



НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

НАСТАНОВА **ЩОДО** ВИКОНАННЯ ЗВАРЮВАЛЬНИХ РОБІТ  
**ПРИ** МОНТАЖІ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ

ДСТУ-Н Б А.3.1-16:

## 1 СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

1.1 Цей стандарт регламентує вимоги щодо **виконання зварювальних робіт** при **монтажі**, ремонті, реконструкції сталевих **конструкцій** промислових будівель і споруд різного призначення, що працюють за температури навколишнього середовища не вище 100 °С для першої, другої, третьої та четвертої груп та категорій А, Б, В за їх призначенням, категорій І, ІІ, ІІІ за напруженим станом (додаток А):

Під час виготовлення і монтажу сталевих **конструкцій**, що знаходяться в особливих умовах експлуатації (наприклад, конструкції доменних печей, магістральних і технологічних трубопроводів, резервуарів спеціального призначення, **конструкцій** будівель, що підлягають сейсмічним, інтенсивним температурним впливам або впливам агресивних середовищ, **конструкцій** гідротехнічних споруд), **конструкцій** унікальних будівель і споруд, а також спеціальних видів **конструкцій** (попередньо напружених, трансформованих, мобільних) необхідно дотримуватись додаткових вимог, які відображають особливості роботи цих **конструкцій**, передбачені відповідними нормативними документами, затвердженими чи погодженими відповідно до законодавства України.

1.2 Цей стандарт встановлює технічні вимоги до застосовуваних основних та **зварювальних** матеріалів, з'єднувальних елементів **конструкцій**, інструментів, підготовки до зварювання та до черговості операцій технологічного процесу, контролю якості та вимоги, встановлені нормативно-правовими актами центральних органів виконавчої влади з промислової безпеки та охорони праці України.

## 2 НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ

У цьому стандарті є посилання на такі нормативно-правові акти та нормативні документи:

ДБН А.3.1-5:2009 Управління, організація і технологія. Організація будівельного виробництва

ДБН [А.3.2-2-2009](#) Охорона праці і промислова безпека у будівництві

ДБН [В.2.6-163:2010](#) Конструкції будівель і споруд. Сталеві конструкції.

Норми проектування, виготовлення і монтажу

НАПБ [А.01.001-2004](#) Правила пожежної безпеки в Україні

НПАОП [0.00-1.15-07](#) Правила охорони праці під час **виконання робіт** на висоті

НПАОП [0.00-1.16-96](#) Правила атестації зварників

НПАОП [0.00-1.63-13](#) Правила атестації фахівців неруйнівного контролю

НПАОП [0.00-4.12-05](#) Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці

НПАОП 40.1-1.21-98 Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів

ДСТУ 2651:2005 (ГОСТ [380-2005](#)) Сталь вуглецева звичайної якості. Марки

ДСТУ [4484:2005](#) (ГОСТ 535-2005) Прокат сортовий і фасонний із сталі вуглецевої звичайної якості. Загальні технічні умови

ДСТУ Б [B.2.6-75:2008](#) Конструкції будинків і споруд. Конструкції металеві будівельні. Загальні технічні умови

ДСТУ-Н Б [A.3.1-11:2008](#) **Настанова** з візуального і вимірювального контролю зварних з'єднань та наплавки металевих **конструкцій**

ГОСТ 1778-70 Сталь. Металлографические методы определения неметаллических включений. (Сталь. Металографічні методи визначення неметалічних включень)

ГОСТ [6713-91](#) Прокат низколегированный конструкционный для мостостроения. ТУ (Прокат низьколегований **конструкційний** для мостобудування. ТУ)

ГОСТ 2246-70\* Проволока стальная сварочная. Технические условия (Дріт сталевий зварювальний. Технічні умови)

ГОСТ [3242-79](#) Соединения сварные. Методы контроля (З'єднання зварні. Методи контролю)

ГОСТ [5264-80](#) Ручная дуговая сварка. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры (Ручне дугове зварювання. З'єднання зварні. Основні типи, конструктивні елементи і розміри)

ГОСТ 5639-82 Стали и сплавы. Методы выявления и определения величины зерна (Сталі і сплави. Методи виявлення і визначення величини зерна)

ГОСТ [6996-66\\*](#) Сварные соединения. Методы определения механических свойств (Зварні з'єднання. Методи визначення механічних властивостей)

ГОСТ [7122-81](#) Швы сварные и металл наплавленный. Методы отбора проб для определения химического состава (Шви зварні і метал наплавлений. Методи відбору проб для визначення хімічного складу)

ГОСТ [7512-82](#) Контроль неразрушающий. Сварные соединения. Радиграфический метод (Контроль неруйнівний. Зварні з'єднання. Радіографічний метод)

ГОСТ 8050-85 Двуокись углерода газообразная и жидкая. Технические условия (Двоокис вуглецю газоподібний і рідкий. Технічні умови)

ГОСТ [9087-81\\*](#) Флюсы сварочные плавленные. Технические условия.

(Флюси для зварювання плавлені. Технічні умови )

ГОСТ [9466-75](#) Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки сталей и наплавки. Классификация и общие технические условия (Електроди покриті металічні для ручного дугового зварювання сталей і наплавки. Класифікація і загальні технічні умови)

ГОСТ [9467-75](#) Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки конструкционных и теплоустойчивых сталей. Типы (Електроди покриті металічні для ручного дугового зварювання **конструкційних** і теплостійких сталей. Типи)

ГОСТ 10157-79\* Аргон газообразный и жидкий. Технические условия (Аргон газоподібний і рідкий. Технічні умови)

ГОСТ 10243-75 Сталь. Методы испытаний и оценки макроструктуры (Сталь. Методи випробувань і оцінки макроструктури)

ГОСТ [11534-75](#) Ручная дуговая сварка. Соединения сварные под острыми и тупыми углами. Основные типы, конструктивные элементы и размеры (Ручне дугове зварювання. З'єднання зварні під гострими і тупими кутами. Основні типи, конструктивні елементи і розміри )

ГОСТ 13861-89 Редукторы для газопламенной обработки. Общие технические условия (Редуктори для газополуменевої обробки. Загальні технічні умови)

ГОСТ [14637-89](#) Прокат толстолистовой из углеродистой стали обыкновенного качества. Технические условия (Прокат товстолистовий із вуглецевої сталі звичайної якості. Технічні умови)

ГОСТ [14782-86](#) Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Методы ультразвуковые (Контроль неруйнівний. З'єднання зварні. Методи ультразвукові)

ГОСТ 18442-80\* Контроль неразрушающий. Капиллярные методы. Общие требования (Контроль неруйнівний. Капілярні методи. Загальні вимоги)

ГОСТ [19281-89](#) Прокат из стали повышенной прочности. Общие технические условия (Прокат із сталі підвищеної міцності. Загальні технічні умови)

ГОСТ [19425-74](#) Балки двутавровые и швеллеры стальные специальные (Балки двотаврові і швелери сталеві спеціальні)

ГОСТ 23055-78\* Контроль неразрушающий. Сварка металлов плавлением. Классификация сварных соединений по результатам радиографического контроля (Контроль неруйнівний. Зварювання металів плавленням. Класифікація зварних з'єднань за результатами радіографічного контролю)

ГОСТ 23479-79 Контроль неразрушающий. Методы оптического вида. Общие требования (Контроль неруйнівний. Методи оптичного виду. Загальні вимоги)

ГОСТ 26271-84 Проволока порошковая для дуговой сварки углеродистых и низколегированных сталей. Общие технические условия (Дріт порошковий для дугового зварювання вуглецевих і низь-колегованих сталей. Загальні технічні умови)

ГОСТ 27772-82 Прокат для строительных стальных конструкций. Общие технические условия (Прокат для **будівельних** сталевих **конструкцій**. Загальні технічні умови)

### 3 ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ

У цьому стандарті використано терміни, визначені в нормативно-правових актах та нормативних документах, а саме: ДБН А.3.1.5, ДБН А.3.2-2, ДБН В.2.6-163, НПАОП 0.00-1.16, ДСТУ Б В.2.6-75.

### 4 ОРГАНІЗАЦІЯ ЗВАРЮВАЛЬНИХ РОБІТ

#### 4.1 Основні положення

4.1.1 Цей стандарт встановлює технічні вимоги до **виконання зварювальних робіт при монтажі** сталевих **конструкцій**, вказаних в розділі 1, за наявності динамічних, вібраційних та статичних навантажень.

4.1.2 Предметом цього стандарту є єдині комплексні вимоги (далі - вимоги), пропоновані до підготовки під зварювання, зварювання і контролю якості зварних з'єднань при **монтажі** і ремонті (реконструкції) сталевих **конструкцій** промислових будинків і споруд.

4.1.3 Цей стандарт враховує вимоги ДБН В.2.6-163, ДСТУ Б В.2.6-75.

4.1.4 В цьому стандарті викладені вимоги до електродугового зварювання при **монтажі будівельних металевих конструкцій**. Застосування інших способів зварювання обумовлюється на практиці економічною і технологічною доцільністю.

4.1.5 Зварювальні роботи при **монтажі будівельних конструкцій** слід виконувати згідно з проектами **виконання зварювальних робіт** (далі - ПВЗР) або за технологічними картами (операційних технологіях), розробленими монтажною організацією та/або спеціалізованою організацією відповідно до вимог чинних нормативних документів і проектної документації.

4.1.6 Цей стандарт містить відомості про основні та зварювальні матеріали, конструкції зварних монтажних з'єднань, послідовність і техніку **виконання** зварних швів, вимоги до складання і зварювання елементів **конструкцій**, якості зварних з'єднань.

Правила охорони праці при виконанні **зварювальних робіт** під час монтажу **будівельних конструкцій** повинні виконуватися згідно з ДБН В.2.6-163, ДБН А.3.2-2, НПАОП 0.00-1.15, НПАОП 40.1 1.21, НАПБ А.01.001, а також чинними нормативно-правовими актами з охорони праці на

виробництві.

4.1.7 До зварювальних робіт при виготовленні, монтажі та ремонті будівельних конструкцій допускаються зварники, що пройшли навчання та перевірку знань згідно з НПАОП 0.00-4.12, НПАОП 0.00-1.16, НПАОП 40.1-1.21.

До контролю якості зварних з'єднань неруйнівними методами контролю допускаються дефектоскопісти, що атестовані відповідно до вимог НПАОП 0.00-1.63.

4.1.8 За наявності відповідних вимог у проекті виконання зварювальних робіт, нормативній документації або іншій технологічній документації кожний зварник перед зварюванням металевих конструкцій повинен зварити під спостереженням керівника зварювальних робіт пробні зварні з'єднання з того ж виду прокату (марки сталі, товщини), у тих же просторових положеннях і при використанні тих же режимів, матеріалів і устаткування, що і при виконанні монтажних швів.

Розміри і форма зварних зразків для механічних випробувань, виготовлених із пробних зварних з'єднань, повинні відповідати ГОСТ 6996.

4.1.9 Механічні випробування зварних з'єднань слід робити в обсязі, зазначеному в таблиці 1 (для одного пробного з'єднання).

Таблиця 1 - Обсяг механічних випробувань зварних з'єднань

Вид випробувань	Число зразків	Нормований показник
1. Статичний розтяг	2	Тимчасовий опір розриву не менше нижньої межі тимчасового опору основного металу (або розрив по основному металу)
2. Статичний вигин	2	Кут вигину для сталей товщиною, не менше: вуглецевих до 20 мм - 100° більше 20 мм - 80° низьколегованих до 20 мм - 80° більше 20 мм - 60°
3. Ударний вигин (для товщини металу 12 мм і вище)	3	Ударна в'язкість не менше величини, зазначеної в кресленнях або технічній документації

4.1.10 При незадовільних результатах механічних випробувань дозволяється повторне зварювання пробних з'єднань.

4.1.11 За температури повітря нижче мінус 30 °С пробні з'єднання слід зварювати в цих температурних умовах.

4.1.12 Поверхні, що зварюються, і робоче місце зварника слід захищати від дощу, снігу, вітру. У зимовий час необхідно мати поблизу робочих місць інвентарне приміщення для обігрівання.

4.1.13 Коливання напруги електромережі, що живить зварювальні пости, не повинно перевищувати  $\pm 5\%$  номінального значення. Тому слід влаштовувати живлення **зварювальних** постів від окремого фідера. Зварювальне устаткування рекомендується розташовувати в пересувних приміщеннях контейнерного типу з забезпеченням цих приміщень устаткуванням для підготовки і зберігання **зварювальних** матеріалів, місцевими витяжними пристроями.

4.1.14 Зварник повинен ставити особисте клеймо на відстані від 40 мм до 60 мм від межі звареного ним шва (якщо шов виконувала група зварників - то на початку і наприкінці своєї ділянки шва). Замість постановки клейма допускається складання виконавчих схем з підписами зварників.

4.1.15 Керівник **зварювальних робіт** на об'єкті повинен систематично вести журнал **зварювальних робіт** (додаток Б), забезпечувати наявність сертифікатів виробників на будівельні та зварювальні матеріали, вчасно надавати заявки на проведення операційного (вибіркового) і приймального неруйнівного контролю якості зварних з'єднань і забезпечувати зберігання їх результатів.

## 4.2 Вимоги до основних матеріалів

4.2.1 Матеріали, що застосовуються при зварюванні (**монтажі**) **будівельних конструкцій**, повинні відповідати вимогам відповідних стандартів, технічних умов і проектній документації.

4.2.2 Для виготовлення **будівельних конструкцій** під монтаж застосовують низьковуглецеві сталі, а також низьколеговані сталі підвищеної і високої міцності (таблиця 2).

4.2.3 Більшість сталей, що застосовуються для монтажу **будівельних конструкцій**, відносяться до таких, що добре зварюються. Підвищений вміст вуглецю і легуючих домішок погіршує зварюваність.

Попередня оцінка зварюваності надається за хімічним складом сталі, вплив якого виражається через  $C_{екв}$  - еквівалент вуглецю у відсотках (%) за емпіричною формулою (1):

$$C_{екв} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Si}{21} + \frac{Cr}{5} + \frac{Ni}{40} + \frac{Cu}{13} + \frac{V}{14} + \frac{P}{2}$$

де C, Mn, Si, Cr, Ni, Cu, V, P, відповідно вміст вуглецю, марганцю, кремнію, хрому, нікелю, міді, ванадію, фосфору в металі, %.

При  $C_{екв}$  менше 0,25 % зварюваність сталі задовільна. Сталі, які умовно задовільно зварюються, мають  $C_{екв} = 0,25\% - 0,35\%$ . Це низьколеговані сталі

підвищеної міцності із границею текучості менше 390 МПа.

У сталей із  $C_{екв} = 0,35 \% - 0,45 \%$  зварюваність обмежена. Ці сталі високої міцності із границею текучості від 390 МПа до 590 МПа (16Г2АФ, 15Г2СФ тощо) вимагають застосування спеціальної технології зварювання, щоб уникнути виникнення тріщин.

**Таблиця 2** - Класи сталей та відповідні їм марки сталей

Клас сталі	Стандарт	Сталь згідно з ГОСТ 27772	
		Марка сталі, товщина прокату, мм	Національні та міждержавні стандарти
С235	ГОСТ 27772	ВСт3кп2	ДСТУ 2651
С245	ГОСТ 27772	ВСт3пс6 (листовий - до 20, фасонний - до 30)	ДСТУ 2651
С255	ГОСТ 27772	ВСт3сп5, ВСт3Гпс6, ВСт3пс6 (листовий - понад 20 до 40, фасонний - понад 30)	ДСТУ 2651
С345, С345Т	ГОСТ 27772	09Г2	ГОСТ 19281 ГОСТ 19281
		09Г2С 15ХСНД (листовий - до 10, фасонний - до 20) 14Г2 (листовий, фасонний до 20)	ГОСТ 19281
С345К	ГОСТ 27772	10ХНДП 14Г2 (листовий, фасонний - понад 20) 10Г2С1, 15ХСНД (листовий - понад 10, фасонний - понад 20),	ГОСТ 19281
С375	ГОСТ 27772	10ХСНД (листовий - до 10, фасонний - без обмежень)	ГОСТ 19281
С390	ГОСТ 27772	14Г2АФ, 10Г2С1 термозміцнена, 10ХСНД (листовий - понад 10)	ГОСТ 19281
С390К	ГОСТ 27772	15Г2АФДпс	ГОСТ 19281
С440	ГОСТ 27772	16Г2АФ, 18Г2АФпс, 15Г2СФ термозміцнена	ГОСТ 19281

**Примітка 1.** У позначенні класу сталі згідно з ГОСТ 27772 показана



мінімальна границя текучості (наприклад, у класу сталі С 590 вона дорівнює 590 МПа).

**Примітка 2.** Сталі класу С345 і С375 категорій 1, 2, 3, 4 згідно з ГОСТ 27772 замінюють сталі категорій відповідно 6, 7 і 9; 12; 13 і 15 згідно з ГОСТ 19281.

**Примітка 3.** Сталі класу С345К, С390, С390К, С440, С590, С590К згідно з ГОСТ 27772 замінюють відповідні марки сталі категорій 1-15 згідно з ГОСТ 19281, наведені у цій таблиці.

### 4.3 Зварні з'єднання

4.3.1 У металоконструкціях мають місце наступні види зварних з'єднань:

1) стикові - найпоширеніші, характеризуються високою міцністю при статичних і динамічних навантаженнях, найменшими власними напруженнями і деформаціями при зварюванні;

2) таврові - характерні для конструктивних елементів балок, колон, каркасів будинків тощо;

3) кутові - використовуються, в основному, в якості сполучних елементів у листових конструкціях по крайках з'єднань профільного прокату тощо;

4) напускні (з'єднання внапуск) - застосовують при зварюванні листових **конструкцій**, якщо не можна виконати стикові з'єднання, а також вузлів ферм та колон.

4.3.2 Конструктивні елементи зварних з'єднань при ручному електродуговому зварюванні повинні відповідати вимогам ГОСТ 5264, ГОСТ 11534 або проектної документації.

4.3.3 Горизонтальні стикові шви при зварюванні металевих **конструкцій** виконують, як правило, зі скосом верхньої крайки. Якщо доступ до зворотної сторони стикового шва неможливий, можна застосовувати сталеві підкладки, що залишаються, або тимчасові гнучкі флюсонесучі, керамічні, скляні або кремнеземисті стрічки.

4.3.4 Якщо в кресленнях катет кутових швів не вказаний, слід застосовувати його не менше зазначеного в таблиці 3.

4.3.5 Співвідношення розмірів катетів кутових швів слід приймати, як правило, 1:1. При різних товщинах елементів, що зварюються, допускаються шви з неоднаковими катетами. При цьому катет шва, що примикає до більш тонкого елемента, повинен бути не більше 1,2 його товщини, а катет шва, що примикає до елемента з більшою товщиною, повинен прийматися згідно з таблицею 3.

4.3.6 У зварних конструкціях, що сприймають динамічні, вібраційні навантаження або виготовлених з високоміцних сталей, кутові шви слід виконувати із плавним переходом до основного металу.

**Таблиця 3** - Мінімальні катети кутових швів у залежності від типу з'єднання та границі текучості сталі

З'єднання	Границя текучості сталі $\sigma_T$ , МПа	Мінімальний катет шва, мм, при товщині більш товстого елемента S, мм							
		Від 4 до 5	Від 6 до 10	Від 11 до 16	Від 17 до 22	Від 23 до 32	Від 33 до 40	Від 41 до 80	Понад 80 або $\sigma_T > 530$ МПа
Таврове із двосторонніми швами	До 430	4	5	6	7	8	9	10	Обумовлюється кресленнями
Внапуск, кутове	Від 430 до 530	5	6	7	8	9	10	-	-
Таврове з односторонніми швами	До 380	5	6	7	8	9	10	12	-

Примітка. Мінімальні катети для сталей з товщиною понад 80 мм або сталей, у яких  $\sigma_T > 530$  МПа, обумовлюються спеціальними технічними умовами.

4.3.7 При **монтажі** металевих **конструкцій** забороняється застосування комбінованих (зварних і болтових) з'єднань.

4.3.8 У стикових зварних з'єднаннях допускається різниця товщин елементів згідно з таблицею 4. У сталей високої міцності різниця товщин не повинна перевищувати 2,5 мм, або на більш товстій деталі повинен бути зроблений одно- або двосторонній скіс (розробка крайки) до товщини тонкої деталі під кутом до горизонталі  $15^\circ \pm 2^\circ$ .

**Таблиця 4** - Допустима різниця товщин елементів у стикових зварних з'єднаннях

Товщина тонкої деталі, мм	від 2 до 4	від 5 до 20	від 21 до 30	більше 30
Різниця товщин елементів, мм	1	2	3	4

4.3.9 У стикових з'єднаннях допускаються зсуви крайок, що

зварюються згідно з таблицею 5.

**Таблиця 5** - Допуск на величину зсуву крайок у стикових зварних з'єднаннях

Товщина деталі, S, мм	До 4	Від 4 до 10	Більше 10
Зсув крайок, не більше, мм	0,5	1	0,15 S, але не більше 3

#### 4.4 Зварювальні матеріали

4.4.1 Ручне дугове зварювання виконується штучними металевими електродами.

Кожна партія електродів повинна мати сертифікат заводу-виробника, а кожна пачка - наклейку з характеристикою даної марки електродів.

4.4.2 При виборі типу електродів згідно з ГОСТ 9467 слід керуватися наступними правилами (таблиця 6):

- конструкції категорій А і Б за призначенням та категорій І і ІІ за напруженим станом (додаток А) з низьковуглецевих сталей у всіх випадках зварюють електродами типу Э42А або Э46А;

- конструкції категорії В за призначенням та категорії ІІІ за напруженим станом з низьковуглецевих сталей за температури навколишнього середовища 0 °С або вище зварюють електродами типу Э42 або Э46, а за мінусових температур - електродами типу Э42А або Э46А;

- конструкції категорій А і Б за призначенням та категорій І і ІІ за напруженим станом з низьколе-гованих сталей з границею текучості нижче 390 МПа зварюють електродами Э50А, а конструкції категорії В за призначенням та категорії ІІІ за напруженим станом з низьколегованих сталей - електродами Э50 (за мінусових температур - Э50А);

- конструкції з низьколегованих сталей високої міцності з границею текучості, яка дорівнює або вище 390 МПа, але нижче 500 МПа, зварюють електродами типу Э60 і Э50А.

Для зварювання **конструкцій** категорії В за призначенням та категорії ІІІ за напруженим станом допускається використання електродів типу Э50 (крім **робіт**, які виконуються за температури нижче нуля градусів);

- конструкції з легуваних сталей високої міцності з границею текучості вище 500 МПа зварюють електродами типу Э60А і Э70.

Технічні характеристики рекомендованих марок електродів зазначені в таблиці 7.

