

**УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ**

БУДІВЕЛЬНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра машинобудування та технічного сервісу машин

ЗАЛІЗОБЕТОННІ КОНСТРУКЦІЇ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

**до виконання практичних занять та самостійних робіт
з дисципліни**

«НАРИСНА ГЕОМЕТРІЯ, ІНЖЕНЕРНА (КОМП'ЮТЕРНА) ГРАФІКА»

Харків-2025

Методичні вказівки розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри машинобудування та технічного сервісу машин 21 квітня 2025 року, протокол № 9.

Методичні вказівки рекомендуються для здобувачів вищої освіти будівельного факультету усіх спеціальностей та освітніх програм денної та заочної форм здобуття вищої освіти.

Укладачі:

доценти А. О. Бабенко,
В. В. Семенова-Куліш,
В. О. Стефанов

Рецензент

доц. А. В. Никитинський

Вступ

Залізобетонні конструкції найчастіше використовуються у різних галузях будівельної індустрії, включаючи промислове, цивільне, сільськогосподарське та транспортне будівництво. Вони використовуються при будівництві заводів, житлових будинків, лікарень і шкіл, а також в інфраструктурних проєктах, таких як мости, тунелі, гідроелектростанції, дамби [3]. Крім того, залізобетон відіграє вирішальну роль у будівництві стадіонів, арен, наземних споруд, підземних опорних систем, мереж метрополітену, аеродромних покриттів тощо. Важко знайти галузь будівельної індустрії, де б не використовувався залізобетон.

Широке використання залізобетону пояснюється його численними перевагами, серед яких довговічність, вогнестійкість, корозійна стійкість і висока стійкість до статичних і динамічних навантажень. Крім того, однією з вагомих характеристик є низькі експлуатаційні витрати та економічно ефективне виробництво. Велика кількість заповнювачів, необхідних для його виробництва, забезпечує його застосування в усіх куточках світу.

Знайомство студентів з кресленням та характеристиками залізобетонних конструкцій відбувається у процесі виконання завдання на тему «Залізобетонні конструкції». Під час виконання цього завдання студенти ознайомлюються із способами виготовлення, будовою, принципами роботи таких конструкцій.

Крім того, в процесі виконання завдання студенти вивчають склад проєктної документації на залізобетонні конструкції та вимоги до їх оформлення, які наведені в нормативних документах, таких як ДСТУ, ГОСТ, СНіП.

Дані методичні вказівки розроблено для здобувачів вищої освіти усіх спеціальностей та освітніх програм будівельного факультету денної та заочної форм здобуття вищої освіти.

Загальні відомості

Залізобетон – це будівельний матеріал, у якому бетон та арматура при надійному зчепленні працюють разом як єдине монолітне тіло, яке працює під навантаженням [1].

Бетоном називається штучний матеріал. Його можна отримати в результаті твердіння суміші, яка складається з дрібного заповнювача – піску, крупного заповнювача – щебню або гравію, в'язучого компоненту – цементу та води. Крупний наповнювач обирається залежно від призначення та марки бетону [2,3].

У бетоні спостерігається значна міцність при стисканні, вогнестійкість, а також можливість виготовлення будь-якої форми конструкції. Все це є позитивними якостями бетону. Але значним недоліком є те, що він дуже погано сприймає розтягувальні зусилля.

Арматура – це сталеві стрижні, які використовуються в залізобетонних конструкціях. З цих стрижнів, згідно відповідним розрахункам, зварені або зв'язані сітки або каркаси, які рівномірно розподілені по бетону. Арматура може бути жорсткою, яка виготовлена з прокатних профілів (швелер, двотавр, рейка) або гнучкою – зі стрижнів малого перерізу круглого або періодичного профілю (рисунок 1).



Рисунок 1 – Гнучка арматура

У поєднанні бетону з арматурою при розтягуванні залізобетонної конструкції спочатку бетон разом з арматурою буде розтягуватись, але з часом це може призвести до появи тріщин у найбільш слабких місцях бетону. Для запобігання цього бетон стискають шляхом попереднього натягнення арматури. В результаті чого розтягуючі зусилля, які виникають при навантаженнях, нівелюються попереднім стисканням бетону [4].

Бетон та сталь мають різні фізико-механічні властивості. Але можна раціонально використовувати їхні властивості. Так, при твердінні бетон міцно зчіплюється з арматурними стрижнями, в результаті чого обидва матеріали під дією зовнішніх сил деформуються та працюють спільно. Крім того, сталева арматура, яка буде знаходитись в шарі бетону, буде надійно захищена від впливу корозії та перегріву [2].

Опалубка – це різноманітні елементи, які можуть бути виготовлені з будь-якого матеріалу, бути різними за конструкцією та після встановлення у робоче положення утворюють форму для укладання бетонної суміші. Опалубка може бути одноразового або багаторазового використання. Матеріал, з якого її виготовляють, – метал, дерево, фанера, різні полімерні матеріали тощо.

Після монтажу опалубки у середину встановлюють арматуру (каркас або сітку) і потім заповнюють форму бетонною сумішшю. При цьому дуже важливо забезпечити необхідну товщину захисного шару бетону (рисунок 2) [1]. Для балок товщина захисного шару складає 20 мм.

Гнучка арматура, яка використовується в балці, може виготовлятись з різних марок сталі, наприклад: Ст3, Ст5, 35ГС, 25Г2С тощо. Згідно сортаменту арматури (таблиця 1) залежно від діаметру стрижня можна визначити вагу одного погонного метру арматури для подальших розрахунків загальної маси конструкції [1, 3].



Рисунок 2 – Схема розташування арматури в бетонній суміші

Таблиця 1 – Сортамент арматурних стрижнів круглого профілю класу А240С

Діаметр стрижня, мм	Вага 1м/п, кг
6,0	0,22
8,0	0,4
10,0	0,62
12,0	0,88
14,0	1,21
16,0	1,58
18,0	2,0
20,0	2,47
22,0	2,98
24,0	3,55

Залежно від роботи, яку виконує арматура в залізобетонній балці, вона буває (рисунок 3) [1]:

- робоча – та, що сприймає основні розтягуючі зусилля. Вона може бути прямої та косої форми. Арматура косої форми представляє собою вигнуті стрижні, які переходять з верхнього шару балки в нижній та навпаки. Кут ухилу, під яким відбувається перехід зазвичай дорівнює 45° , але бувають випадки, коли він може дорівнювати 30° або 60° ;
- хомути та поперечні стрижні – вони забезпечують незмінне положення робочої арматури та сприймають частину зусиль. Хомути можуть бути відкритими та закритими;
- монтажна – призначена для кріплення хомутів та поперечних стрижнів до робочої арматури. Її діаметр складає 10...12 мм.

У даному завданні використовується арматура круглого профілю класу A240C відповідного діаметру. Для забезпечення кращого зчеплення її з бетоном на кінцях робочих стрижнів використовуються анкерні крюки (рисунок 4). Довжина анкерних крюків з кожного з боків дорівнює $7,5d$, де d – діаметр стрижня. Якщо використовується арматура періодичного профілю анкерні крюки не передбачаються [1,5].

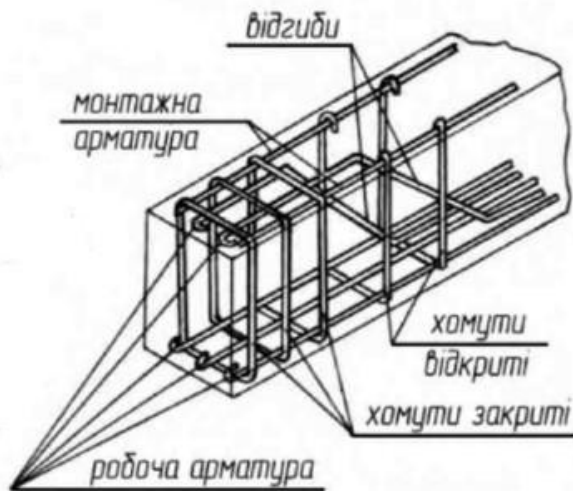


Рисунок 3 – Види арматури

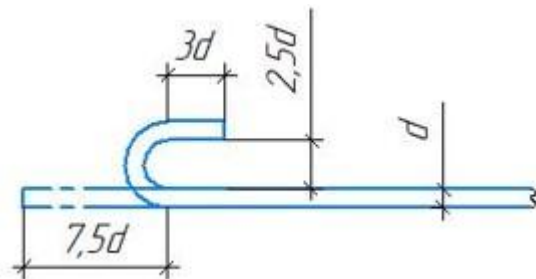


Рисунок 4 – Анкерний крюк

Послідовність виконання завдання

1 При виконанні завдання з теми «Залізобетонні конструкції» студент згідно з варіантом, який узгоджується з викладачем (додаток), отримує схему армування монолітної залізобетонної балки та декілька її перерізів (рисунок 5).

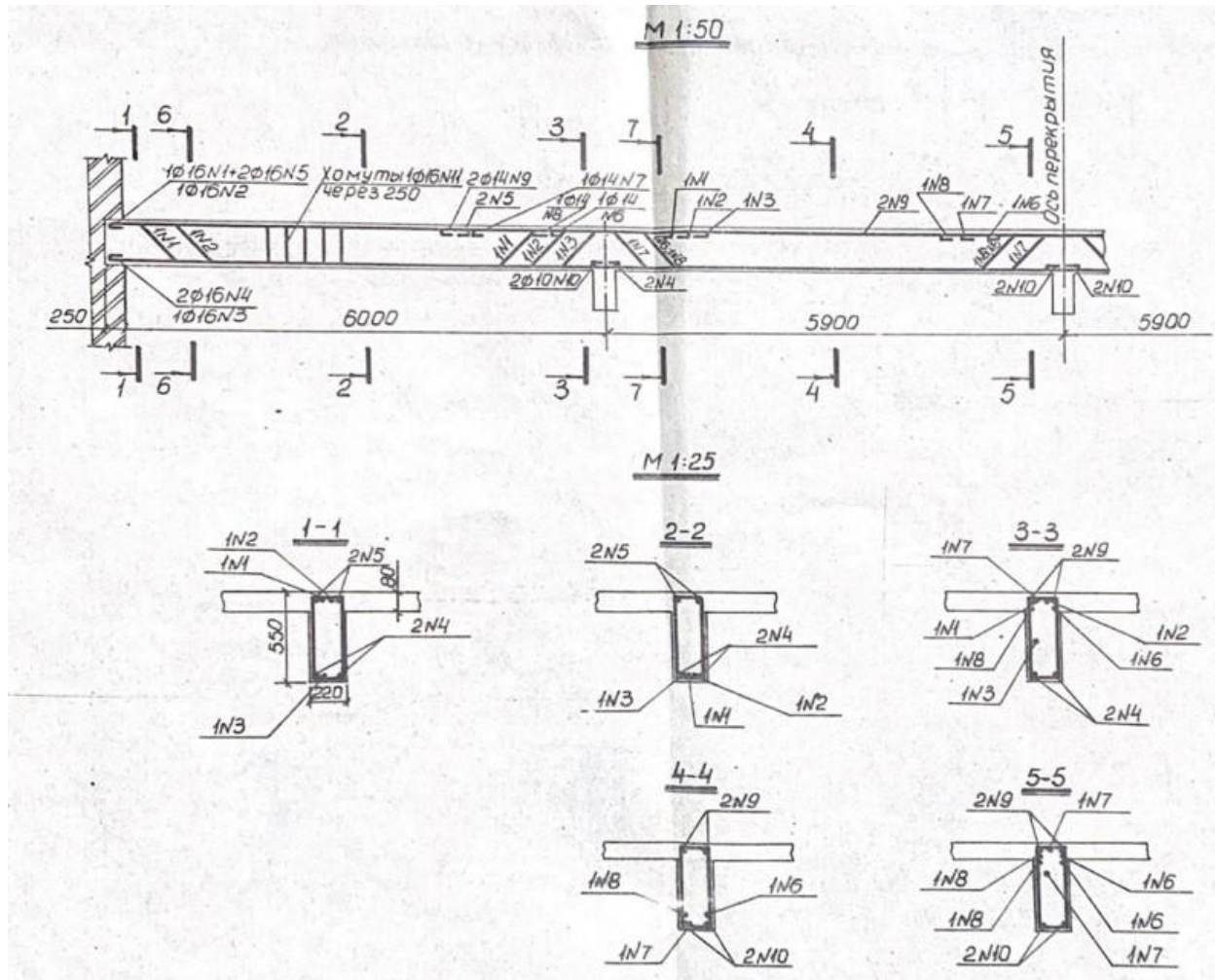


Рисунок 5 – Вихідні дані завдання

2 Завдання виконується на форматі A2 (594x420 мм). Формат повинен мати вертикальну орієнтацію. Далі необхідно суцільною товстою лінією товщиною 1мм накреслити рамку, яка обмежує поле креслення. Береги, що

утворені сторонами формату та рамкою повинні бути з лівої сторони 20 мм, а з інших сторін по 5 мм. У правому нижньому куті, впритул до рамки, необхідно накреслити основний напис форми 1, якій має розміри 185x55 мм.

3 У верхній частині формату необхідно накреслити схему армування балки згідно з варіантом (рисунок 6). Дане креслення представляє собою складальне креслення, тому необхідно нанести тільки габаритні розміри балки або приєднувальні розміри, а всі інші розміри елементів треба брати з креслення, згідно з розрахованим масштабом. Креслити балку та її перерізи треба в масштабі, який вказано в завданні. А саме, балку – в масштабі 1:50, а її перерізи – в масштабі 1:25.

На кресленні стрижні повинні бути побудовані суцільною товстою лінією, а габарит балки – суцільною тонкою лінією. На схемі армування, згідно з завданням, необхідно нанести маркування стрижнів.

4 На наступному етапі під схемою армування необхідно зробити окремо розгортку всіх без винятку арматурних стрижнів балки. Кожен стрижень розташовується чітко під його зображенням на загальній схемі армування. Для визначення форми, розмірів, розташування стрижнів необхідно користуватись перерізами, які вказані в завданні та маркуванням.

Приклад побудови розгортки стрижнів №№ 1-10 заданої балки

5 **Стрижень № 1.** По маркуванню і розташуванню анкерного крюка, який загнутий в середину стрижня на схемі знаходиться місце, де починається стрижень № 1 (рисунок 7). Він має початок в верхній частині балки. Позначення стрижня «1Ø16№1» означає, що стрижень № 1 один в балці, в перерізі має діаметр $d = 16$ мм.

