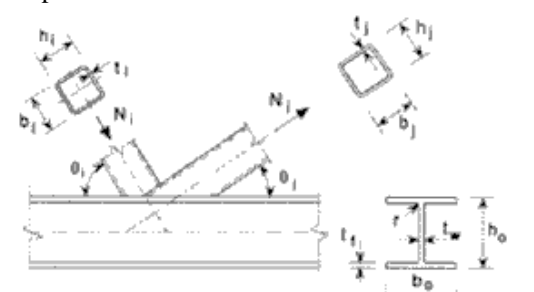
(8) If stiffeners in the chord (see Figure 7.7) are ser, then the design bracing failure resistance  $N_{i,Rd}$  for T-, X-, Y-, K-gap and N-gap joints (Table 7.22) is determined as follows:

where:  $a$  is stiffener weld throat thickness,  $2a$  becomes  $a$  if single sided fillet welds are used;

$s$  refers to the stiffener.

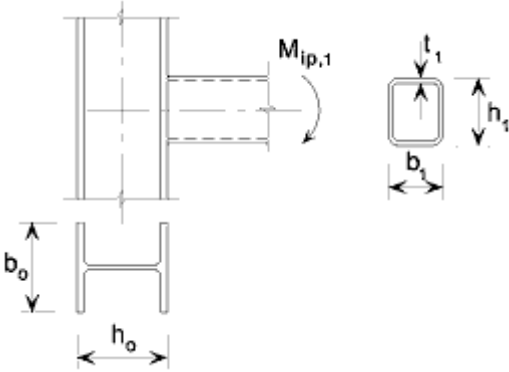
(9) The stiffeners should be at least as thick as the I-section web.

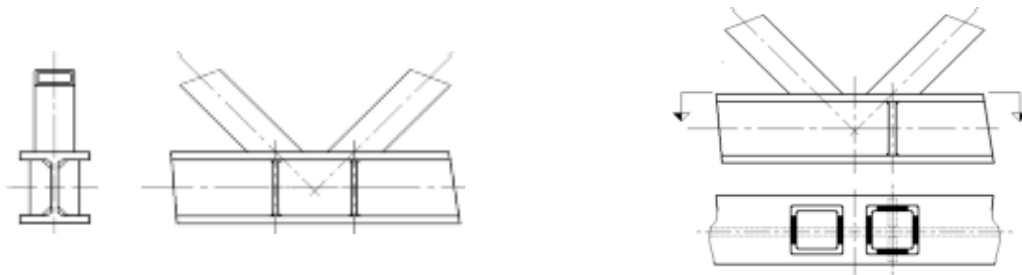
**Таблиця 7.21 Розрахункова несуча здатність зварних вузлів сполучення стрижнів решітки з прямокутних або круглих труб та поясів із двотаврів**  
**Table 7.21 Design resistances of welded joints between RHS or CHS brace members and I or H section chords**

