Міністерство освіти і науки України

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ

Напрям підготовки 6.060101

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ З ДИСЦИПЛІНИ

«АРМАТУРА ДЛЯ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ»

Харків 2016

Міністерство освіти і науки України

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ

Напрям підготовки 6.060101

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ З ДИСЦИПЛІНИ

«АРМАТУРА ДЛЯ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ»

Затверджено на засіданні кафедри
фізико-хімічної механіки і технології
будівельних матеріалів і виробів
Протокол №3 від 21.09.2016 р.

Харків 2016

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Арматура для залізобетонних конструкцій» для студентів напряму підготовки 6.060101 «Будівництво» професійного спрямування «Технології будівельних конструкцій, виробів і матеріалів» / Укладачі – Гіль Ю.Б., Кабусь О.В., Гасанов А.Б. – Харків: ХНУБА, 2016. – 43 с.

Кафедра фізико-хімічної механіки і технології будівельних матеріалів і виробів

Рецензент: к.т.н., доцент кафедри ФХМ і ТБМВ О.В. Макаренко

Курс «Арматура для залізобетонних конструкцій» та лабораторні роботи з цієї дисципліни, які являються обов'язковою складовою частиною методичного забезпечення навчального процесу при підготовці студентів освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» професійного спрямування “Технології будівельних конструкцій, виробів і матеріалів”, підготовлено авторами відповідно до освітньо-професійної програми напряму «Будівництво», учбового плану та робочої програми з дисципліни «Арматура для залізобетонних конструкцій». Виконання лабораторних робіт дозволяє глибше вивчити теоретичні розділи курсу щодо класифікації та властивостей арматурної сталі. Методичні вказівки знайомлять студентів із сучасними методами випробувань арматури та арматурних виробів, дозволяють їм набути навичок виконання лабораторних стандартних випробувань, а також технологічних розрахунків арматурного виробництва.

Вступ

У сучасному будівництві найпоширенішими є вироби і конструкції з бетону та залізобетону. Залізобетон являє собою поєднання двох будівельних матеріалів – бетону і сталі. Незважаючи на різні механічні характеристики, вони працюють в конструкціях як одне ціле, бетон сприймає стискаючі зусилля, сталь – розтягуючі. Спільна робота арматурної сталі з бетоном забезпечується: по-перше, достатнім зчепленням арматури з бетоном, що дає змогу раціонально розподілити навантаження між ними; по-друге, близькими значеннями коефіцієнтів температурного розширення (для бетону він дорівнює $(7…14)\cdot10^{-6}$, для сталі – $12\cdot10^{-6}$), що зводить до мінімуму внутрішні напруження в зоні контакту бетону і сталі при змінах температури; по-третє, в умовах експлуатації конструкції бетон захищає арматурну сталь від різних температурних коливань і корозії.

На початку розвитку виробництва залізобетонних конструкцій із зварними каркасами та попередньо напруженою арматурою сталь вважали цілком пружнім матеріалом і не враховували можливих змін напруженого стану арматурних елементів внаслідок розвитку їх непружніх властивостей. Подальші дослідження залізобетонних конструкцій при їх виготовленні та експлуатації показали, що арматурна сталь являє собою пружно-в'язко-пластичний матеріал і її властивості значною мірою змінюються залежно від хімічного складу, структури, методів обробки на металургійних підприємствах і заводах збірного залізобетону. В процесі виготовлення конструкцій бетон і напружена арматура зазнають впливу температури, початкового напруження, вібрації та інших факторів. Крім того, арматурну сталь піддають додатковій технологічній обробці – рихтуванню, групуванню, висаджуванню головок, термічному та механічному зміцненню. Природно, що всі ці численні фактори, діючи на арматурну сталь, змінюють її властивості в часі. Тим самим створюється можливість для використання арматури в певних умовах експлуатації.

При виборі режимів виготовлення конструкцій і варіантів їх армування треба враховувати не тільки механічні властивості арматури (міцність, границю текучості, подовження тощо), а також її реологічні характеристики (повзучість, релаксацію напружень, циклічну міцність і т.д.). Маючи інформацію про властивості арматури та ступінь їх зміни у процесі обробки, можна раціонально вибрати арматурну сталь і економічніше організувати процес виготовлення та обробки арматурних елементів. Тому виникає потреба при вивченні технології залізобетону глибоко вникати в питання будови та реологічних властивостей арматурної сталі, технологічних процесів зміцнення, зварювання, складання арматурних елементів і контролю виробничих процесів.

Розроблені методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни "Арматура для залізобетонних конструкцій" дозволяють глибше вивчити теоретичні розділи курсу та звернути увагу на зазначені вище питання при підготовці спеціалістів-технологів.

Лабораторна робота №1
СТАТИСТИЧНА ОБРОБКА РЕЗУЛЬТАТІВ ВИПРОБУВАНЬ ЗРАЗКІВ АРМАТУРНОЇ СТАЛІ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ЇЇ КЛАСУ

Мета роботи – ознайомлення з визначенням ступеня мінливості міцнісних характеристик арматурної сталі, вивчення і застосування математичного опрацювання результатів випробувань при визначенні відповідності класу арматурної сталі супроводжувальним документам.

Матеріали, устаткування, зразки: результати іспитів зразків арматурної сталі класу А600С.

Для реальних матеріалів характерний визначений ступінь мінливості кількісних характеристик, що оцінюють їх міцнісні та деформативні властивості. Причина мінливості пов'язана з нерегулярністю будови структури, розташуванням її елементів. Причому ступінь нерегулярності носить випадковий характер і її оцінка може бути зроблена чисельними методами математичної статистики. Нерегулярність будови може виявлятися на субмікроскопічному і макроскопічному рівнях, і проявлятися у вигляді викривлення кристалічної решітки, повітряних включень або наявності внутрішніх напружень. У тому випадку, якщо матеріали виготовляються штучно, ступінь їх мінливості є регульованою і залежить від методів, засобів і режимів виготовлення. Основна задача технолога – виготовлення виробів із мінімальним ступенем мінливості властивостей. Це можливе при застосуванні оптимальних умов їх виготовлення. Однак, і в цьому випадку мінливість матеріалу носить випадковий характер.

Для оцінки ступеня мінливості властивостей матеріалу використовують наступні елементи математичної статистики:

- середнє арифметичне значення:

$$\overline{X} = \frac{X_1 + X_2 + ... + X_n}{n}, \tag{1.1}$$

- випадкове відхилення величини, що спостерігається, від середнього арифметичного:

$$\Delta X_1 = X_1 - \overline{X}\ ;\quad \Delta X_2 = X_2 - \overline{X}\ ;\quad ...;\quad \Delta X_n = X_n - \overline{X} \tag{1.2}$$

- середнє квадратичне відхилення:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (\Delta X_i)^2}{n}} \tag{1.3}$$

- стандартне відхилення:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (\Delta X_i)^2}{(n-1)}} \tag{1.4}$$

- дисперсія:

$$D=\sigma^2 \tag{1.5}$$

- коефіцієнт мінливості або коефіцієнт варіації:

$$C_v = \frac{\sigma}{\overline{X}} \tag{1.6}$$

- коефіцієнт однорідності:

$$K = \frac{X_{\min}}{\overline{X}} = \frac{\overline{X} - 3\sigma}{\overline{X}} = 1 - 3C_v \tag{1.7}$$

Використання даних статистичних характеристик дозволяє об'єктивно оцінити ступінь мінливості властивостей застосовуваних матеріалів. Наприклад, за значенням коефіцієнта варіації C_v можна негайно судити про ефективність технологічного процесу одержання матеріалу. Якщо C_v=12%, можна вважати, що процес організований нормально, однак є резерви для його інтенсифікації. На кращих підприємств C_v=(4…5)%, на гірших C_v=20%.

Для оцінки мінливості властивостей матеріалу проводять вивчення їх кількісних характеристик у координатах «частота повторення результату (*Y*) – значення досліджуваної ознаки (*X*)». У цьому випадку, якщо причина мінливості носить випадковий характер, то у цих координатах може бути побудована крива розподілу, кожна точка якої означає як часто повторюється в оброблюваному масиві даних певний результат X_i (рис. 1.1).

Для нормального закону розподілу характерно:

- крива нормального розподілу має симетричний характер у вигляді дзвону, тобто для того самого значення частоти повторення А, величина відхилень ОВ і ОС від середнього значення $\overline{X}$ однакові;

- розмір максимального відхилення від середнього арифметичного у більшу і меншу сторони підпорядкований правилу трьох сигм (3σ). Практично усі значення (з 99,7% достовірністю) нормального розподілу випадкової величини лежать в інтервалі [$\bar{x} - 3\sigma; \bar{x} + 3\sigma$], при умові що середнє значення являється істинним, яке отримане при обробці генеральної сукупності, а не отриманим у результаті обробки вибірки. Якщо істина величина $\overline{X}$ невідома, то необхідно використовувати не σ, а S. Таким чином, правило 3-х сигм перетворюється в правило 3-х S.