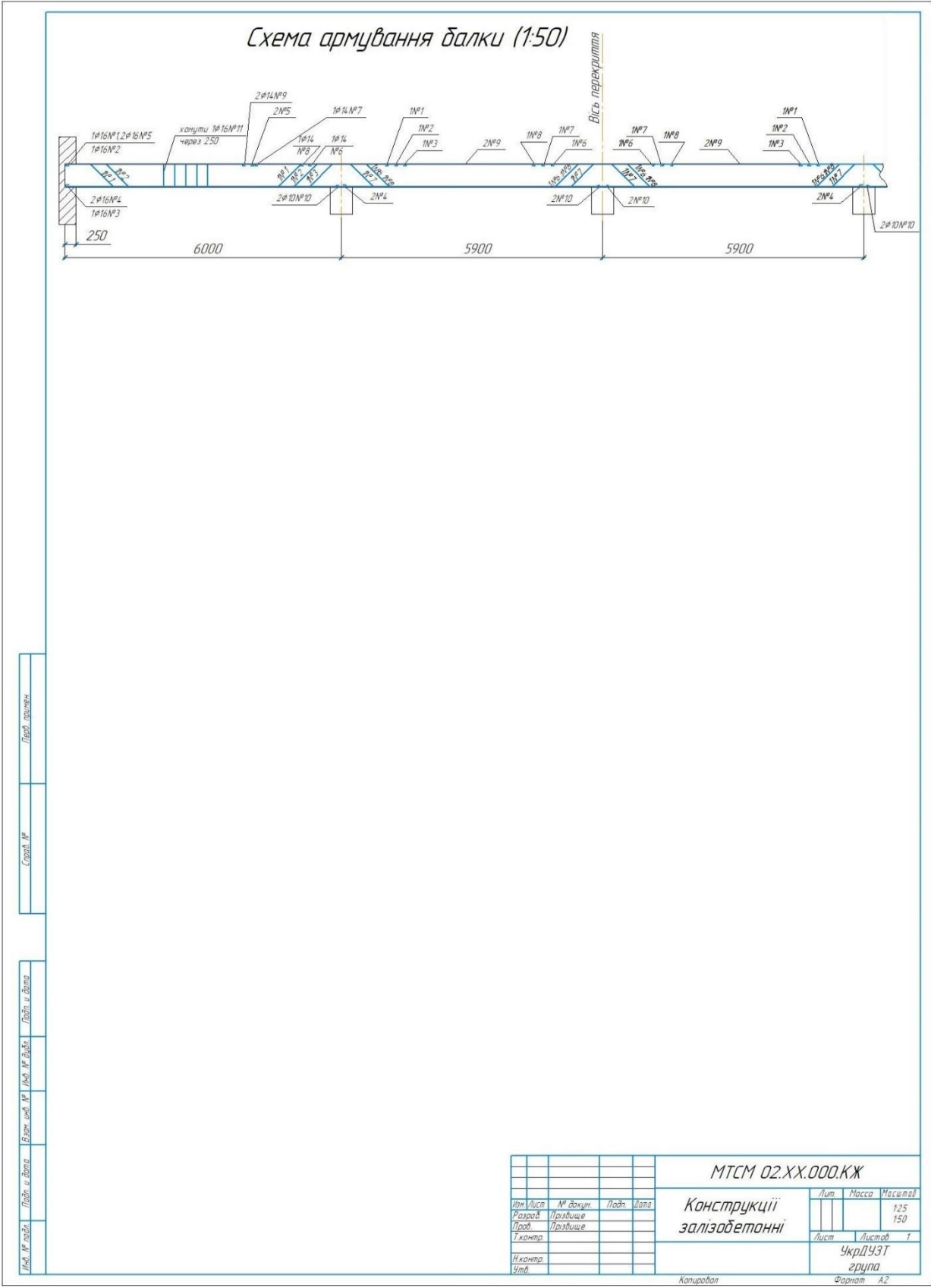


Рисунок 6 – Схема армування балки

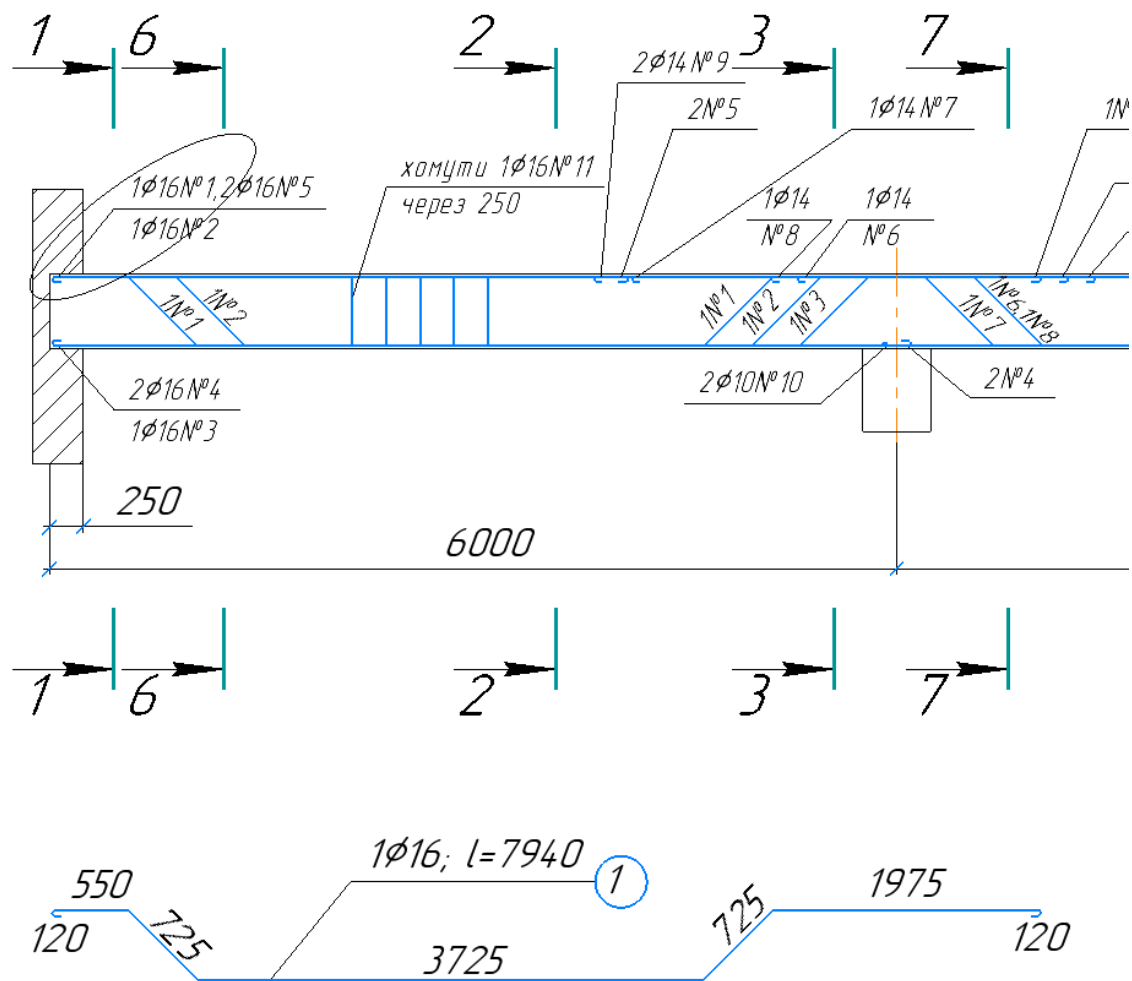


Рисунок 7 – Розташування анкерного крюка стрижня № 1

Розташування розгортки стрижня необхідно виконувати під його зображенням на загальній схемі. При виконанні розгортки слід провести виміри і розрахунки всіх ділянок, з яких складається даний стрижень.

Запас довжини арматури, яка припадає на анкерний крюк, дорівнює $7,5d$ (де d – діаметр стрижня; $d = 16$ мм), тобто $7,5 \cdot 16 = 120$ мм. Це значення записується на розгортці над або під кресленням цього елемента в міліметрах без вказування розмірностей.

Далі по схемі після закінчення анкерного крюка, стрижень знаходиться в верхньому шарі балки – горизонтальна ділянка (рисунок 8).

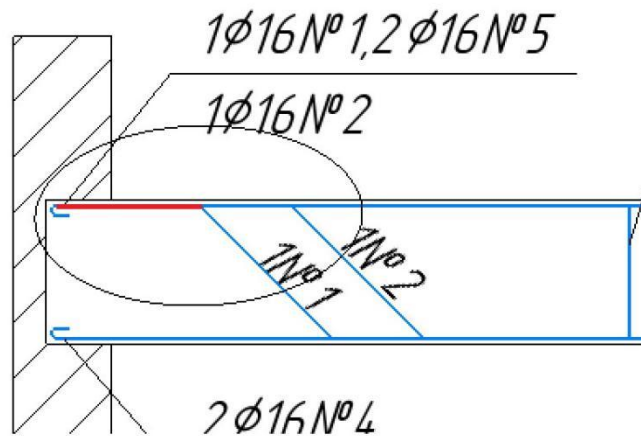


Рисунок 8 – Схема розташування стрижня № 1

Оскільки на схемі армування є тільки габаритні, то для визначення розміру будь-якої ділянки, яка не має розміру, необхідно побудувати графік пропорційного масштабу.

Для цього з креслення обираємо розмір 6000 мм. Враховуючи масштаб 1:50, ця ділянка повинна бути завдовжки $6000:50=120$ мм. Але на завданні ця відстань, яка вимірюється лінійкою, складає 100 мм (рисунок 9).

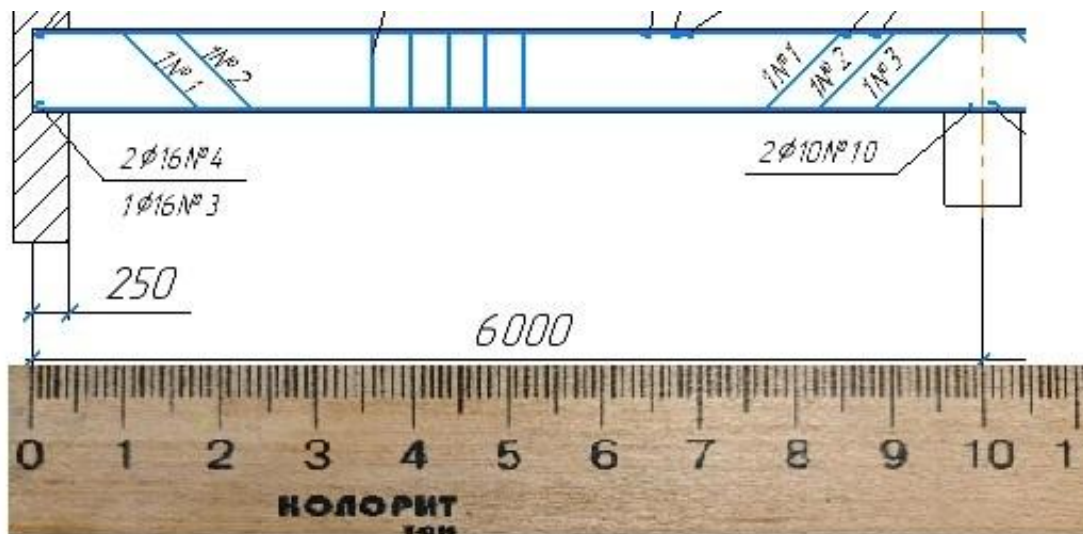


Рисунок 9 – Визначення розмірів елементів балки

Така різниця може пояснюватись тим, що в завданні наведено копію креслення балки, яка при друці може не співпадати з масштабом оригіналу. Для визначення дійсних розмірів треба скористатись графіком пропорційного масштабу (рисунок 10).

Для цього по горизонтальній осі відкладаються дійсні розміри (в даному випадку 120 мм), а по вертикальній осі – розміри, що виміряні лінійкою зі складального креслення (в даному випадку 100 мм). Із цих точок проводять лінії, які паралельні осям до взаємного перетину в точці А. Отриману точку А з'єднують з початком координат 0.

За допомогою такого графіку можна визначити будь-який розмір зі складального креслення.

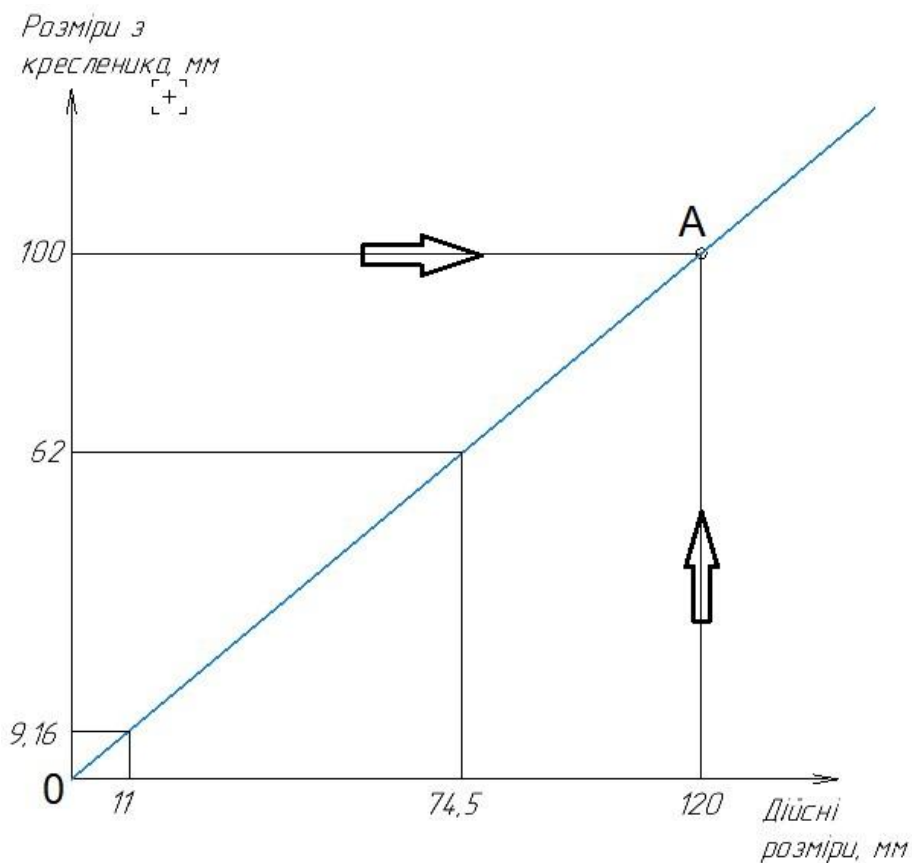


Рисунок 10 – Графік пропорційного масштабу

Довжина горизонтальної ділянки стрижня № 1 у верхньому шарі після вимірювання складає 9,16 мм. Скориставшись графіком пропорційного масштабу, визначається, що ця величина повинна дорівнювати 11 мм. А з урахуванням масштабу 1:50 довжина горизонтальної ділянки буде $11 \cdot 50 = 550$ мм. Далі необхідно накреслити цю ділянку на розгортці в масштабі 1:50 та підписати її довжину «550» (рисунок 7).

Наступна ділянка – це відгін, або коса арматура, яка переходить з верхньої частини балки в нижню (рисунок 11). Довжина відгону, яка вимірюється по кресленню складає 12 мм. Після корегування за допомогою графіка – 14,5 мм, або, з урахуванням масштабу $14,5 \cdot 50 = 725$ мм. Далі необхідно накреслити цю ділянку на розгортці в масштабі 1:50 та підписати її довжину «725» (рисунок 7).

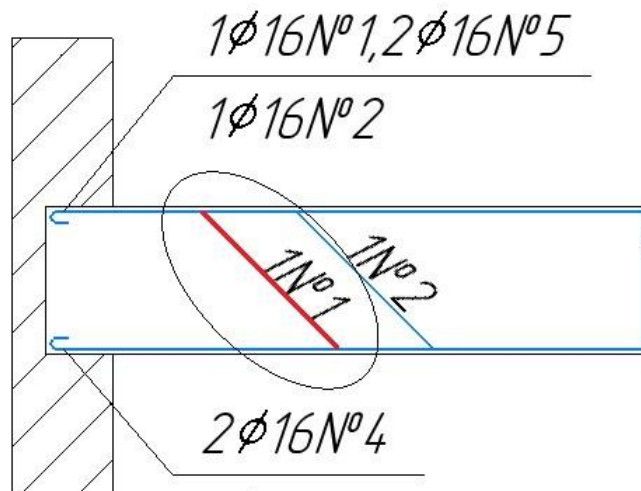


Рисунок 11 – Схема розташування відгону стрижня № 1

Далі стрижень проходить по нижній частині балки до наступного відгону у верхню частину балки (рисунок 12). Довжина горизонтальної ділянки стрижня в нижній частині балки після виміру лінійкою складає 62 мм, а з

корегуванням по графіку – 74,5 мм (рисунок 10). З урахуванням масштабу $74,5 \cdot 50 = 3725$ мм. Далі необхідно накреслити цю ділянку на розгортці в масштабі 1:50 та підписати її довжину «3725» (рисунок 7).

Наступна ділянка – це відгін (рисунок 13). Стрижень підіймається з нижньої частини балки в верхню. Враховуючи, що кут підйому такий самий, як і при попередньому відгоні, ця ділянка також буде дорівнювати 725 мм. Далі необхідно накреслити цю ділянку на розгортці в масштабі 1:50 та підписати її довжину «725» (рисунок 7).

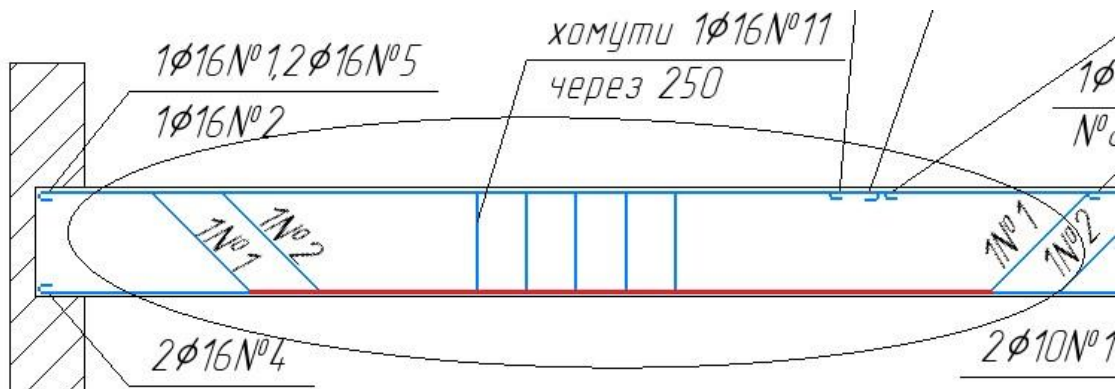


Рисунок 12 – Схема розташування ділянки стрижня № 1

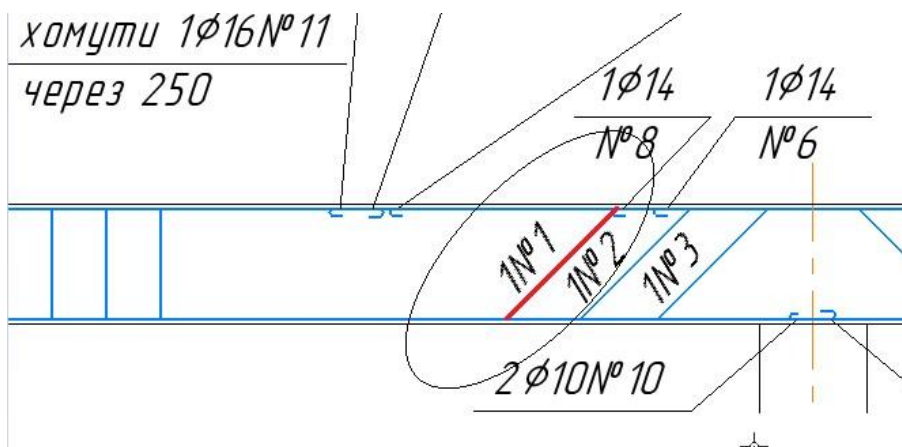


Рисунок 13 – Схема розташування відгону стрижня № 1

Остання ділянка стрижня розташована в верхній частині балки і закінчується анкерним крюком (рисунок 14). Довжина цієї ділянки після виміру лінійкою дорівнює 32,9 мм а з корегуванням по графіку – 39,5 мм. З урахуванням масштабу $39,5 \cdot 50 = 1975$ мм. Далі необхідно накреслити цю ділянку на розгортці в масштабі 1:50 та підписати її довжину «1975» (рисунок 7). Анкерний крюк на кінці цієї ділянки загнутий всередину стрижня. Довжина його складає 120 мм. Це значення також вказується на розгортці – «120» (рисунок 7).