Тип вузла Type of joint	Розрахункова несуча здатність, вид відмови [ $i = 1$ або $2$ , $j =$ стрижень решітки, що перекривається] Design resistance [ $i = 1$ or $2$ , $j =$ overlapped brace ]	
T, Y та (and) X	Текучість стінки поясу Chord web yielding	
	$N_{1,Rd} = \frac{f_{y0} t_w b_w}{\sin \theta_1} / \gamma_{M5}$	
	Втрата несучої здатності стрижня решітки Brace failure	
	$N_{1,Rd} = 2 f_{y1} t_1 p_{eff} / \gamma_{M5}$	
К та N із зазором [ $i = 1$ або $2$ ] K and N gap joints [ $i = 1$ or $2$ ]	Втрата стійкості стінки поясу Chord web stability	Втрата несучої здатності стрижня решітки не розглядається, якщо: Brace failure need not be checked if:
	$N_{i,Rd} = \frac{f_{y0} t_w b_w}{\sin \theta_i} / \gamma_{M5}$	$g / t_1 \leq 20 - 28\beta,$
	Втрата несучої здатності стрижня решітки Brace failure	$\beta \leq 1 - 0,03\gamma,$
	$N_{i,Rd} = 2 f_{yi} t_i p_{eff} / \gamma_{M5}$	де (where) $\gamma = b_0 / 2t_f$ та для стрижнів із круглих труб: and for CHS: $0,75 \leq d_1 / d_2 \leq 1,33$ або для стрижнів із прямокутних труб: or for RHS: $0,75 \leq b_1 / b_2 \leq 1,33$
	Зсув поясу Chord shear	
	$N_{i,Rd} = \frac{f_{y0} A_v}{\sqrt{3} \sin \theta_i} / \gamma_{M5}$ $N_{0,Rd} = \left[ A_0 - A_v \cdot f_{y0} + A_v f_{y0} \cdot \sqrt{1 - V_{Ed} / V_{p1,Rd}^2} \right] / \gamma_{M5}$	
К та N із напуском <sup>*)</sup> [ $i=1$ або $2$ ] K and N overlap joints <sup>*)</sup> [ $i=1$ або $2$ ]	Втрата несучої здатності стрижня решітки Brace failure $25\% \leq \lambda_{ov} \leq 50\%$	
Стрижні решітки $i$ та $j$ можуть бути стиснені або розтягнені Members $i$ and $j$ may be in either tension or compression.  	$N_{i,Rd} = f_{yi} t_i \cdot p_{eff} + b_{e,ov} + h_i - 2t_i \cdot \lambda_{ov} / 50 / \gamma_{M5}$	
	Втрата несучої здатності стрижня решітки Brace failure	$50\% \leq \lambda \leq 80\%$
	$N_{i,Rd} = f_{yi} t_i \cdot p_{eff} + b_{e,ov} + h_i - 2t_i / \gamma_{M5}$	
	Втрата несучої здатності стрижня решітки Brace failure	$\lambda \geq 80\%$
	$N_{i,Rd} = f_{yi} t_i \cdot b_i + b_{e,ov} + 2h_i - 4t_i / \gamma_{M5}$	

$A_v = A_0 - 2 - \alpha \cdot b_0 t_f + t_w + 2r \cdot t_f$ <p>Для стрижнів із прямокутних труб: For RHS brace:</p> $\alpha = \sqrt{\frac{1}{1 + 4g^2 / 3t_f^2}}$ <p>Для стрижнів із круглих труб For CHS brace:</p> $\alpha = 0.$	$p_{eff} = f_w + 2r + 7t_f f_{y0} / f_{yi},$ <p>але (but) <math>p_{eff} \leq b_i + h_i - 2t_i</math> для Т-, Y- та Х-подібних вузлів, а також для К- та N-подібних вузлів із зазором та: for T, Y, X joints and K and N gap joints and:</p> $p_{eff} \leq b_i + h_i - 2t_i$ <p>для К- та N-подібних вузлів із напуском. for K and N overlap joints.</p>	$b_w = \frac{h_i}{\sin \theta_i} + 5 \cdot t_1 + r,$ <p>але (but)</p> $b_w \leq 2t_i + 10 \cdot t_1 + r$
	$b_{e,ov} = \frac{10}{b_j / t_j} \cdot \frac{f_{yi} t_j}{f_{yi} t_i} \cdot b_i,$ <p>але (but) <math>b_{e,ov} \leq b_i</math></p>	
<p>Для стрижнів решітки з круглих труб значення несучої здатності, вказані вище, помножують на <math>\pi/4</math>, <math>b_1</math> та <math>h_1</math> замінюють на <math>d_1</math>, а <math>b_2</math> та <math>h_2</math> замінюють на <math>d_2</math>.</p>		
<p>For circular braces, multiply the above resistances by <math>\pi/4</math>, replace <math>b_1</math> and <math>h_1</math> by <math>d_1</math> and replace <math>b_2</math> and <math>h_2</math> by <math>d_2</math>.</p>		
<p>*) Слід перевіряти лише перекриваючий стрижень решітки <math>i</math>. Ефективність перекритого стрижня решітки <math>j</math> (тобто відношення розрахункової несучої здатності вузла до розрахункової несучої здатності стрижня решітки в пластичній стадії) слід приймати такою, що відповідає ефективності перекриваючого стрижня решітки.</p>		
<p>*) Only the overlapping brace member need be checked. The efficiency (i.e. the design resistance of the joint divided by the design plastic resistance of the brace member) of the overlapped brace member should be taken as equal to that of the overlapping brace member.</p>		