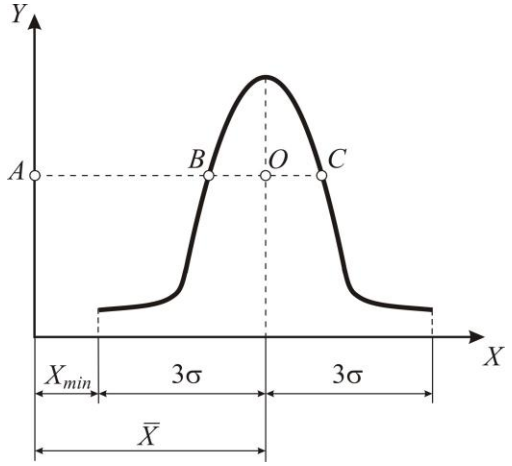


Рис.1.1 – Нормальний розподіл (розподіл Гауса)

Згідно з ДСТУ 3760:2006. Прокат арматурний для залізобетонних конструкцій, за необхідності перевіряння споживачем характеристик міцності прутків, установлених у таблиці 1.1, а також у випадку розбіжностей в оцінюванні якості, від кожної партії випробовують шість зразків, узятих із різних в'язок (мотків) прутків, і за результатами цих випробувань перевіряють виконання для відповідних характеристик умов:

$$X_{min} \geq \tilde{X}_i - 1{,}64S_0, \quad (1.8)$$

$$\overline{X}_6 \geq \tilde{X}_i \geq X_{i\ бр}, \quad (1.9)$$

де X_{min} – мінімальне значення параметра, що перевіряють, з результатів випробувань шести зразків;

$\tilde{X}_i$ – мінімальне середнє значення параметра для даної партії;

S_0 – середній квадратичний відхил параметра у партії (наводиться у супроводжувальному документі);

$\overline{X}_6$ – середнє значення параметра за результатами випробувань шести зразків;

$X_{i\ бр}$ – бракувальне значення параметра встановлене в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Нормативні властивості арматурного прокату

Клас арматурного прокату	Температура електронагрівання °С	Механічні характеристики					Випробовування на згинання в холодному стані	
		Границя плинності фізична (умовна), $\sigma_т$ ($\sigma_{0,2}$), Н/мм^2	Тимчасовий опір розриванню, $\sigma_т$, Н/мм^2	Відносне видовження після розривання, δ_5, %	Відносне рівномірне видовження після розривання, $\delta_р$, %	Повне відносне видовження за максимального навантаження, δ_{max}, %	Кут згину, град	Діаметр оправки ($d_н$ – номінальний діаметр прутка)
		не менше ніж						
А240С	–	240	370	25	–	–	180	$0{,}5d_н$
А400С	–	400	500	16	–	5	90	$3d_н$
А500С	–	500	600	14	–	5	90	$3d_н$
А600, А600С, А600К	400	600	800	12	4	5	45	$5d_H$
А800, А800К, А800СК	400	800	1000	8	2	3,5	45	$5d_H$
А1000	450	1000	1250	7	2	3,5	45	$5d_н$

Підприємство-виробник гарантує споживачеві середні значення характеристик міцності в генеральній сукупності $\overline{X}_i$, і мінімальні середні значення зазначених характеристик у кожній партії-плавці – $\tilde{X}_i$, значення яких встановлюють з умов:

$$\overline{X}_i \geq X_{i\ бр} + 1{,}64S, \quad (1.10)$$

$$\tilde{X}_l > X_{l\ ád}, \quad (1.11)$$

Значення $\overline{X}_i$, $\tilde{X}_i$, S і S_0 встановлюють на підставі даних безперервного контролювання за значний період (від 3 міс до 6 міс) з числом однорідних партій не менше ніж 50 згідно з нормативною документацією. Значення S_0 визначається на підставі випробувань не менше ніж 100 зразків.

Потрібні показники забезпечують дотримуванням технології виробництва і контролюють випробовуванням не менше ніж двох довільно вибраних зразків від кожної однорідної партії прутків одного діаметра і масою не більше ніж 70т.

Порядок роботи

1. Провести статистичну обробку випробувань арматурної сталі, результати занести в табл.1.2.

2. Визначити клас арматурної сталі за табл.1.1 і формулами 1.8 та 1.9.

3. Зробити висновок о відповідності класу арматурної сталі супроводжувальним документам.

Таблиця 1.2 – Статистична оцінка показника границі текучості арматурної сталі

№ випроб	$\sigma_{ті}$, МПа	$\overline{X}$, МПа	$\sigma_{ті} - \overline{X}$, МПа	$(\sigma_{ті} - \overline{X})^2$	S, МПа	C_v	K

Лабораторна робота №2
ВИЗНАЧЕННЯ МІЦНІСНИХ І ДЕФОРМАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ АРМАТУРНОЇ СТАЛІ ПРИ РОЗТЯГУВАННІ

Мета роботи – освоїти методику визначення міцнісних і деформаційних характеристик арматурної сталі.

Прилади, устаткування, зразки: прес УВМ-50 (УИМ-50 рос.); компаратор; зразки арматурної сталі.

2.1 Добір зразків

Арматурна сталь поставляється споживачу партіями (визначена кількість арматури одного класу, марки, діаметра, одного заводу, за 1 день). Пруткова арматура поставляється партіями, кожна масою до 60 т, довжина прутків – 6…12 м. Холоднотянута арматура поставляється в бухтах масою до 5 т. Діаметр бухт не менший за 300 діаметрів дроту. Кожна партія супроводжується сертифікатом з зазначенням класу і марки сталі.

Контрольні випробування арматури виконуються з метою встановлення відповідності її характеристик даним сертифіката. При контрольних випробуваннях визначається границя текучості, тимчасовий опір, відносне подовження після розриву. Добір зразків для випробувань виконується в кількості не меншій за 5 шт. від п'яти різних стержнів. При доборі зразків, що надходять у бухтах, відрізається по два зразки з кожної сторони мотка не менше ніж від 10% мотків загальної кількості бухт. При доборі зразків прядевої

арматури використовують 5% бухт і від кожної відбирається по три зразки з кожного кінця. Перед випробуванням визначають діаметр арматурного стержня. Для гладкої арматури діаметр приймається як середнє арифметичне значення з трьох вимірів. Для арматури періодичного профілю площа поперечного перерізу стержня визначається методом зважування за формулою, $см^2$:

$$F = \frac{Q}{\gamma \cdot l}, \qquad (2.1)$$

де Q – маса стержня, г;

γ – щільність сталі, 7,85 $г/см^3$;

l – довжина арматурного стержня, см.

2.2 Випробування зразків арматурної сталі

Випробування виконуються при дії осьової розтяжної сили відповідно до ГОСТ 12004-81. Для проведення випробувань використовуються випробувальні машини, що забезпечують:

а) точне центрування зразка;

б) плавність збільшення навантаження;

в) припинення зростання навантаження протягом 30 с для зняття відліку;

г) перебування розривного зусилля в межах від 0,4 до 0,8 зусилля за шкалою.

Зразки арматурної сталі не повинні мати шлакових включень, тріщин. Перед випробуванням усі зразки повинні бути вирівняні.

2.3 Визначення міцнісних характеристик арматурної сталі

До міцнісних характеристик арматурної сталі відносяться: границя текучості фізична $\sigma_m^{ф}$, границя текучості умовна $\sigma_{т.у.}$, границя пропорційності $\sigma_{пр}$, границя пружності $\sigma_{пруж}$, границя міцності $\sigma_{тимч}$ (тимчасовий опір).

Границя текучості фізична $\sigma_m^{ф}$ – це напруга, при якій деформування зразка відбувається без видимого збільшення зусиль:

$$\sigma_m^{ф} = \frac{P_m^{ф}}{F_o}, \qquad (2.2)$$

де $P_m^{ф}$ – зусилля, що відповідає показанню шкали преса при припиненні стрілки силовимірювача.

Границя текучості умовна – це напруга, при якій спостерігається відхилення від лінійної залежності між σ і ε, рівне 0,2% бази тензометра або ділянки стержня, прийнятого в розрахунок.

Границя пропорційності – це напруга, що відповідає точці на кривій σ-ε, дотична в якій до цієї кривої спрямована під кутом θ до осі σ, тангенс якого дорівнює 1,5tgθ′ між лінійною ділянкою діаграми і вертикаллю (рис. 2.1). Визначається $\sigma_{пр}$ після побудови кривої σ-ε графічно.

Границя пружності умовна – це напруга, при якій спостерігається відхилення від лінійної залежності між σ і ε, рівне 0,02% (від 0,01 до 0,05% для різних марок арматурних сталей) бази тензометра або ділянки стержня, прийнятого в розрахунок.

Границя міцності або тимчасовий опір – це максимальна напруга, яку витримує стержень при випробуванні (рис. 2.1), що визначається за формулою:

$$\sigma_{тимч} = \frac{P_{max}}{F_o}, \qquad (2.3)$$

Умовно вважають, що поперечний переріз випробуваного зразка при визначенні всіх механічних величин залишається незмінним у процесі навантаження.

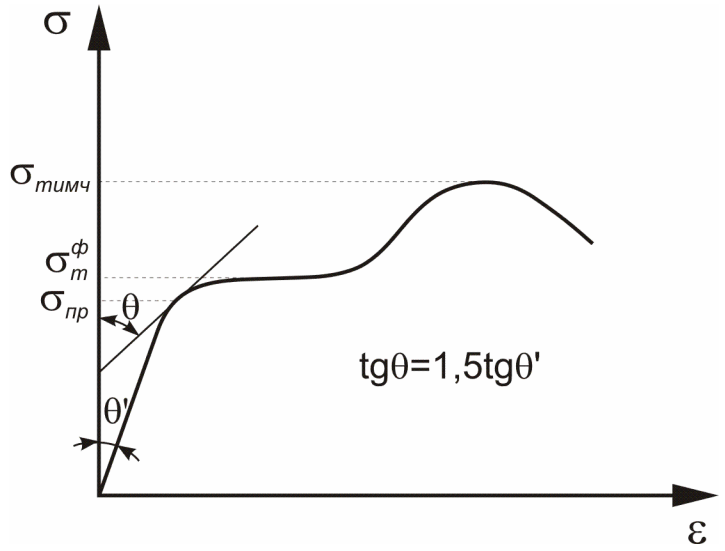


Рис. 2.1 – Графічне визначення границі пропорційності

Границя текучості умовна і границя пропорційності можуть бути визначені аналітично і графічно.