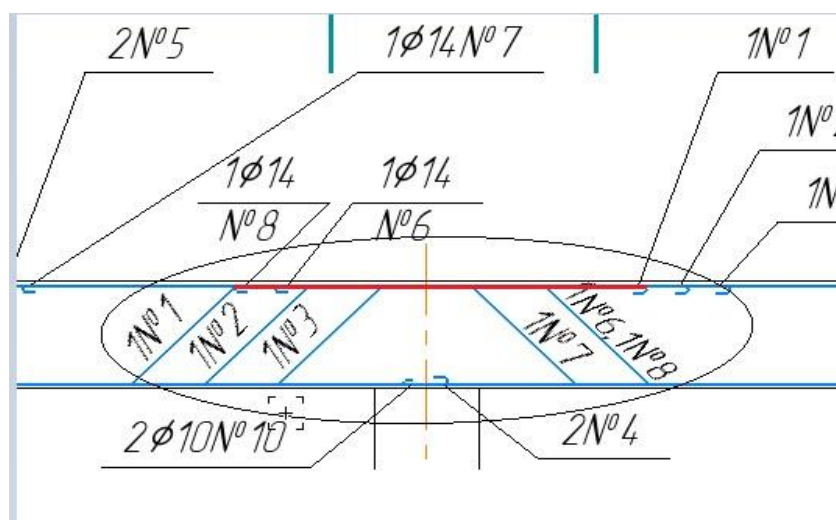


Рисунок 14 – Схема розташування ділянки стрижня № 1

Після того, як стрижень повністю накреслений на розгортці, треба виконати його маркування (рисунок 15). Для цього виконується виносна полиця, яка закінчується колом діаметру 10...12 мм, всередині якого вказується номер стрижня. На полиці вказується кількість однакових стрижнів (визначається із завдання), діаметр стрижня «1 Ø16» та його загальна довжина « $l=7940$ ». Загальна довжина стрижня складається із суми довжин всіх ділянок та величини двох анкерних крюків і вказується в відомості стрижнів на балку.

Тобто, загальна довжина стрижня № 1 дорівнює:

$$l = 120 + 550 + 725 + 3725 + 725 + 1975 + 120 = 7940 \text{ мм.}$$

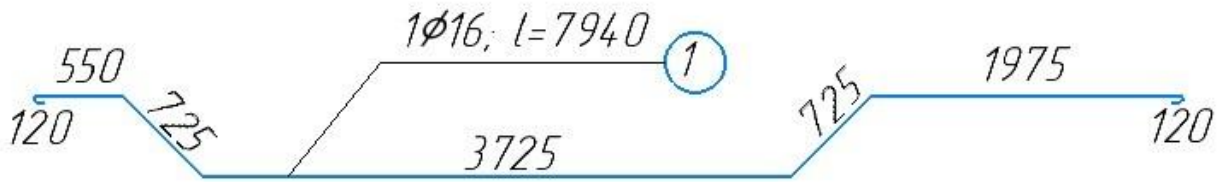


Рисунок 15 – Розгортка стрижня № 1

Як можна бачити зі схеми армування балки кількість стрижнів № 1 дорівнює одиниці. На схемі не показана вся балка – вона закінчується лінією обриву, але вказана ось перекриття. Це означає, що балка симетрична відносно цієї осі. Тобто, всі елементи балки, що знаходяться ліворуч від осі перекриття, симетрично знаходяться і праворуч. Із цього можна зробити висновок, що стрижнів № 1 в цій балці два: один, описаний вище, знаходиться в лівій частині, інший – з дзеркальною симетрією – в правій. Це підтверджує наявність анкерного крюка в правій частині балки (рисунок 16), який загнутий в сторону стрижня. Інший стрижень з номером № 1 креслити не треба, але те, що їх дві одиниці, необхідно враховувати при складанні відомості стрижнів на балку.

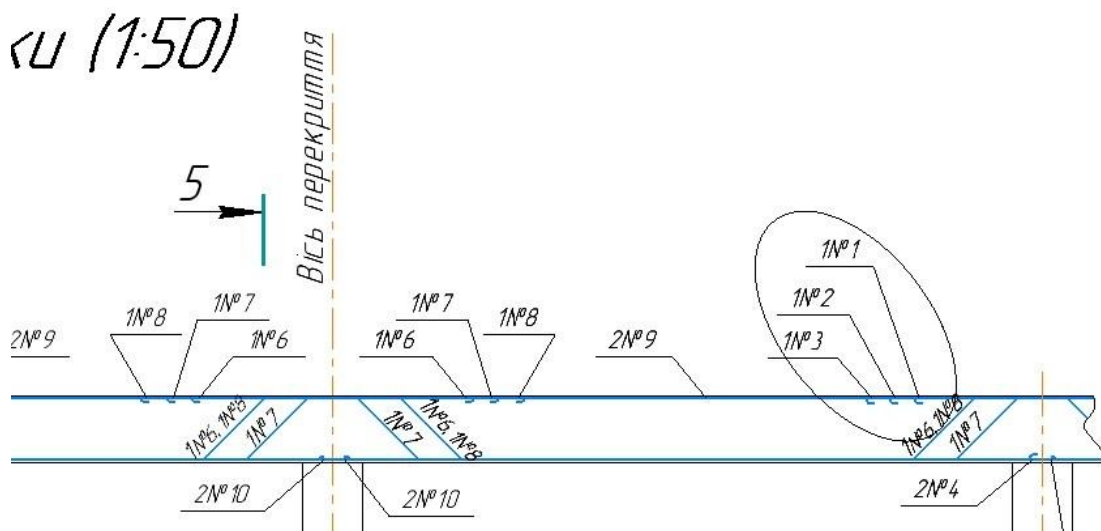


Рисунок 16 – Місце початку другого стрижня № 1

6 Стрижні № 2, № 3. Розрахунки для стрижнів № 2 та № 3 та їх розгортки виконуються аналогічно стрижню № 1. Діаметр кожного з цих стрижнів також дорівнює 16 мм. Кожен з цих стрижнів, згідно завдання, в одному екземплярі. Для визначення місця, де починається та закінчується кожен зі стрижнів, слід пам'ятати, що вони починаються та закінчуються анкерними крюками, які загнуті завжди всередину стрижня. З креслення балки видно, що стрижень № 2 починається в верхньому шарі балки, а № 3 – в нижньому.

Для даних стрижнів заміряється кожен лінійний розмір, корегується згідно графіку пропорційного масштабу та з урахуванням масштабу, визначаються дійсні розміри. Приклад розгортки кожного з цих стрижнів наведено на рисунку 17. В правій частині балки видно початок таких же стрижнів. Це свідчить, що кожного з таких стрижнів по два в балці.

Слід пам'ятати, що розгортку кожного зі стрижнів необхідно виконувати чітко під його розташуванням в балці. Стрижні не обов'язково розташовувати послідовно від номера 1 до 10, це можна робити, не дотримуючись послідовності, для економії місця на кресленику.

7 Стрижні № 4, № 5. Кожний з цих стрижнів представляє собою пряму ділянку з анкерними крюками з двох боків. Як видно із завдання, кожного з цих стрижнів по два, діаметр – 16 мм. Стрижні № 4 розташовані в нижньому шарі балки, а стрижні № 5 – в верхньому. Якщо балка армується стрижнями однієї марки і вони розташовані в одному місці, як в даному випадку, на розгортці буде зображуватися тільки один стрижень, тобто зображення суміщаються. На маркуванні вказується кількість таких стрижнів – «2Ø16» (рисунок 18).

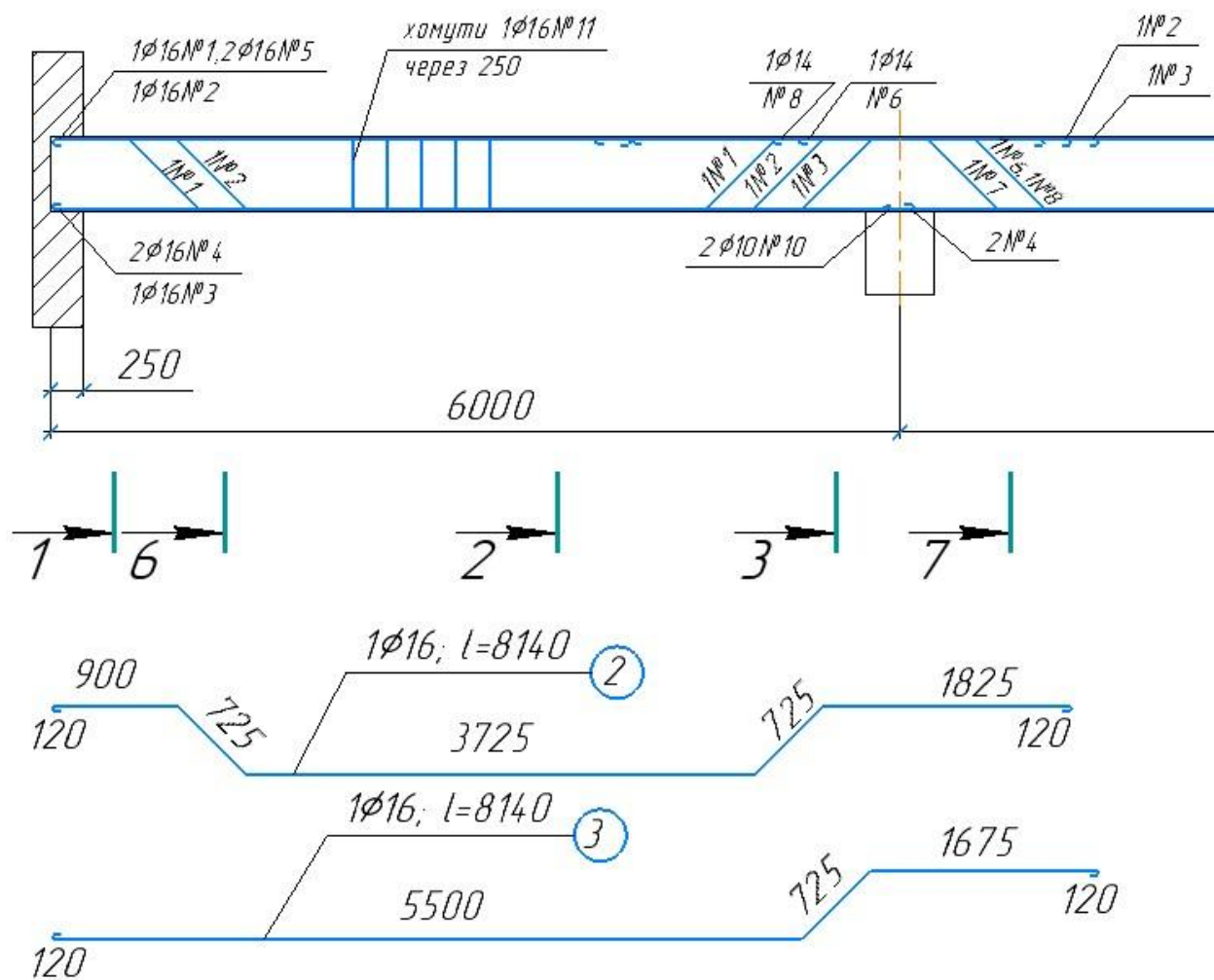


Рисунок 17 – Розгортка стрижнів № 2 та № 3

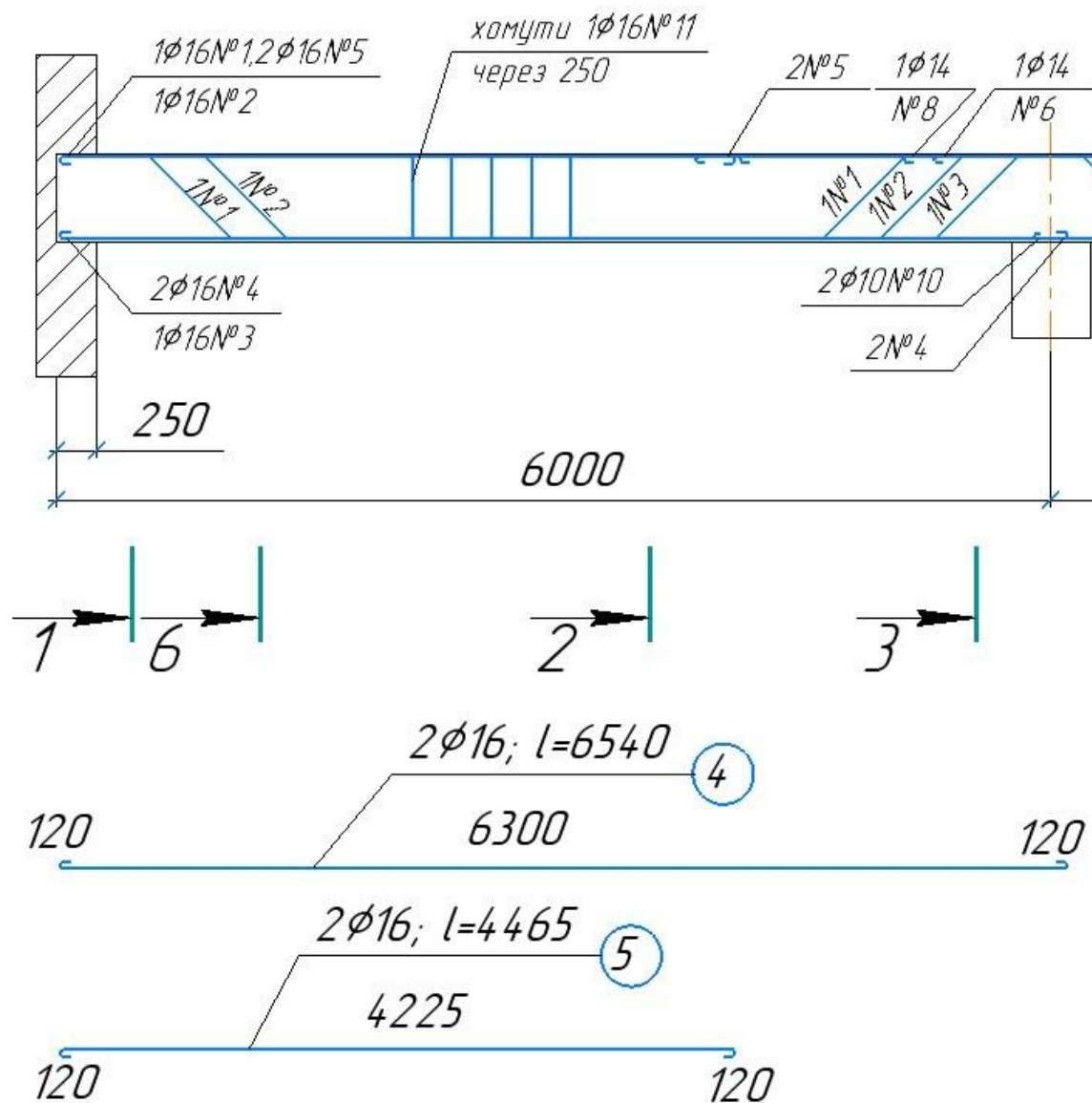


Рисунок 18 – Розгортка стрижнів № 4 та № 5

Праворуч від осі перекриття також знаходиться початок стрижнів № 4 та № 5. Враховуючи симетричність балки, можна стверджувати, що в правій частині розташовані також по два таких стрижня. Тобто, загалом їх по чотири кожного.

Стрижні №№ 1-5 мають початок з самого крайнього положення в лівій та правій частині балки. Інші стрижні розташовані ближче до середини балки.

8 Стрижень № 6. Кількість – один, діаметр – 14 мм. Починається ближче до середини балки (рисунок 19). Довжина стрижня під анкерний кріюк буде дорівнювати $7,5 \cdot 14 = 105$ мм.

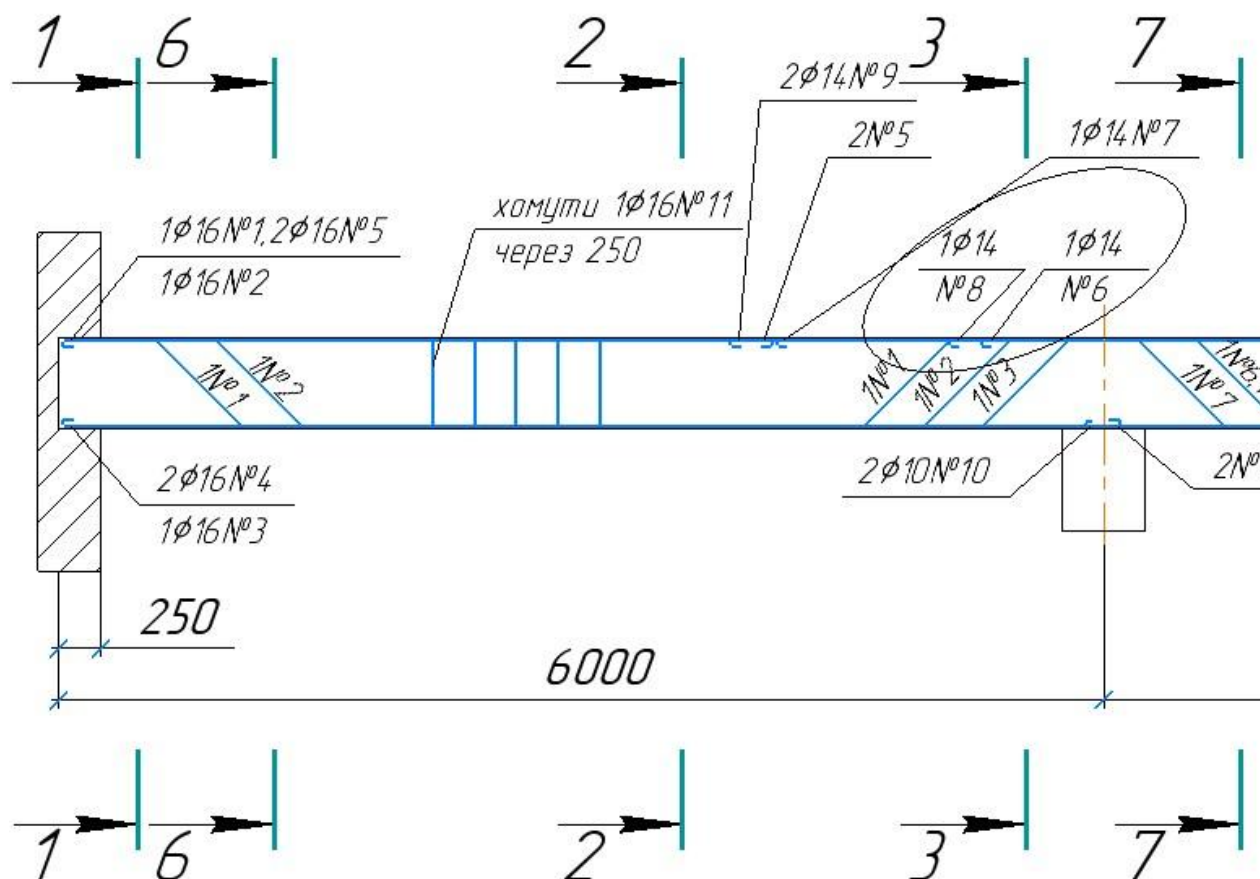


Рисунок 19 – Місце початку стрижня №6

Розгортка стрижня № 6 наведена на рисунку 20. Загальна його довжина складає 7960 мм. Як і в попередніх випадках стрижнів № 6 два. Це можна наочно побачити на рисунку 21, де праворуч від осі перекриття закінчується один стрижень, а ліворуч, симетрично, починається другий.