**Таблиця 7.22 Розрахункова несуча здатність на згин зварних вузлів сполучення стрижнів решітки з прямокутних труб та поясів із двотаврів**  
**Table 7.22 Design moment resistances of welded joints between rectangular hollow section brace members and I or H section chords**

Тип вузла Type of joint	Розрахункова несуча здатність, вид відмови [ $i = 1$ або $2, j =$ стрижень решітки, що перекривається] Design resistance [ $i = 1$ or $2, j =$ overlapped brace]
Т та (and) Y	Плиньність стінки поясу Chord web yielding
	$M_{ip,1,Rd} = 0,5 f_{y0} t_w b_w h_1 / \gamma_{M5}$
	Втрата несучої здатності стрижня решітки Brace failure
	$M_{ip,1,Rd} = f_{y1} t_1 b_{eff} \cdot h_1 - t_1 / \gamma_{M5}$
Параметри $b_{eff}$ та $b_w$ Parameters $b_{eff}$ and $b_w$	
$b_{eff} = t_w + 2r + 7t_f f_{y0} / f_{yi},$ <p>але (but) <math>p_{eff} \leq b_i + h_i - 2t_i</math></p>	$b_w = \frac{h_1}{\sin \theta_1} + 5 \cdot t_f + r,$ <p>але (but) <math>b_w \leq 2t_1 + 10 \cdot t_f + r</math></p>



Ефективний периметр стрижня без (ліворуч) і з (праворуч) ребрами жорсткості  
Bracing effective perimeter, without (left) and with (right) stiffeners

Рисунок 7.7 Ребра жорсткості в поясах із двотаврів  
Figure 7.7 Stiffeners for I-section chords

### 7.7 ЗВАРНІ ВУЗЛИ СПОЛУЧЕННЯ СТРИЖНІВ РЕШІТКИ З КРУГЛИХ АБО ПРЯМОКУТНИХ ТРУБ ТА ЕЛЕМЕНТІВ ПОЯСУ ЗІ ШВЕЛЕРА

(1) Розрахункові значення несучої здатності зварних вузлів сполучення стрижнів решітки із замкнутих профілів та елементів поясу зі швелера можуть бути визначені за таблицею 7.24 за умови, що геометричні параметри вузлів відповідають області застосування, вказаній у таблиці 7.23.

### 7.7 WELDED JOINTS BETWEEN CHS OR RHS BRACE MEMBERS AND CHANNEL SECTION CHORD MEMBERS

(1) Provided that the geometry of the joints is within the range of validity given in Table 7.23, the design resistances of welded joints between hollow section brace members and channel section chord members may be determined using Table 7.24.

Таблиця 7.23 Область застосування зварних вузлів сполучення стрижнів решітки з круглих або прямокутних труб та поясу зі швелерів

Table 7.23 Range of validity for welded joints between CHS or RHS brace members and channel section chord

Тип вузла Type of joint	Параметри вузла [ $i = 1$ або $2, j =$ стрижень решітки, що перекривається] Joint parameter $i = 1$ or $2, j =$ overlapped brace ]					
	$b_i / b_0$	$b_i / t_i$ та (and) $h_i / t_i$ або (or) $d_i / t_i$		$h_i / b_i$	$b_0 / t_0$	Із зазором або напуском: Gap or overlap: $b_i / b_j$
		стиск compression	розтяг tension			
К із зазором K gap N із зазором N gap	$\geq 0,4$ та (and) $b_0 \leq 400$ мм (mm)	Переріз класу 1 та: Class 1 and: $\frac{h_i}{t_i} \leq 35$	$\frac{h_i}{t_i} \leq 35$	$\geq 0,5$ але (but) $\leq 2,0$	Пере- різ клас у 2 Class 2	$0,5 \cdot 1 - \beta^* \leq g / b_0^* \leq 1,5 \cdot 1 - \beta^*$ <sup>1)</sup> та (and) $g \geq t_1 + t_2$
К із напуском K overlap N із напуском N overlap	$\geq 0,25$ та (and) $b_0 \leq 400$ мм (mm)	$\frac{b_i}{t_i} \leq 35$ $\frac{d_i}{t_i} \leq 50$	$\frac{b_i}{t_i} \leq 35$ $\frac{d_i}{t_i} \leq 50$			$25\% \leq \lambda_{ov} \leq 100\%$ $b_i / b_j \geq 75\%$