Аналітично границя текучості умовна визначається за значенням зусилля, що відповідає приросту деформації

$$\Delta l = \Sigma \Delta l_y + 0{,}2\% l_m. \qquad (2.4)$$

Границя пружності умовна аналітично визначається так само, але величина приросту деформації обчислюється за формулою

$$\Delta l = \Sigma \Delta l_y + 0{,}02\% l_m. \qquad (2.5)$$

Графічний спосіб визначення цих величин (рис.2.2) полягає в наступному: по горизонтальній осі деформації ε відкладають величину відносної деформації, рівну 0,2 чи 0,02% бази тензометра. Потім паралельно ділянці пружного деформування сталі проводять прямі з цих точок до

перетинання з діаграмою σ-ε. Отримані точки А і В перетинання з діаграмою і будуть визначати на вертикальній осі σ відповідно напруги, рівні границі текучості умовній $\sigma_{т.у.}$ та границі пружності умовній $\sigma_{пруж}$.

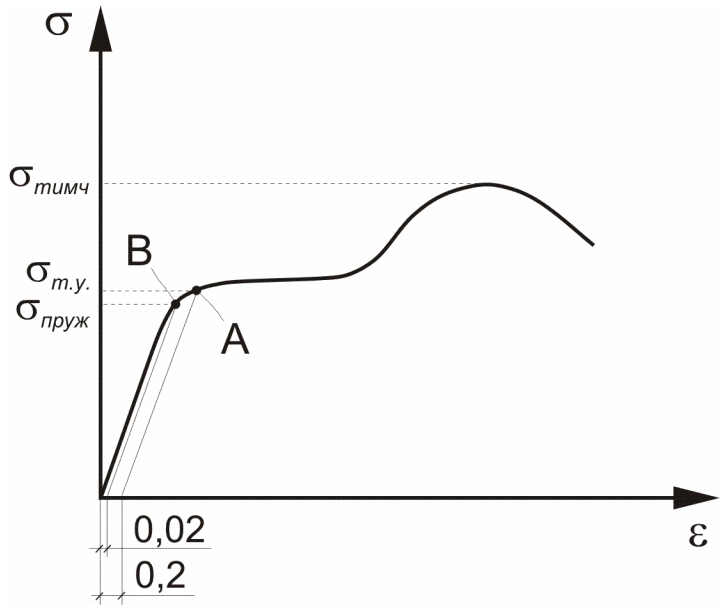


Рис. 2.2 – Графічний спосіб визначення границі текучості умовної та границі пружності умовної

2.4 Визначення деформаційних характеристик арматурної сталі

До даних характеристик відносяться:

а) відносне подовження після розриву δ;

б) відносне рівномірне подовження δ_5 і δ_{10};

в) модуль пружності арматурної сталі E_a.

Відносне подовження після розриву визначається за формулою:

$$\delta = \frac{l_к - l_0}{l_0} \cdot 100\%, \qquad (2.6)$$

де $l_к$ – кінцева довжина розрахункової частини зразка, що включає місце розриву, мм;

l_0 – початкова розрахункова частина зразка, мм.

Як розрахункову частину бази виміру приймають:

- $l_0=5d$ для стержнів $d \geq 10мм$;
- $l_0=100мм$ для стержнів $d<10мм$.

Відносне рівномірне подовження визначається за такою ж формулою, але відрізняється тим, що в базу вимірів l_0 не входить місце розриву.

Відносне рівномірне подовження визначається на базі в 50 і 100 мм, причому початкова точка відліку приймається від місця розриву на відстані в (2…3)d випробуваної арматури.

На базі 50 мм визначається δ_5, а на базі 100 мм - δ_{10} у такий спосіб:

$$\delta_5 = \frac{l_к - l_{50}}{l_{50}} \cdot 100\%, \quad (2.7)$$

$$\delta_{10} = \frac{l_к - l_{100}}{l_{100}} \cdot 100\%, \quad (2.8)$$

2.5 Порядок випробувань зразка арматурної сталі

Після установки зразка і приладів на пресі його навантажують поетапно. Величина етапу навантаження складає $P_{е.н} \approx 0,1P_m$ (кгс), де P_m – зусилля, що відповідає границі текучості випробовуваної арматурної сталі й визначається за формулою $P_m = \sigma_m \cdot F_o$ (σ_m береться з довідкових даних відповідно до сертифіката).

Відлік по індикатору годинникового типу в компараторі і значення відповідного навантаження по шкалі преса заносяться в табл.2.1.

Таблиця 2.1. Результати вимірів

№ п/п	Р, кгс	σ, кгс/см^2	Показання по компаратору	$\Delta_{відл.}$	$\Sigma\Delta_{відл.}$	$\Sigma\Delta_{сер.}$	$\Sigma(\Delta_{відл.}-\Delta_{сер.})$	$\varepsilon \cdot 10^4$
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Модуль пружності арматурної сталі E_a визначається як відношення напруги $\sigma_{пруж}$, що відповідає етапу навантаження, до пружної відносної деформації $\varepsilon_{пруж}$, викликаної впливом цієї напруги:

$$E_a = \frac{\sigma_{пруж}}{\varepsilon_{пруж}}. \quad (2.9)$$

Після обробки експериментальних даних кожен студент записує висновки по роботі, в яких відзначається до якого класу арматури за фізико-механічними властивостями (див. табл. 1.1).

Лабораторна робота №3
ВИЗНАЧЕННЯ ДИНАМІЧНОЇ МІЦНОСТІ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ ВИПРОБУВАННЯ АРМАТУРНОЇ СТАЛІ

Мета роботи – вивчити спосіб визначення динамічної міцності та технологічних характеристик гарячекатаної та високоміцної сталі.

Прилади, устаткування, зразки: копер для динамічних випробувань; установка для випробувань на загин; гідравлічні преси ПГ-10 і ПГ-50; установка для випробувань арматури на перегин, крутіння; пристосування для технологічних випробувань; зразки арматурної сталі, попередньо вирівняні на дощці молотком, без ознак порушення суцільності й браку.

3.1 Визначення динамічної міцності арматурної сталі

Динамічні випробування арматурної сталі виконують з метою визначення здатності сталі сприймати ударні навантаження. Звичайно цей вид випробувань виконується для дослідження властивостей сталі, що йде на виготовлення деталей, які сприймають ударні впливи, і при визначенні дії знижених температур на деформаційні властивості сталі.

Динамічні випробування проводяться за допомогою копрової установки (рис.3.1).

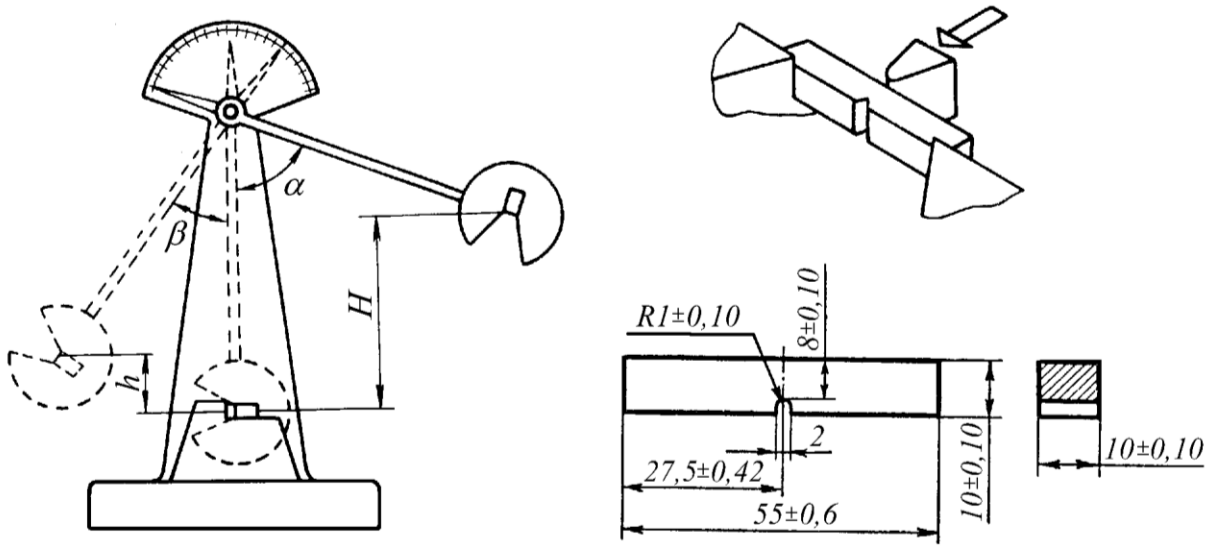


Рис. 3.1 – Схема установки для динамічних випробувань

Копрові установки для динамічних випробувань металів бувають різної потужності. Копер найбільшої потужності має енергію удару по зразку – 300 тс·м. Динамічна міцність визначається відношенням енергії, необхідної для руйнування зразка за допомогою копра, до площі зразка в місці надрізу.

У випадку, коли зразок не руйнується при випробуванні, робиться відповідна помітка в журналі і приймається, що даний вид сталі задовольняє вимогам ударної в'язкості. При руйнуванні зразка обчислене за формулою значення ударної в'язкості порівнюється з допустимим значенням для даного виду сталі:

$$A_н = P \cdot l \cdot (\cos\beta - \cos\alpha),\ (\text{кгс}\cdot\text{м}), \tag{3.1}$$

$$\alpha_н = \frac{A_н}{F},\ (\text{кгс}\cdot\text{м}/\text{см}^2), \tag{3.2}$$

де $A_н$ – енергія руйнування;

P – вага маятника, кгс;

l – плече маятника, см;

F – площа поперечного перерізу зразка в місці надрізу, см^2.