**Таблиця 6** - Зварювальні матеріали

Група конструкцій	Клас міцності прокату (найменування, марка сталі)	Національні та міждержавні стандарти	Марки матер.		
			Під флюсом		У вуглел згідно з ГС суміші й згідно з
			Флюс згідно з ГОСТ 9087	Зварювальний дріт згідно з ГОСТ 2246	Дротом суцільного перерізу згідно з ГОСТ 2246
1	2	3	4	5	6
1,2	Від 235 до 285 вкл. (типу Ст3сп)	ГОСТ 27772 ДСТУ 2651 ГОСТ 14637 ГОСТ 535 ГОСТ 6713	АН- 348А <sup>1)</sup> АН- 348АД <sup>2)</sup>	СВ-08А СВ-08ГА	08Г2С
	Від 295 до 375 включно (типу 09Г2С)	ГОСТ 27772 ГОСТ 19281	АН-47 АН-47Д АН- 348 <sup>1)</sup> АН- 348АД <sup>1)</sup>	СВ-08ГА СВ-10ГА СВ-10Г2	08Г2С
	Від 325 до 390 включно (типу 10ХСНД)	ГОСТ 19281 ГОСТ 6713	АН-47 АН-47Д АН- 348А <sup>1)</sup> АН- 348АД <sup>1)</sup> АН-43	СВ-08ГА <sup>2)</sup> СВ-10ГА <sup>2)</sup> СВ-10Г2 <sup>2)</sup> СВ-08ХМ СВ-10НМА	08Г2С
	345 (С345К, 10ХНДП)	ГОСТ 27772 ГОСТ 19281	АН- 348А АН- 348АД	СВ-08Х1ДЮ	СВ- 08ХГ2СЮ

1,2	Від 355 до 440 включно	ГОСТ 27772 ГОСТ 19281	АН-47 АН-47Д АН-17М АН-348А <sup>1)</sup> АН-348АД <sup>1)</sup> АН-43	СВ-08ГА <sup>2)</sup> СВ-10ГА <sup>2)</sup> СВ-10Г2 <sup>2)</sup> СВ-08ХМ СВ-10НМА СВ-08ХГСМА СВ-10ХГ2СМА	СВ-08Г2С
	Від 440 до 590 включно	ГОСТ 27772	АН-17М	СВ-08ХН2ГМЮ СВ-10НМА	СВ-08ХГСМА СВ-10ХГ2СМА СВ-08Г2С
3,4	Від 235 до 285 включно (типу СтЗсп)	ГОСТ 27772 ДСТУ 2651 ГОСТ 14637 ДСТУ 4484	АН-348А <sup>1)</sup> АН-348АД <sup>2)</sup>	СВ-08 СВ-08А В-08ГА	СВ-08Г2С
	Від 295 до 375 включно (типу 09Г2С)	ГОСТ 27772 ГОСТ 19281	АН-47 АН-47Д АН-348 <sup>1)</sup> АН-348АД <sup>1)</sup>	СВ-08ГА СВ-10ГА СВ-10Г2	СВ-08Г2С
	Від 325 до 390	ГОСТ 19281	АН-47 АН-47Д АН-	СВ-08ГА	

3,4	включно (типу 10ХСНД)	ГОСТ 6713	348А <sup>1)</sup> АН-348АД <sup>1)</sup>	СВ-10ГА СВ-10Г2	СВ-08Г2С
	Від 355 до 440 включно	ГОСТ 27772 ГОСТ 19281 ГОСТ 5521	АН-47 АН-47Д АН-17М АН-348А <sup>1)</sup> АН-348АД <sup>1)</sup>	СВ-08ГА СВ-10ГА СВ-10Г2	СВ-08Г2С
	345 (С345К, 10ХНДП)	ГОСТ 27772 ГОСТ 19281	АН-348А АН-348АД	СВ-08Х1ДЮ	СВ-08ХГ2СДК

1) Застосування флюсу АН-348А (АН-348-АД) вимагає проведення додаткового металу шва при зварюванні з'єднань елементів товщиною понад 32 мм.

2) Не застосовувати у поєднанні з флюсом АН-43.

3) Порошковий дріт марок ПП-АН19 і ПП-АН19Н використовується для зварювання формуваним і зварюванням в нижньому і нахиленому положеннях одношарової конструкції.

4) При відповідному обґрунтуванні для зварювання **конструкцій** допускається (дроти, флюси, захисні гази, електроди), не зазначені в цій таблиці. При цьому їх застосуванням, повинні бути не гірші від властивостей, які забезпечуються таблицею.

4.4.3 Для розрахункових кутових швів допускається застосовувати електроди, призначені для сталі більш високого класу в порівнянні зі сталлю даної конструкції.

4.4.4 Метою підвищення технічної міцності зварних з'єднань сталей високої міцності з границею текучості вище 390 МПа товщиною понад 25 мм кореневий шар рекомендується накладати електродами типу Э-50. Ці ж електроди можна застосовувати для приварювання монтажних пристосувань із низьковуглецевої сталі.

4.4.5 Зварювальні матеріали доцільно зберігати окремо партіями однакових марок і діаметрів в умовах, що забезпечують їх захист від зволоження і ушкодження. Температура в приміщенні, призначеному для зберігання електродів, повинна бути не нижче плюс 15 °С, відносна вологість повітря - не більше 50 %.

4.4.6 Електроди перед використанням повинні бути прокалені за даними супровідних документів або орієнтовно - за даними таблиці 8.

4.4.7 При зварюванні особливо відповідальних **конструкцій** температура прокалювання електродів з основним покриттям повинна бути збільшена до 400 °С або до 450 °С (при зварюванні постійним струмом) і від 450 °С до 480 °С (при зварюванні змінним струмом). Тривалість прокалювання - 2 год.

**Таблиця 7 - Характеристики покритих електродів**

Тип електродів	Марка	Коефіцієнт витрати	Рід струму, полярність	Призначення	Технологічні особливості
Э42А	УОНИ-13/45	1,7	Постійний, зворотна	Зварювання особливо відповідальних конструкцій з нормативним тимчасовим опором розриву не більше 490 МПа	Зварювання потрібно виконувати гранично короткою дугою. Необхідно ретельно зачищати поверхні, що зварюються
Э46	АНО-21	1,65	Будь-який, пряма, зворотна	Зварювання відповідальних <b>конструкцій</b> з низьковуглецевих сталей	Можливе зварювання знизу вверху на вертикальній площині. Температура прокалювання 110 °С -130 °С протягом 80 хв
	АНО-29М	1,7	Будь-який, пряма, зворотна	Зварювання відповідальних <b>конструкцій</b> з низьковуглецевих сталей	Покриття рутил-целюлозне. Температура прокалювання 100 °С - 120 °С протягом 30 хв Досить ефективно зварювання на

					вертикальній площині зверху вниз
	MP-3	1,7	Змінний, постійний, зворотна	Зварювання відповідальних <b>конструкцій</b> з низько-вуглецевих сталей	Зварювання виконувати короткою дугою. Потрібне ретельне зачищення металу від окалини
Э50А	УОНИ-13/55	1,65	Постійний, зворотна	Зварювання особливо відповідальних конструкцій з низьколегованих сталей, що працюють при знакозмінних навантаженнях і температурах нижче нуля градусів	Зварювання виконувати гранично короткою дугою по ретельно очищених поверхнях
	ДСК-55	1,4	Змінний, постійний, зворотна	Зварювання особливо відповідальних конструкцій з вуглецевих і низьколегованих сталей	Зварювання виконувати гранично короткою дугою по ретельно очищених поверхнях. Заміняють УОНИ-13/55
Э50	АНО-19М	1,5	Змінний, постійний, зворотна	Зварювання <b>конструкцій</b> з вуглецевих і низьколегованих сталей груп 2, 3, 4	Зварювання виконувати короткою дугою або методом обпирання
				Зварювання відповідальних	Зварювання виконувати у



Э50А	ОЗС-18	1,6	Постійний, зворотна	<b>конструкцій</b> з атмосферо- коррозійно- стійкої сталі 10ХНДП товщиною переважно не більше 15 мм	всіх просторових положеннях, крім «зверху- вниз». Прокалювання електродів при 260 °С протягом 1 год
Э60	УОНИ 13/65	1,7	Постійний, зворотна	Зварювання особливо відповідальних конструкцій зі сталей високої міцності	Аналогічні електродам УОНИ-13/45 тощо
	АНО- М60	1,6	Змінний, постійний, зворотна	Зварювання відповідальних <b>конструкцій</b> зі сталей високої міцності	При зварюванні корневих шарів забезпечують одержання зворотного валика. В іншому випадку аналогічні електродам УОНИ-13/45 тощо
Э70	АНО- ТМ70	1,65	Змінний, постійний, зворотна	Зварювання особливо відповідальних конструкцій зі сталей високої міцності й обмеженої зварюваності з границею міцності від 590 МПа до 690 МПа	Аналогічні електродам АНО-ТМ60

4.4.8 Прокалювання електродів допускається не більше двох разів. Доцільно зберігати прокалені електроди в печі в межах температур (45-100) ° С, подавати на робоче місце і зберігати в сухому, захищеному від опадів місці, або використовуючи спеціальні термопенали з електроживленням від

зварювального ланцюга з обов'язковим заземленням (напруга від 55 В до 65 В).

Для зварювання **конструкцій** з високоміцних сталей ця умова обов'язкова.

4.4.9 На робочі місця прокалені електроди слід подавати в кількості, необхідній для зварювання не більше ніж протягом однієї зміни.

**Таблиця 8 - Режими прокалювання електродів**

Тип електродів згідно з ГОСТ 9467	Покриття	Орієнтовний режим прокалювання		Строк придатності після прокалювання при зберіганні не більше, діб
		Температура, °С	Час, год	
Э42, Э46 Э50А, Э60	Фтористо-кальцієве (основне)	Від 350 до 370	Від 1 до 1,5	10
Э42, Э46	Рутилове	Від 180 до 220	Від 1 до 1,5	30
Э70	Фтористо-кальцієве (основне)	Від 420 до 450	Від 1,5 до 2,0	30

## 4.5 Зварювальне устаткування

4.5.1 Ручне електродугове зварювання **конструкцій** необхідно виконувати змінним (якщо дозволяють електроди) або постійним струмом з живленням від джерел з падаючою (крутопадаючою) характеристикою:

- випрямлячів однопостових;
- випрямлячів багатопостових, обладнаних постовими баластними реостатами;
- агрегатів для зварювання в польових умовах;
- трансформаторів з номінальним струмом поста 300 А, 400 А і 500 А.
- іншими джерелами живлення (в тому числі іноземного виробництва), сертифікованими в Україні і узгодженими з державними органами нагляду за охороною праці та промисловою безпекою.

Характеристики джерел струму, що можуть застосовуватися, наведені у додатку В.

Можливе застосування і інших джерел струму, в тому числі імпорتنих, якщо їх характеристики не гірші зазначених у вказаному додатку.

4.5.2 Для прокалювання електродів служать пересувні електропечі з

температурою нагрівання до 500 °С. Для зберігання електродів на робочому місці рекомендуються термопенали.

4.5.3 Для видалення кореня шва, зачищення крайки деталей перед зварюванням і зварних швів, видалення дефектів у швах необхідно застосовувати високообертові машинки з абразивними армованими високообертливими шліфувальними кругами зовнішнім діаметром від 180 мм до 230 мм, товщиною від 3 мм до 6 мм (при застосуванні абразивних кругів необхідно перевіряти їх належність до шліфувальних або відрізних, а також відповідати вимогам нормативно-правових актів центральних органів виконавчої влади з промислової безпеки та охорони праці України.

4.5.4 Враховуючи допустимі втрати напруги у зварювальному ланцюзі (не більше 5 %), довжина **зварювальних** проводів марки КОГ1 і КГ не повинна перевищувати 50 м, а площа їх перетину повинна бути не менше 35 мм<sup>2</sup> при довжині живильних проводів більше 10 м. Довжина живильних проводів до пересувних джерел струму, що обслуговують тимчасові робочі місця, не повинна перевищувати 10 м (з умов техніки безпеки). Перед зварюванням необхідно забезпечити надійні контакти всіх з'єднань.

## 4.6 Підготовка конструкцій до зварювання

4.6.1 До основних операцій підготовки металевих **конструкцій** до зварювання відносяться: виправлення і очищення металевого прокату, механічне або термічне різання при заготівельних операціях деталей або елементів **конструкцій**, обробка крайок, що підлягають зварюванню.

4.6.2 Перед зварюванням необхідно перевірити:

- якість виготовлених деталей або **конструкцій** (шляхом ретельного зовнішнього огляду);
- відповідність металу вимогам робочих креслень (за сертифікатами виробника і маркуванню на металі);
- правильність підготовки крайок до зварювання.

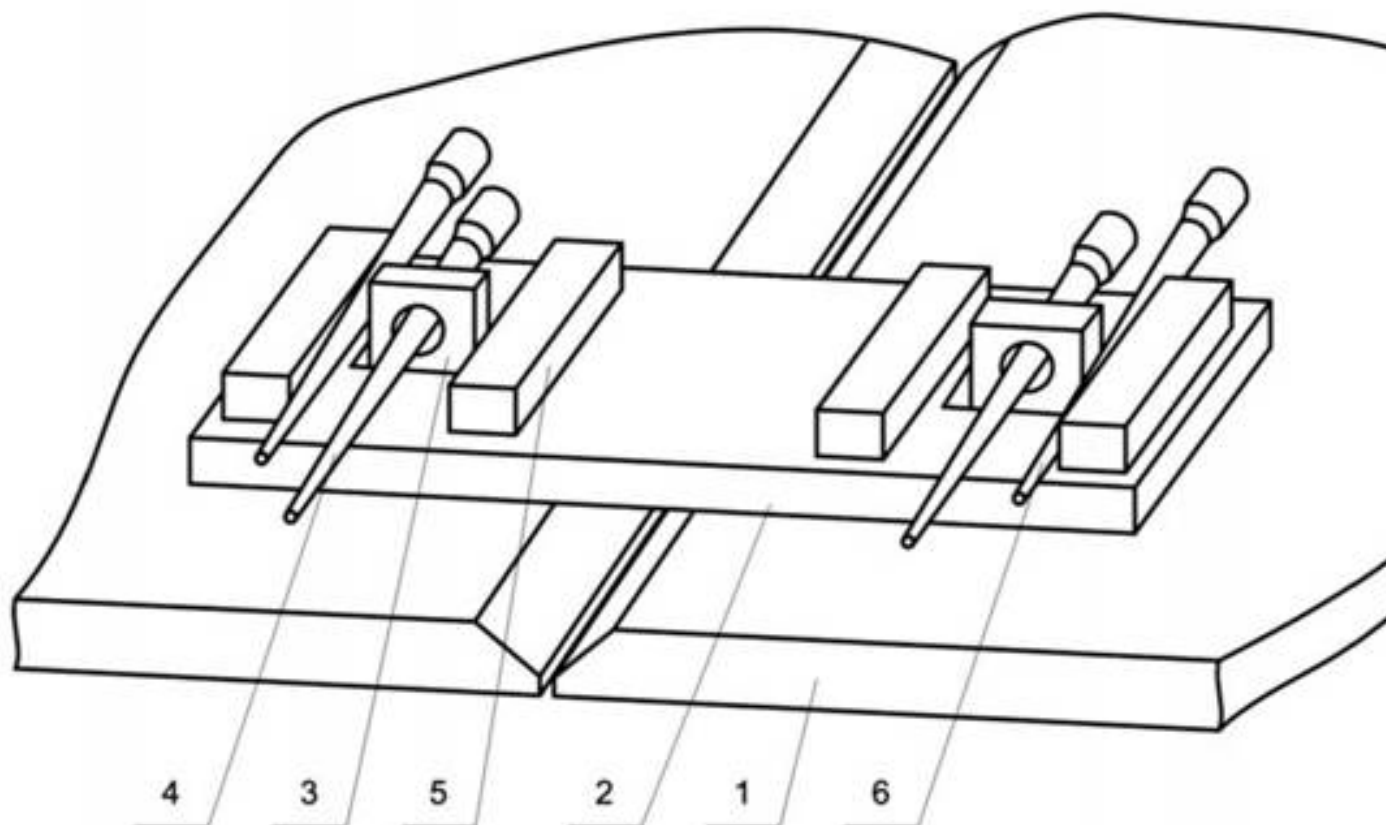
4.6.3 Підготовка крайок повинна виконуватись згідно з 4.3.

Крайки, а також прилеглі до них поверхні металу шириною не менше 20 мм безпосередньо перед зварюванням повинні бути зачищені до металевому блиску з видаленням окалини, іржі, жирів, фарби, бруду, вологи. У конструкціях з високоміцних сталей повинні бути також ретельно оглянуті місця приварювання пристосувань (допоміжних підкладок). Продукти видалення повинні бути вилучені із зазору між крайками.

4.6.4 Місцеві зазори (при виконанні ремонтних **робіт**), що перевищують допуски, зазначені в 4.3.2, дозволяється усувати наплавленням металу на внутрішні крайки з наступним механічним зачищенням наплавленого металу. При наплавленні необхідно використовувати електроди, призначені для зварювання даної конструкції.

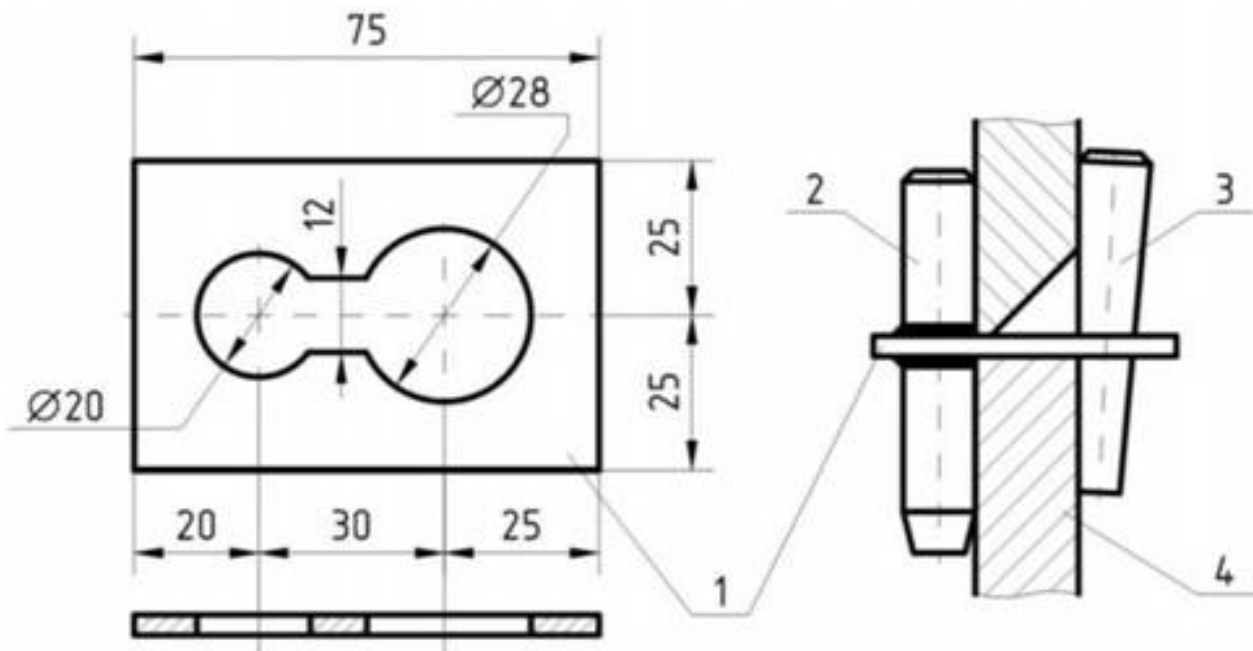
4.6.5 Складання стикових зварних з'єднань листових **конструкцій**

рекомендується виконувати з використанням тимчасових складально-стяжних пристосувань (приклади показані на рисунках 1 і 2). Клинові напівжорсткі кріплення застосовують при складанні листових елементів внапуск (рисунок 3). Колони, підкранові балки з'єднують за допомогою кутиків - фіксаторів і стягують болтами.



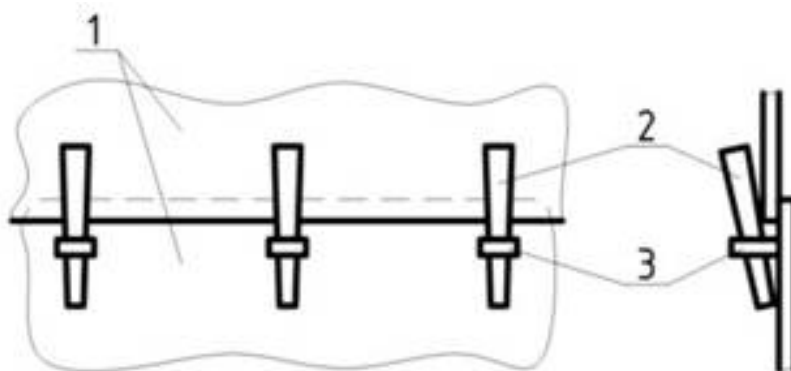
1 - зварюваний лист; 2 - складальна планка; 3 - шайба; 4 - клин; 5 - брусок-упор; 6 - клин, що стягує зварювані кромки

**Рисунок 1** - Стик, складений за допомогою стяжного пристрою



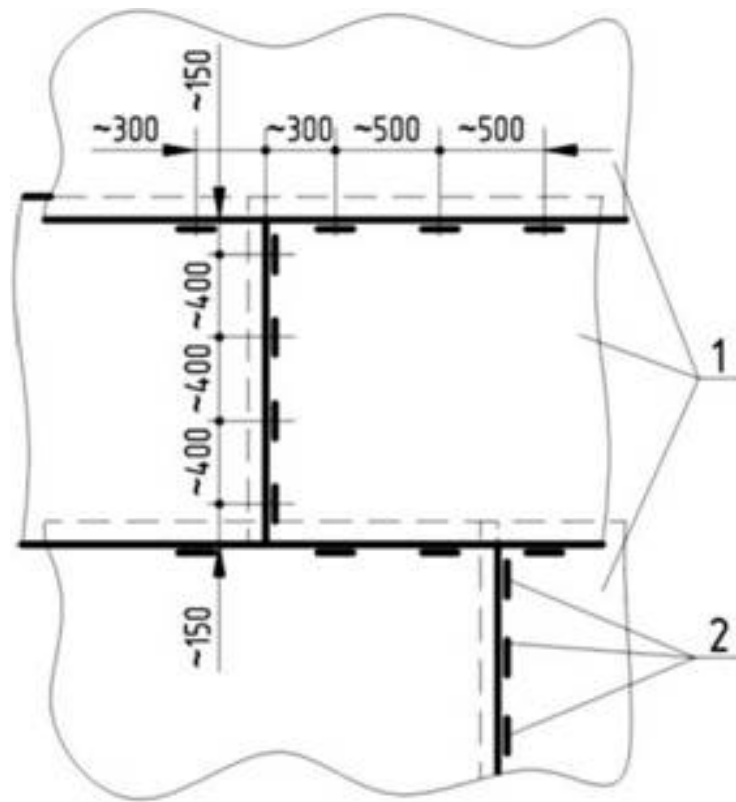
1 - стягувальна прокладка, 2 - упор, 3 - клин, 4 - зварюваний лист

**Рисунок 2** - Пристосування для складання горизонтальних стиків



1 - зварювані листи; 2 - клини; 3 - прямокутні шайби

**Рисунок 3** - З'єднання внапуск, складене за допомогою клинів



1 - зварювані листи; 2 - прихватки

**Рисунок 4** - Розміщення прихваток при складанні листів під зварювання

4.6.6 При складанні стикових з'єднань рекомендується (для **конструкцій** категорій А і Б за призначенням та категорій І і ІІ за напруженим станом - є обов'язковою умовою) встановити на початку і в кінці стику вивідні планки довжиною і шириною не менше 100 мм, достатніми для **виконання** зварного шва з якісними показниками, що вимагаються до основного зварного з'єднання.