$$\beta^* = b_i / b_0^*$$

$$b_0^* = b_0 - 2 \cdot t_w + r_0,$$

<sup>1)</sup> Ця умова застосовується тільки при  $\beta \leq 0,85$ .



<sup>1)</sup> This condition only apply when  $\beta \leq 0,85$ .

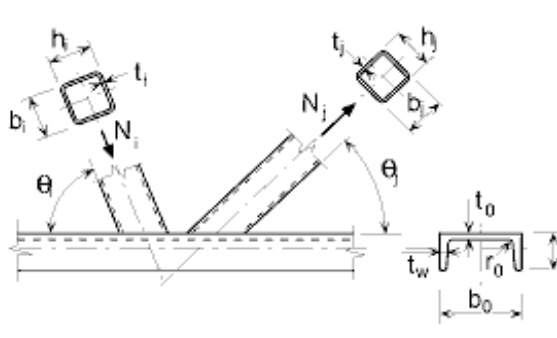
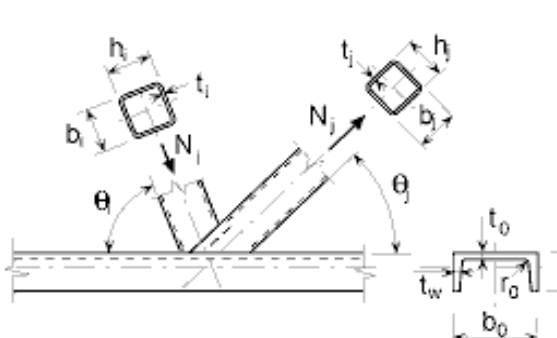
(2) Слід враховувати другорядні моменти, викликані згинальною жорсткістю вузлів.

(2) The secondary moments in the joints caused by their bending stiffness should be taken into account.

(3) У вузлах із зазором розрахункову несучу здатність за осовою силою поперечного перерізу поясу  $N_{0,Rd}$  слід визначати з врахуванням передачі поясом поперечної сили на стрижні решітки, але без врахування другорядних згинальних моментів, що виникають при цьому. Перевірку слід здійснювати відповідно до EN 1993-1-1.

(3) In a gap type joint, the design axial resistance of the chord cross-section  $N_{0,Rd}$  should be determined allowing for the shear force transferred between the brace members by the chord, neglecting the associated secondary moment. Verification should be made according to EN 1993-1-1.

**Таблиця 7.24 Розрахункова несуча здатність зварних вузлів сполучення стрижнів решітки з прямокутних або круглих труб та поясів зі швелерів**  
**Table 7.24 Design resistance of welded joints between RHS or CHS brace members and channel section chords**