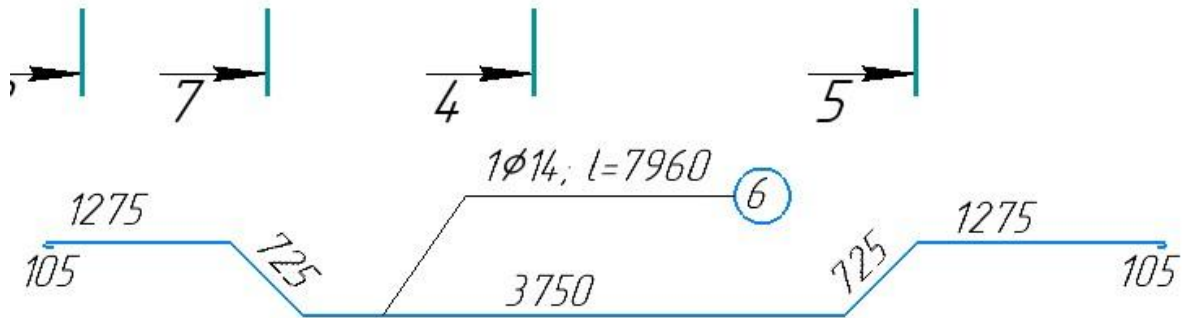


Рисунок 20 – Розгортка стрижня № 6

Довжина кожного елемента стрижня розраховується згідно з алгоритмом, який був наведений раніше. Але, як можна побачити із перерізів 3-3, 4-4 та 5-5 (рисунок 22) стрижень № 6, як і стрижень № 8 знаходяться всередині балки, відносно її висоти. Тобто, величина відгону у цих стрижнів повинна бути меншою. Але, на практиці це не враховується і приймається, що величина відгону будь-якого стрижня буде однаковою. В даному випадку – 725 мм.



Рисунок 21 – Місцезнаходження стрижнів № 6

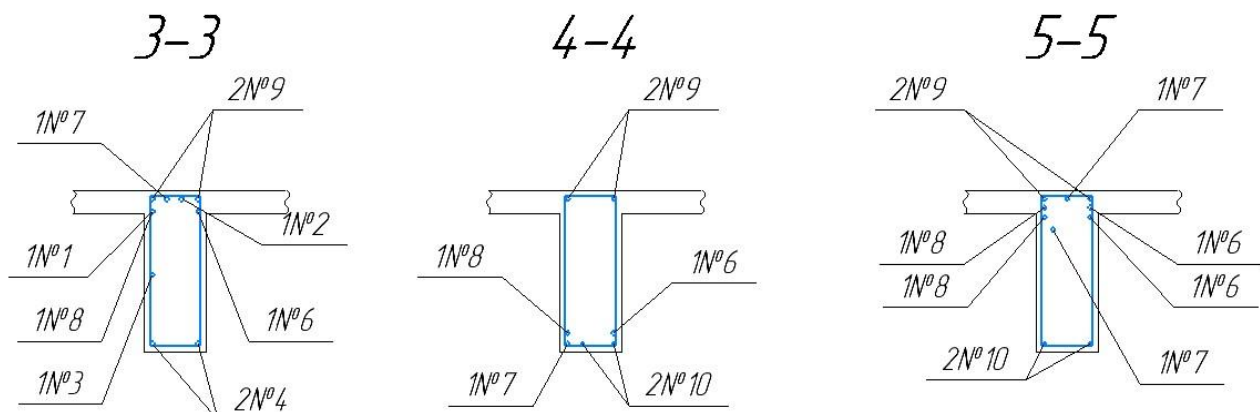


Рисунок 22 – Перерізи балки

9 Стрижні № 7 та № 8. Розташування та характеристики цих стрижнів аналогічно стрижню № 6. Тобто, діаметр стрижнів 14 мм і їх по одному в даному місці розташування. Довжина кожного зі стрижнів складає 9820 мм та 9020 мм відповідно. Але в балці цих стрижнів по два. Розгортка стрижнів № 7 та № 8 наведена на рисунку 23.

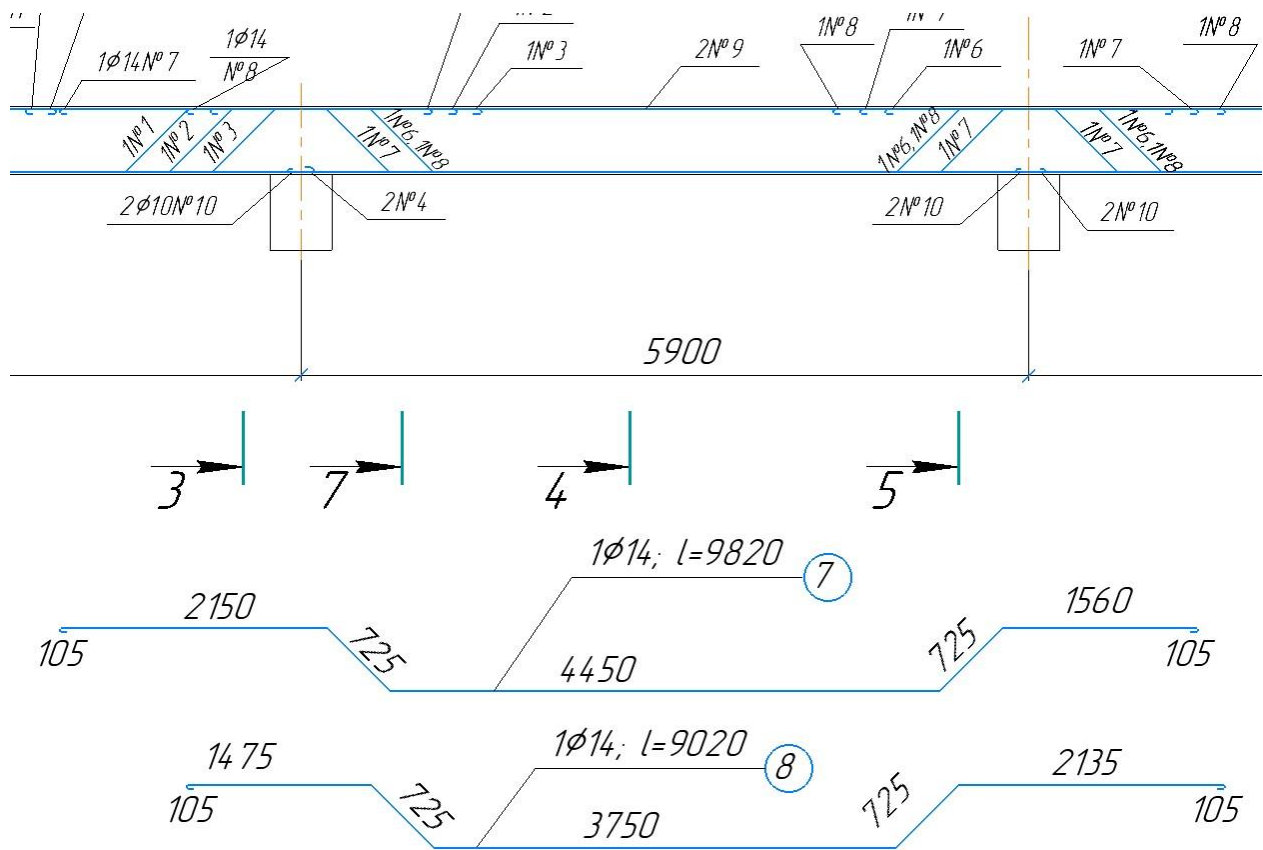


Рисунок 23 – Розгортка стрижнів № 7 та № 8

10 Стрижень № 9. Він знаходиться тільки в верхньому шарі балки та має форму прямого стрижня, на кінцях якого є анкерні крюки. Як можна побачити зі схеми армування, таких стрижнів два і вони розташовані в одному місці. А це означає, що розгортка виконується тільки для одного з них. Діаметр стрижня дорівнює 14 мм, тому величина кожного з анкерних крюків буде по 105 мм. Величина прямої ділянки стрижня, згідно із заміром та масштабом складає 16250 мм. Загальна довжина стрижня складає $l = 105 + 16250 + 105 = 16460$ мм (рисунок 24). Виходячи з таких великих розмірів та схеми армування, можна сказати, що на відміну від всіх попередніх стрижнів, ці стрижні розташовані тільки в одному місці. Тобто в балці їх всього два.

Розгортка стрижня № 9 наведена на рисунку 24.

Схему армування балки з розгорткою стрижнів №№ 1-10 наведено на рисунку 26.

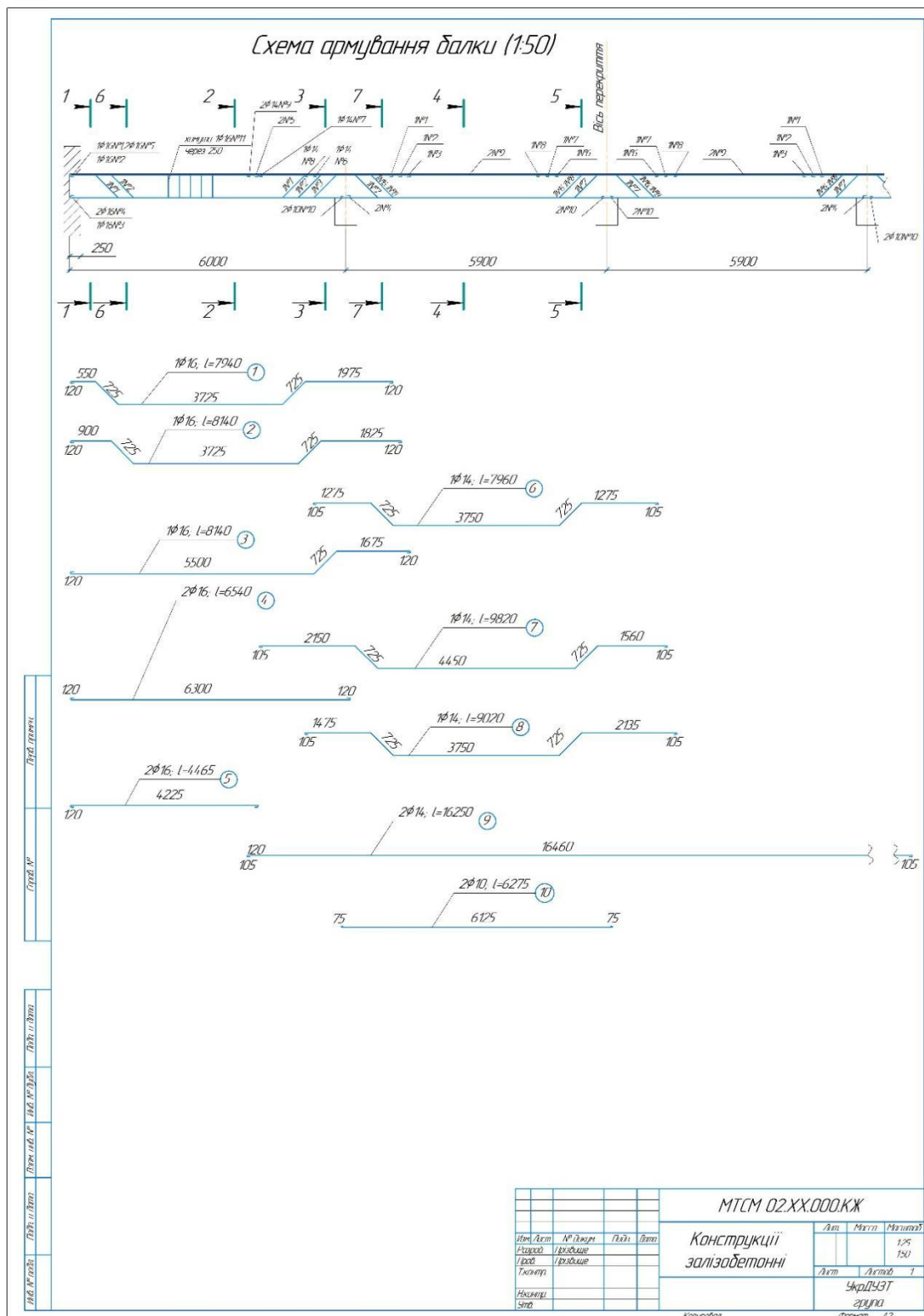
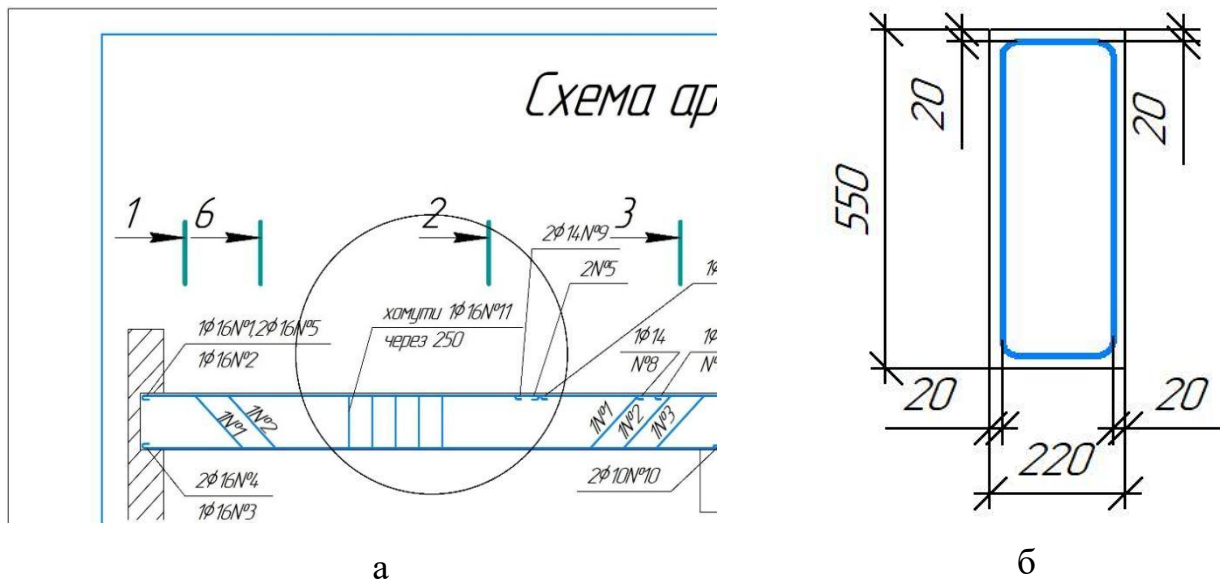


Рисунок 26 – Схема армування балки з розгортками стрижнів №№ 1-10

12 Окрім робочої арматури у вигляді стрижнів №№ 1-10 у балці обов'язково мають бути хомути. Вони задані на схемі армування та перерізах балки (рисунок 27, а). В даному завданні заданий крок розташування хомутів 250 мм. Якщо на схемі армування балки не заданий крок розташування хомутів, то його обирають в діапазоні 200...250 мм. Вважається, що хомути розподіляються рівномірно вздовж всієї балки.



а) хомути на схемі армування балки; б) переріз балки з хомутом

Рисунок 27

Всі стрижні ззовні опоясані закритим хомутом. Хомут позначається як **стрижень № 11** та має діаметр 16 мм. Необхідно визначити кількість хомутів у балці.

Розрахунок кількості хомутів у балці

Балка в перерізі має висоту 550 мм та ширину 220 мм (рисунок 27, б). Але, як зазначалось вище, з усіх сторін стрижні мають бути занурені всередину балки та мати захисний шар з бетону товщиною 20 мм. А це означає, що для визначення довжини одного хомута з кожної сторони треба відступити 20 мм.

Довжина одного хомута дорівнює:

$$L_{\text{хомута}} = (220 - 20 \cdot 2) + (550 - 20 \cdot 2) = 1380 \text{ мм.}$$

Загальна довжина балки складає:

$$L = 6000 + 5900 + 5900 + 6000 = 23800 \text{ мм.}$$

Для визначення кількості хомутів по всій довжині балки необхідно поділити загальну довжину балки на відстань між хомутами (крок розташування хомутів = 250 мм).

Кількість хомутів у балці:

$$n = 23800 / 250 = 95,2 \text{ одиниць.}$$

Округлюємо згідно з математичними правилами до цілого числа. Тобто приймаємо, що по всій довжині балки повинно бути 95 хомутів.

У будь-якій балці повинна бути непарна кількість хомутів. У даному прикладі ця умова виконується. Якщо ж у результаті розрахунків виходить парна кількість хомутів, то необхідно додати ще один хомут.

13 Дані про всі стрижні необхідно внести в відомість стрижнів на балку [6].