4.6.7 У випадках, в яких неможливо використовувати напівжорсткі кріплення, застосовують жорсткі кріплення (прихватки).

Прихватки рекомендується розташовувати з боку, протилежного початку накладання шва. У місцях перетину швів прихватки не допускаються. Розміщення прихваток при складанні листів показано на рисунку 4.

4.6.8 Розміри прихваток у перетині не повинні перевищувати одну третину перетину основного шва (при товщині металу 5 мм і більше). Катет прихваток у кутових швах повинен бути не меншим мінімальних значень, зазначених в 4.7. У з'єднаннях, що складаються на підкладках, які залишаються, катет прихваток повинен бути не більше 4 мм. Довжина прихваток повинна бути не менше 50 мм, а в конструкціях зі сталі високою міцності - 100 мм.

4.6.9 Прихватки повинні бути ретельно зачищені від шлаків. Забраковані прихватки слід вирізати механізованим способом і виконувати

знову.

4.6.10 Прихватку при складанні **конструкцій** повинні виконувати зварники, допущені до **виконання** відповідних **робіт**.

4.6.11 Вимоги до зварювання тимчасових пристосувань аналогічні вимогам до зварювання основних **конструкцій**, крім зазначених у робочій документації випадків.

4.6.12 Прийомку зібраних під зварювання **конструкцій** повинні виконувати керівники **зварювальних робіт** з відповідним зазначенням в журналі **зварювальних робіт** (додаток Б).

#### 4.7 Загальні вимоги до зварювання

4.7.1 Зварювальні роботи слід розпочинати тільки після приймання **конструкцій** або окремих їх вузлів під зварювання.

4.7.2 У холодну пору року зварювання **конструкцій** без підігрівання дозволяється виконувати за температури навколишнього повітря, наведеної в таблиці 9. При більш низьких температурах зварювання слід робити з попереднім підігріванням сталі від 120 °С до 160 °С у зоні шириною 100 мм з кожної сторони з'єднання. Довжина ділянки, що підігрівається, повинна бути не більше 1000 мм.

4.7.3 Зварювання листових **конструкцій** зі сталі товщиною більше 20 мм необхідно робити способами, що зменшують швидкість охолодження.

**Таблиця 9** - Умови зварювання елементів **конструкцій** у залежності від товщини і температури навколишнього повітря

Товщина елементів, що зварюються, мм	Максимально допустима температура навколишнього повітря зварюванні, °С				
	Гратчастих конструкцій	Листових об'ємних і суцільностінчастих конструкцій	Гратчастих конструкцій	Листових об'ємних і суцільностінчастих конструкцій	Г
	вуглецевої		низьколегованої з границею течу		
			менше 390		
До 16	-30	-30	-20	-20	
Від 18 до 25	-	-	-	-	
Від 16 до 30	-30	-20	-10	0	П бі

Від 16 до 40	-10	-10	0	5	П Ц З І Н Т Н
Від 30 до 40	0	-10	0	5	

**Примітка 1.** До гратчастих **конструкцій** слід відносити ферми, зв'язки по поясах ферм, вертикальні зв'язки.

**Примітка 2.** До листових об'ємних **конструкцій** - підкранові балки коробчастого перерізу.

**Примітка 3.** До суцільностінчастих - колони, підкранові балки двотаврового перерізу, балки перекриттів

4.7.4 За температури сталі нижче мінус 5 °С зварювання слід виконувати від початку і до кінця шва без перерви (за винятком часу, необхідного для зміни електродів і зачищення накладеного шару шва). У випадках змушеної зупинки процес слід відновити після підігрівання стику.

4.7.5 Складання **конструкцій** за мінусових температур виконують без ударів і надмірного натягу елементів, що складаються, холодне виправлення не допускається. За температури нижче мінус 30 °С конструкції слід складати без прихваток.

4.7.6 Якщо буде потреба зрізання пристосувань за температур, нижче зазначених у таблиці 9, основний метал у місці розташування пристосувань (у радіусі від 200 мм до 300 мм) слід підігрівати до температури від 100 °С до 150 °С.

4.7.7 Діаметр електрода вибирають із врахуванням товщини металу, просторового положення зварювання, шару шва (таблиця 10).

**Таблиця 10** - Вибір діаметра електрода для зварювання в залежності від зварюваних товщин

Товщина металу, мм	2	3	від 4 до 5	від 6 до 12	13 і більше
Діаметр електрода, мм	від 1,5 до 2,5	від 2,5 до 3	від 3 до 4	від 4 до 5	5



Метал товщиною до 3 мм зварюють електродами діаметром до 3 мм, при товщині від 4 мм до 5 мм потрібно застосовувати електроди діаметром 4 мм, при товщині більше 5 мм - електроди 5 мм (більші діаметри застосовувати не рекомендується). На вертикальній площині і особливо в стельовому положенні слід використовувати електроди діаметром не більше 4 мм. Корінь шва у всіх випадках потрібно зварювати електродами діаметром не більше 3 мм.

4.7.8 Конструкції, що зварюються при укрупненому складанні, слід розташовувати так, щоб забезпечити можливість накладення швів переважно в нижньому положенні.

4.7.9 Силу струму при зварюванні необхідно вибирати залежно від діаметра електрода і просторового положення зварювання. У нижньому положенні силу струму  $I$  визначають за формулою:

$$I = K \cdot d_e \quad (2)$$

де  $d_e$  - діаметр електрода, мм;

$K$  - коефіцієнт, що залежить від діаметра електрода (таблиця 11).

**Таблиця 11** - Визначення коефіцієнта  $K$  в залежності від діаметра електрода

Діаметр електрода, мм	2	3	від 4 до 5
Значення коефіцієнта $K$	від 25 до 30	від 30 до 45	від 40 до 55

При зварюванні на вертикальній площині силу струму потрібно зменшувати на величину від 10 % до 15 %, а в стельовому положенні - на величину від 15 % до 20 %, необхідно також знизити швидкість зварювання.

За температури навколишнього повітря нижче нуля градусів силу струму потрібно збільшити на величину від 10 % до 15 % і знизити швидкість зварювання.

4.7.10 Число шарів наплавленого металу залежить від товщини металу, що зварюється (таблиця 12).

Накладення кожного валка багат шарового шва слід робити після ретельного очищення попереднього валка від шлаків і бризок. Ділянки шва з дефектами, що підлягають усуненню, повинні бути вилучені до накладення наступних валків.

При виконанні стикових, кутових швів з повним проплавленням необхідно зачистити корінь шва до чистого бездефектного металу і виконати підварювання.

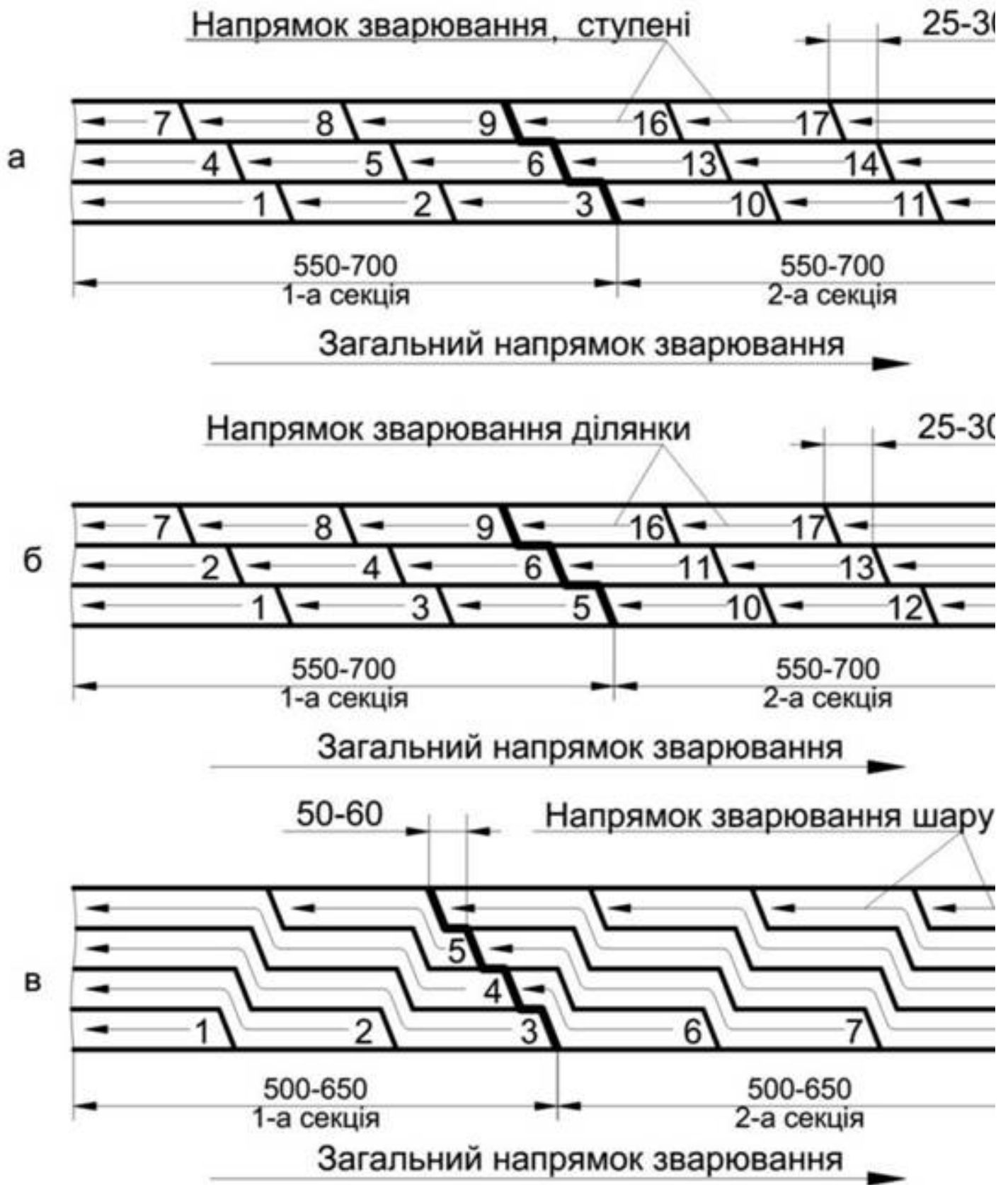
4.7.11 З метою зниження напружень і деформацій у зварних з'єднаннях,

у тому числі за мінусової температури повітря, рекомендується застосовувати різні способи **виконання** швів. Зворотноступеневе зварювання застосовують при накладанні одно-двошарових швів довжиною понад 800 мм. Шов виконують ділянками довжиною від 170 мм до 220 мм один за іншим у напрямку, зворотному зварюванню. Цей же спосіб рекомендується при зварюванні багатошарових швів (рисунок 5). При зварюванні секціями багатошаровий шов виконують окремими ділянками довжиною від 500 мм до 800 мм. Кожну секцію можна зварювати зворотноступеневим способом, подвійним шаром або каскадом (рисунок 6).

4.7.12 Початок і кінець стикового шва слід виводити за межі з'єднання на вивідні планки, що видаляються після закінчення зварювання кисневим різанням. Місця, де були встановлені планки, повинні бути ретельно зачищені. Кратер шва допускається виводити на наплавлений метал, ретельно заплавити його і зачистити абразивним інструментом. У всіх випадках забороняється запалювати дугу на основному металі і виводити її на кратер.

**Таблиця 12** - Число шарів наплавленого металу в залежності від товщини металу, що зварюється

Товщина металу, мм	до 5	6	8	10	12	14	16	від 18 до 20
<b>Число шарів у швах (без підварювання)</b>								
Стикових	1	2	від 3 до 4	від 3 до 4	4	від 4 до 5	від 5 до 6	6
Кутових	1	1	1	2	від 2 до 3	від 3 до 4	5	від 5 до 6

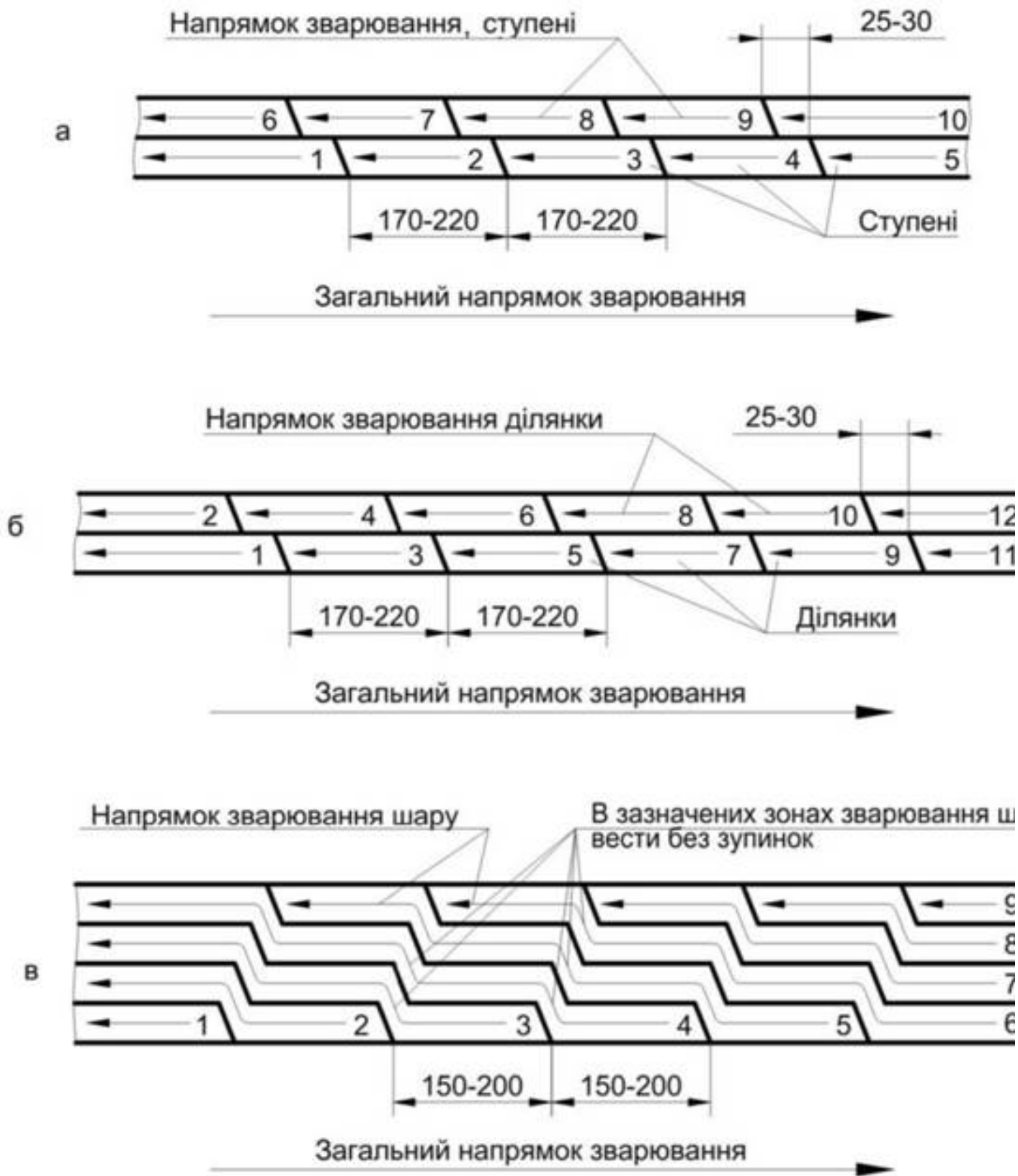


1-18 - номери швів у порядку їх виконання.

а - зворотноступеневе зварювання одним шаром; б - зворотноступеневе зварювання подвійним шаром; в - зворотноступеневе зварювання каскадом

## **Рисунок 5 - Одноступеневі способи виконання швів зварних з'єднань**

4.7.13 Після закінчення зварювання конструкції і зварні шви повинні бути очищені від шлаків, бризок розплавленого металу і напливів. Приварені складальні пристосування слід вилучити без ударних навантажень і ушкодження основного металу, а місця приварки - зачистити до основного металу з вибіркою всіх дефектів.



1-12 - номери швів в порядку їх виконання

а - секційний зворотноступеневий зварний шов; б - секційне зварювання подвійним шаром; в - зварювання секційним каскадом

Рисунок 6 - Секційні способи виконання швів зварних з'єднань при ручному

## дуговому зварюванні

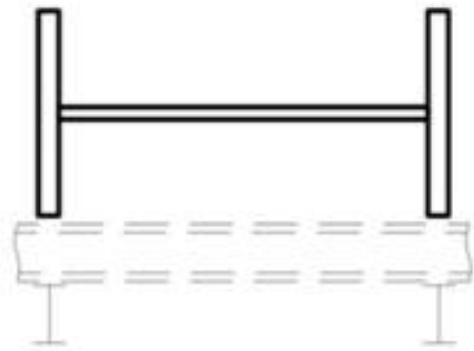
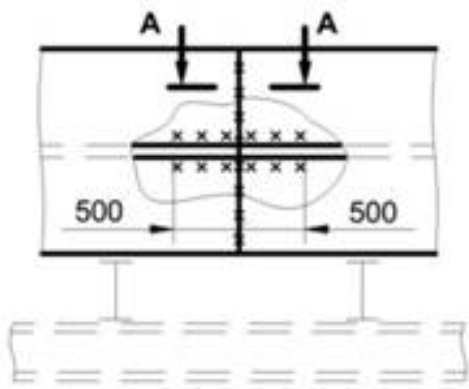
### **4.8 Зварювання елементів конструкцій**

У розділі наводяться найбільш типові приклади технології зварювання елементів **конструкцій**, що носять рекомендаційний характер.

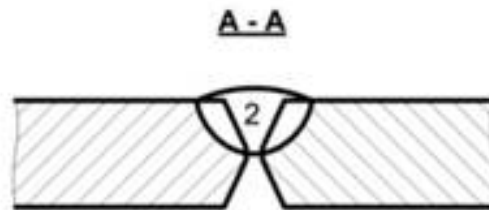
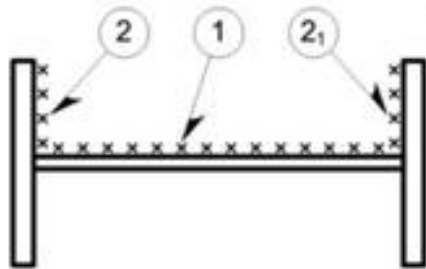
#### **4.8.1 Зварювання стиків колон**

4.8.1.1 При відносно невеликих товщинах полиць (до 16 мм), співвідношеннях в розмірах ширини полиць і стінок колон двотаврового перерізу (не більше 1:5) послідовність зварювання стиків принципового значення не має.

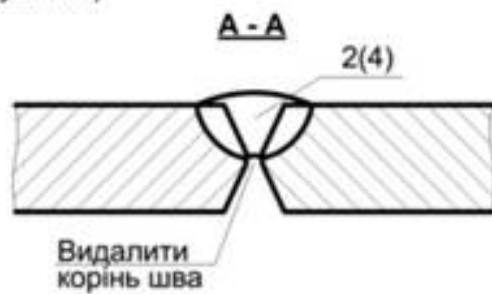
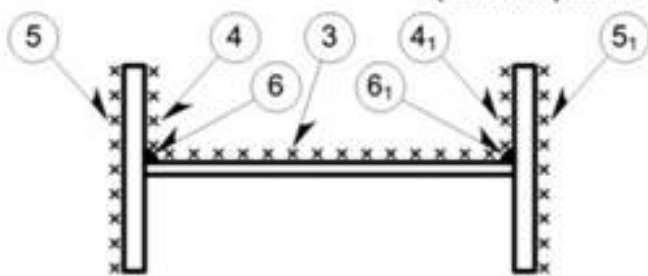
При товщинах полиць від 16 мм до 40 мм і значних розмірах стінок (від 500 мм) рекомендується спочатку зварювати стик стінки колони, а потім стики полиць. При більших розмірах і співвідношеннях зварювання виконують за індивідуальною технологією.



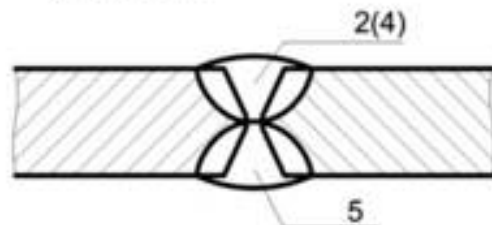
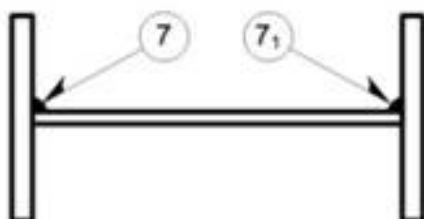
Позиція 1



Позиція 2  
(після першого кантування)

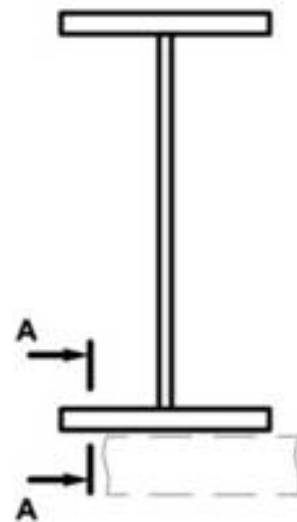
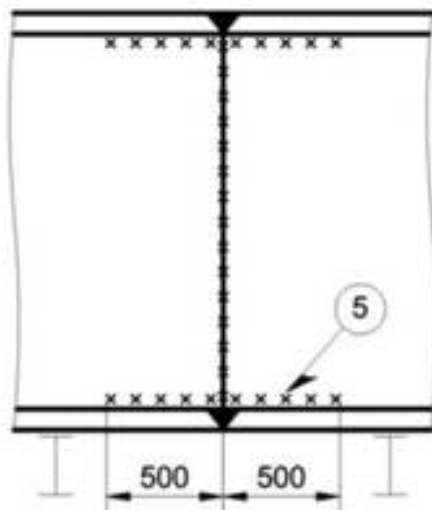


Позиція 3  
(після другого кантування)



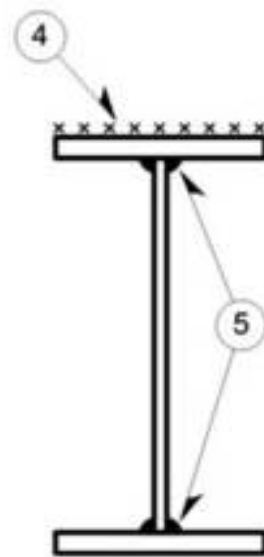
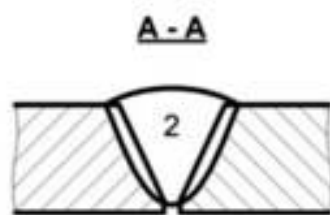
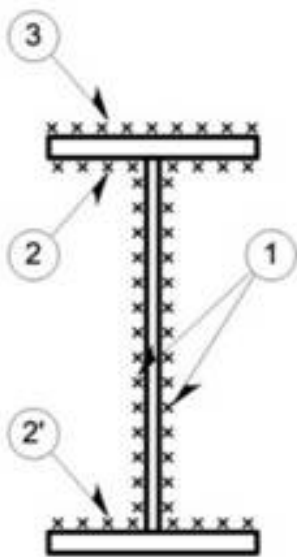
1-7<sup>1</sup> - номери швів у порядку їх виконання  
 позиція 1 - початок складання і зварювання;  
 позиція 2 - зварювання після першого кантування на 180°;  
 позиція 3 - зварювання після другого кантування на 180°

**Рисунок 7** - Послідовність зварювання стику колон при укрупненні з двома кантуваннями

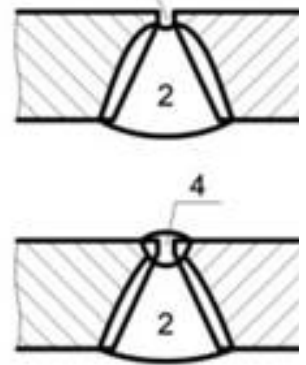


Позиція 1

Позиція 2  
(після кантування)



Видалити  
корінь шва



1-5 - номери швів у порядку їх виконання  
позиція 1 - початок складання і зварювання; позиція 2 - зварювання після  
кантування на 180°

**Рисунок 8** - Послідовність зварювання стику колон при укрупненні з одним кантуванням

4.8.1.2 Зварювання стику колони без кантувача, але з двома ручними кантуваннями можна робити в послідовності, показаній на рисунку 7. Послідовність зварювання з одним кантуванням показана на рисунку 8. Таке



зварювання допускається при однобічному скосі крайок. Зварювання стиків полиць необхідно робити з вивідними планками. Перед зварюванням поясних швів місця сполучення стінки з полицями рекомендується зашліфувати. Щаблі (ділянки) поясних швів не повинні починатися і закінчуватися на стиковому шві колони.