3.2 Технологічні випробування арматурної сталі

Технологічні випробування дозволяють визначити здатність арматурної сталі сприймати певні деформації без ознак руйнування (тріщин, розшарувань). При проведенні технологічних випробувань значення зусиль не визначаються.

Випробування на загин для гарячекатаної арматурної сталі проводиться за схемою, зображеною на рис.3.2.

Властивості арматури при випробуваннях на загин визначаються при плавному навантаженні в результаті безперервного спостереження за станом поверхні випробуваного зразка. Випробування вважаються закінченими при доведенні зразка до даного кута загину навколо оправки визначеного діаметра або при появі першої тріщини. Відповідні дані заносяться в журнал і робиться висновок про якість арматури.

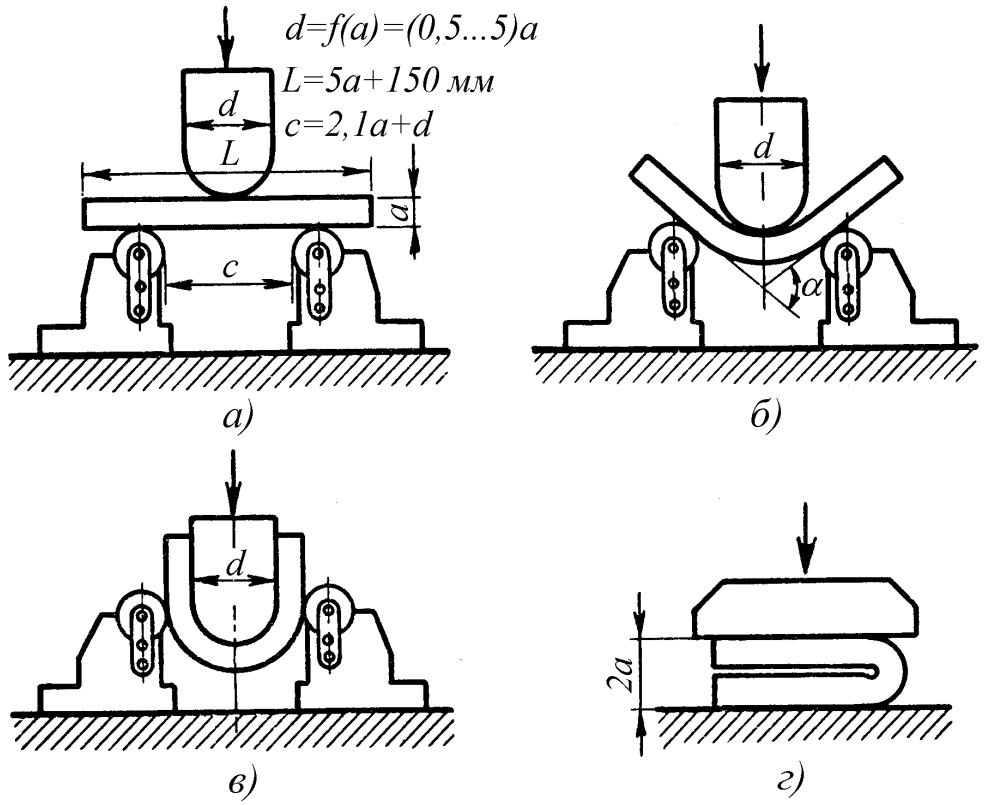


Рис. 3.2 – Випробування арматурної сталі на загин:
а) схема установки зразка; б) до визначеного кута або з'явлення тріщини;
в) до паралельності сторін; г) до зіткнення гілок стержня впритул

Випробування на перегин виконується для сталевого дроту діаметром 3,5…7 мм. Довжина зразка приймається – 100…150 мм. Даний вид випробувань дозволяє визначити деформаційні властивості арматурної сталі при знакозмінних напруженнях в арматурному стержні, що виникають багаторазово при циклічному перегині. При випробуванні арматури відстань від низу повідця до осі перегину, змінні повідці і губки вибираються в залежності від діаметра арматури (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Діаметр арматури, мм	Радіус закріплення змінних губок, мм	Діаметр отвору повідця, мм	Відстань від низу повідця до осі перегину *l*, мм
3,5-4	10	5	35
4-5	10	6	35
6	15	7	50
7	15	8	50

Випробування на перегин виконується на спеціальній установці (рис. 3.3) послідовним перегинанням арматури за допомогою рукоятки. Спочатку арматурний зразок перегинається на 90° до упора, а потім у зворотному напрямку – на 180°. Перегин повторюють циклічно від упора до упора. Швидкість випробувань – 60 перегинів за хвилину. Випробування продовжуються до руйнування зразка. Останній перегин, при якому руйнується зразок, не враховується.

У журнал заносяться наступні дані: номер зразка, його діаметр, кількість перегинів, вимоги нормативних документів. У результаті аналізу отриманих даних робиться висновок про якість арматури.

Випробування на навивання. Навивання навколо циліндра, діаметр якого приймається рівним 5 діаметрам випробуваного дроту, виконується з метою контролю технологічних властивостей арматурного дроту, його здатності деформуватися без руйнування на значній ділянці арматурного стержня. При випробуванні роблять 10 витків дроту навколо циліндра (рис. 3.4). Після навивання арматури проводиться огляд її поверхні і встановлюється наявність суцільності матеріалу. Результати огляду заносяться в журнал, аналізуються і формулюється висновок про якість арматури.

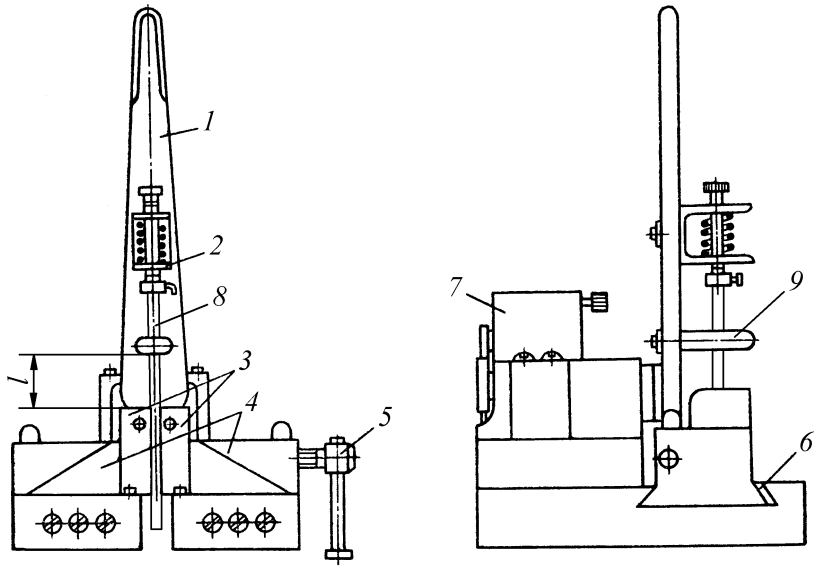


Рис. 3.3 – Схема приладу НГ-2-3м для випробувань дроту на перегин:
1 – важіль; 2 – натяжний пристрій; 3 – губки тисків; 4 – тиски;
5 – гвинт із рукояткою; 6 – напрямні для переміщення тисків;
7 – лічильник для фіксації числа перегинів дроту; 8 – зразок; 9 – повідець

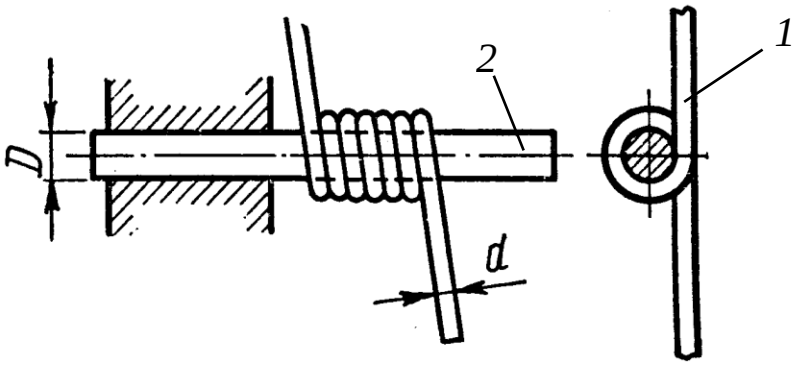


Рис. 3.4 – Схема випробувань на навивання арматурного дроту
1 – випробуваний зразок; 2 – циліндр

Випробування арматурного дроту на скручування – найбільш жорсткий вид випробувань, що дозволяє визначити деформаційні властивості на значній довжині арматурного дроту. При випробуванні зразок деформується на всій його робочій довжині. Установка і схема випробувань зображені на рис. 3.5.