Відомість – це текстовий документ, який виконується на форматі А4, де треба вказати витрати сталі на елемент монолітної конструкції. Форма відомості наведена на рисунку 28. Враховуючи, що це текстовий документ, згідно з ГОСТ 2.104-68, основний напис повинен бути за формою 2. А саме, на першому листі основний напис повинен мати розміри 185x40 мм, на всіх наступних – 185x15 мм. Зазвичай відомість обмежується одним листом.

Заповнення відомості стрижнів на балку

У першій колонці (1) вказуються номери всіх стрижнів. У даному прикладі їх десять №№ 1-10 та під №11 – хомути.

У другій колонці (2) вказується діаметр кожного зі стрижнів.

У третій колонці (3) необхідно указати загальну довжину кожного стрижня. Ця величина обирається із розгортки з урахуванням анкерних крюків. Результат записується в міліметрах.

У четвертій колонці (4) необхідно вказати матеріал, із якого виготовлені стрижні. Матеріал може бути однаковий для всіх позицій, наприклад Ст 3.

У п'ятій колонці (5) вказується кількість стрижнів кожної позиції по всій довжині балки.

У шостій колонці (6) розраховується загальна довжина кожного зі стрижнів. Для цього необхідно довжину одного стрижня помножити на їх кількість. Результат записується в метрах.

У сьомій колонці (7) вказується вага одного погонного метру кожного стрижня в кілограмах. Значення обираємо з таблиці 1 залежно від діаметра стрижня.

У восьмій колонці (8) розраховується вага кожного стрижня. Для цього необхідно величину із шостої колонки помножити та величину із сьомої колонки.

Під розрахунками записується загальна вага всіх стрижнів.

Приклад повністю заповненої відомості наведено на рисунку 29.

14 У нижній частині формату, під розгорткою всіх стрижнів, необхідно виконати креслення всіх перерізів, які зазначені на схемі маркування.

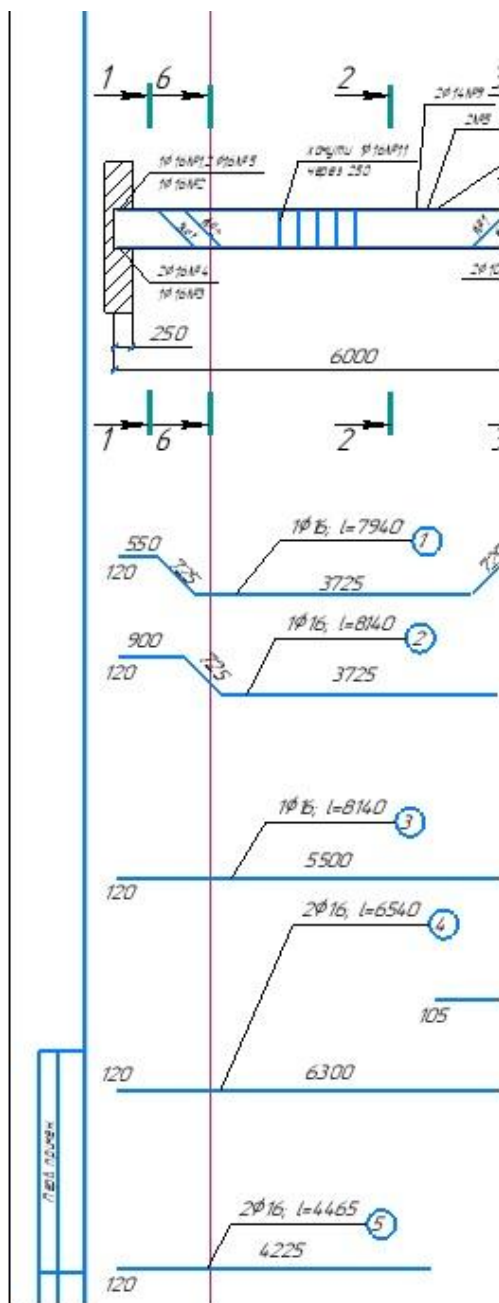
У завданні на схемі позначено сім перерізів, п'ять з яких наведено в завданні. Перерізи 6-6 та 7-7 треба виконати самостійно в масштабі М 1:25.

Після повної розкладки стрижнів буде зрозуміло, які саме стрижні потрапляють в кожний переріз. Для цього необхідно провести вертикальну лінію через січну площину перерізу. Існуючі перерізи, що задані в завданні, дадуть уяву про розташування стрижнів (за позиціями) у тих перерізах, які потрібно накреслити самостійно.

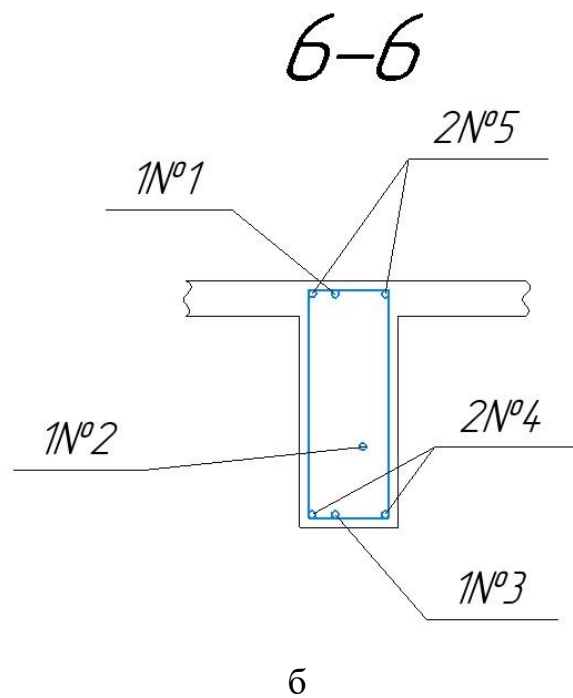
Розглянемо у якості прикладу побудову перерізу 6-6 (рисунок 30, а). У січну площину потрапляють стрижні № 1, № 2, № 3, № 4, № 5. За розташуванням стрижнів, наприклад, у перерізі 1-1, можна зробити висновок як розташовані стрижні у перерізі 6-6 (рисунок 30, б).

15 Приклад оформлення завдання по темі «Залізобетонні конструкції» наведено на рисунку 31.

16 У додатку А наведені варіанти завдання. Номер варіанту студенту видає викладач.



а



а – побудова перерізу 6-6; б – переріз 6-6

Рисунок 30

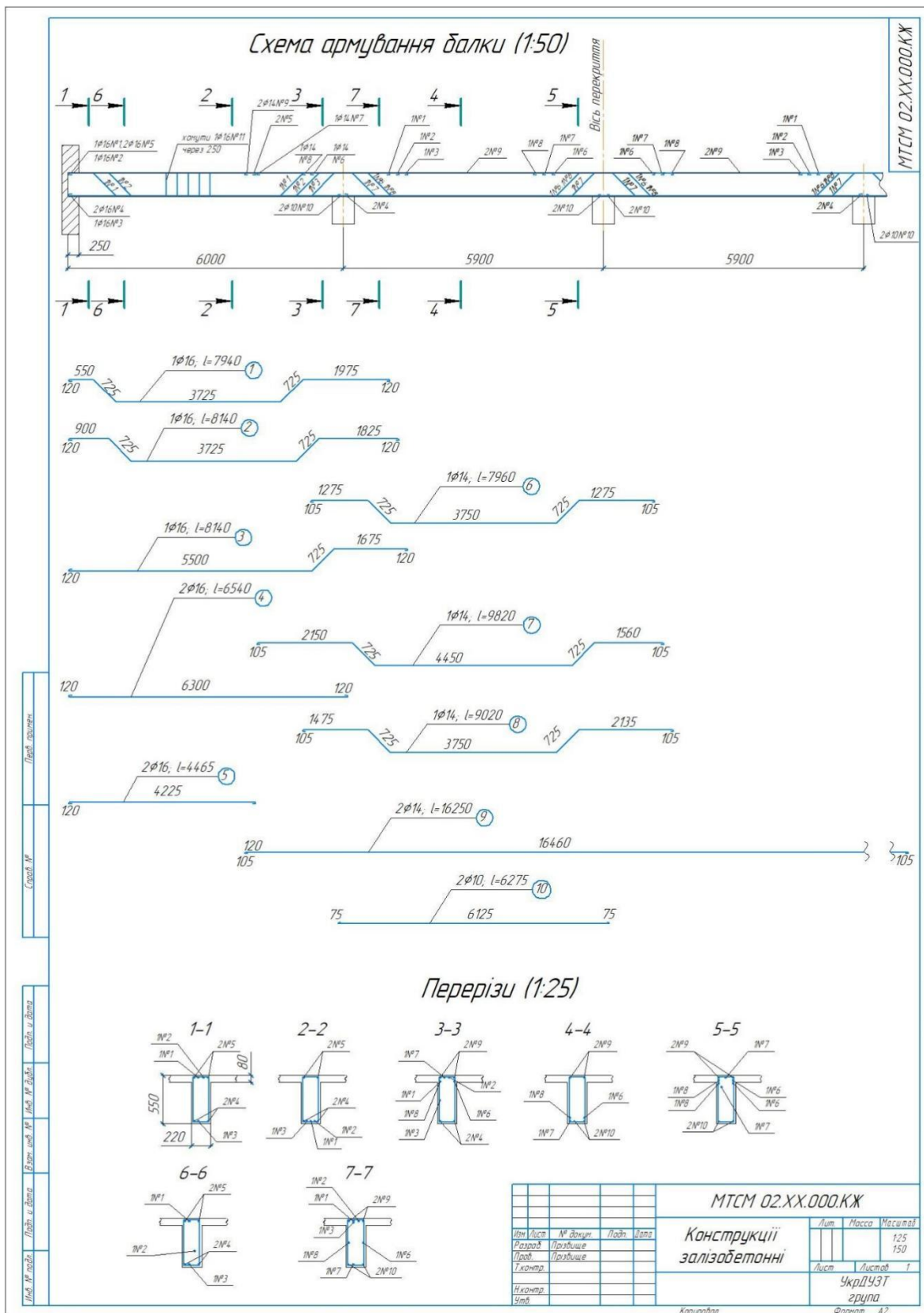


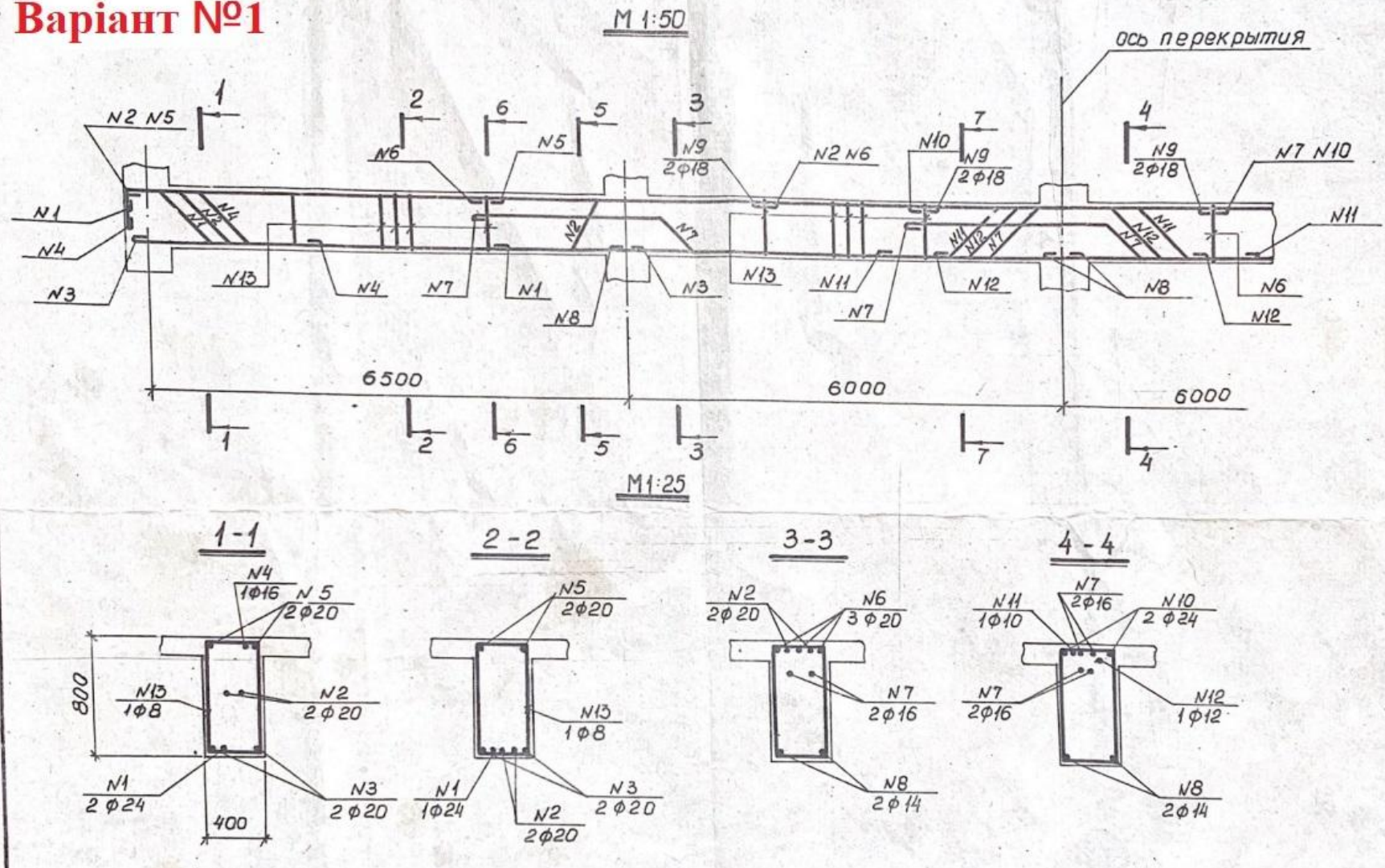
Рисунок 31 – Приклад завдання «Залізобетонні конструкції»

Список використаних джерел

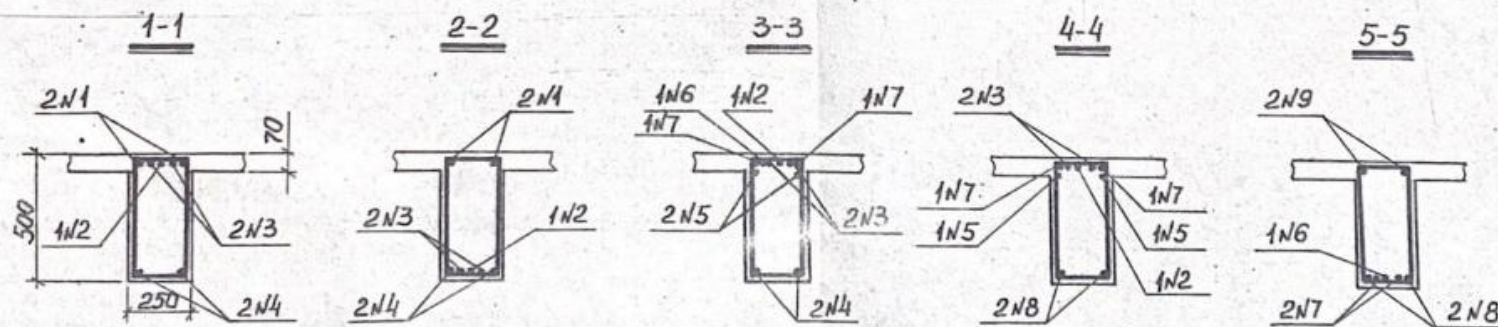
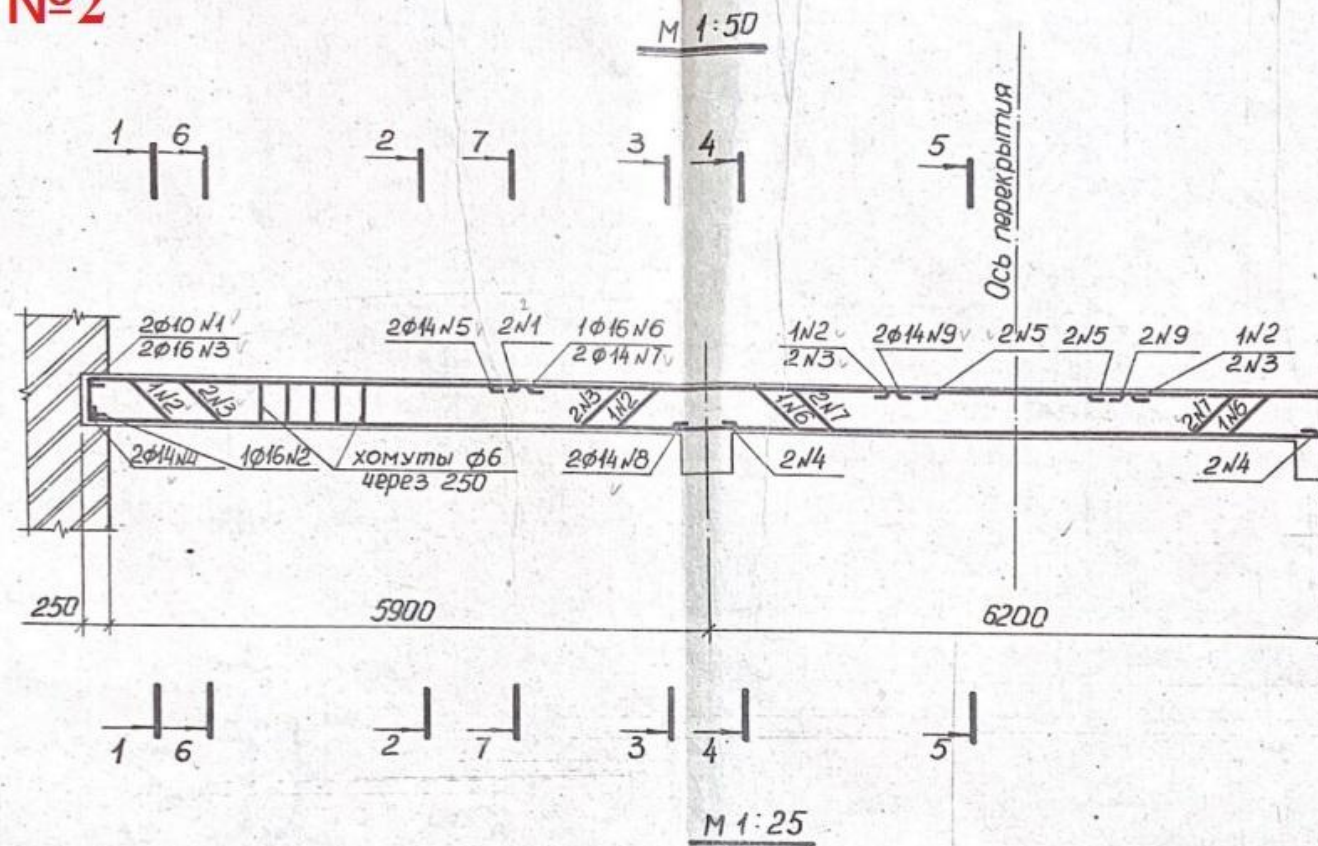
- 1 Ольхова Г. Л. Креслення цивільних будівель та їх конструкцій: навч. посібник. Харків: УкрДАЗТ, 2008. 144 с.
- 2 Інженерна та комп'ютерна графіка / В. Є. Михайленко, В. В. Ванін, С. М. Ковальов; за ред. В. Є. Михайленка. Київ: Каравела, 2018. 360 с.
- 3 Павліков А. М. Залізобетонні конструкції: будівлі, споруди та їх частини: підручник. Полтава: ПолтНТУ, 2017. 284 с.
- 4 Вахненко П. Ф., Павліков А. М., Вахненко В. П. Залізобетонні конструкції. Київ: Вища школа, 1999. 508 с.
- 5 Бабич Є. М., Бабич В. Є. Розрахунок і конструювання залізобетонних балок: навч. посібник. Вид. 2-ге, перероб. і доп. Рівне: НУВГП, 2017. 191 с.
- 6 ДСТУ 9243.4:2023. Система проєктної документації для будівництва. Основні вимоги до проєктної та робочої документації. Київ, 2023. https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=103963 (дата звернення: 10.01.2025).