4.8.1.3 Зварювання стику колони в проектному положенні роблять у такий спосіб (рисунок 9):

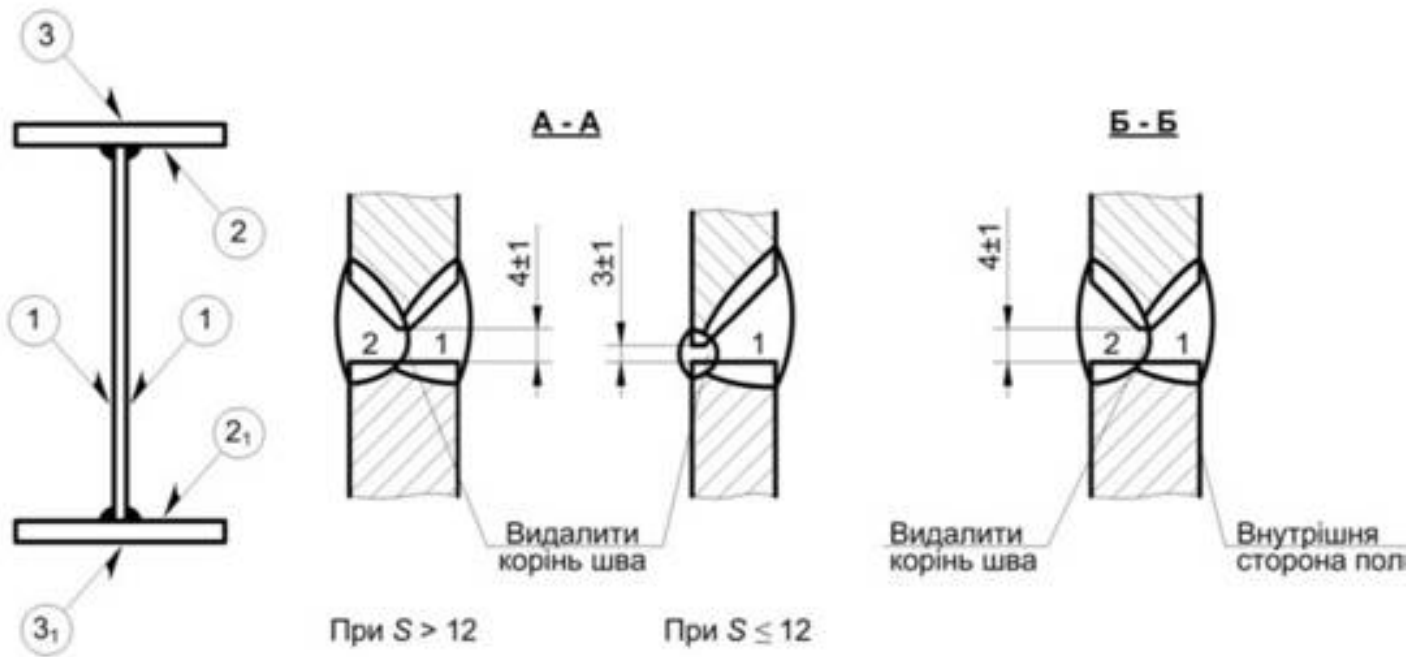
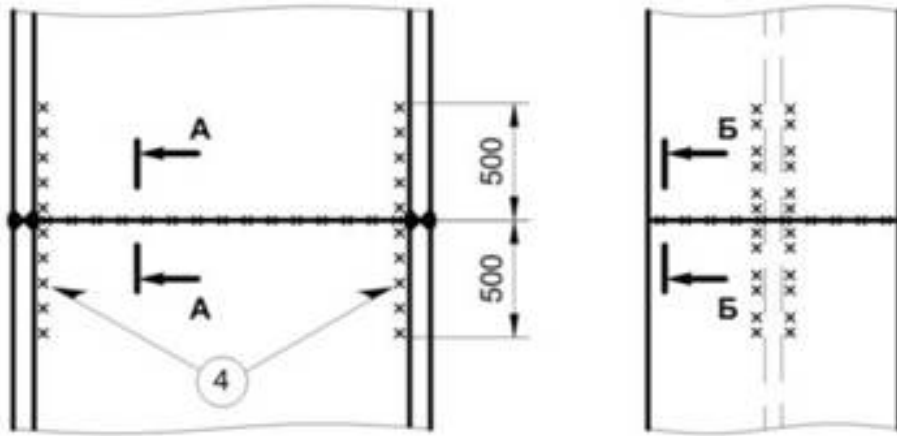
- зварити стик стінки (рисунок 9, шов 1) спочатку з одного боку, а після видалення кореня шва - з іншого. Для поліпшення умов зварювання стиків полиць з внутрішньої сторони рекомендується в місцях сполучення стінки з полицями не доварювати шов 1 на довжині 80 мм - 100 мм;

- зварити стики полиць з внутрішньої сторони (рисунок 9, шов 2);

- вилучити корінь шва в стиках полиць і зварити стики полиць з зовнішньої сторони;

- доварити раніше не закінчені ділянки стиків шва стінки (рисунок 9, шов 1);

- заварити ділянки поясних швів, не закінчені заводом-виготовлювачем (рисунок 9, шви 4), дотримуватись порядку зварювання так, як показано на рисунку 9.



1-4 - номери швів у порядку їх виконання

**Рисунок 9** - Послідовність зварювання стику колони в проектному положенні

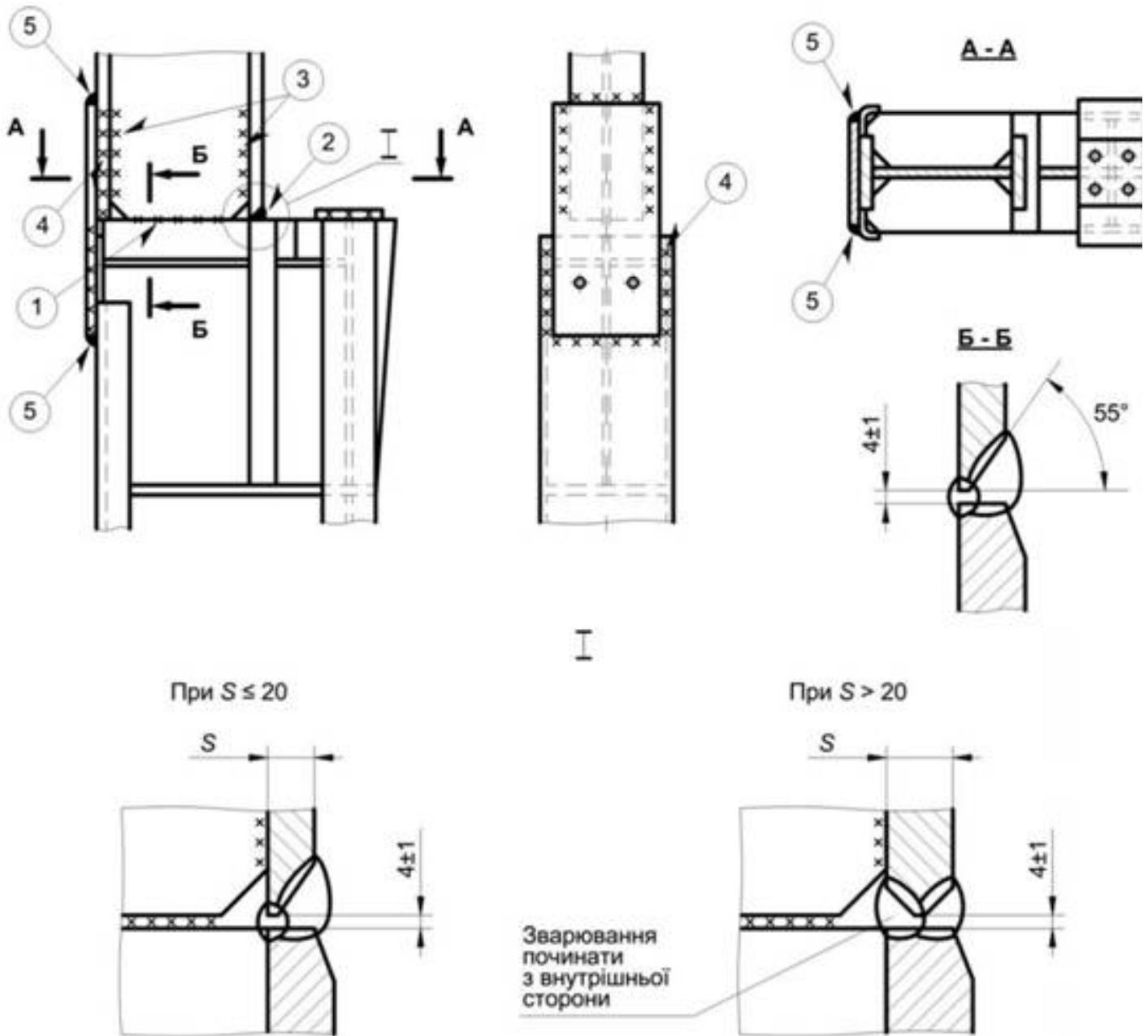
4.8.1.4 Послідовність зварювання стику колони складного перерізу показана на рисунку 10.

#### 4.8.2 Зварювання підкранових балок

4.8.2.1 Послідовність зварювання стику підкранової балки визначається товщиною елементів, що зварюються, і розмірами поясів стінки. При порівняльних розмірах стінки та поясів балки першим (як при зварюванні колон) слід зварювати стик стінки, потім стики поясів. При зварюванні стиків поясів потрібно застосовувати вивідні планки.

4.8.2.2 Якщо переріз стінки суттєво менше перерізів поясів і, особливо, якщо висота стінки значно перевищує ширину поясів, рекомендується

спочатку зварювати стики поясів; при цьому зазор у стику стінки повинен перевищувати зазор у поясах на 1 мм або 2 мм.



1-5 - номери швів у порядку їх виконання

**Рисунок 10** - Послідовність зварювання стику колони складного перерізу

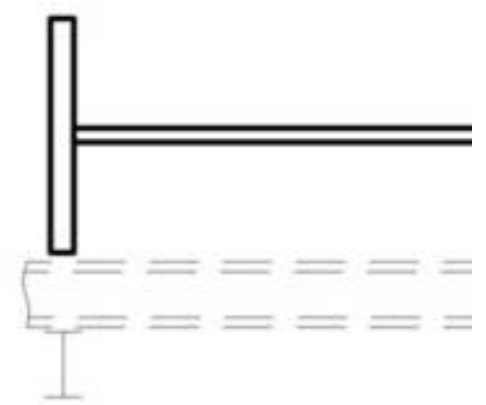
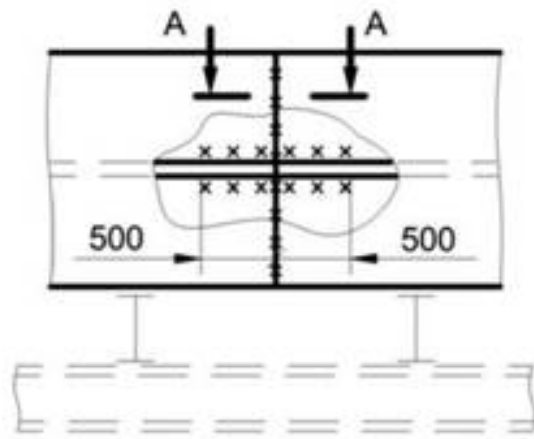
4.8.2.3 Послідовність зварювання при укрупненні стику підкранової балки висотою більше 2000 мм показана на рисунку 11, для цього потрібно:

- зварити стики поясів з внутрішньої сторони (рисунок 11, шви 1, 2), першим виконати стик розтягнутого пояса. Зварити стики стінки (рисунок 11, шов 3) і перекантувати балку на  $180^\circ$ ;
- зварити стики поясів з внутрішньої сторони балки (рисунок 11, шви 4

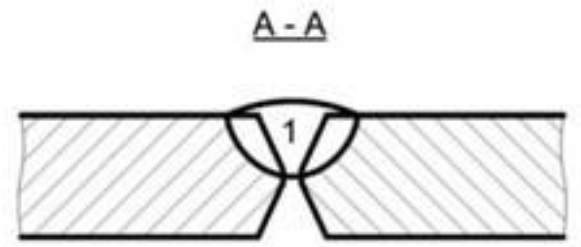
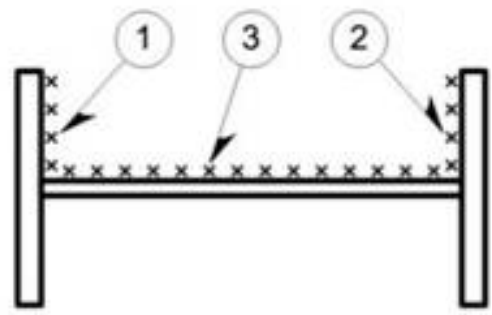
- і 5), вилучити корінь шва в стиках стінки і поясів;
- зварити стики поясів із зовнішньої сторони балок (рисунок 11, шви 6 і 7);
- зварити стик стінки (рисунок 11, шов 8);
- зварити недоварені заводом-виробником ділянки поясних швів (рисунок 11, шви 9 і 10);
- перекантувати балку;
- вилучити корені швів і зварити ділянки поясних швів (рисунок 11, шви 11 і 12).

4.8.2.4 Послідовність зварювання у проектному положенні стика підкранової балки (висота стінки більше 2 000 мм) показана на рисунку 12.

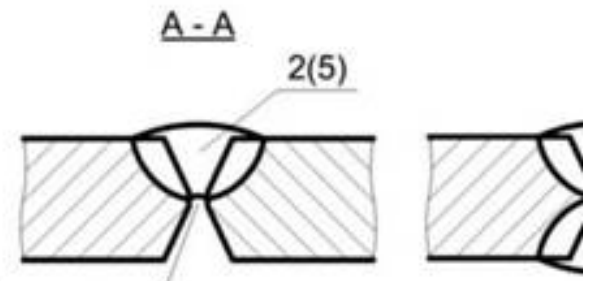
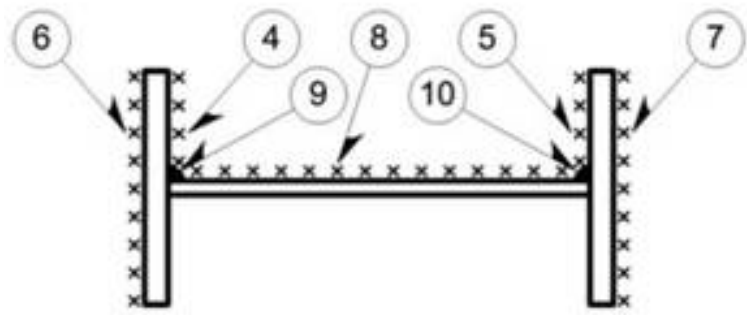
4.8.2.5 Зварювання підкранової балки зі зміщеними стиками стінки і поясів показана на рисунку 13.



Позиція 1

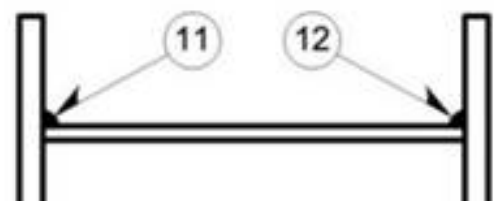


Позиція 2  
(після першого кантування)



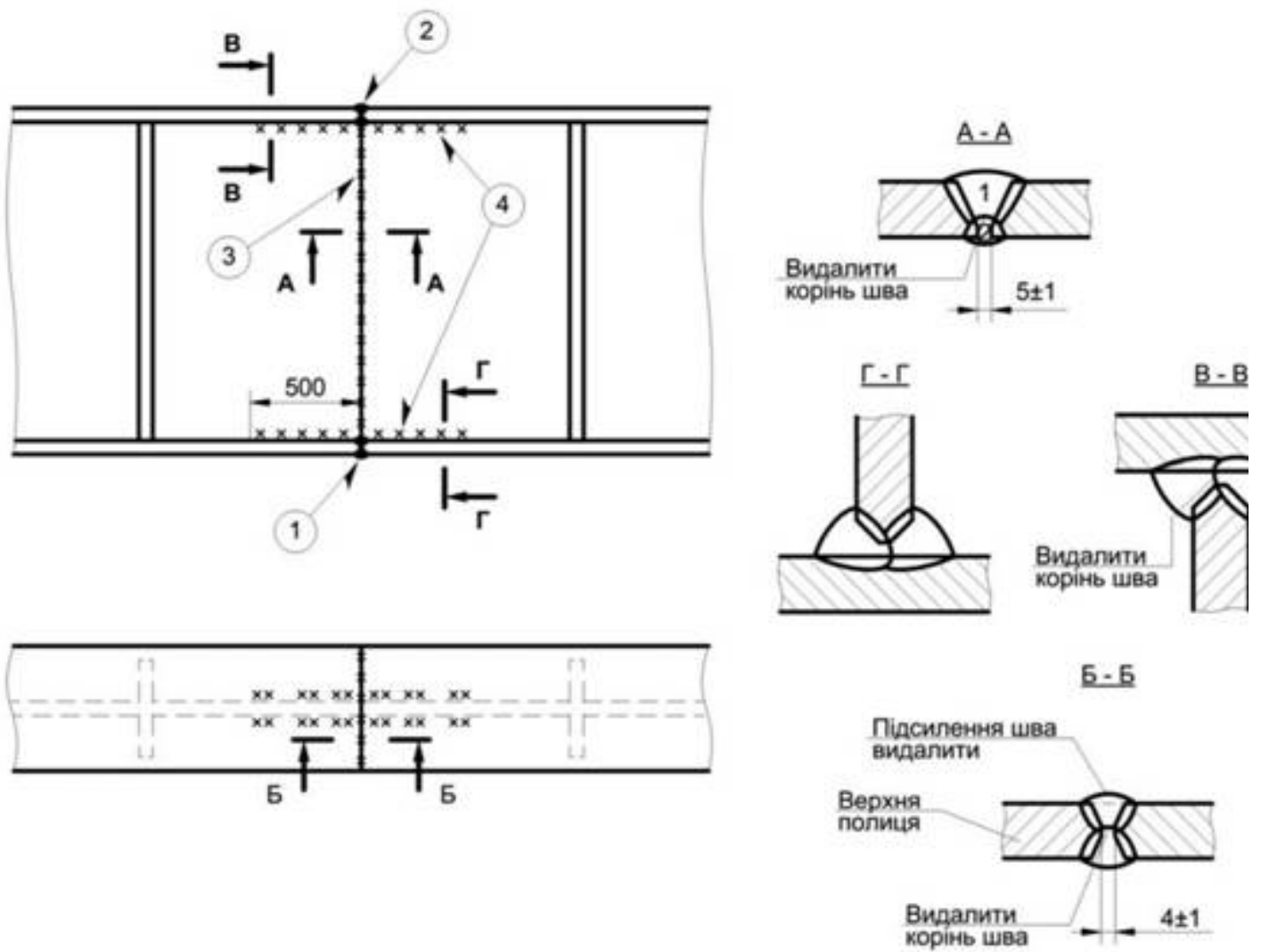
Видалити  
корінь шва

Позиція 3  
(після другого кантування)