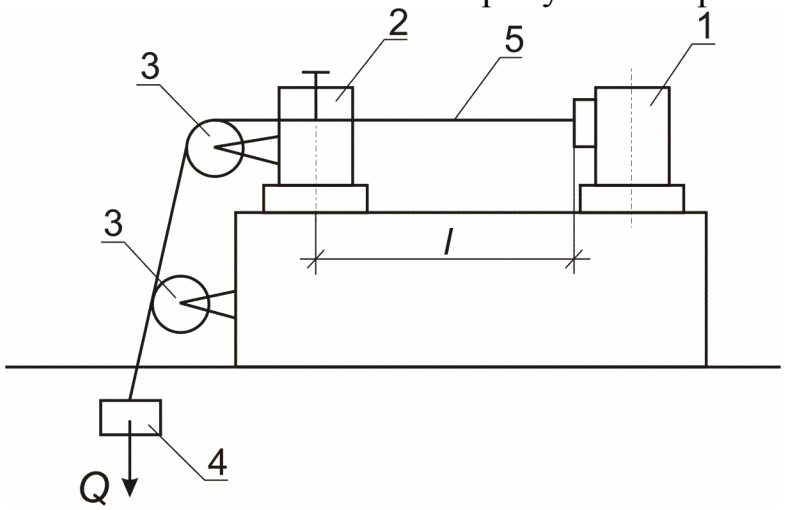


Рис. 3.5 – Схема випробування арматурного дроту на скручування:
1 – електродвигун з лічильником оборотів, редуктором і планшайбою для затиску зразка; 2 – нерухомий затискач; 3 – направляючі ролики; 4 – вантаж, закріплений на зразку арматури; 5 – випробуваний зразок арматури

Як зразок для випробувань на скручування приймається дріт довжиною 100 діаметрів, але не менше 50 і не більше 500 мм. На вільному кінці прикріплений вантаж масою Q=2% розривного зусилля. Скручування виконується зі швидкістю 30 об/хв. У результаті проведеного випробування визначається кількість повних оборотів (на 360°), що витримує зразок. При руйнуванні зразка визначається вид зламу, напрямок зламу щодо подовжньої осі зразка, структура металу в місці зламу.

У випадку розшарування дроту відзначається як воно відбувається: вздовж зразка чи по гвинтовій лінії. Необхідно оцінити рівномірність скручування арматури по довжині.

3.3 Технологічні випробування зварних з'єднань арматури

Добір зразків здійснюється від партії. За партію приймаються всі однотипні зварні з'єднання або арматурні вироби, виготовлені з використанням однієї партії арматури, того самого устаткування, при однакових технологічних режимах. При перевірці якості зварних з'єднань установлюється відповідність використаної сталі необхідній R_a за технічною документацією, відповідність арматурного виробу робочим кресленням. Механічні властивості зварних з'єднань визначаються відповідно до ГОСТ 6996-66.

Випробування зварних стикових з'єднань арматури на розтяг. Відстань між захоплювачами при проведенні випробувань повинна бути не меншою за 10 діаметрів арматури. Відхилення осей з'єднуваних елементів не повинне перевищувати 0,1 діаметра стержня. Виконується випробування не менше ніж трьох зразків однотипних розмірів (не менше 300 мм). Значення розривного зусилля $P_к$, що контролюється, повинне бути не меншим за значення, яке визначається за формулою, кгс:

$$P_к \geq F_a \cdot \sigma_{тимч}, \qquad (3.3)$$

де F_a – площа поперечного перерізу арматурного стержня меншого діаметра, мм^2;

$\sigma_{тимч}$ – тимчасовий опір стержня арматури меншого діаметра, кгс/мм^2.

Випробування зварних з'єднань арматури на зріз. Випробування хрестоподібних з'єднань на зріз виконується в розривних машинах, захвати яких обладнуються спеціальними вкладишами (рис. 3.6). Вкладиші повинні забезпечувати вільне переміщення стержня під дією сили, що зрізує (рис.3.7).

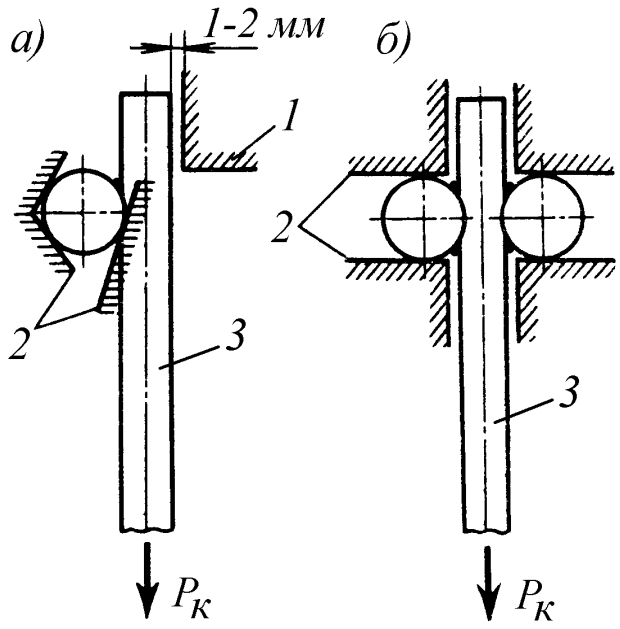


Рис. 3.6 – Схема випробувань на зріз хрестоподібних з'єднань у розривних машинах: а – однозрізне з'єднання; б – двозрізне з'єднання; 1 – упор, що перешкоджає відгину кінця стержня; 2 – стиски, що перешкоджають повороту поперечних стержнів; 3 – випробуваний зразок

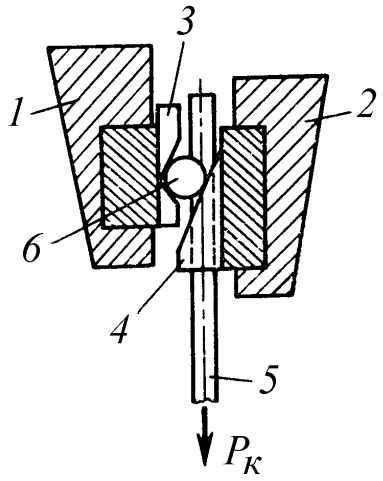


Рис. 3.7 – Схема установки вкладишів у клиновому захоплювачі розривної машини:
1 і 2 – лівий і правий клини захоплювача;
3 і 4 – лівий і правий вкладиші;
5 – подовжній стержень;
6 – поперечний стержень

При випробуванні зразків, які зварено з арматури різного діаметра, зусилля, що зрізує, повинне діяти по осі стержня меншого діаметра.

З'єднання вважається витримавшим випробування при умові:

$$P_к \geq F_a \cdot R_a^н \cdot K, \qquad (3.4)$$

де F_a – площа поперечного перерізу арматурного стержня, до якого приварені стержні, мм^2;

$R_a^н$ – нормативний опір арматури на розрив, кгс/мм^2;

K – коефіцієнт зниження несучої здатності зварного з'єднання, що залежить від виду арматури (для А240 і А400 K=1,5; для А400 K=1,25).

Випробування на відрив. При з'єднанні арматурних стержнів втавр із плоскими елементами закладних деталей контрольні зразки випробовуються на відрив. Випробування проводять у розривних машинах з кульовими опорами.

Відстань між зварним з'єднанням і захватом розривної машини приймається рівною не менше ніж 5 діаметрам стержня.

Випробування проводять не менше ніж на трьох зразках (рис. 3.8).

З'єднання арматурних стержнів із плоскими елементами закладних деталей внапусток випробовуються на зріз.

Міцність зварних з'єднань арматури з плоскими елементами закладних деталей визначається величиною навантажень, що відривають чи зрізують, які повинні бути не меншими за контрольні, визначені з рівняння:

$$P_к \geq F_a \cdot \sigma_{тимч}, \qquad (3.5)$$

де F_a – площа поперечного перерізу привареного (що відривається) арматурного стержня, мм^2;

$\sigma_{тимч}$ – тимчасовий опір стержня арматури, що відривається, кгс/мм^2.

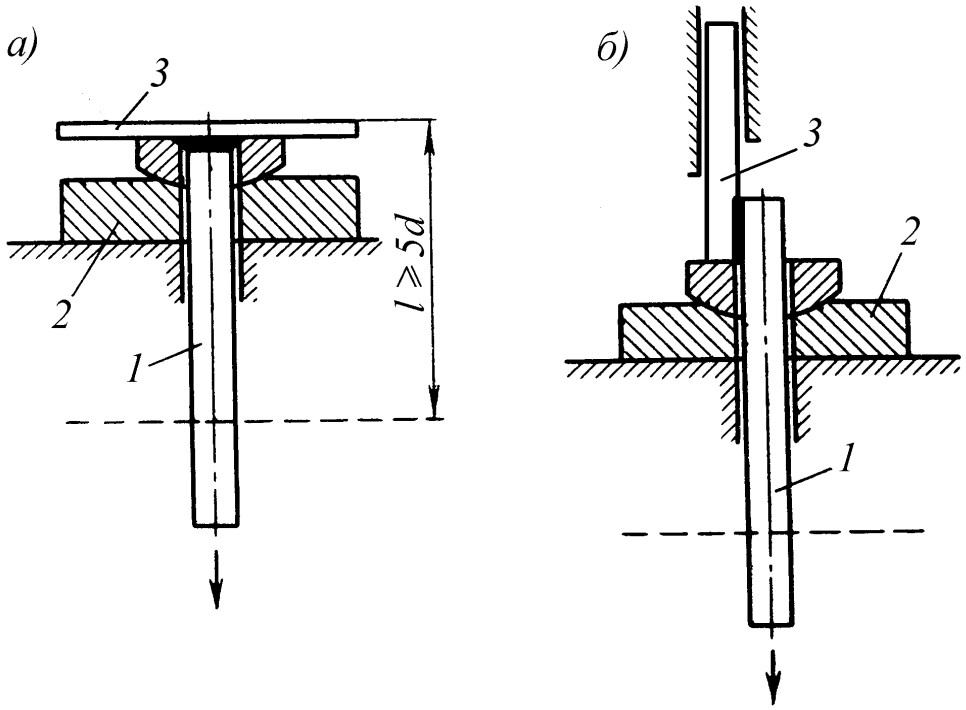


Рис. 3.8 – Схема випробувань з'єднань арматурних стержнів із плоскими елементами закладних деталей: а – з'єднання втавр; б – з'єднання внапусток; 1 – арматурний стержень; 2 – кульова опора; 3 – плоский елемент

Лабораторна робота №4
ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ВИРОБНИЦТВА АРМАТУРНИХ ВИРОБІВ

Мета роботи – виконання технологічних розрахунків при проектуванні виробництва арматурних каркасів і закладних деталей для внутрішніх стінових панелей крупнопанельного домобудівництва.