Додаток

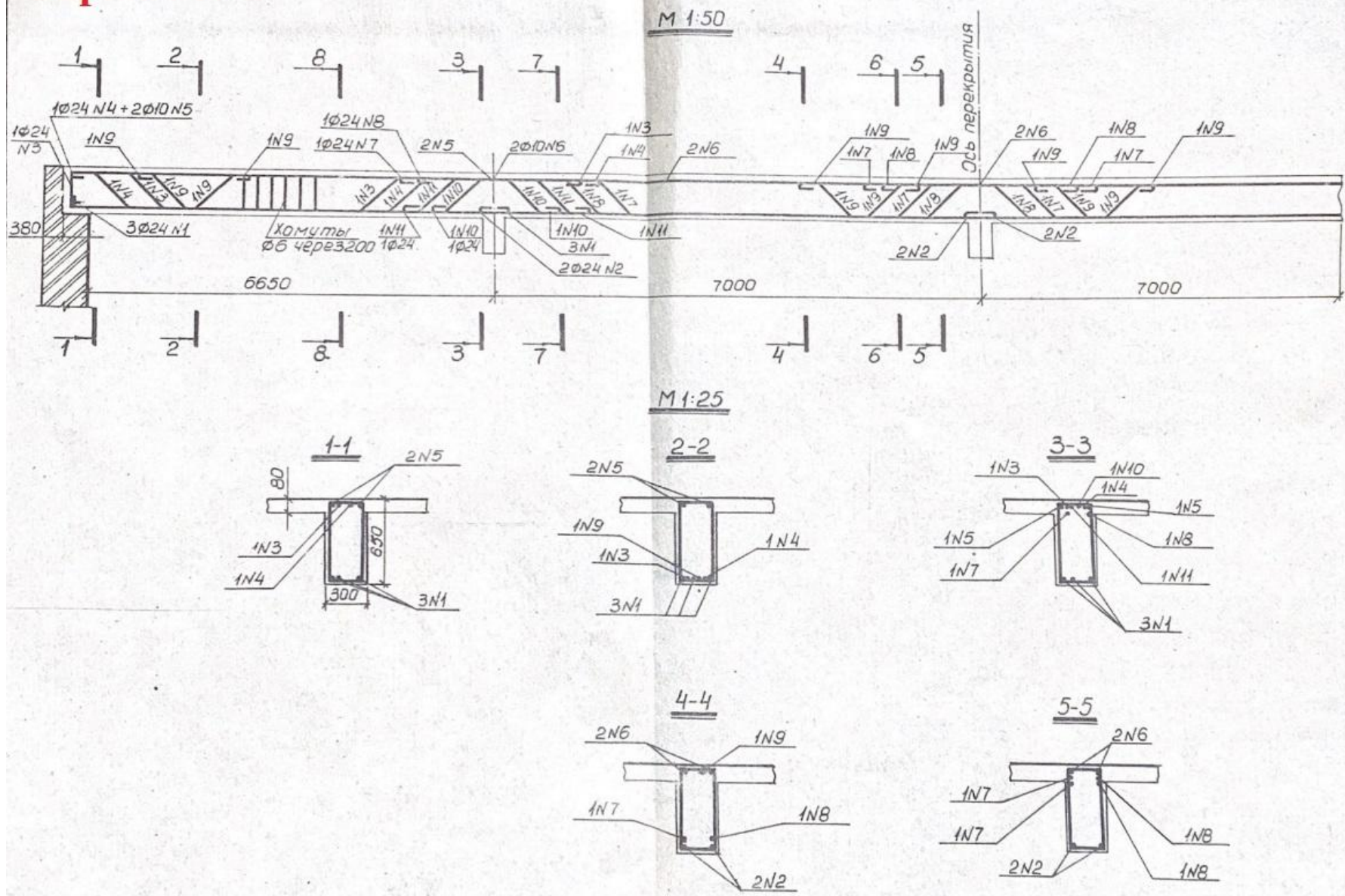
Вариант №1



Вариант №2



Вариант №3



Вариант №4

M 1:50

1 4 5 6 2 3 7

2φ16N9 2φ16N1 2φ16N4 2φ16N9 2φ10N7 2φ16N4 2φ16N4 2φ10N7

2φ16N2 1φ16N11 2φ16N5 1φ16N11 2φ16N4 2φ16N2 2φ16N5 2φ10N10 2φ10N7

2φ16N1 2φ10N3 φ8N8 2φ10N6 2φ10N3 φ8N8 2φ10N6 2φ10N6

150 150 6000 150 150 6000 150 150

1 4 5 6 2 3 7

M 1:25

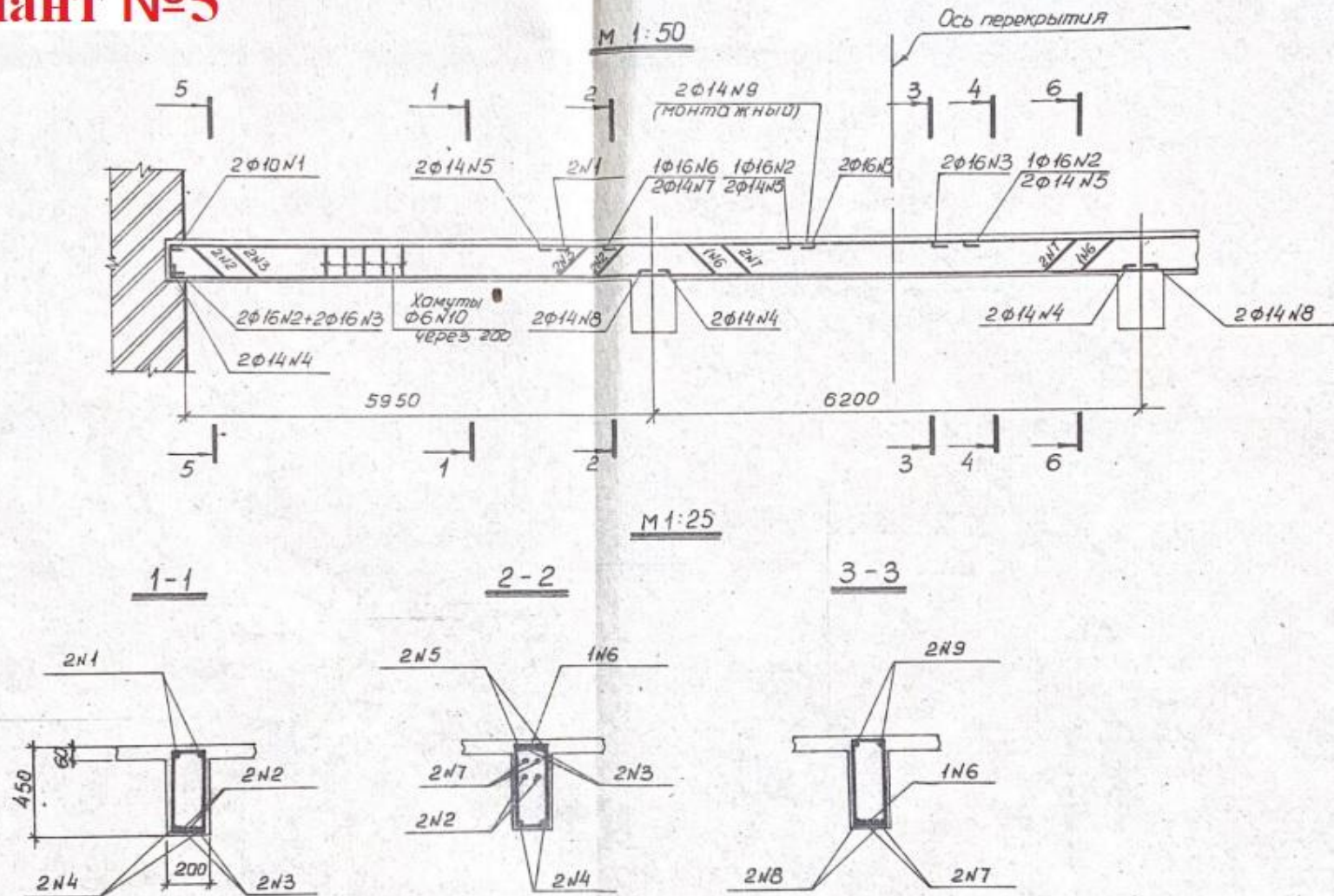
1-1 2-2 3-3

2φ16N1 1φ16N11 2φ16N2 φ8N8 2φ10N3 200 600

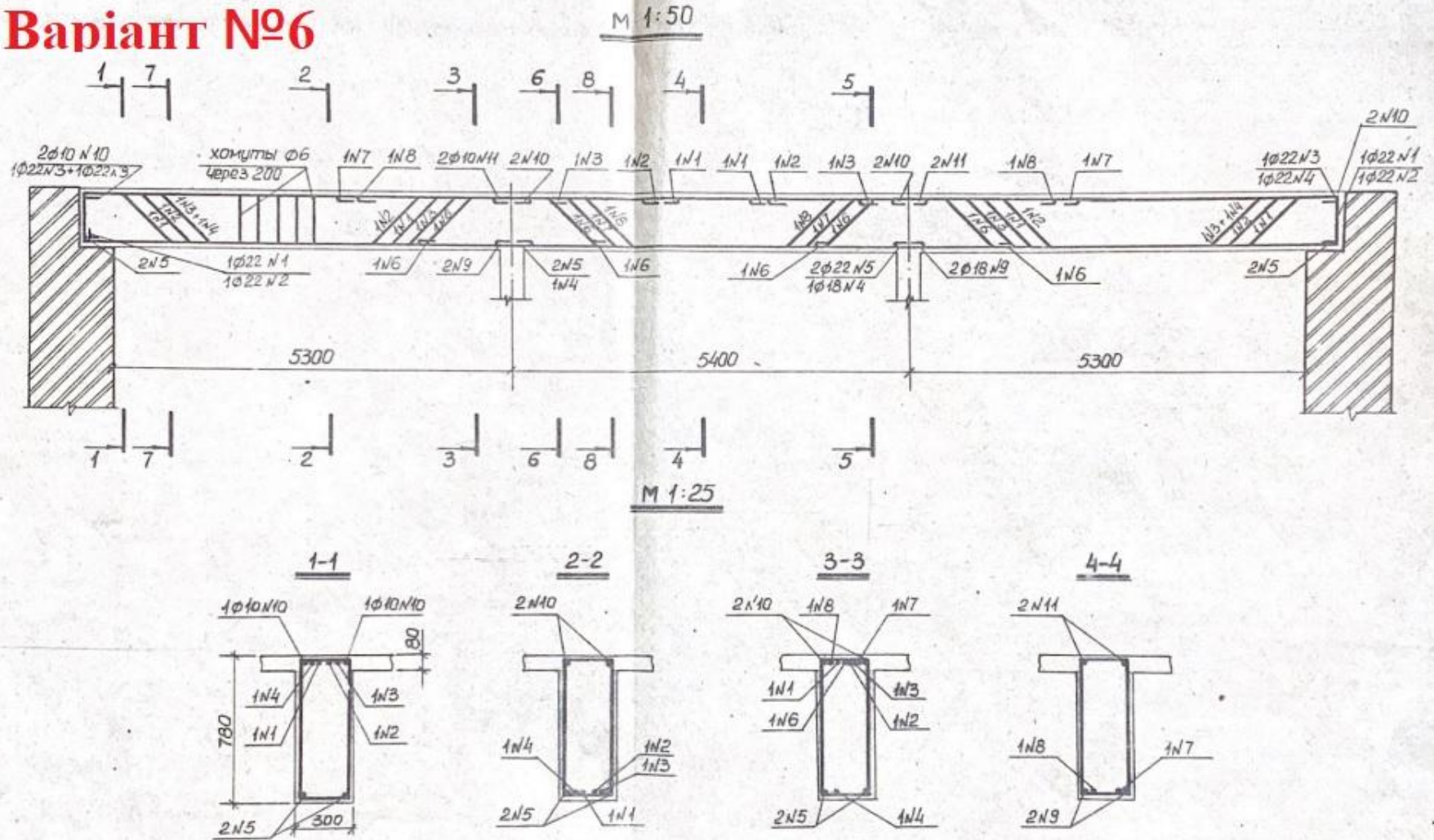
2φ16N2 2φ16N4 1φ16N11 2φ16N5 2φ10N6 φ8N8 2φ16N12