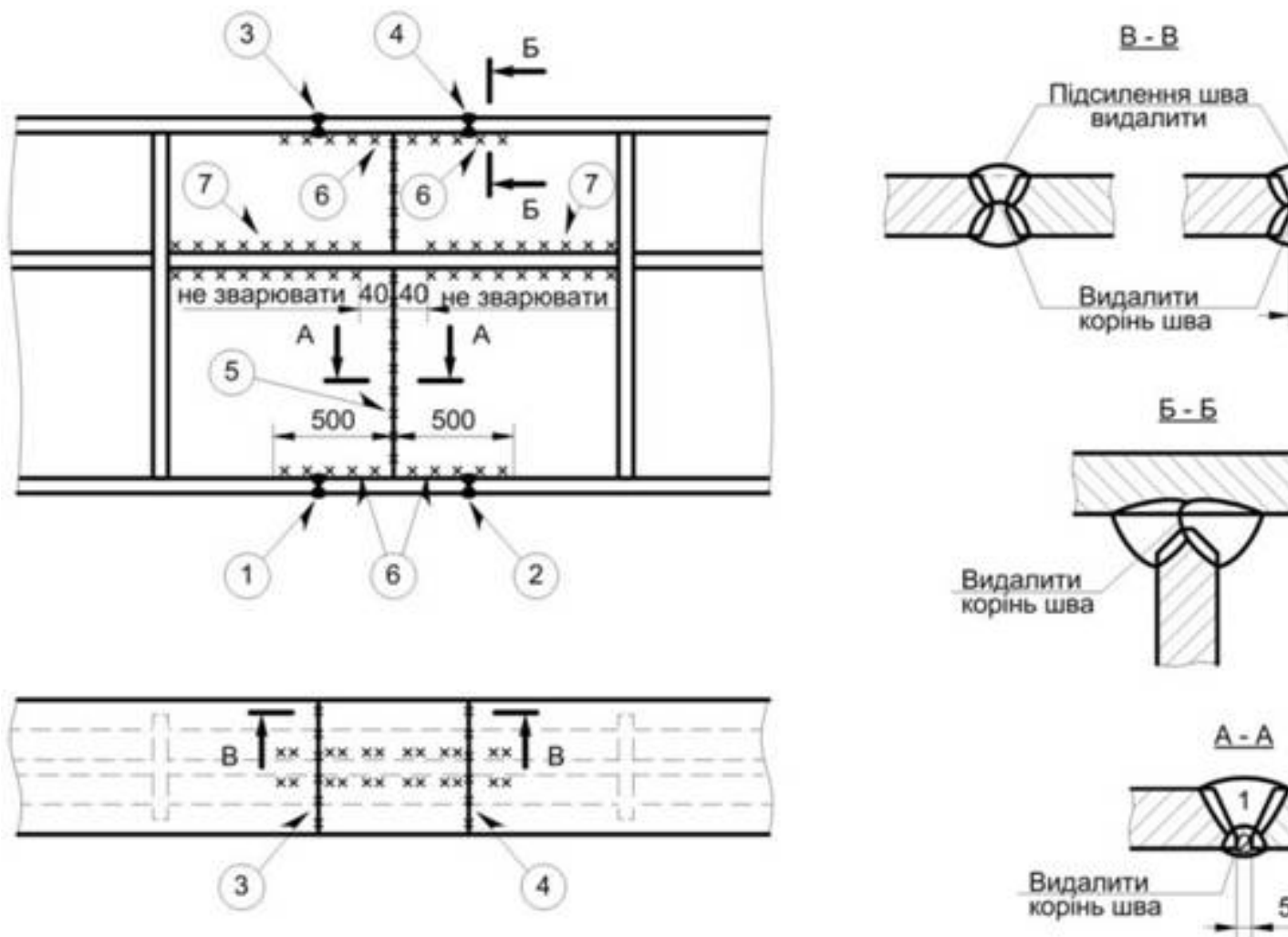
1-12 - номери швів у порядку їх виконання  
 позиція 1 - початок складання і зварювання;  
 позиція 2 - зварювання після першого кантування на 180°;  
 позиція 3- зварювання після другого кантування на 180°

**Рисунок 11** - Послідовність зварювання стику підкранової балки при укрупненні



1-4 - номери швів у порядку їх виконання

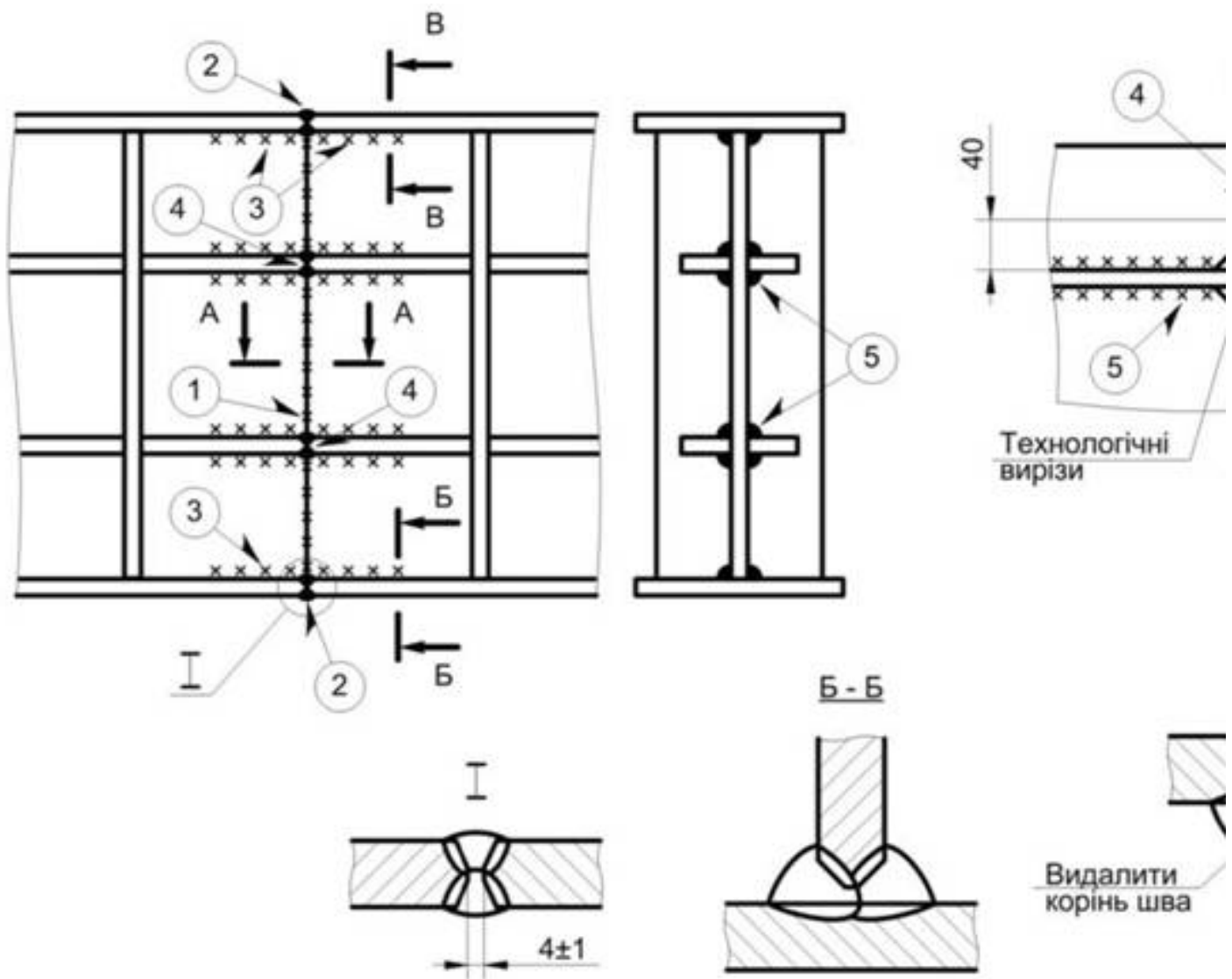
**Рисунок 12** - Послідовність зварювання стику підкранової балки в проектному положенні



1-7 - номери швів у порядку їх виконання

**Рисунок 13** - Послідовність зварювання стику підкранової балки зі зміщеними стиками стінки і поясів

4.8.2.6 Послідовність зварювання підкранових балок з горизонтальними ребрами жорсткості, коли перерізи і розміри стінки і поясів порівнянні, показана на рисунку 14. Для забезпечення можливості **виконання** якісного зварювання стиків стінки і ребер жорсткості у горизонтальних ребрах повинні бути зроблені технологічні вирізи (переріз А-А).



1-5 - номери швів у порядку їх виконання

**Рисунок 14** - Послідовність зварювання стику підкранової балки з горизонтальними ребрами жорсткості

4.8.2.7 Нижній пояс балки можна зварювати в нижньому положенні, використовуючи підкладку, що залишається.

4.8.2.8 Для забезпечення повного провару в місцях сполучення зварних швів полиць і стінки в ній доцільно передбачити технологічні вирізи.

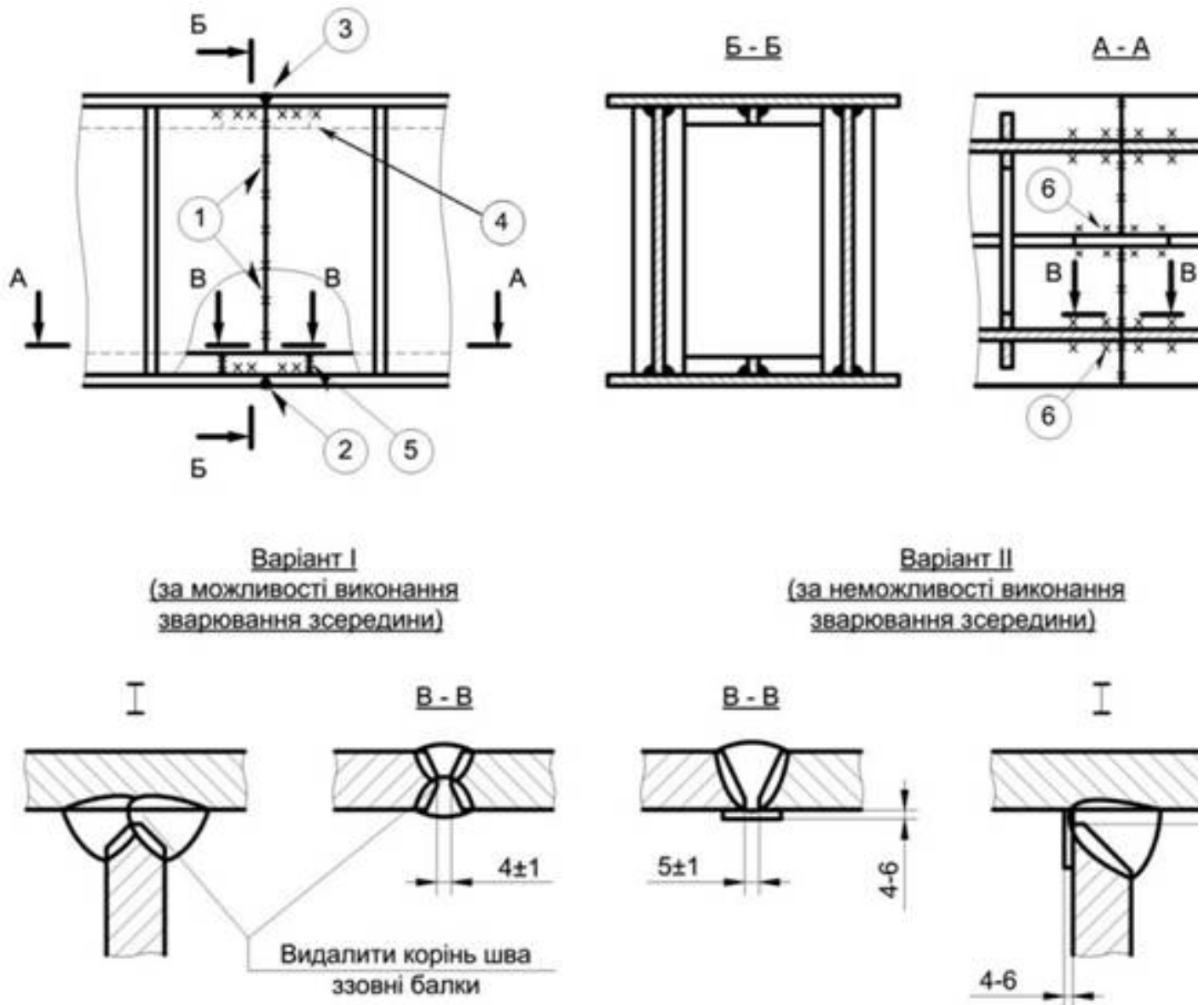
4.8.2.9 Складання і зварювання балки коробчастого перерізу повинно виконуватися з дотриманням вимог, що стосуються складання і зварювання названих вище балок. За відсутності можливості зварювання з внутрішньої сторони шва в з'єднаннях, де за проектом потрібно повне проплавлення, слід за узгодженням з авторами проекту зварні стики зварювати на підкладках, що залишаються. Рекомендована послідовність зварювання показана на рисунку 15. Слід урахувати, що поясні шви б, що з'єднують вставки ребер з поясами, не повинні доходити до межі стикових поясів (шви 2 і 3 на рисунку 15) від 40 мм



до 50 мм.

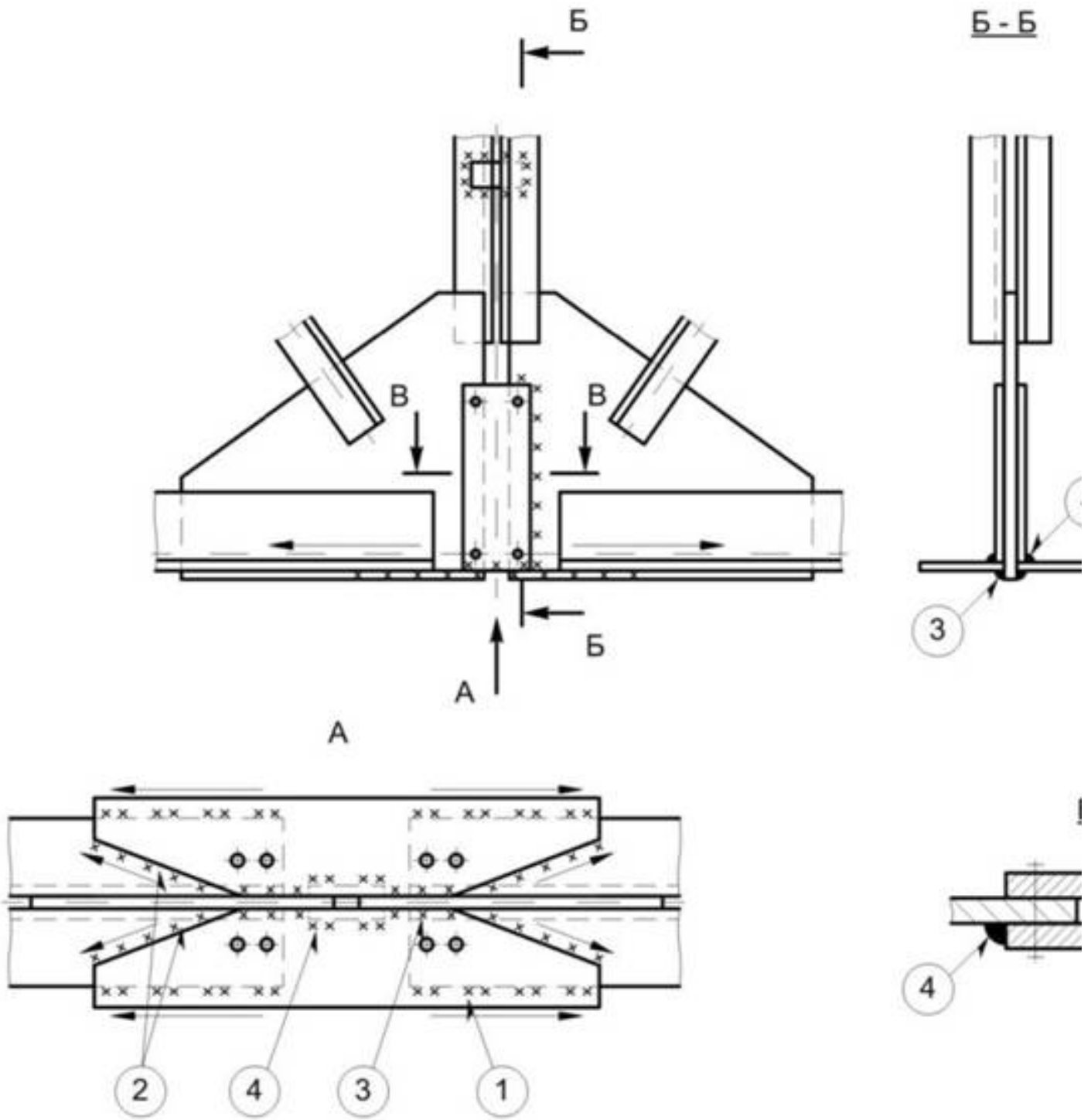
### 4.8.3 Зварювання кроквяних ферм

4.8.3.1 Складання ферм, пояси яких виконані з елементів трубчастого перерізу, роблять на прихватках. Якщо ж пояси виконані з кутиків або іншого профільного прокату, то складання може виконуватись на болтових з'єднаннях. Перед складанням необхідно зачистити абразивним інструментом крайки фасонних вирізів накладок, виконаних заводом-виробником, вибираючи можливі нерівності.



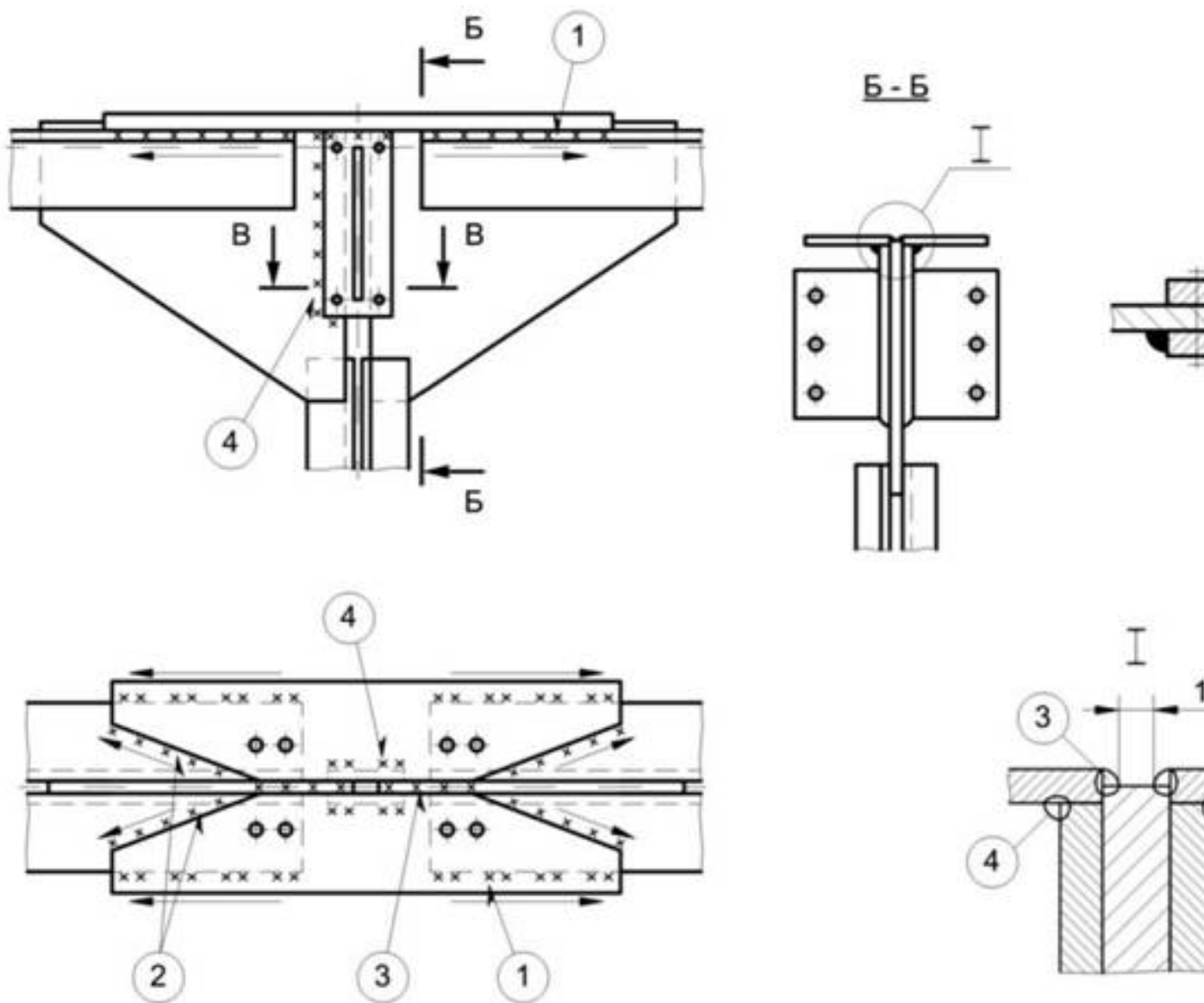
1-6 - номери швів у порядку їх виконання (шви 5 і 6 відносяться до варіанту 1)

**Рисунок 15** - Послідовність зварювання балки коробчастого перерізу



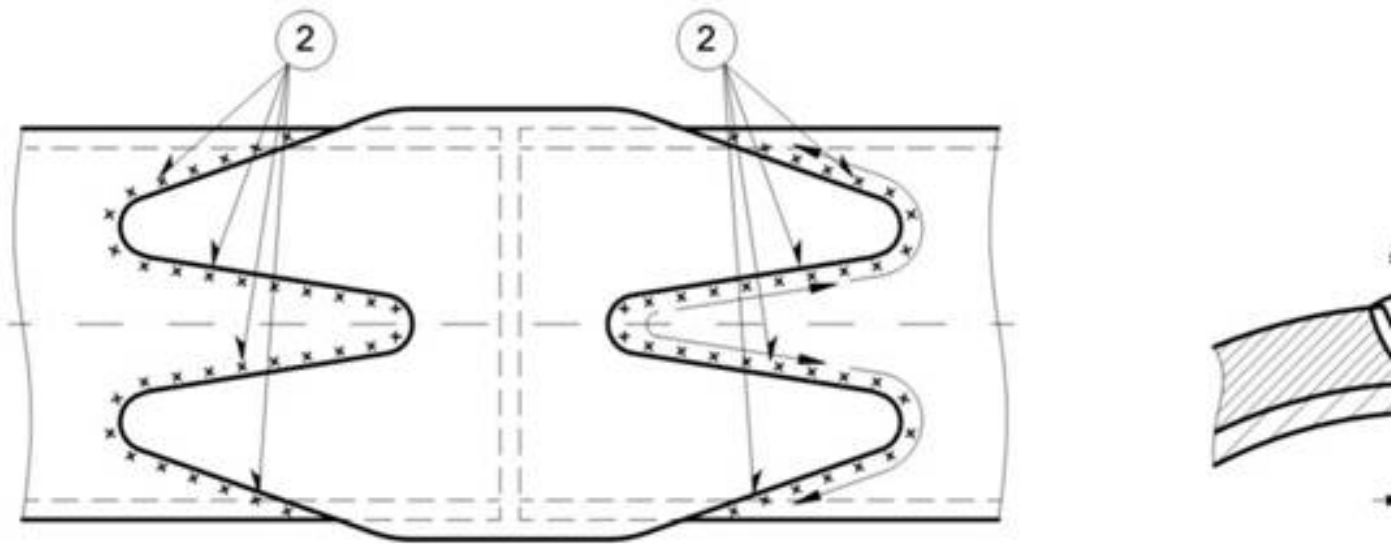
1-4 - номери швів у порядку їх виконання

**Рисунок 16** - Послідовність зварювання нижнього поясу кроквяної ферми



1-4 - номери швів у порядку їх виконання

**Рисунок 17** - Послідовність зварювання верхнього поясу кроквяної ферми



1-2 - номери швів у порядку їх виконання

**Рисунок 18** - Послідовність зварювання стику нижнього поясу кроквяної ферми з елементів трубчастого перерізу

4.8.3.2 Складання і зварювання обох половин ферми можна робити як при вертикальному (рекомендованому), так і горизонтальному положеннях ферми.