Вихідні дані для виконання розрахунків:

• характеристика базового виробу (внутрішня стінова панель крупнопанельного домобудівництва розмірами 7200×2680×160 мм; об'єм бетону у виробі $V_б$=3,1 м^3);

• річний обсяг виробництва залізобетонних виробів – $П_{річ}$=61747 м^3 (згідно з варіантом див. табл.4.7);

• режим роботи цеху (двозмінний, $F_р$ приймається рівним 4000 год/рік);

• конструктивна схема просторового арматурного каркаса, специфікація арматурних елементів (рис. 4.1; табл. 4.1).

4.1 Розрахунок потреби арматурних елементів і закладних деталей

Розрахунок ритму випуску комплектів арматурних елементів виконують, виходячи із річного обсягу виробництва відповідних виробів формувальним цехом:

$$R = \frac{60 \cdot F_p \cdot V_б}{П_{річ}} = \frac{60 \cdot 4000 \cdot 3{,}1}{61747} = 12\,хв.$$

Годинна потреба в комплектах арматурних виробів, визначається залежністю:

$$n_{год} = \frac{60}{R} = \frac{60}{12} = 5 \text{ комплектів за годину}.$$

Потреба на один комплект (один просторовий каркас ПК) арматурних виробів визначається з альбому робочих креслень заданого базового виробу (рис. 4.1, табл. 4.1). У даному прикладі в комплект одного просторового каркасу (**ПК**) входять:

- плоскі каркаси марок: КВ-1 (6 шт.); КВ-3 (2 шт.); КВ-10 (3 шт.);
- просторовий каркас: КВ-5 (1 шт.);
- окремі стержні – ТВ-10 (14 шт.); ТВ-8 (14 шт.); ТВ-6 (8 шт.);
- монтажні петлі – ПВ-4 (4 шт.) і скоби АВ-2 (6 шт.).

У таблиці 4.1 потреба на один комплект (один просторовий каркас ПК) арматурних виробів визначається з альбому робочих креслень заданого базового виробу. Годинну і річну потребу в арматурних елементах і закладних деталях визначаємо таким чином. Кількість плоских каркасів, наприклад марки КВ-1, що входять до просторового каркасу, складає 6 штук. При ритмі випуску арматурних виробів R=5 комплектів за годину годинна потреба каркасів КВ-1 дорівнює: 5×6=30 шт., а річна потреба при річному фонді робочого часу, рівному 4000 годин, становить: 30×4000=120000 шт. Аналогічним чином визначаємо потребу в інших арматурних елементах (табл. 4.2).

Годинна потреба в арматурних елементах необхідна для того, щоб у наступних розрахунках визначити кількість верстатів і машин, продуктивність яких (у технічній характеристиці устаткування продуктивність подана в шт. за годину, м за годину і таке інше) дозволить виконати розрахунковий обсяг арматурно-зварювальних робіт.

4.2 Розробка схеми технологічного процесу

Для кожного арматурного елемента наведемо перелік усіх технологічних операцій:

- просторовий каркас **ПК** виготовляється у такий спосіб: складання із плоских каркасів та окремих стержнів на вертикальному кондукторі-маніпуляторі, обладнаному підвісними зварювальними машинами;

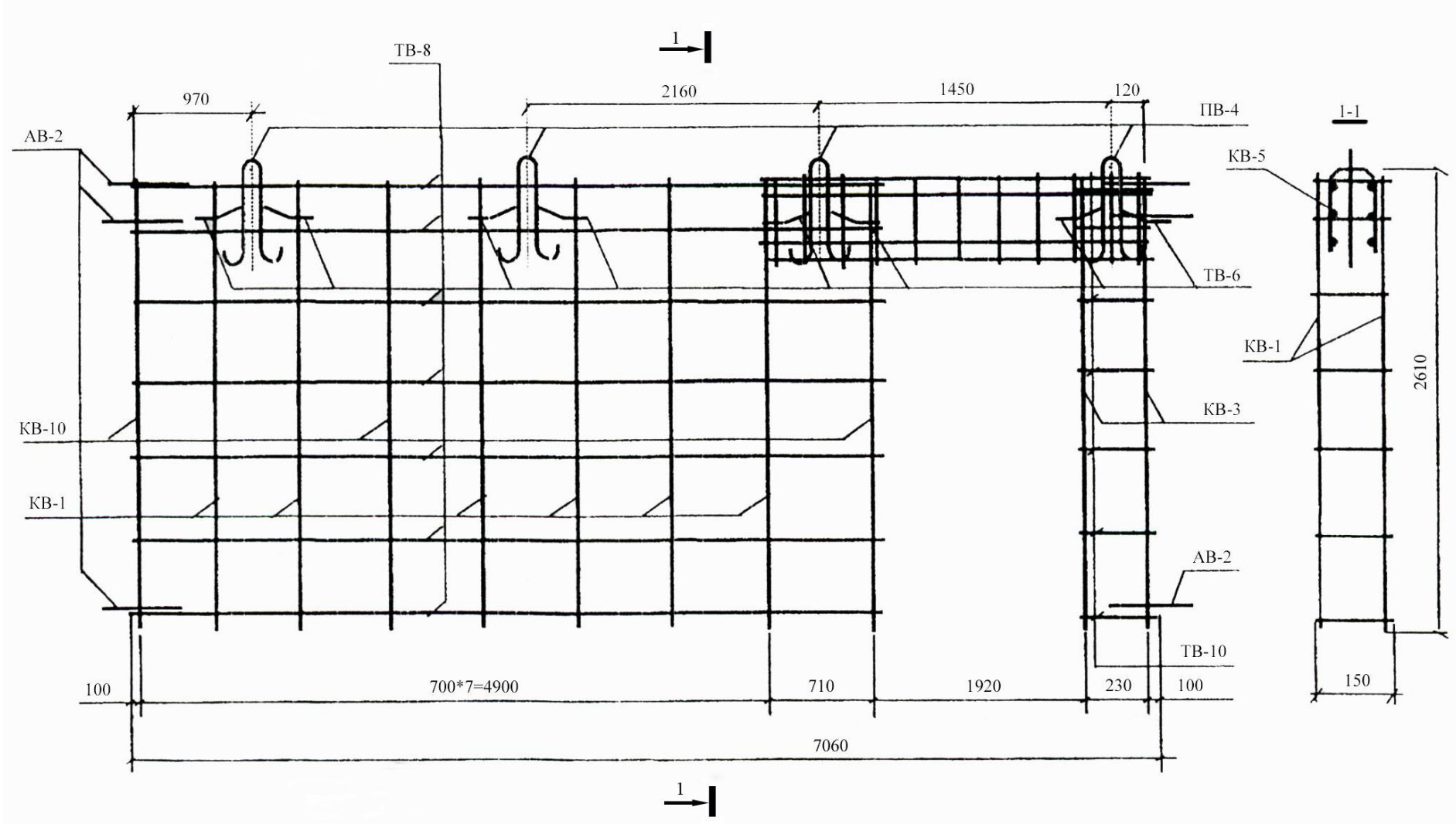
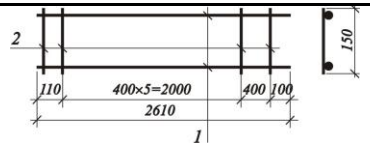
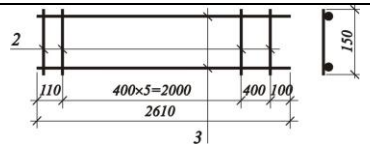
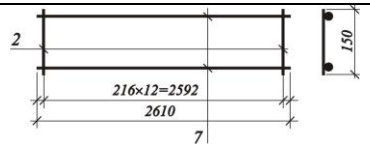
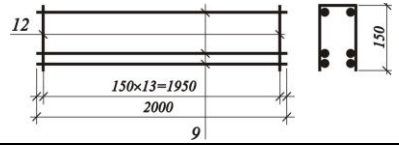
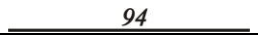
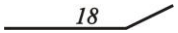
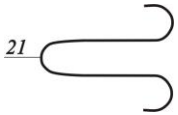


Рис. 4.1 – Схема просторового арматурного каркасу ПК

Таблиця 4.1 – Специфікація арматурних елементів і закладних деталей

Назва	Марка, кількість, шт.	Ескіз, розміри, мм	Специфікація					Вибірка сталі			
			№ поз.	∅, мм	Клас	Довжина, мм	Кількість, шт.	∅, мм	Клас	Загальна довжина, м	Загальна маса, кг
Плоский каркас	КВ-1, 6 шт.		1 2	5 4	B-I B-I	2610 150	2 8	5 4	B-I B-1	5,22 1,2	0,8 0,1
Плоский каркас	КВ-3, 2 шт		2 3	4 8	B-I A500C	150 2610	8 2	4 8	B-I A500C	1,2 5,22	0,1 2,2
Плоский каркас	КВ-10, 3 шт		2 7	4 8	B-I A500C	150 2610	13 2	4 8	B-I A500C	1,95 5,22	0,3 1,6
Просторовий каркас	КВ-5, 1 шт.		9 12	8 4	A500C B-I	2000 1000	6 14	8 4	A500C	12,0 14,0	4,8 1,4
Стержень	ТВ-10, 14 шт.		5	4	B-I	130	1	4	B-I	0,13	0,3
Стержень	ТВ-8, 14 шт.		94	4	B-I	5760	1	4	B-I	5,76	0,58
Стержень	ТВ-6, 8 шт.		18	8	A500C	1200	1	8	A500C	1,2	0,48
Петля	ПВ-4, 4 шт.		21	16	A240C	1400	1	16	A240C	1,4	1,48
Скоба	АВ-2, 6 шт.		16	12	A240C	1400	1	12	A240C	1,4	1,3