2φ10N7 φ8N8 2φ16N5 2φ16N6

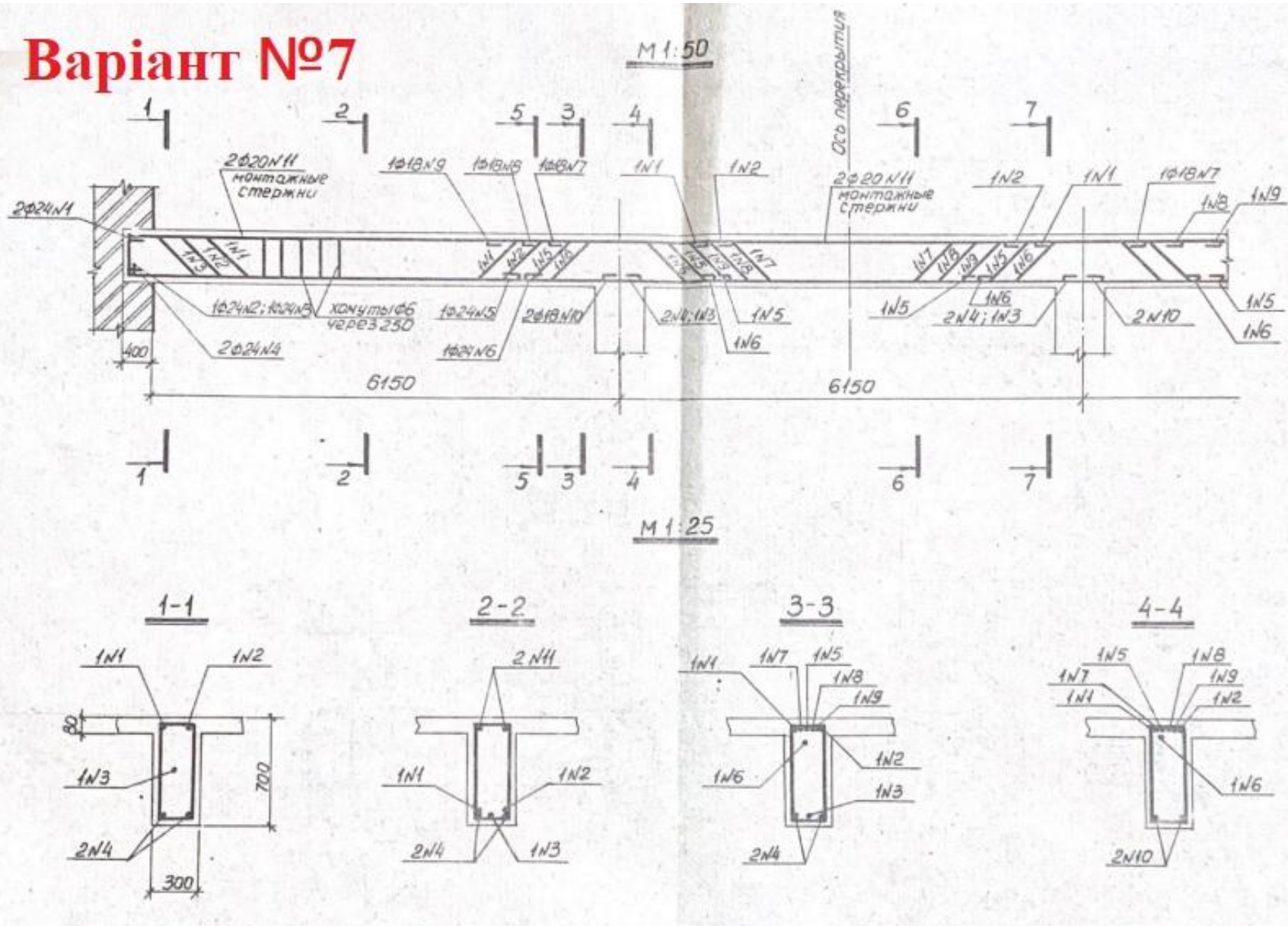
Вариант №5



Вариант №6

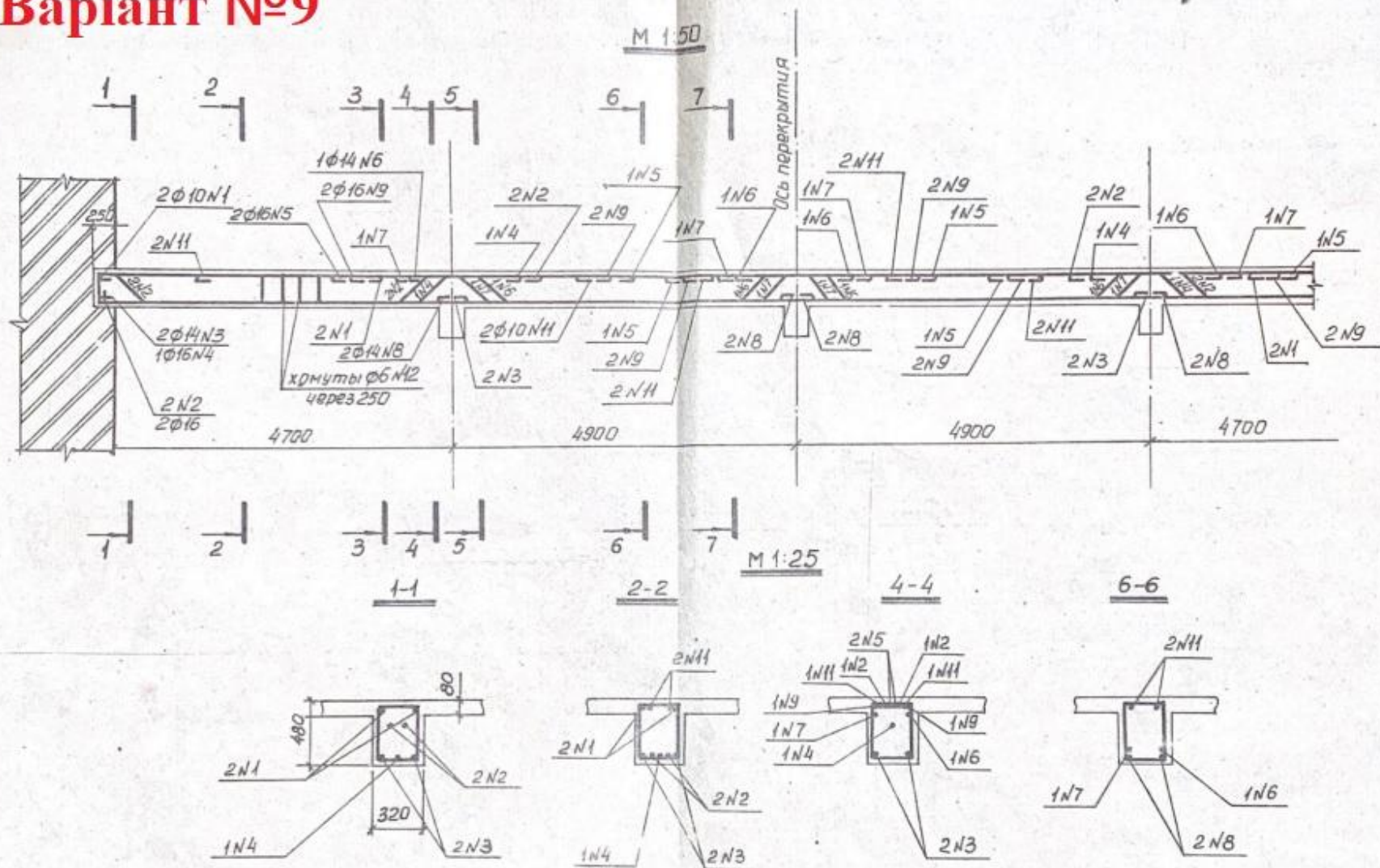


Вариант №7

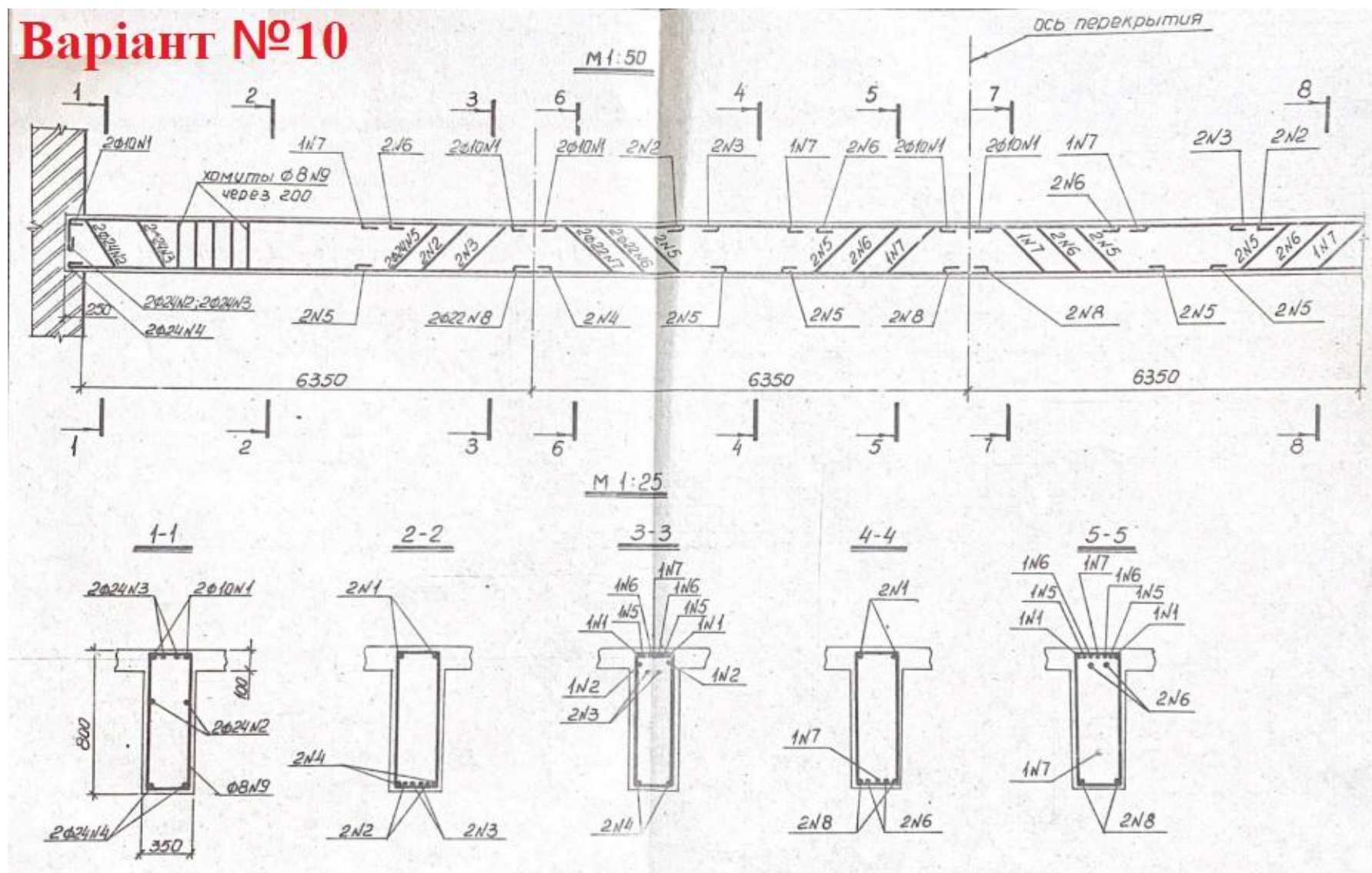


[illegible]