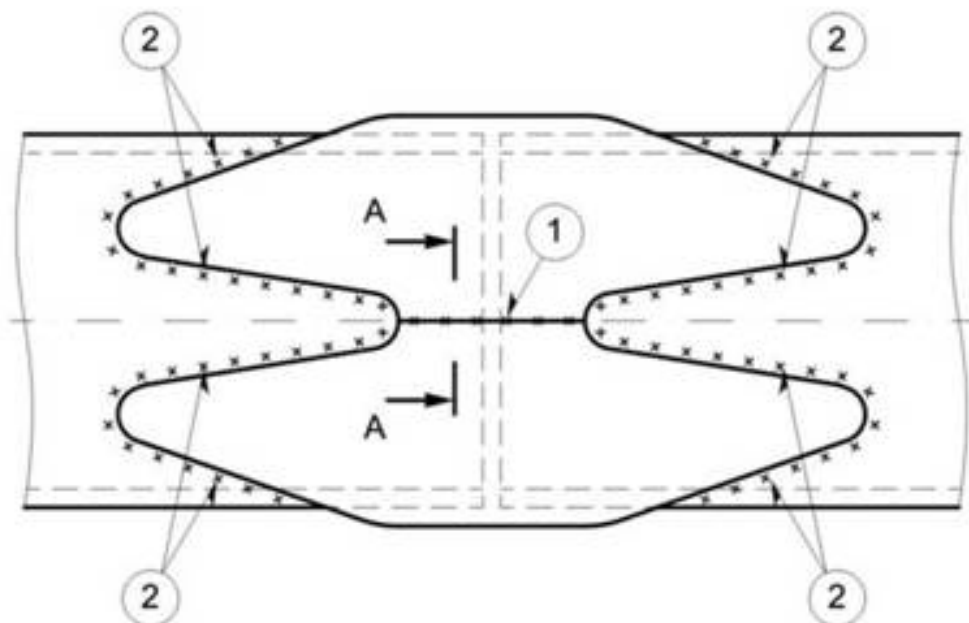
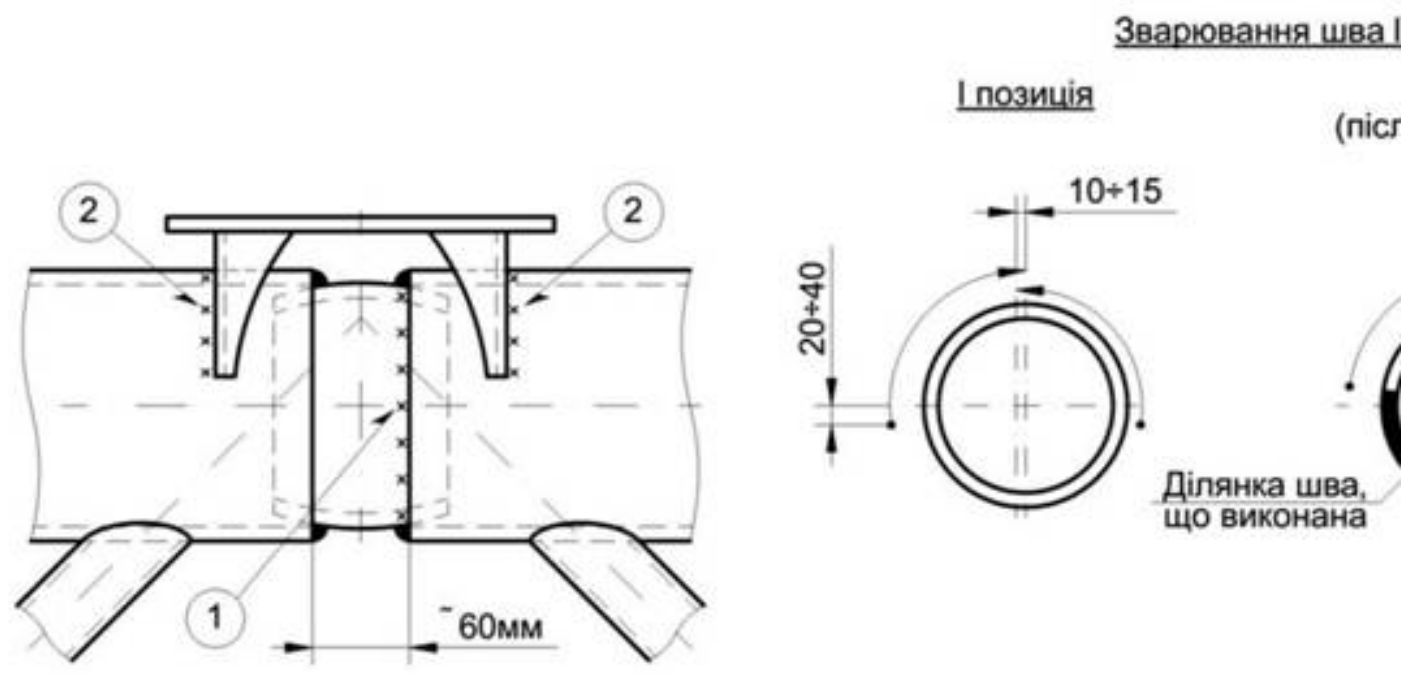


Рисунок 18, лист 29



1 - 2 - номери швів у порядку їх виконання

Рисунок 19 - Послідовність зварювання стику верхнього поясу кроквяної ферми з елементами трубчастого перерізу

4.8.3.3 Послідовність зварювання типових вузлів ферми показана на рисунках 16 і 17. Вона передбачає:

- зварювання поясів ферми з горизонтальними накладками (рисунок 16, шви 1 і 2);

- зварювання горизонтальних накладок з фасонками ферми (рисунок 17, шов 3). При зварюванні фасонки верхнього поясу з горизонтальними накладками слід виконати два окремих кутових шва (рисунок 17, вузол 1);

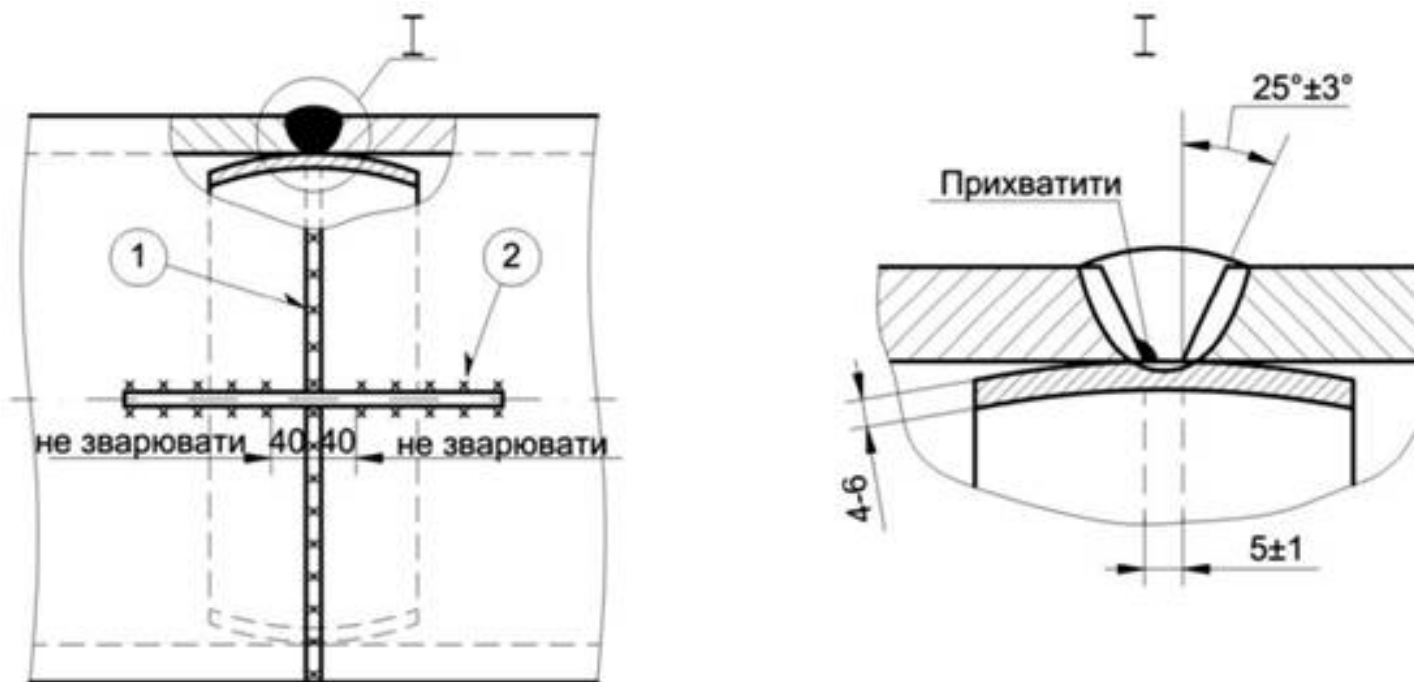
- зварювання вертикальних накладок з фасонками ферми і горизонтальними накладками (рисунок 17, шов 4).

У випадку зварювання ферми в горизонтальному положенні її після **виконання** швів з однієї сторони слід перекантувати і продовжити зварювання в зазначеній послідовності з іншої сторони.

4.8.3.4 Послідовність і напрямок зварювання ферми з елементів трубчастого перерізу (при горизонтальному положенні ферми) показана на рисунках 18, 19 і 20. При зварюванні необхідно добитися щільного прилягання до труб підкладного кільця або гнутих підкладок, що залишаються на верхньому/нижньому поясі. З'єднання внапуск і шви на підкладному кільці слід зварювати не менше ніж у два шари.

Зварювання окремих ділянок шва 2 нижнього поясу слід починати і закінчувати так, як показано на рисунку 18, тобто тільки на прямолінійних ділянках підкладок.

Стик трубчастого з'єднання слід складати і зварювати так, як показано на рисунку 19, звертаючи особливу увагу на щільне прилягання підкладного кільця і на величину зазору між елементами, що стикуються, який повинен становити  $(5 \pm 1)$  мм.



1-2 - номери швів у порядку їх **виконання**

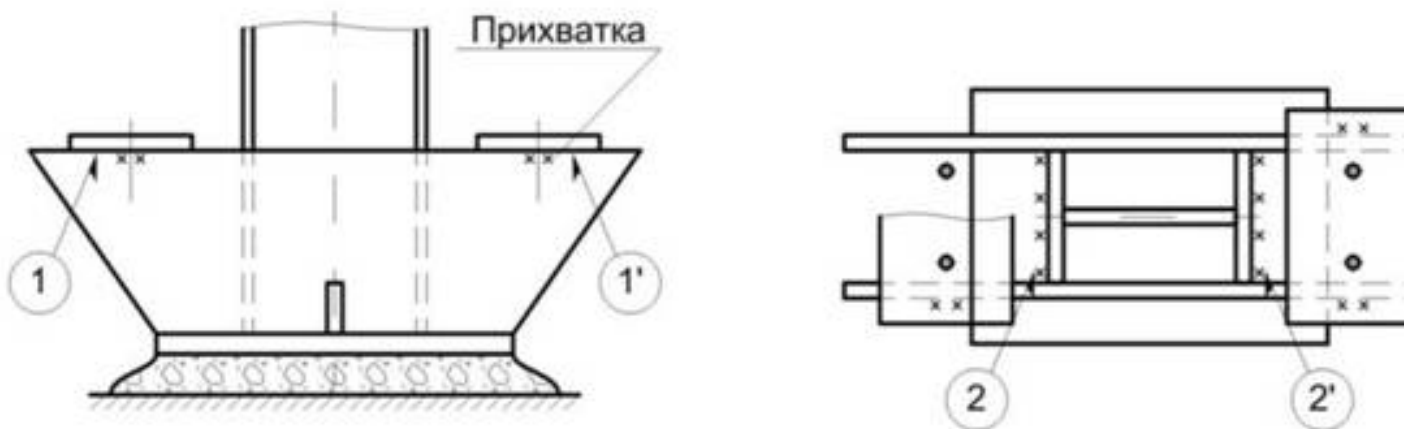
**Рисунок 20** - Послідовність зварювання трубчастих з'єднань

#### 4.8.4 Зварювання з'єднань у вузлах **конструкцій**

4.8.4.1 Перед зварюванням колони з опорною плитою (рисунок 21) складають за допомогою анкерних болтів. Прихваточним швом слід приварити анкерні плити до основи колони (рисунок 21, шов 1), приварити основу колони до опорної плити (рисунок 21, шов 2). Щоб уникнути тріщин при зварюванні основи колони з опорною плитою рекомендується метал у зоні накладення шва 2 перед зварюванням підігріти в інтервалах температур від 120 °С до 160 °С. Зварювання шва 2 слід виконувати подвійним шаром.

4.8.4.2 Послідовність і напрямок зварювання вузлів опирання кроквяної і підкроквяної ферм на сталеву колону показана на рисунках 22 і 23, а зварювання вузлів кріплення зв'язків до ферм - на рисунках 24 і 25 (кінці флангових швів необхідно виводити на торці зв'язків на довжину (15-20) мм).

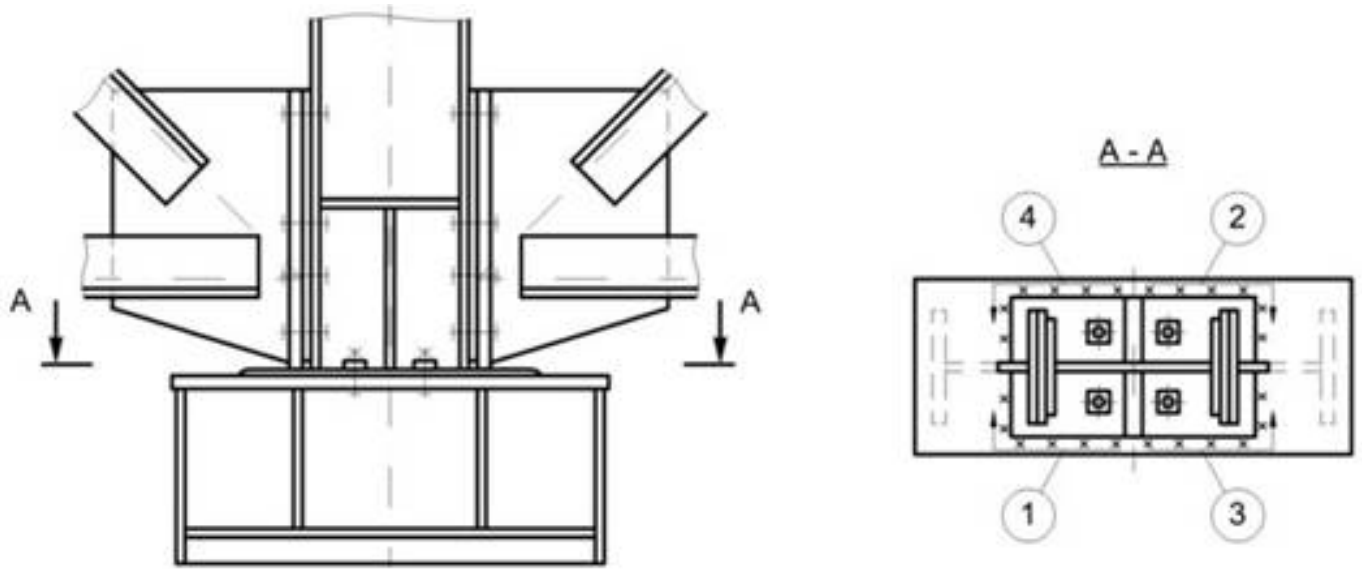
4.8.4.3 Послідовність приварювання гальмового настилу до підкранових балок і колони в місцях стику показана на рисунку 26. З'єднання внапуск довжиною більше 800 мм слід зварювати зворотноступеневим способом.



1-21 - номери швів у порядку їх **виконання**

**Рисунок 21** - Приварювання колони до опорної плити

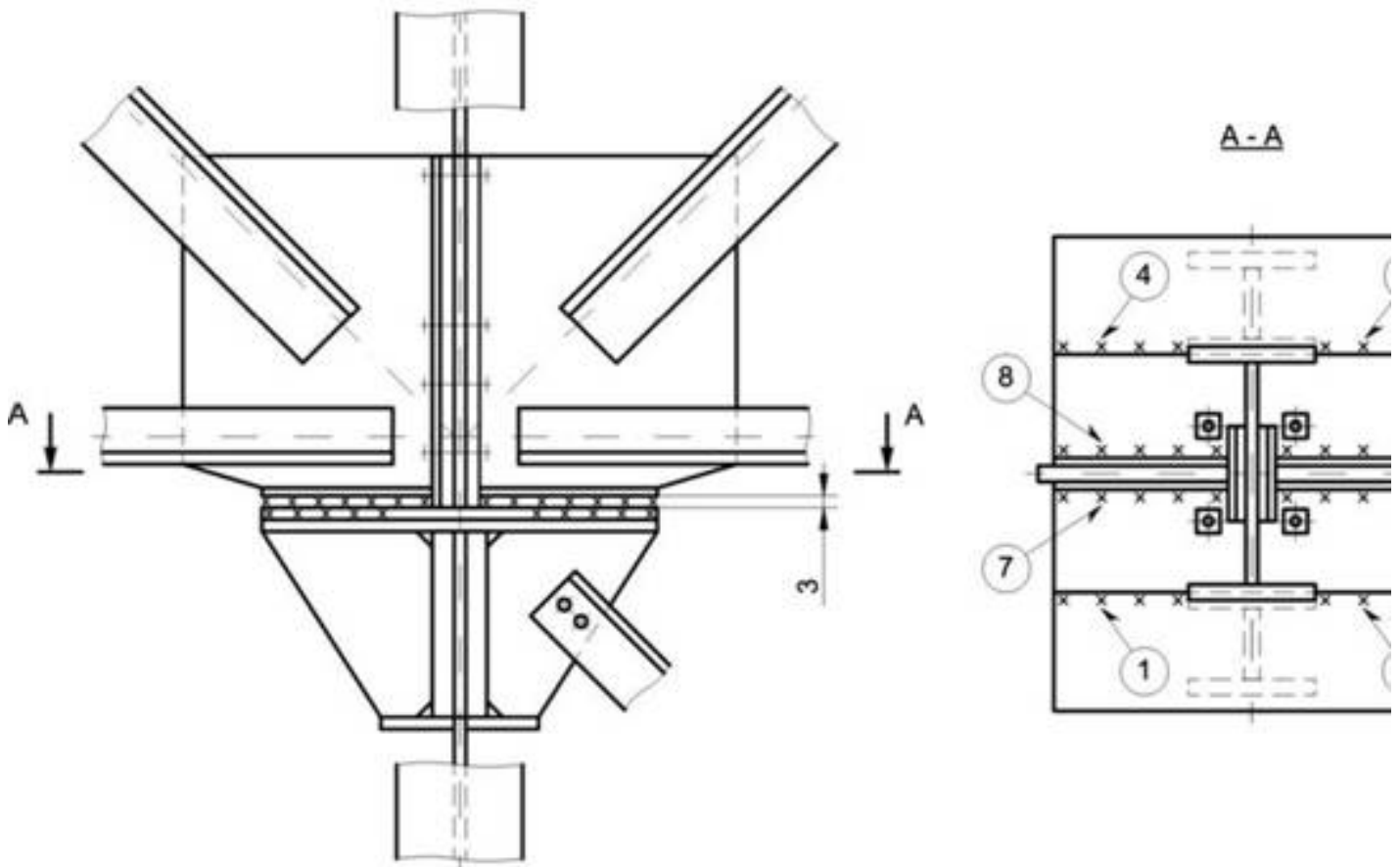
4.8.4.4 Послідовність зварювання вузла з'єднання балок перекриття з колоною показана на рисунку 27. Таврове з'єднання нижньої накладки з колоною (рисунок 27, шов 1) повинно бути виконане з двох сторін з повним проплавленням. Перед зварюванням шва 1 із зворотньої (нижньої) сторони корінь шва слід видалити. Для забезпечення зварювання шва 2 з повним проплавленням необхідно при складанні балки з колоною до верхньої накладки балки прихватити сталеву підкладку, що залишається, товщиною від 4 мм до 6 мм (рисунок 27, вузол 1).



1-4 - номери швів у порядку їх виконання

**Рисунок 22** - Послідовність зварювання вузла опирання кроквяних ферм на сталеву колону

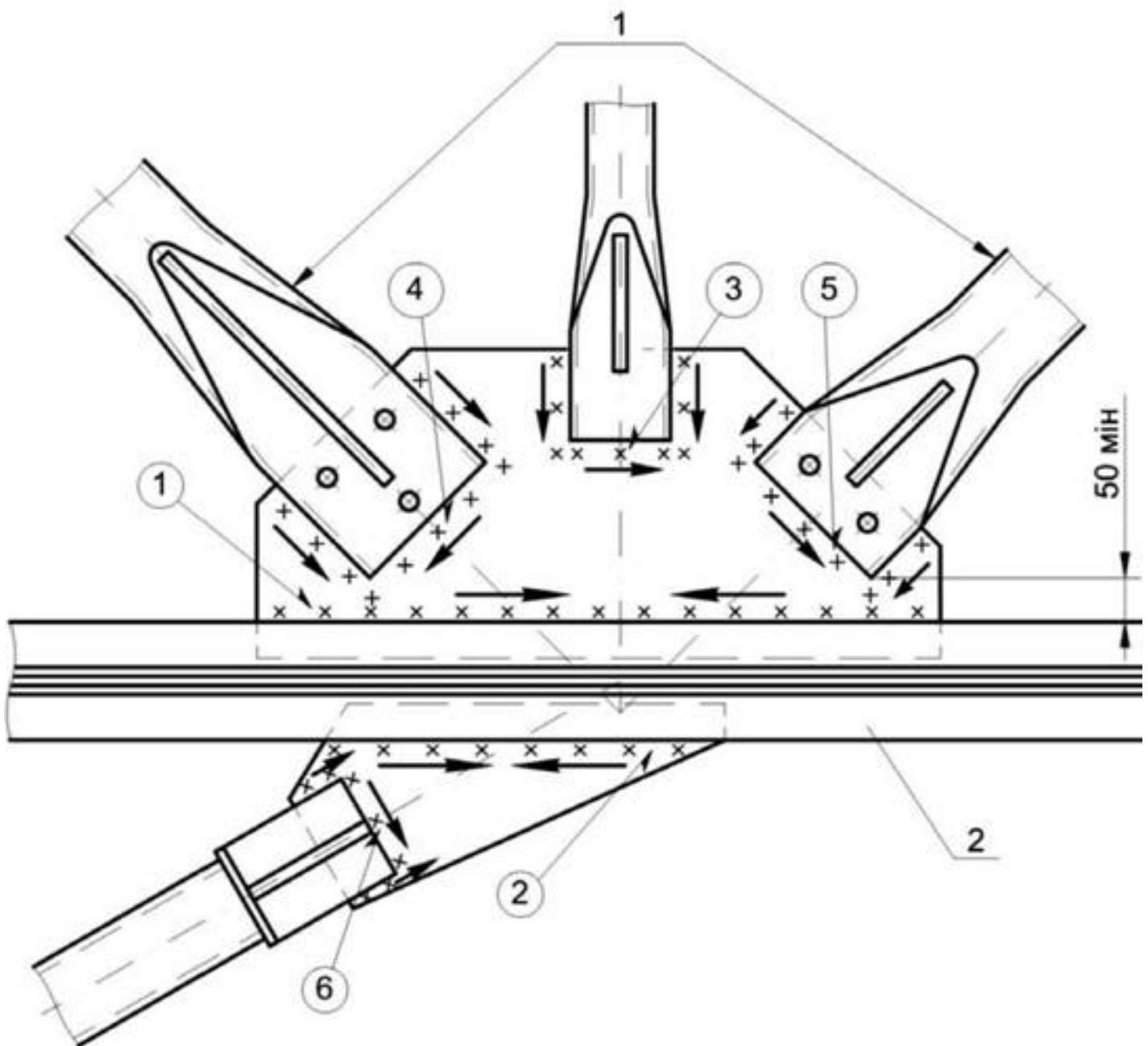
Замість нижньої планки можна передбачити монтажний столик для обпирання балки. При цьому стає не потрібним стельовий шов 3, а шов 1 стає заводським.