Таблиця 4.2 – Потреба арматурних елементів і закладних деталей на задану програму випуску залізобетонних виробів

№	Найменування арматурних елементів і закладних деталей	Потреба на один комплект	Річна потреба	Годинна потреба
1	Просторовий каркас ПК	1	20000	5
2	Плоский каркас КВ-1	6	120000	30
3	Плоский каркас КВ-3	2	40000	10
4	Плоский каркас КВ-10	3	60000	15
5	Просторовий каркас КВ-5	1	20000	5
6	Стержень ТВ-10	14	280000	70
7	Стержень ТВ-8	14	280000	70
8	Стержень ТВ-6	8	160000	40
9	Петля ПВ-4	4	80000	20
10	Скоба АВ-2	6	120000	30

- для виготовлення плоского каркаса **КВ-1**, який складається із поздовжніх і поперечних прутків дротяної арматурної сталі діаметром 5 і 4 мм, потрібні такі операції: виправлення і різання стержнів; контактне точкове зварювання на одноточкових зварювальних машинах або на автоматичних та напівавтоматичних багатоелектродних машинах, які забезпечують більш високу продуктивність праці; багатоточкове (двоточкове) зварювання призначається для каркасів і сіток великої довжини з рівним кроком поперечних коротких стержнів;

- для каркасів **КВ-3** і **КВ-10** - аналогічні операції;

- при виготовленні просторового каркасу **КВ-5** крім зазначених вище потрібна також операція гнуття, що передбачено проектом на армування внутрішньої стінової панелі (рис. 4.1);

- стержні **ТВ-10** і **ТВ-8** виготовляються за одну технологічну операцію – виправлення і різання, а стержень **ТВ-6** за умовами армування має бути ще і зігнутий (табл. 4.1), отже, виготовляється двома операціями: виправлення-різання і гнуття стержнів відповідно;

- для петлі **ПВ-4**, яка виготовляється із пруткової арматури діаметром 16 мм, потрібні такі операції: стикове зварювання-різання, а також гнуття;

- для виготовлення скоби **АВ-2** потрібне виправлення-різання арматурної сталі ∅12А-I, а також гнуття отриманих прутків; крім того, через те, що скоба **АВ-2** є закладною деталлю, вона повинна мати захисне антикорозійне покриття, яке виконується електрометалізацією попередньо очищеної поверхні металу.

Таким чином, для перерахованих арматурних виробів наведемо технологічну схему їх виготовлення у вигляді переліку операцій, яким надано певний код (табл. 4.3).

Таблиця 4.3 – Перелік операцій технологічного процесу

Марка арматурних елементів	Послідовність операцій
ПК	3.2
КВ-1	1.1; 2.2
КВ-3	1.1; 2.2
КВ-10	1.1; 2.2
КВ-5	1.1; 2.2; 3.1
ТВ-10, ТВ-8	1.1
ТВ-6	1.1; 1.4
ПВ-4	1.3; 1.4
АВ-2	1.1; 1.4; 4.1; 4.2

4.3 Розрахунок обсягів робіт (на один комплект / на годинну потребу)

Для кожного арматурного елемента виконуємо розрахунок обсягів робіт, а потім, з урахуванням годинної потреби в елементах, розрахунок годинного обсягу робіт. Розрахунки ведуться у формі відомості (табл. 4.4).

Виправлення і різання арматурної сталі (операція 1.1). Ця операція виконується на правильно-відрізних верстатах для арматурної сталі, яка надходить у бухтах. Обсяг робіт визначається кількістю погонних метрів виправленої арматурної сталі.

Для виготовлення плоского каркаса КВ-1 потрібно нарізати 8 поперечних стержнів діаметром 4 мм, загальна довжина яких складає $\underline{8\times150=1200}$ мм, і 2 поздовжніх стержня діаметром 5 мм, загальна довжина яких дорівнює $\underline{2610\times2=5220}$ мм. Сумарна довжина дорівнює $\underline{1200+5220=6420}$ мм або 6,42 погонних метрів (п.м.). На один комплект арматурних виробів (просторовий каркас), до якого входить 6 каркасів КВ-1, обсяг робіт складає $\underline{6,42\times6=38,52}$ п.м. (в табл. 4.4. чисельник), а на годинну потребу – $\underline{38,52\times5=192,6}$ п.м (знаменник).

Аналогічно визначаємо обсяг робіт для виготовлення інших елементів:

- каркас КВ-3: (8×150)+(2×2610)=6420 мм=6,42×2=12,84 п.м. (чисельник); 12,84×5=64,2 п.м. (знаменник);
- каркас КВ-10: (13×150)+(2×2610)=7170 мм=7,17×3=21,51 п.м. (чисельник); 21,51×5=107,55 п.м. (знаменник);
- каркас КВ-5: (14×1000)+(6×2000)=26000 мм=26×1=26 п.м. (чисельник); 26×5=130 п.м. (знаменник);
- стержень ТВ-10: 14×130=1820 мм=1,82 п.м. (чисельник); 1,82×5=9,1 п.м. (знаменник);
- стержень ТВ-8: 14×5760=80640 мм=80,64 п.м. (чисельник); 80,64×5=403,2 п.м. (знаменник);
- стержень ТВ-6: 8×1200=9600 мм=9,6 п.м. (чисельник); 9,6×5=48,0 п.м. (знаменник);

- скоба АВ-2: 6×1400=8400 мм=8,4 п.м. (чисельник); 8,4×5=42,0 п.м. (знаменник).

Стикове зварювання і мірне різання арматурної сталі (операція 1.3). Така операція передбачена для арматурної сталі, що надходить у вигляді прутків (діаметром більше 12 мм), з метою безвідходного розкроювання послідовно з'єднаних стержнів. При розрахунку обсягу робіт, що визначається кількістю зварних стиків, слід виходити з того, що довжина стержнів, які надходять на завод, складає 6…12 м (у даному прикладі приймемо 6 м).

На один просторовий каркас потрібно 4 петлі ПВ-4 загальною довжиною 1400×4=5600 мм, а на годинну потребу (на 5 комплектів) – 5600×5=28000 мм=28 м. В такому випадку потрібно з'єднати 5 стержнів ($N_{стерж}$) довжиною по 6 м, а кількість стиків ($N_{ст}$) становитиме:

$N_{ст} = N_{стерж} – 1 = 5 – 1 = 4$ стиків.

Згинання стержнів (операція 1.4). Для виготовлення петлі ПВ-4 потрібно виконати 3 згинання попередньо заготовленого стержня. На один комплект кількість згинань складає: 3×4=12 (чисельник), а на годинну потребу: 12×5=60 (знаменник); скоба АВ-2: 1×6=6 (чисельник); 6×5=30 (знаменник); стержень ТВ-6: 1×8=8 (чисельник); 8×5=40 (знаменник).

Складання плоских каркасів (операція 2.2). Складання плоских каркасів КВ-1; КВ-3; КВ-10; КВ-5 виконується багатоточковим (двоточковим) зварюванням. Обсяг робіт при цьому визначається кількістю погонних метрів зварних каркасів:

- каркас КВ-1: 6×2610=15660 мм=15,66 п.м. (чисельник); 15,66×5=78,3 п.м. (знаменник);
- каркас КВ-3: 2×2610=5220 мм=5,22 п.м. (чисельник); 5,22×5=26,1 п.м. (знаменник);
- каркас КВ-10: 3×2610=7830 мм=7,83 п.м. (чисельник); 7,83×5=39,15 п.м. (знаменник);
- каркас КВ-5: 1×2000=2000 мм=2 п.м. (чисельник); 2×5=10 п.м. (знаменник).

Згинання сіток і каркасів (операція 3.1). Каркас КВ-5 після зварювання згинається у двох місцях, кількість згинань на один комплект складає 1×2=2 (чисельник), а на часову потребу 2×5=10 (знаменник).

При визначенні продуктивності металізатора рекомендується приймати 1 кг цинкового або алюмінієвого дроту, що наноситься на поверхню металу, на 50 кг закладних деталей.

Складання просторового каркаса (операція 3.2). Ця операція виконується на вертикальних (горизонтальних) кондукторах. Продуктивність визначається кількістю зварних точок. При визначенні їх числа слід мати на увазі, що практично кожний подовжній стержень плоского каркаса має бути приварений до окремих стержнів, що утворюють контур просторового каркаса. Таким чином, кількість зварних точок становить:

6 плоских каркасів КВ-1 зварюються з 14-ма окремими стержнями ТВ-8, тобто 6×14=84 точки; ці ж стержні зварюються з 3-ма плоскими каркасами КВ-10: 3×14=42 точки; 2 плоских каркаси КВ-3 зварюються з 14-ма стержнями ТВ-10: 2×14=28 точок. Загальна кількість становить 84+42+28=154 точки.

Петлі (ПВ-4), окремі стержні (ТВ-6), а також скоби (АВ-2) також приварюються до просторового каркаса. Точки з'єднання їх можна визначити з рис. 2.1: 16+16+12=44 точки. Зігнутий каркас КВ-5 приварюється до просторового каркаса у 16+12=28 точках.