Тип вузла Type of joint	Розрахункова несуча здатність, вид відмови [ $i = 1$ або $2$ , $j =$ стрижень решітки, що перекривається] Design resistance [ $i = 1$ or $2, j =$ overlapped brace]	
К та N із зазором K and N gap joints	Втрата несучої здатності стрижня решітки Brace failure	
	$N_{i,Rd} = f_{yi} t_i \cdot b_i + b_{eff} + 2h_i - 4t_i / \gamma_{M5}$	
	Зсув (зріз) перерізу поясу Chord failure $N_{i,Rd} = \frac{f_{y0} A_v}{\sqrt{3} \sin \theta_i} / \gamma_{M5}$ $N_{0,Rd} = \left[ A_0 - A_v \cdot f_{y0} + A_v \cdot f_{y0} \cdot \sqrt{1 - V_{Ed} / V_{pl,Rd}^2} \right] / \gamma_{M5}$	
К та N із напуском *) K and N overlap joints *)	Втрата несучої здатності стрижня решітки Brace failure	
	$N_{i,Rd} = f_{yi} t_i \cdot b_{eff} + b_{e,ov} + 2h_i - 4t_i \cdot \lambda_{ov} / 50 / \gamma_{M5}$	
	Втрата несучої здатності стрижня решітки Brace failure	
	$N_{i,Rd} = f_{yi} t_i \cdot b_{eff} + b_{e,ov} + 2h_i - 4t_i / \gamma_{M5}$	
	Втрата несучої здатності стрижня решітки Brace failure	
$N_{i,Rd} = f_{yi} t_i \cdot b_i + b_{e,ov} + 2h_i - 4t_i / \gamma_{M5}$		

$$25\% \leq \lambda_{ov} \leq 50\%$$

$$50\% \leq \lambda_{ov} \leq 80\%$$

$$\lambda_{ov} \geq 80\%$$

$$A_v = A_0 - 1 - \alpha \cdot b_0^* t_0$$

$$b_0^* = b_0 - 2 \cdot t_w + r_0$$

Для стрижнів решітки із прямокутних труб

For RHS:

$$\alpha = \sqrt{\frac{1}{1 + 4g^2 / 3t_f^2}}$$

Для стрижнів решітки із круглих труб

For CHS

$$\alpha = 0$$

$$V_{pl,Rd} = \frac{f_{y0} A_v}{\sqrt{3}} / \gamma_{M5}$$

$$V_{Ed} = N_{i,Ed} \sin \theta_{1_{\max}}$$

$$b_{eff} = \frac{10}{b_0^* / t_0} \cdot \frac{f_{y0} t_0}{f_{yi} t_i} \cdot b_i, \text{ але (but) } b_{eff} \leq b_i$$

$$b_{e,ov} = \frac{10}{b_j / t_j} \cdot \frac{f_{yj} t_j}{f_{yi} t_i} \cdot b_i, \text{ але (but) } b_{e,ov} \leq b_i$$

Для стрижнів решітки з круглих труб значення несучої здатності, вказані вище, помножують на  $\pi/4$ ,  $b_1$  та  $h_1$  замінюють на  $d_1$ , а  $b_2$  та  $h_2$  замінюють на  $d_2$ .

For circular braces, multiply the above resistances by  $\pi/4$ , replace  $b_1$  and  $h_1$  by  $d_1$  and replace  $b_2$  and  $h_2$  by  $d_2$ .

\*) Слід перевіряти лише перекриваючий стрижень решітки  $i$ . Ефективність перекритого стрижня решітки  $j$  (тобто відношення розрахункової несучої здатності вузла до розрахункової несучої здатності стрижня решітки в пластичній стадії) слід приймати такою, що відповідає ефективності перекриваючого стрижня решітки.

\*) Only the overlapping brace member  $i$  needs to be checked. The efficiency (i.e. the design resistance of the joint divided by the design plastic resistance of the brace member) of the overlapped brace member  $j$  should be taken as equal to that of the overlapping brace member.

---

**Код УКНД:** 91.010.30

Ключові слова: безпека, довговічність, граничні стани, матеріали, міцність вузлів, несуча здатність, проектування вузлів, сталеві конструкції, стійкість.

Генеральний директор ТОВ «Укрінсталькон  
ім. В.М. Шимановського», д.т.н., проф.

О. Шимановський

Заступник генерального директора,  
д.т.н., проф.

В. Гордєєв

Завідувач відділу НДВТР, к.т.н.

А. Гром

Керівник розробки, к.т.н.

М. Микитаренко

Провідний виконавець, д.т.н.

А. Перельмутер

Завідувач групи НДВТР

Г. Ленда

Провідний фахівець з лінгв. забез.

Я. Лимар

Інженер III категорії

О. Кордун

Інженер III категорії

Я. Левченко

Старший науковий співробітник

Н. Сирота