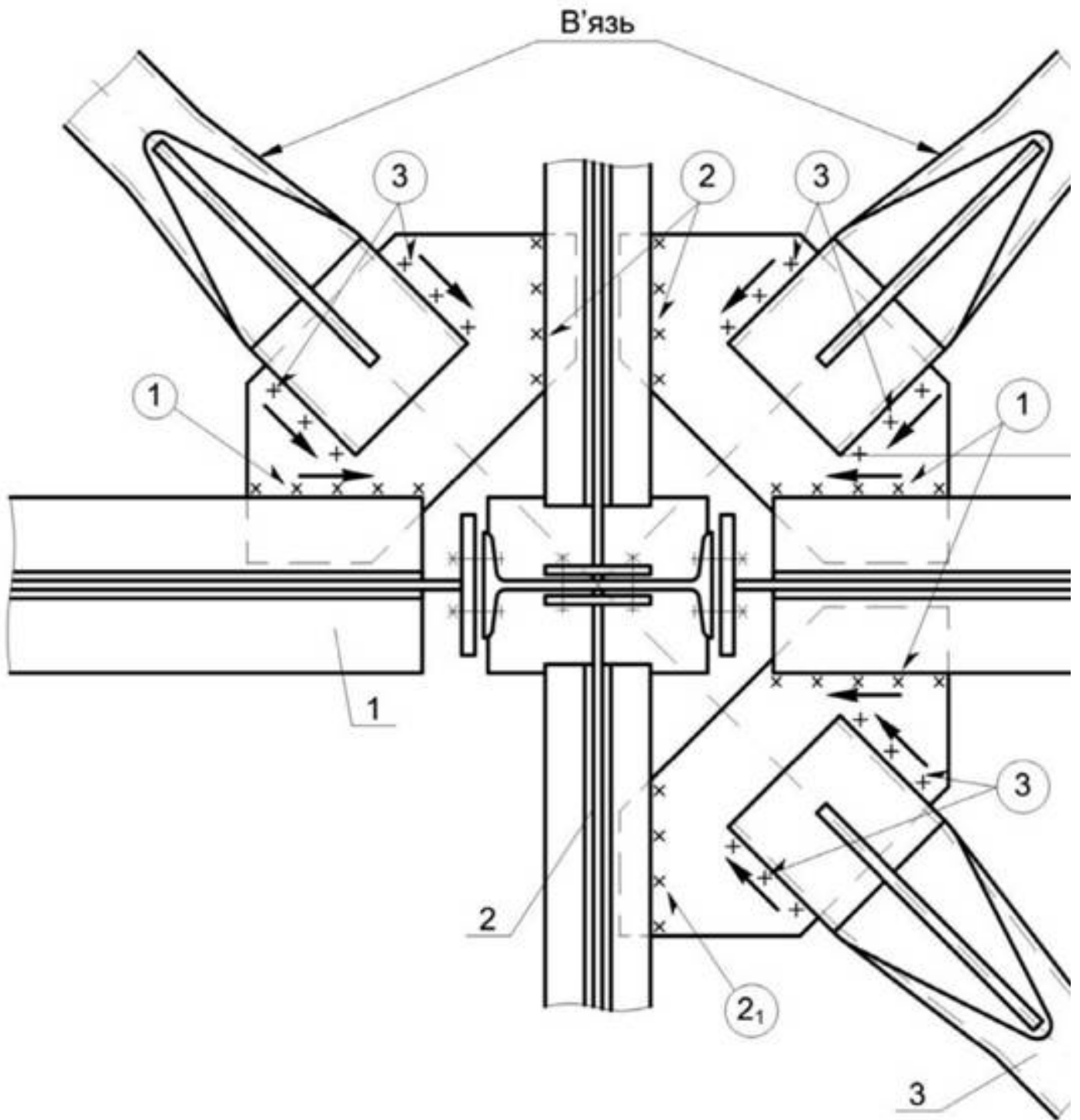
1-8 - номери швів у порядку їх виконання

**Рисунок 23** - Послідовність зварювання вузла обпирання підкрівляних ферм на сталеву колону



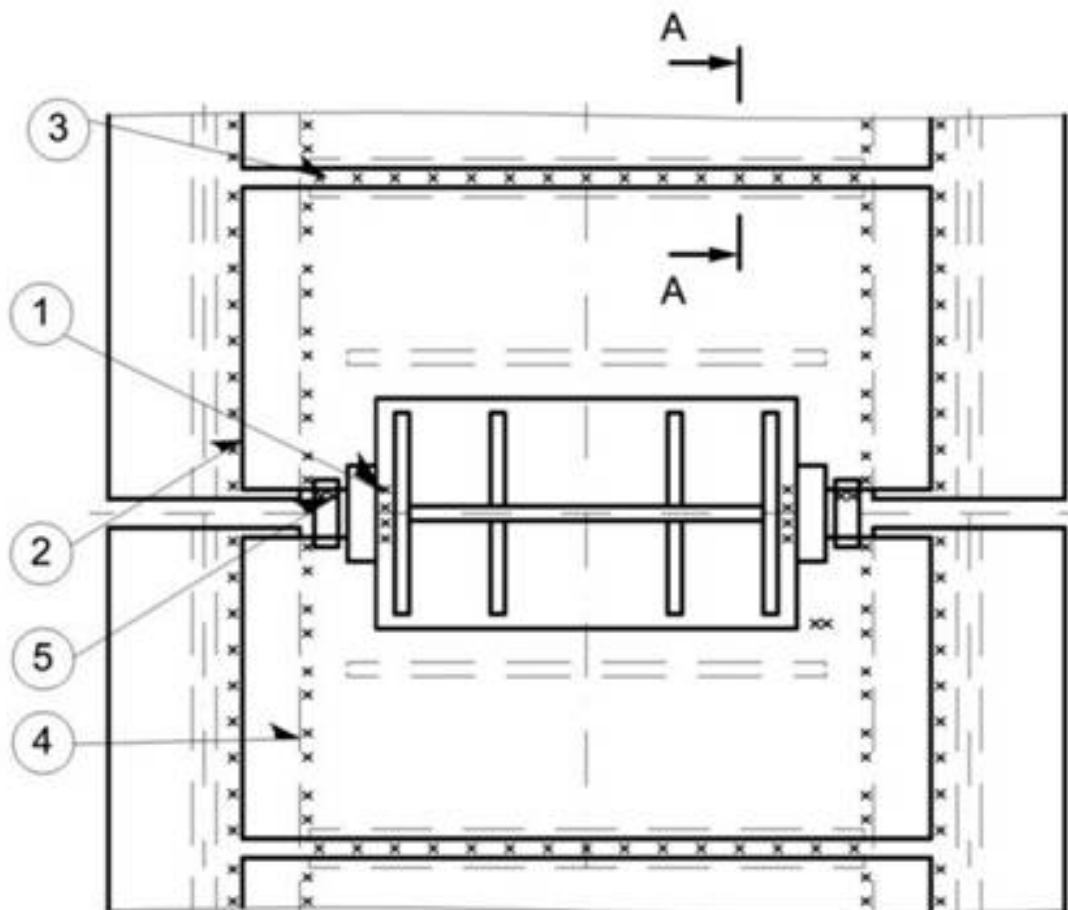
1-6 - номери швів у порядку їх виконання;  
1 - зв'язки; 2 - кроквяна ферма

**Рисунок 24** - Послідовність приварювання зв'язків до нижнього поясу кроквяної ферми

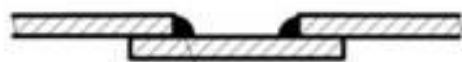


1-3 - номери швів у порядку їх виконання;  
 1 - кроквяна ферма; 2 - підкроквяна ферма; 3 - зв'язки

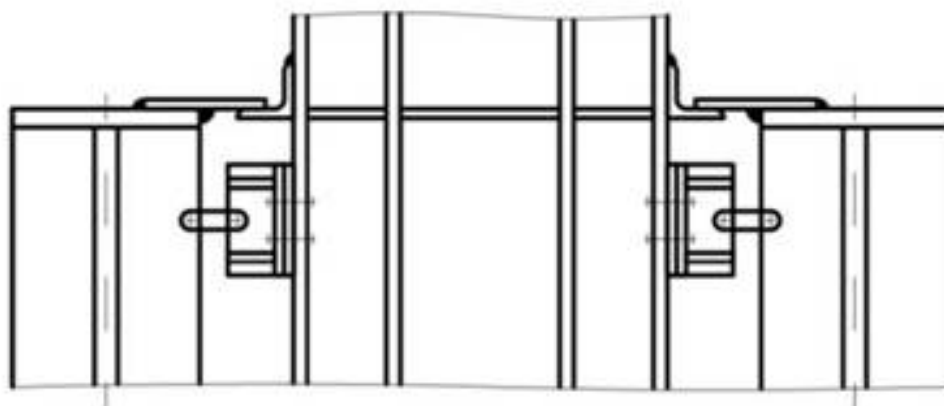
**Рисунок 25** - Послідовність зварювання вузла кріплення зв'язків до нижніх поясів ферм будинків з важким режимом роботи



A - A

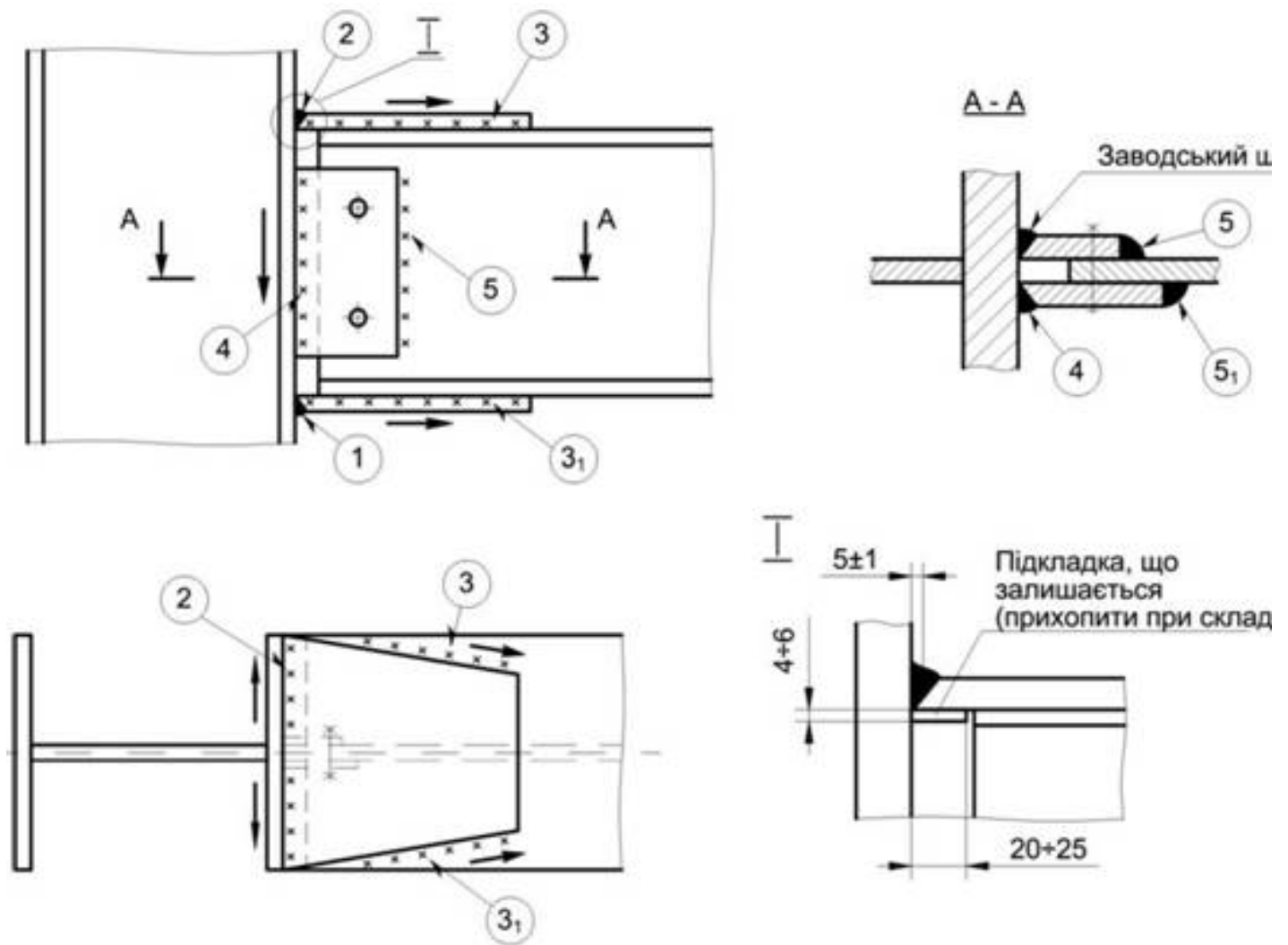


Шов виконаний в умовах заводу



1 - 5 - номери швів у порядку їх виконання

**Рисунок 26** - Послідовність приварювання гальмового настилу до підкранових балок і колон



1-5 - номери швів у порядку їх виконання

**Рисунок 27** - Послідовність зварювання вузла з'єднання балки з колоною

#### 4.9 Механізація і автоматизація зварювальних робіт

4.9.1 Одним з найбільш ефективних засобів механізації і автоматизації зварювання металевих **конструкцій** у монтажних умовах є механізоване (напівавтоматичне) зварювання самозахисними порошковими дротами згідно з ГОСТ 26271 (таблиця 13).

4.9.2 Для механізованого зварювання порошковим дротом використовують напівавтомати (додаток Б). Автоматичне зварювання порошковим дротом вертикальних стиків з примусовим формуванням шва виконують автоматами типу А-1150, А-1381 або аналогічними.

4.9.3 Орієнтовні режими механізованого зварювання самозахисним

порошковим дротом показані в таблиці 14, автоматизоване зварювання у вертикальному положенні з примусовим формуванням шва - у таблиці 15.

**Таблиця 13** - Параметри зварювання самозахисним порошковим дротом

Марка порошкового дроту згідно з ГОСТ 26271	Діаметр, мм	Просторове положення при зварюванні
ПП-АН3	3,0	нижнє
ПП-АН7	2,0	вертикальне
	2,3	нижнє, горизонтальне
ПП-АН11	2,0	вертикальне, стельове
	2,4	нижнє, горизонтальне
ПП-АН19	2,0	вертикальне з примусовим формуванням*
	3,0	
ПП-АН19С	2,0	вертикальне з примусовим формуванням*
	3,0	

\* Прийняті позначення - інтервал товщин, що зварюються: від 10 мм до 30 мм - без розробки крайок, від 20 мм до 40 мм - з двостороннім скосом крайок.

**Примітка.** Дріт потрібно прожарювати за температури від 150 °С до 200 °С протягом від 1 год до 1,5 год. Строк придатності при зберіганні на складі - не більше 5 діб.

**Таблиця 14** - Орієнтовні режими механізованого зварювання самозахисним порошковим дротом

Порошковий дріт		Товщина матеріалу, мм	Просторове положення шва (тип з'єднання)	Режим зварювання				
Марка	Діаметр, мм			Сила струму, А	Напруга на дузі, В	Швидкість подачі дроту, м/год	Виліт дроту, мм	Кі <sub>і</sub>
ПП-АН7	2,3	3-10	нижнє (стикове)	150-240	21-25	142-236	30-40	
ПП-	2,4	8-30		150-	21-25	142-236	30-40	

АН11				240				
ПП-АН7	2,3	2-40	нижнє (таврове)	150-240	21-25	142-236	30-40	
ПП-АН11	2,4	3-10	вертикальне (стикове)	125-150	19-20	112	25-30	
ПП-АН7	2,0	8-30	вертикальне (стикове)	140-200	20-23	142-188	25-30	
ПП-АН11	2,0	2-40	вертикальне (стикове)	140-200	20-23	142-188	25-30	
ПП-АН11	2,0	2-40	вертикальне (стикове)	130-180	19-20	112-142	25-30	

**Примітка.** При зварюванні в нижньому або горизонтальному положенні валик (шар) у корені шва слід виконувати при максимальному значенні рекомендованого вильоту порошкового дроту.

**Таблиця 15** - Орієнтовні режими автоматизованого зварювання у вертикальному положенні з примусовим формуванням шва

Порошковий дріт		Товщина металу, мм	Режими зварювання порошкового дроту					
Марка	Діаметр, мм		Сила струму, А	Напруга на дузі, В	Кількість електродів	Виліт, мм	Амплітуда коливань, мм	Швидкість подачі, м/год
ПП-АН19	2,3	10-20	320-370	26-29	1	25-50	4-5	180-220
ПП-АН19С	2,3	20-40	700-750	28-30	2	25-50	0	180-220
ПП-АН19	3,0	10-20	400-450	29-32	1	25-30	0	180-220
ПП-АН19С	3,0	20-40	250-900	29-32	2	25-30	0	180-220

**Примітка.** При зварюванні без скошу крайок зазор установлюють в межах  $(13 \pm 1)$  мм, а при двосторонньому скосі двох крайок -  $(6 \pm 1)$  мм. Ширина шва в першому випадку  $(20 \pm 2)$  мм, а в другому -  $S \pm 8$  мм ( $S$  - товщина металу, мм). Посилення шва  $(2 \pm 1)$  мм.

#### 4.10 Контроль якості

4.10.1 Контроль якості зварних з'єднань металоконструкцій повинен

включати три етапи: вхідний, операційний і приймальний.

4.10.2 При вхідному контролі перевіряють наявність технологічної документації, якість зварювальних матеріалів, умови їх зберігання, правильність підготовки **конструкцій** до зварювання, стан зварювального і допоміжного устаткування, класифікацію залучених до роботи зварників, якість складання **конструкцій** і підготовки з'єднань під зварювання, наявність сертифікатів на основні і зварювальні матеріали.

4.10.3 Операційний контроль (у процесі зварювання) полягає в систематичній перевірці дотримання встановлених технологічних вимог до зварювання.

4.10.4 Приймальний (остаточний) контроль якості зварювальних з'єднань включає:

- візуально-оптичний контроль та вимірювання (ГОСТ 23479 та ДСТУ-Н Б А.3.1-11) геометричних розмірів і форми зварних з'єднань усіх типів **конструкцій** в обсязі 100 % за допомогою вимірювальних інструментів з точністю вимірювання  $\pm 0,1$  мм або спеціальних шаблонів перевірки зварних швів. При контролі рекомендується застосовувати лупу з 10-кратним збільшенням;

- радіографічний метод контролю (ГОСТ 7512), ультразвуковий (ГОСТ 14782), контроль зварних швів (ГОСТ 3242) всіх типів **конструкцій** в обсязі не менше 5 % довжини швів для **конструкцій** об'єктів підвищеної небезпеки, а також **конструкцій**, методи і обсяги контролю яких передбачені іншими нормативними документами або кресленнями КМ;

- випробування на непроникність і герметичність зварних швів **конструкцій**, методи і обсяги контролю яких передбачені нормативною документацією або кресленнями КМ;

**Таблиця 16** - Норми допустимих розмірів поверхневих дефектів в зварних з'єднаннях

Зовнішній дефект	Допустимі розміри
Підріз	Глибина - до 5 % товщини прокату, що зварюється, але не більше 1 мм
Подовжені і сферичні поодинокі включення	Глибина - до 10 % товщини прокату, що зварюється, але не більше 3 мм. Довжина - до 20 % довжини оціночної ділянки (довжину оціночної ділянки, що контролюється, слід приймати за даними таблиці 18)
Подовжені і сферичні включення у вигляді ланцюжків або скупчень	Глибина - до 5 % товщини прокату, що зварюється, але не більше 2 мм. Довжина - до 20 % довжини оціночної ділянки

Непровари, ланцюжки і скупчення пор, сусідніх по довжині швів	Відстань між найближчими кінцями дефектів - не менше 200 мм
---	---

- механічні випробування контрольних зразків зварних швів (ГОСТ 6996), металографічні дослідження (ГОСТ 1778, ГОСТ 5639) на торцях швів контрольних зразків або швів зварних з'єднань **конструкцій**, для яких вимоги механічних властивостей зварних з'єднань передбачені кресленнями або чинними нормативними документами.

4.10.5 Зовнішні дефекти не повинні перевищувати допустимих розмірів, наведених у таблиці 16. Тріщини всіх видів і розмірів у швах не допускаються. Поверхня швів повинна бути рівномірно лускатою, без пропалів, підрізів, напливів і, якщо передбачено в кресленнях або нормативною документацією, мати плавний перехід до основного металу.

**Таблиця 17** - Норми допустимих розмірів дефектів зварних з'єднань, що виявлені при проведенні контролю радіографічним методом

Елементи зварних з'єднань. Внутрішні дефекти	Допустимі розміри дефектів
Непровари в корені шва з'єднань, доступних для зварювання з двох сторін, і з'єднань на підкладках	Висота - до 5 % прокату, що зварюється, але не більше 2 мм. Довжина - не більше подвоєної довжини оціночної ділянки
Непровари в корені шва з'єднань, без підкладок, доступних для зварювання тільки з однієї сторони	Висота - до 5 % товщини прокату, що зварюється, але не більше 3 мм
Подовжені і сферичні дефекти: - поодинокі	Висота - не більше значень $h^*$
- ланцюжки або скупчення	Висота - не більше $0,5h$ . Довжина - не більше довжини оціночної ділянки
- подовжені	Довжина - не більше відношення $S/h$
Непровари, ланцюжки і скупчення включень, сусідні по довжині шва	Відстань між найближчими кінцями не менше 200 мм
Сумарні в подовжньому перерізі шва	Сумарна площа на оціночній ділянці - не більше $S$
$h^*$ - допустима висота сферичного і подовженого поодинокого дефекту	



**Примітка 1.**  $S$  - сумарна площа дефектів у поздовжньому перерізі шва на оціночній ділянці.

**Примітка 2.** Значення  $h$  і  $S$  слід приймати згідно з таблицею 18.

**Таблиця 18** - Норми допустимих розмірів поодиноких дефектів зварних з'єднань, що виявлені при проведенні контролю радіографічним методом

Найменша товщина елемента конструкції в зварному з'єднанні, мм	Довжина оціночної ділянки, мм	Допустимі розміри поодиноких дефектів	
		$h$ , мм	$S$ , мм <sup>2</sup>
Більше 4 до 6	15	0,8	3
Більше 6 до 8	20	1,2	6
Більше 8 до 10	20	1,6	8
Більше 10 до 12	25	2,0	10
Більше 12 до 14	25	2,4	12
Більше 14 до 16	25	2,8	14
Більше 16 до 18	25	3,2	16
Більше 18 до 20	25	3,6	18
Більше 20 до 60	30	4,0	18

**Примітка 1.** За висоту дефектів  $h$  слід приймати наступні їх розміри на радіографічних знімках:

- для сферичних включень - діаметр;
- для подовжених включень - ширину.