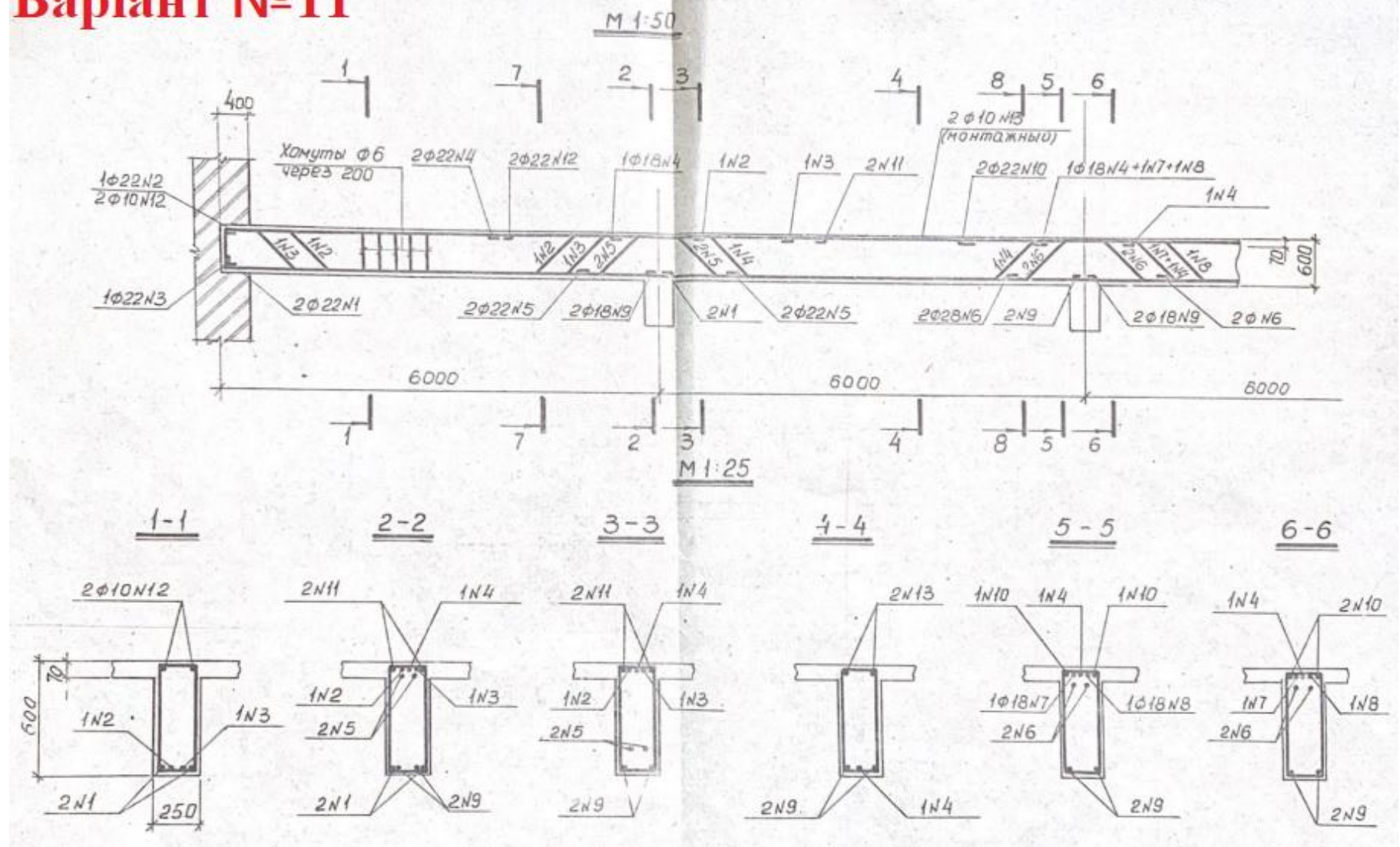
Вариант №9



Вариант №10



Вариант №11



Вариант №12

М 1:50

1 6 2 7 3 4 5

Ось перекрытия

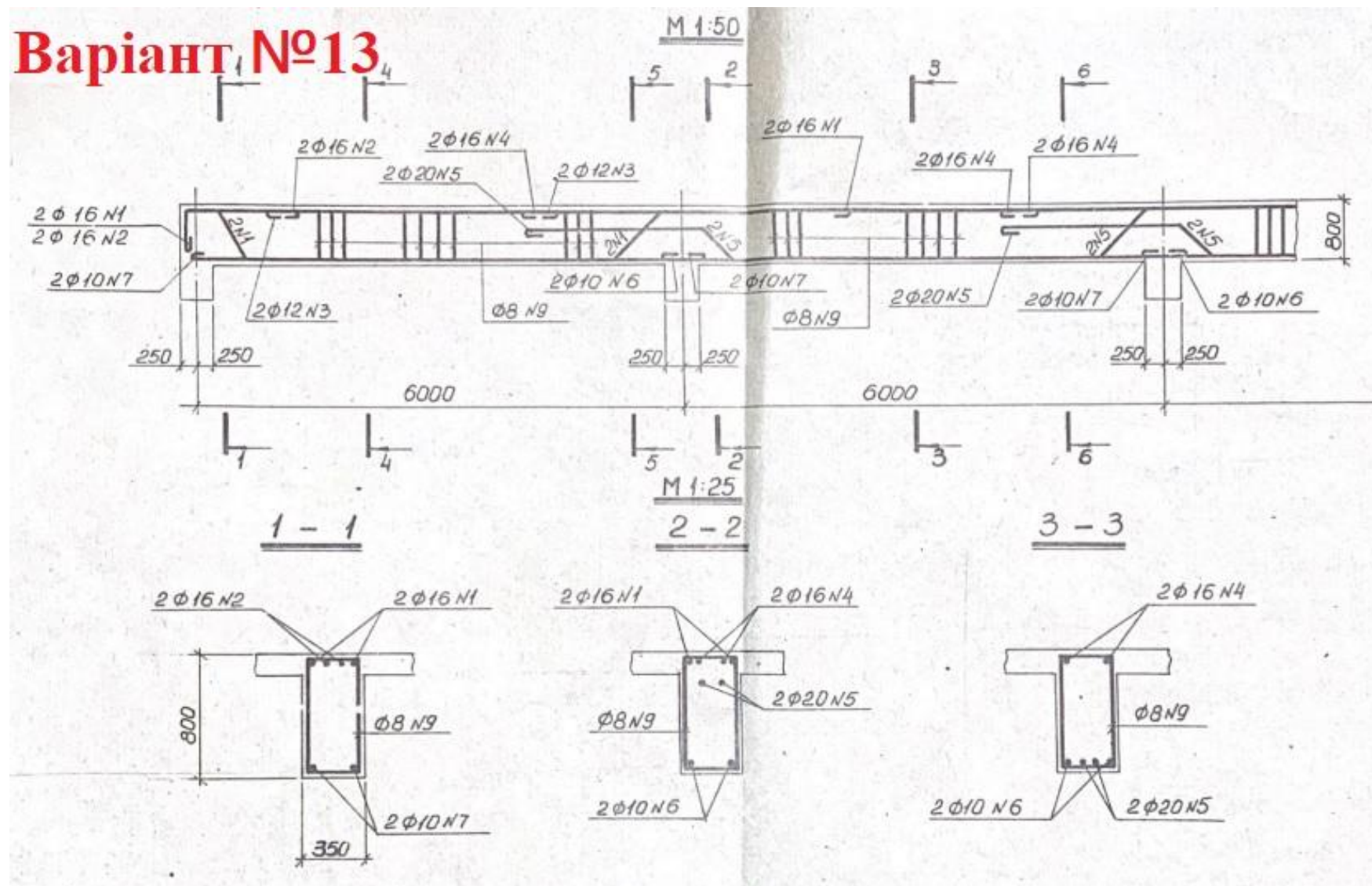
250 5900 6200

М 1:25

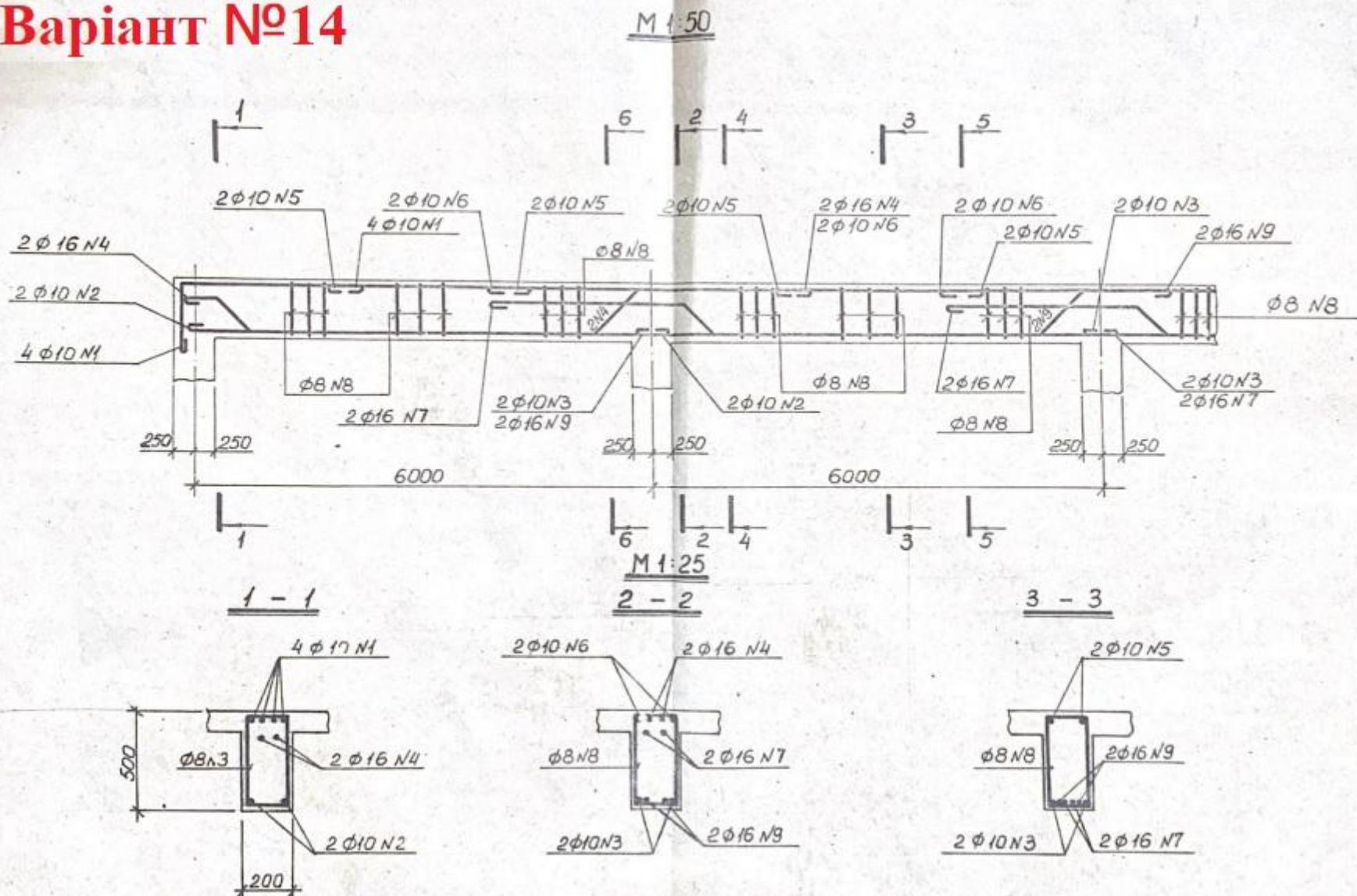
1-1 2-2 3-3 4-4 5-5

2N1 1N2 2N3 2N4 2N5 1N6 1N7 2N8 2N9

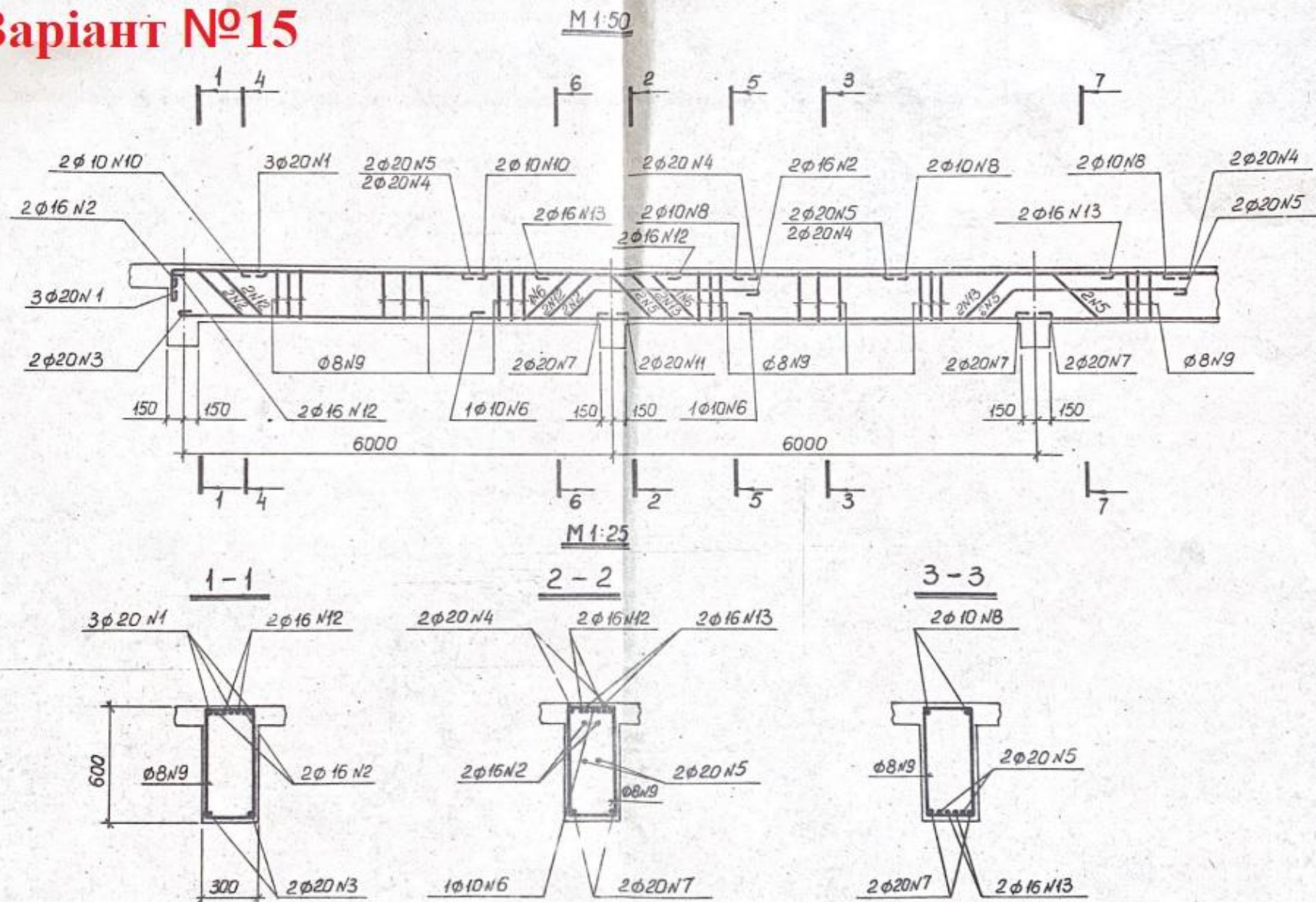
Вариант №13



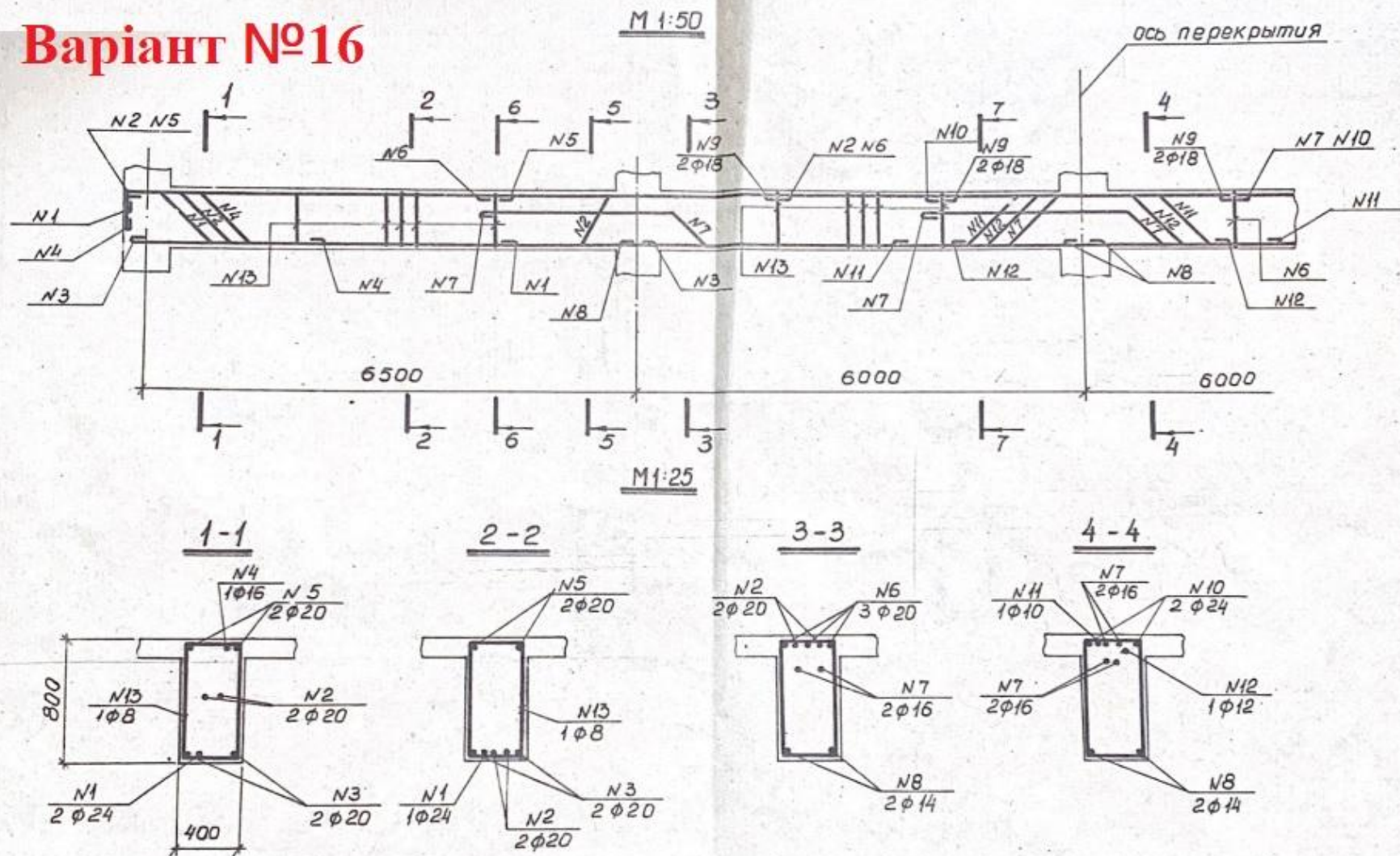
Вариант №14



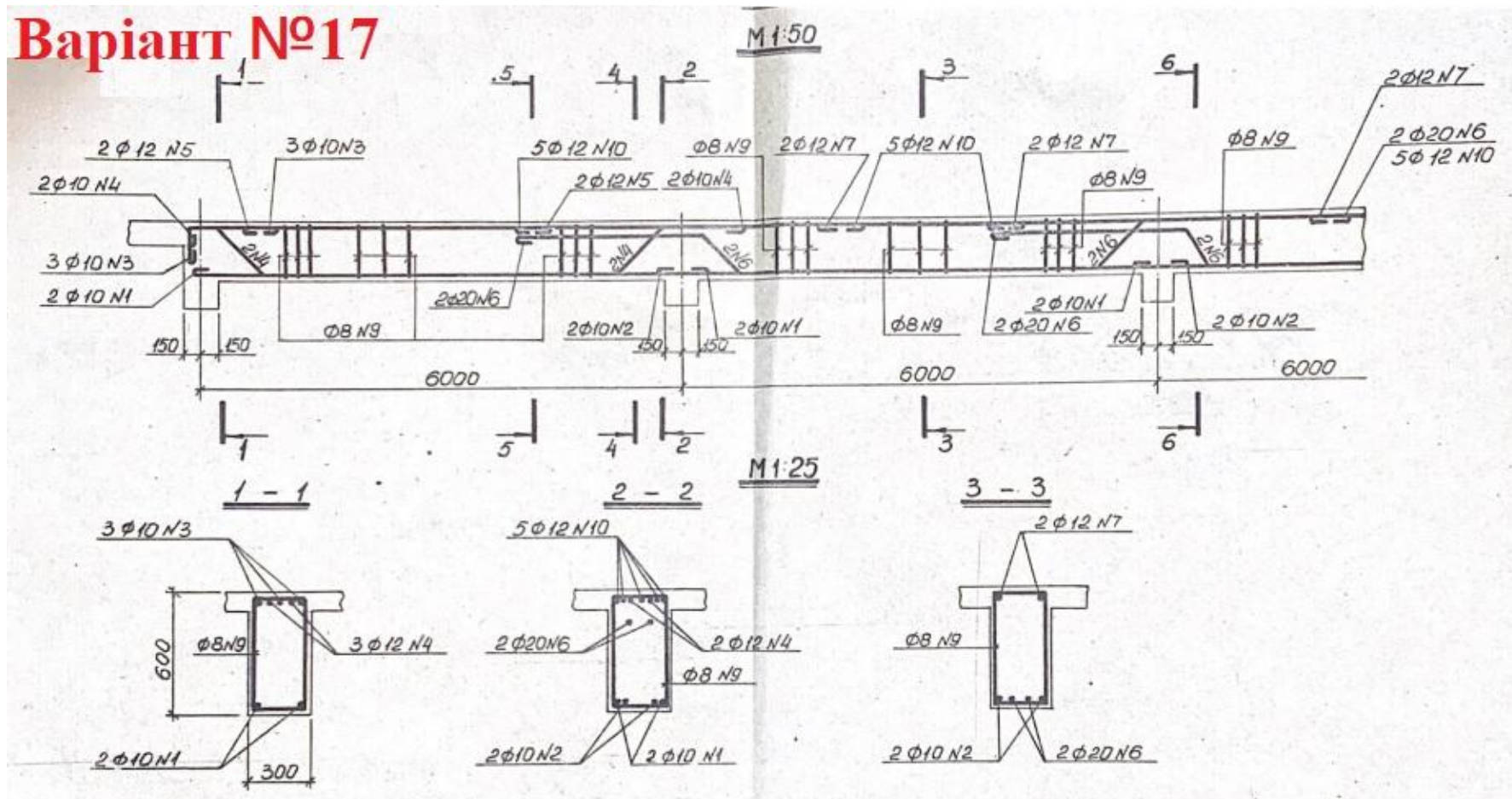
Вариант №15



Вариант №16



Вариант №17



Вариант №18

М1:50

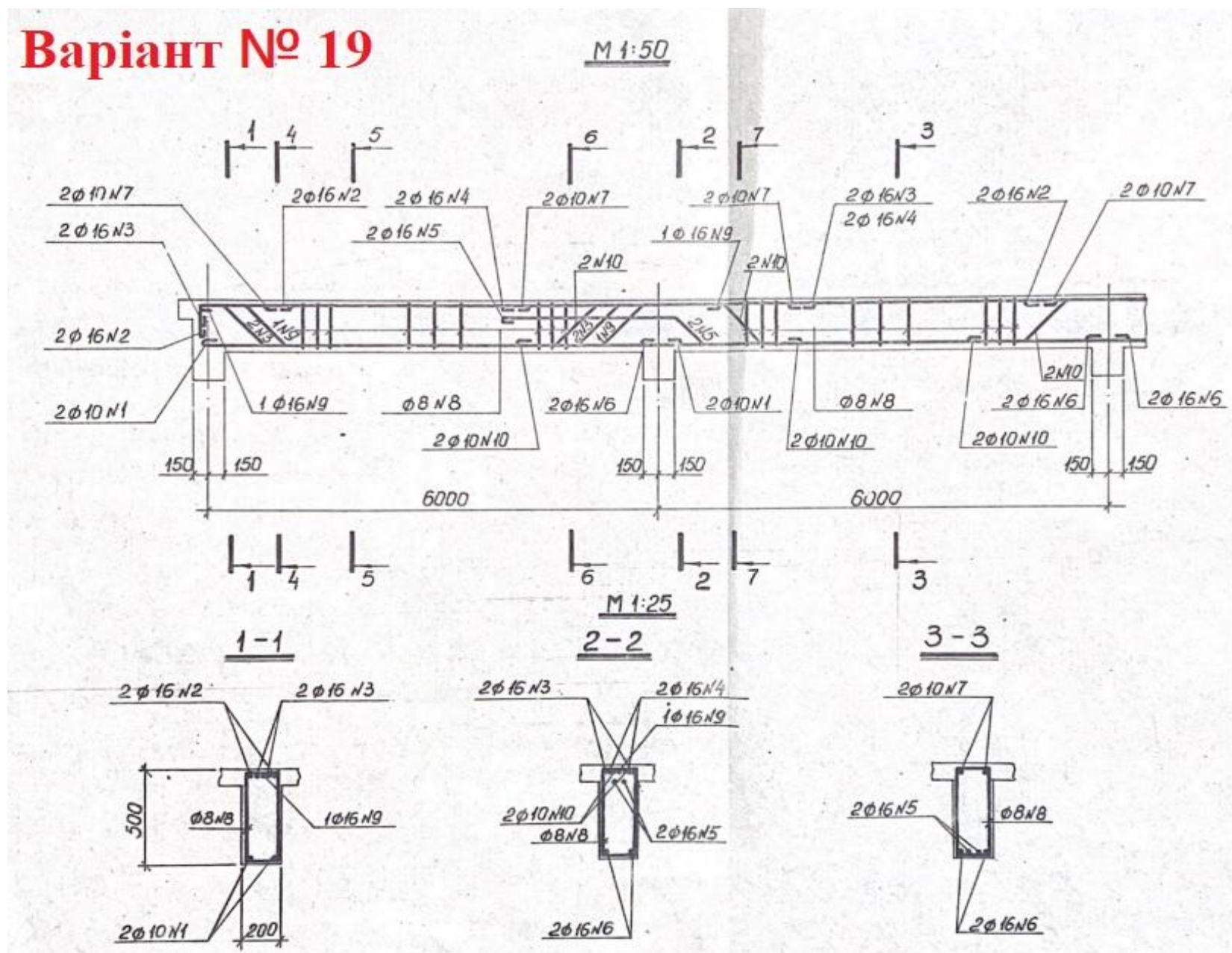
М1:25

1 - 1

2 - 2

3 - 3

Вариант № 19



ЗАЛІЗОБЕТОННІ КОНСТРУКЦІЇ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання практичних занять та самостійних робіт з дисципліни
«НАРИСНА ГЕОМЕТРІЯ, ІНЖЕНЕРНА (КОМП'ЮТЕРНА) ГРАФІКА»

Відповідальний за випуск Бабенко А. О.

Редактор Ібрагімова Н. В.

Підписано до друку 09.06.2025 р.

Умовн. друк. арк. 3,25. Тираж . Замовлення № .

Видавець та виготовлювач Український державний університет
залізничного транспорту,

61050, Харків-50, майдан Фейсбаха, 7.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 6100 від 21.03.2018 р.