**Примітка 2.** Чутливість контролю слід приймати за третім класом згідно з ГОСТ 7512.

4.10.6 Радіографічний та ультразвуковий контроль виконують після перевірки швів візуально оптичним методом контролю. Перевіряються в першу чергу сумнівні ділянки з ознаками дефектів і ділянки перетину швів. Довжина ділянки, що контролюється, повинна бути не менше 100 мм.

4.10.7 За результатами радіографічного контролю шви зварних з'єднань повинні задовольняти вимогам, вказаним в таблиці 17.

4.10.8 За результатами ультразвукового контролю шви всіх видів зварних з'єднань **конструкцій** повинні задовольняти вимогам таблиці 19.

4.10.9 В конструкціях, розрахованих на витривалість, допускаються внутрішні дефекти, еквівалентна площа яких не перевищує половини значень допустимої площі, що контролюється. При цьому найменшу фіксовану площу потрібно зменшити вдвічі. Відстань між дефектами повинна бути не менше подвоєної довжини оціночної ділянки.

**Таблиця 19** - Норми допустимих розмірів дефектів зварних з'єднань, що виявлені при проведенні контролю ультразвуковим методом

Найменша товщина елемента конструкції у зварному з'єднанні, мм	Довжина оціночної ділянки, що контролюється, мм	Еквівалентна площа поодинокі несутцільності (дефекту)*, мм <sup>2</sup>		Допустима кількість поодиноких дефектів на оціночній ділянці, шт.
		найменша фіксована, виміряна за чутливістю фіксації (контрольній чутливості), дБ	максимально допустима, виміряна на оціночній чутливості, мм <sup>2</sup>	
Більше 4 до 10	20	На 6 дБ нижче луна-сигналу від максимально допустимої еквівалентної площі	7	1
Більше 10 до 20	25		7	2
Більше 20 до 30	30		7	3
Більше 30 до 60	30		10	3

\* Еквівалентну площу (розміри) поодинокі несутцільності (дефекту) вимірюють на оціночній чутливості, яку встановлюють за дисковим відбивачем (мм<sup>2</sup>) чи за зарубкою (мм x мм). Мірою еквівалентної площі є амплітуда відбитого від неї луна-сигналу. Умовні довжину, висоту і ширину дефекту вимірюють на чутливості фіксації (контрольній чутливості), яка на 6 дБ перевищує оціночну чутливість, в цьому разі дефекти фіксують, коли луна-сигнал від нього буде вдвічі нижче (на 6 дБ) за луна-сигнал від максимально допустимої еквівалентної площі.

4.10.10 У з'єднаннях, доступних до зварювання з двох сторін, а також у з'єднаннях на підкладках сумарна площа зовнішніх і внутрішніх дефектів на

оціночній ділянці, що контролюється, не повинна перевищувати 5 % площі поздовжнього перерізу зварного шва на цій ділянці, а в з'єднаннях, доступних до зварювання тільки з одного боку, - 10 %.

4.10.11 У випадку виявлення недопустимих дефектів слід визначити їх фактичну довжину, вилучити дефекти і знову проконтролювати шов. При повторному виявленні дефектів контролю підлягають всі зварні з'єднання.

4.10.12 Контроль непроникності і герметичності зварних з'єднань необхідно, як правило, робити бульбашковим або капілярним методами згідно з ГОСТ 3242, ГОСТ 18442. Величина розрідження при бульбашковому методі повинна бути не менше 2 500 Па (250 мм вод. ст.).

4.10.13 Вимоги до контрольних зразків для механічних випробувань аналогічні вимогам до пробних зразків, однак за необхідності вимірювання твердості (НВ) металу шва і зони термічного впливу зварного з'єднання низьколегованої сталі беруть один зразок і заміряють твердість не менше ніж в чотирьох місцях.

4.10.14 Металографічні дослідження макрошліфів зварних з'єднань слід проводити згідно з ГОСТ 10243.

4.10.15 У разі вимог проекту чи нормативної документації ультразвуковий контроль зварних з'єднань та їх оцінка якості виконується згідно з ДСТУ-Н Б А.3.1-15.

## **4.11 Виправлення дефектів**

4.11.1 Виправляти дефекти необхідно згідно з діючою нормативною документацією.

4.11.2 Видаляють дефекти або механізованим шліфуванням абразивним інструментом, або механізованою рубкою (пневматичними рубильними молотками з крейцмесесями). Допускається видалення дефектів ручним газокисневим різанням або повітряно-дуговою строжкою з наступним обов'язковим зачищенням поверхні різання абразивним інструментом на глибину до 2 мм із видаленням всіх виступів і напливів.

4.11.3 Усі перепали поверхні основного металу дугою слід зачищати абразивним інструментом на глибину до 0,7 мм.

4.11.4 При механізованому зачищенні абразивним інструментом дефектів, прихваток, кореня шва риски на поверхні металу слід направляти вздовж зварного з'єднання, при зачищенні місць установлення початкових і вивідних планок, уздовж торців елементів, що зварюються, а при видаленні посилення швів - під кутом до 50° до осі шва. Заглиблення в основний метал при зачищенні не повинно перевищувати 3 % товщини елемента, що зварюється, і не більше 1 мм.

4.11.5 Виправлення дефектів зварних швів підкарбовуванням забороняється.

4.11.6 Тріщини всіх видів і розмірів (гарячі і холодні в зоні термічного

впливу) у швах зварних з'єднань повинні бути виправлені за наступною технологією - після зачищення і визначення меж тріщини роблять свердління по її кінцях плюс 10 мм по обидва боки діаметром від 5 мм до 8 мм, отвори зенкують, видаляють дефектний метал і заварюють цю ділянку на всій довжині.

4.11.7 Дефекти видаляють зварюванням електродами мінімального діаметра на знижених режимах з наступним механічним зачищенням, що забезпечує плавний перехід від наплавленого металу до основного. Після обробки торців швів необхідно закруглити гострі грані. При заварюванні дефектів обов'язковим є **виконання** всіх вказівок щодо підготовки під зварювання, попереднього підігрівання та вибору **зварювальних** матеріалів.

4.11.8 Усі виправлені ділянки повинні бути проконтрольовані знову.

4.11.9 Деформовані при зварюванні конструкції підлягають правці. Правка може бути холодною (без нагрівання ушкоджених елементів) і в гарячому стані (з попереднім підігріванням). Виправлення в гарячому стані здійснюється термічним і термомеханічним методами. Холодне виправлення допускається тільки для плавно деформованих елементів, причому не в холодну пору року. Ударні впливи на зварні конструкції забороняються для сталей:

1) з границею текучості 390 МПа і менше - за температури нижче мінус 25 °С;

2) з границею текучості понад 390 МПа - за температури нижче 0 °С.

Холодну правку слід робити способами, що не утворюють вм'ятин, вибоїн та інших ушкоджень поверхні прокату.

## ДОДАТОК А (довідковий)

### КАТЕГОРІЇ КОНСТРУКЦІЙ ЗА ПРИЗНАЧЕННЯМ І ЗА НАПРУЖЕНИМ СТАНОМ ТА ГРУПИ КОНСТРУКЦІЙ

#### А.1 Категорії конструкцій за призначенням

Залежно від призначення **конструкцій** і можливих наслідків при досягненні ними граничних станів слід розрізняти три категорії **конструкцій** та їх елементів за призначенням:

А - конструкції та елементи, досягнення граничних станів яких може призвести до повної непридатності до експлуатації будівлі чи споруди в цілому або їх значної частини;

Б - конструкції та елементи, досягнення граничних станів яких може

призвести до ускладнення нормальної експлуатації будівель і споруд внаслідок виникнення недопустимих прогинів або переміщень;

В - допоміжні конструкції та елементи, досягнення граничних станів яких не призводить до порушення експлуатаційних вимог, що висуваються до несучих **конструкцій**.

## **А.2 Категорії конструкцій за напруженим станом**

Залежно від можливості та причин досягнення граничних станів, а також виходячи з умов руйнування від утомленості чи крихкого руйнування слід розрізняти три категорії **конструкцій** та їх елементів за напруженим станом:

I - конструкції та елементи, досягнення граничних станів яких можливе в результаті безпосереднього впливу динамічного рухомого чи вібраційного навантаження;

II - конструкції та елементи, досягнення граничних станів яких можливе лише при поєднанні несприятливих чинників (динамічного чи вібраційного навантаження, концентраторів напружень, зон напружень розтягу тощо);

III - конструкції та елементи, руйнування від утомленості чи крихке руйнування яких неможливо через відсутність несприятливих чинників або через їх незначний вплив.

**Таблиця А.1** - Перелік **конструкцій** та елементів із вказівкою категорій за призначенням і за напруженим станом

Конструкція і елемент	Категорія	
	за призначенням	за напруженим станом
1. Конструкції кранових колій:		
а) підкранові балки (крім ребер жорсткості) і ферми (пояси, елементи ґраток, фасонки);	А	I
б) гальмові балки і ферми, деталі кріплення до колон, ребра жорсткості;	А	II
в) балки колій підвісного транспорту:		
- зварні;	А	I
- прокатні під технологічні електричні талі і кран-балки або ручні талі і кран-балки;	Б	I

- прокатні під ремонтні або ручні талі и кран-балки;	Б	II
г) допоміжні горизонтальні ферми, вертикальні ферми, тупикові упори;	Б	II
д) деталі кріплення рейок;	В	III
2. Робочі площадки за наявності рухомого транспорту:		
а) балки при залізничному рухомому складі;	А	I
б) балки при автотранспортувачах та іншому транспорті	А	II
в) металевий настил, включений у сумісну роботу з балками настилу, ребра жорсткості балок;	Б	I
г) металевий настил, не включений до сумісної роботи з балками настилу, ребра жорсткості настилу.	Б	II
3. Конструкції технологічних площадок і покриттів:		
а) головні балки і ригелі рам при динамічному навантаженні;	А	I
б) головні балки при статичному навантаженні;	А	III
в) другорядні балки при динамічному навантаженні;	А	II
г) другорядні балки при статичному навантаженні;	А	III
д) металевий настил, включений до сумісної роботи з балками настилу при динамічному навантаженні;	Б	I
е) металевий настил, окрім зазначеного в пункті д);	Б	II
ж) ребра жорсткості балок.	В	III
4. Колони виробничих будівель і відкритих кранових естакад стійки, робочих і технологічних площадок:		
а) основні елементи поперечного		

перерізу (у тому числі пояси і ґратки при наскрізному перерізі), опорні плити, підкранові траверси колон;	А	ІІІ
б) вертикальні в'язі між колонами;	А	ІІІ
в) ребра жорсткості і діафрагми колон, елементи ґраток двоплощинних в'язей, в'язі з напруженням меншим за $0,4 R_y$ , де $R_y$ - розрахунковий опір сталі розтягу, стиску та згину за границею текучості.	В	ІІІ
5. Конструкції покриття:		
а) ферми, ригелі та інші елементи, що підлягають безпосередній дії динамічних навантажень від технологічного чи транспортного устаткування;	А	І
б) те саме, при статичному навантаженні;	А	ІІ
в) вузлові фасонки;	А	ІІ
г) ліхтарні панелі, панелі покрівлі, прогони, горизонтальні торцеві в'язі в рівні покрівлі, поздовжні в'язі при кроці колон, що є більшим за крок кроквяних ферм;	Б	ІІ
д) інші в'язі.	В	ІІІ
6. Конструкції фахверка:		
а) ригелі під цегляні стіни і над воротами;	А	ІІІ
б) стійки, торцеві і вітрові ферми;	Б	ІІ
в) ригелі, крім зазначених у пункті а), та інші елементи.	В	ІІІ
7. Допоміжні конструкції виробничих будівель:		
а) косоури сходів;	А	ІІІ
б) сходи, перехідні площадки, огорожі, площадки світильників, посадкові площадки на крани, балки підвісних стель, імпости, віконні і ліхтарні рами.	В	ІІІ
8. Транспортні галереї:		
а) прольотні будівлі галереї, несучі		

балки під конвеєри, фасонки ферм;	А	І
б) опори, в'язі між колонами, опорні ребра балок;	А	ІІ
в) елементи фахверка, в'язі, прогони і балки покриттів прольотних будівель, ребра жорсткості балок.	Б	ІІ
9. Опори повітряних ліній (ПЛ) електропередачі, конструкцій відкритих розподільних пристроїв (ВРП):		
а) зварні спеціальні опори великих переходів заввишки понад 60 м;	А	І
б) опори ПЛ, окрім зазначених у пункті а), опори під вимикачі і портали під ошикування ВРЧ;	А	ІІІ
в) опори під устаткування ВРЧ тощо, крім зазначених у пунктах а) і б).	В	ІІ
10. Антенні споруди зв'язку заввишки до 500 м:		
а) стовбури щогл і башт, ґратки, елементи обпирання на фундаменти;	А	ІІ
б) елементи (механічні деталі) відтяжок щогл і антенних полотен, деталі кріплення відтяжок до фундаментів і до стовбурів сталевих опор;	А	І
в) діафрагми баштових опор, хідники, перехідні площадки.	Б	ІІІ
11. Витяжні башти:		
а) пояси башт, вузлові фасонки;	А	ІІ
б) газовідвідний стовбур, елементи ґратки, балки і площадки діафрагм, що безпосередньо сприймають вагу стовбура;	Б	ІІ
в) опорні плити, хідники, огорожі, настил площадок, балок і площадки діафрагм, що не сприймають вагу стовбура.	В	ІІІ
12. Димові труби:		
а) сталева оболонка і ребра жорсткості труби;	А	ІІ



б) площадки, опорні кільця, хідники та огорожі.	Б	III
13. Градирні баштові і вентиляторні, водонапірні башти:		
а) пояси ґратчастих башт, кільця жорсткості, ґратки;	А	III
б) вузлові фасонки;	А	II
в) фахверк, допоміжні площадки, обшивки градирень.	В	III
14. Бункери:		
а) бункерні балки, оболонки параболічних бункерів;	А	I
б) стінки інших бункерів, ребра жорсткості бункерів.	А	III
15. Резервуари і газгольдери:		
а) стінки та кромки днищ резервуарів місткістю 10 тис. м <sup>3</sup> і більше, фасонки покриттів;	А	I
б) стінки та кромки днищ резервуарів місткістю менше 10 тис. м <sup>3</sup> ;	А	II
в) центральні частини днищ, опорні кільця покриття, кільця жорсткості, плавучі покрівлі і понтони покриття;	А	III
д) внутрішні корпуси ізотермічних резервуарів за температури зберігання не вище мінус 50 °С.	А	I
16. Конструкції контактової мережі транспорту:		
а) конструкції та елементи, пов'язані з натягом проводів (тяги, штанги, хомути);	А	II
б) конструкції та елементи несучих, підтримувальних і фіксувальних пристроїв (опори, ригелі жорсткості поперечин, прожекторні щогли, фіксатори);	Б	II
в) допоміжні конструкції.	В	III
17. Силоси (оболонка, ребра жорсткості)	А	III

18. Громадські будівлі і споруди (театри, кінотеатри, цирку, спортивні споруди, криті ринки, навчальні заклади, дитячі дошкільні заклади, лікарні, пологові будинки, музеї, державні архіви тощо, будівлі заввишки понад 75 м:		
а) перекриття і покриття, косоури сходів;	А	II
б) колони.	А	II

**Примітка 1.** Вимоги цієї таблиці не поширюються на сталеві конструкції спеціальних споруд: магістральні і технологічні трубопроводи, резервуари спеціального призначення, кожухи доменних печей і повітрянагрівачів тощо.

**Примітка 2.** Для **конструкцій** і елементів, не зазначених у цій таблиці, допускається приймати категорії з урахуванням їх призначення і напруженого стану стосовно аналогічних **конструкцій** і елементів, зазначених у таблиці.

**Таблиця А.2 - Показники груп конструкцій**

Чинник	Познака	Характеристика	Показник, бал
Клас відповідальності	$S_1$	I	4
		II, III	0
Категорія за призначенням	$S_2$	A	II
		B	4
		B	I
Категорія за напруженим станом	$S_3$	I	8
		II	5
		III	I
Наявність розтягувальних напружень від розрахункового навантаження	$S_4$	є	7
		немає	2
Несприятливий вплив зварних з'єднань	$S_5$	є	6
		немає	2

**Примітка.** Несприятливий вплив зварних з'єднань слід враховувати, якщо вони розташовані у місцях дії значних розрахункових розтягувальних напружень  $\sigma$  ( $\sigma > 0,3R_y$ ;  $\sigma > 0,3R_{wz}$ ), або в місцях, де міцність зварного

з'єднання визначає придатність до експлуатації конструкції в цілому.

$R_y$  - розрахунковий опір сталі розтягу, стиску та згину за границею текучості;

$R_{wz}$  - розрахунковий опір кутових швів зрізу (умовному) у площині металу межі сплавлення.

### А.3 Групи конструкцій

**А.3.1** Залежно від категорії **конструкцій** за призначенням і за напруженим станом, а також від інших чинників, наведених у табл. А.2, конструкції та елементи поділяються на чотири групи.

Групи **конструкцій** слід приймати залежно від показника групи  $S$ , який дорівнює сумі балів показників окремих чинників  $S = S_1 + S_2 + S_3 + S_4 + S_5$ , які приймаються відповідно до таблиці А.2.

група 1 - при  $S > 26$ ;

група 2 - при  $23 \leq S \leq 26$ ;

група 3 - при  $19 \leq S \leq 22$ ;

група 4 - при  $S \leq 18$ .

Слід враховувати, що показники факторів при експлуатації, транспортуванні та **монтажі** можуть відрізнятись один від одного.

**А.3.2** Після підбору перерізів слід уточнити групу **конструкцій** шляхом коригування показника групи  $S$ , визначеного згідно з А.3.1 цього додатка, не більше ніж на  $\pm 4$  бали. При цьому рекомендується прийняти такі категорії за напруженим станом, де  $\alpha$  - відношення абсолютного найбільшого значення нормального розтягувального напруження, викликаного дією динамічних навантажень, до найбільшого значення сумарного розтягувального напруження, викликаного дією усіх навантажень, у тому самому розрахунковому перерізі:

- I - при  $\alpha \geq 0,5$ ;

- II - при  $0,2 < \alpha < 0,5$ ;

- III - при  $\alpha \leq 0,2$ .

При товщині прокату від 20 мм до 40 мм, за наявності кромки після гільйотинного різання, наклепу від деформування в холодному стані, що не враховуються в розрахунку, високих початкових напруженнях (у тому числі **зварювальних**) значення показника групи  $S$  необхідно збільшити на один бал; при товщині прокату понад 40 мм - на два бали.

ДОДАТОК Б  
(обов'язковий)

# ОФОРМЛЕННЯ ОБКЛАДИНОК І СТОРІНОК ЖУРНАЛУ ЗВАРЮВАЛЬНИХ РОБІТ

Б.1 Форма обкладинки журналу зварювальних робіт.

## Журнал зварювальних робіт

(Місце знаходження об'єкта будівництва )

Б.2 Форма титульного аркуша журналу зварювальних робіт

## ЖУРНАЛ ЗВАРЮВАЛЬНИХ РОБІТ

№ \_\_\_\_\_

Найменування організації, що виконують

\_\_\_\_\_

Найменування об'єкта

\_\_\_\_\_

Посада, прізвище, ініціали та підпис відповідального за зварювальні роботи і в

Організація, що розробила проектну документацію, креслення КМ, КЖ \_\_\_\_\_

Шифр

Організація, що розробила проект викон:

\_\_\_\_\_

Шифр

Підприємство, що виготовило

\_\_\_\_\_

Шифр

Замовник (організація), посада, прізвище, ініціали і підпис керівника (представ  
технічного нагляду \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Журнал розпочато «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.





--	--	--	--	--	--	--

Б.3 Форма третьої сторінки обкладинки журналу зварювальних робіт

**У ЖУРНАЛІ ПРОНУМЕРОВАНО ТА ПРОШНУРОВАНО**

\_\_\_\_\_ сторінок  
 «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

(посада, прізвище, ініціали і підпис керівника організації, що веде журнал)

**МІСЦЕ ПЕЧАТКИ**

**ДОДАТОК В**  
 (довідковий)

**ЗВАРЮВАЛЬНЕ УСТАТКУВАННЯ**

**Таблиця В.1 - Джерела живлення**

Найменування*)	Тип (марка)	Номінальний зварювальний струм, А	Межі регулювання струму, А	Номінальна робоча напруга, В	Напруга холостого ходу, В	Потужність кВт (кВа)
Агрегат	АДД-303	315	100-315	32	100	15
«	АДД-4001	400	60-450	36	100	37
«	АДД-504	315x2	(40-315)x2	32,5	100	28
	ТДМ-					

Трансформатор	317	315	60-360	33	80	21
«	ТДМ-401	400	80-460	36	80	27
«	ТДМ-503	500	90-560	40	80	36
Випрямляч	ВД-306	315	45-315	32	70	24
«	ВД-401	400	50-450	36	80	32
«	ВДУ-506	500	50-500	50	80	40
(багатопостовий)	ВДМ-1001	1000	300-1000	56	80	56
(багатопостовий)	ВДУ-1201	1250	250-1250	56	100	120

\*) Дозволяється використання інших джерел живлення, що сертифіковані в Ук узгоджені з державними органами нагляду за охороною праці та промисловою безпекою

**Таблиця В.2** - Напівавтомати для зварювання порошковим дротом

Тип (марка)	Номінальний зварювальний струм, А	Діаметр дроту, мм	Швидкість подачі дроту, м/ч	Маса, кг	Джерело струму	Примітка
ПДГ-603	603	2-3	100-960	75	ВДУ-601	Може бути використаний і для зварювання суцільним дротом (1,2-2) мм
ПДО-517 (А-765)	500	1,6-3,0	100-750	42	ВДУ-506	Те саме, але діаметр (1,6-2,0) мм
ПДО-604 (ПШ-	630	2,0-3,6	55-600	70	ВР-600М	Маса джерела 550 кг



130)						
ПМП-6 (СР-144)	500	1,6-3,0	70-560	10	-	-
ПШ-107	400	1,8-3,0	78-318	16	ВР-400	-

Код УКНД 91.089, 91.200

**Ключові слова:** контроль якості, металоконструкції, монтаж, технологія зварювання.