Таким чином, загальна кількість зварних точок для одного комплекту (просторового каркаса) дорівнює сумі точок, визначених вище, тобто 154+44+28=226 точки (чисельник). Тоді на п'ять комплектів (годинна продуктивність) загальна кількість точок буде становити: 226×5=1130 (знаменник).

Що ж стосується закладних деталей (скоба АВ-2), то для виконання обсягів робіт з *операцій 4.1 і 4.2 (піскоструминна обробка та металізація поверхні закладних деталей)* потрібно визначити їх масу на один комплект множенням маси однієї скоби на кількість, що йде на один комплект (6 шт.) - 1,3×6=7,8 кг (чисельник), а на годинну потребу: 7,8×5=39 кг (знаменник). Для розрахунків приймається, що на 50 кг закладних деталей необхідно 1 кг напилювання.

Визначивши обсяги робіт для кожного арматурного елемента по всім операціям технологічного процесу, потрібно чисельники і знаменники по окремих видах робіт скласти і занести в підсумковий рядок відомості обсягів робіт (табл. 4.4).

Таблиця 4.4 – Відомість обсягів робіт

Марка арматурного елементу	Операції технологічного процесу (код)						
	1.1	1.3	1.4	2.2	3.1	3.2	4.1 і 4.2
	погонні метри	кількість стиків	кількість згинань	погонні метри	кількість згинань	кількість зварних точок	кг
1	2	3	4	5	6	7	8
ПК	–	–	–	–	–	226 / 1130	–
КВ-1	38,52 / 192,6	–	–	15,66 / 78,3	–	–	–
КВ-3	12,84 / 64,2	–	–	5,22 / 26,1	–	–	–
КВ-10	21,51 / 107,55	–	–	7,83 / 39,15	–	–	–

Продовження таблиці 4.4

1	2	3	4	5	6	7	8
КВ-5	26/130	–	–	2/10	2/10	–	–
ТВ-10	1,82/9,1	–		–	–	–	–
ТВ-8	80,64/403,2	–	–	–	–	–	–
ТВ-6	9,6/48,0	–	8/40	–	–	–	–
ПВ-4	–	–/4	12/60	–	–	–	–
АВ-2	8,4/42	–	6/30	–	–	–	7,8/39
РАЗОМ	199,33/996,65	–/4	26/130	30,71/153,55	2/10	226/1130	7,8/39

Примітка. У чисельнику наведено обсяги робіт на один комплект, у знаменнику - на годинну потребу.

4.4 Вибір устаткування

Таблиця 4.5 – Вибір устаткування

Код	Назва операцій	Основні характеристики стержнів	Назва устаткування	Марка	Основні технічні характеристики
1	2	3	4	5	6
1.1	Виправлення і різання сталі	∅4 В-I, ∅8 А500С, ∅12 А240С	Правильно-відрізний автомат	И-6022	Швидкість виправлення 1890 м за годину
1.3	Стикове зварювання і мірне різання стержнів	∅16 А240С	Машина для стикового зварювання	МС-2008	80 зварювань за годину
1.4	Гнуття стержнів	∅16 А240С, ∅8 А500С	Верстат для згинання стержнів	СМЖ-173А	300 згинань за годину
2.2	Двоточкове зварювання	∅4(5) В-I ∅8 А500С	Машина напівавтоматична	МТМК-3×100	180 м за годину
3.1	Гнуття сіток і каркасів	∅4 В-I, ∅8 А500С	Верстат для згинання сіток	СМЖ-353	150 згинань за годину

Продовження таблиці 4.5

1	2	3	4	5	6
3.2	Складання просторового каркаса		Вертикаль-ний кондуктор	СМЖ-286А	800 точок за годину
4.1	Піскоструминна обробка	∅12 А240С	Нестандартне устаткування	АА 100	до 50 м^2/год
4.2	Металізація	∅12 А240С	Електрометалізатор	ЭМ-9	до 1,4 кг напилювання за годину

4.5 Розрахунок необхідної кількості устаткування

Кількість устаткування (табл.4.6), потрібного для забезпечення річного обсягу випуску арматурних каркасів, визначаємо за формулою:

$$N = \frac{V_{год.об.}}{П_{орг}} = \frac{V_{год.об.}}{П_м \cdot К_{орг}},$$

де $V_{год.об}$ – годинний обсяг арматурно-зварювальних робіт;

$П_{орг}$ і $П_м$ – відповідно організаційна і машинна продуктивність верстатів;

$К_{орг}$ – коефіцієнт організації.

Таблиця 4.6 – Розрахунок необхідної кількості устаткування

Назва устаткування, марка	Машинна продуктивн.	Годинний обсяг робіт	$К_{орг}$	Прийнята кількість, шт.
1	2	3	4	5
Правильно-відрізний автомат И-6022	1890 м за годину	996,65 м за годину	0,7	997/(1890×0,7)=0,75==1
Верстат для стикового зварювання і різання МС-2008	80 зварювань за годину	4 зварювання за годину	0,4	4/(80×0,4)=0,125=1
Верстат для згинання стержнів СМЖ-173А	300 згинань за годину	130 згинань за годину	0,2	130/(300×0,2)=2,17=3
Машина для зварювання плоских каркасів МТМК 3×100	180 м за годину	153,55 м за годину	0,75	154/(180×0,75)=1,14==2
Верстат для згинання сіток СМЖ-353	150 згинань за годину	10 згинань за годину	0,5	10/(150×0,5)=0,13=1

Продовження таблиці 4.6

1	2	3	4	5
Вертикальний кондуктор для складання просторових каркасів СМЖ-286А	800 зварних точок за годину	1130 точок за годину	1	1130/(800×1)=1,41=2
Електрометалізатор ЭМ-9	1,4 кг розплавленого дроту за годину	39 кг закладних деталей за годину	0,6	39/(1,4×50×0,6)=0,93 =1

Порядок виконання роботи

Кожен студент згідно свого номеру за списком журналу повинен виконати розрахунок в потребі устаткування для забезпечення річного обсягу виробництва, наведеного у табл. 4.7. Усі інші розрахункові показники залишаються без змін.

Таблиця 4.7

№ за списком	Річний обсяг, м^3	№ за списком	Річний обсяг, м^3	№ за списком	Річний обсяг, м^3
1	21000	11	37000	21	43000
2	25400	12	42000	22	48400
3	30500	13	47500	23	53000
4	35000	14	52000	24	58200
5	40000	15	57000	25	63000
6	45000	16	62000	26	24000
7	50500	17	23000	27	29000
8	22000	18	28000	28	34000
9	27000	19	33000	29	39300
10	32000	20	38000	30	42500

Лабораторна робота №5
ВИЗНАЧЕННЯ НАПРУГ В АРМАТУРІ

Мета роботи – вивчити будову і принцип дії приладу ВПН-6 (ИПН-6 рос.). Практично освоїти прилад і методику визначення напруг в арматурі.

Прилади, устаткування, зразки: прилад ВПН-6 у комплекті; стенди для натягу арматури на упори; зразки натягнутої на упори арматурної сталі діаметром 5, 10, 12 мм.

5.1 Призначення і принцип дії ВПН-6

Прилад ВПН-6 призначений для виміру напруги в попередньо натягнутій арматурі при виготовленні попередньо напружених конструкцій і для тарування манометрів на стендах натягу арматури. Загальний вигляд приладу зображено на рис. 5.1.

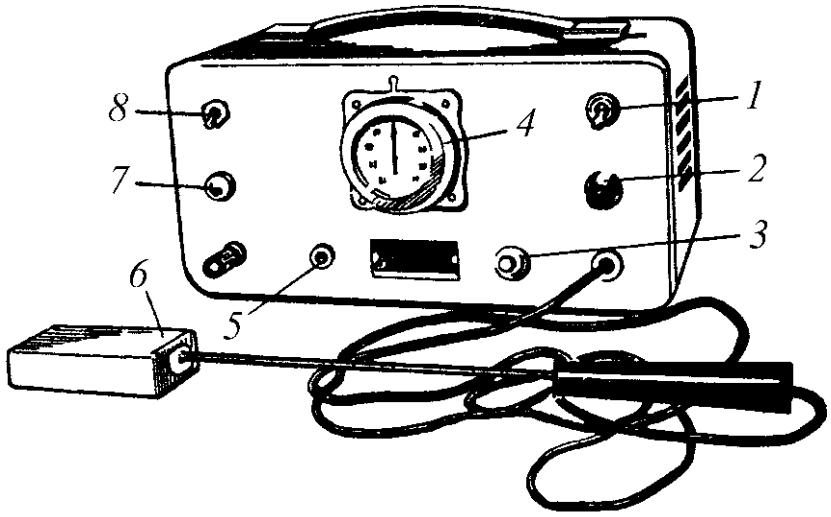


Рис. 5.1 – Прилад ВПН-6 для визначення величини натягу арматури:
1 – вимикач; 2 – запобіжник; 3 – важіль для встановлення режиму роботи;
4 – лічильник імпульсів; 5 – важільне підстроювання приладу;
6 – індукційний датчик; 7 – сигнальна лампа; 8 – кнопка пуску

Принцип дії приладу заснований на використанні фізичної залежності частоти першого тону гармонійних коливань натягнутої арматури від напруги в ній.

Індукційний датчик призначений для перетворення механічних коливань арматурного стержня в електрорушійну силу з частотою коливань арматурного стержня. Він складається з котушки індуктивності і двох постійних магнітів.

Реле часу призначається для фіксування роботи приладу протягом 10 с.

Прилад ВПН-6 характеризується наступними технічними даними:

- напруга виміряється в стержнях довжиною l = 5 м і більше;
- діапазон виміру напруг від 1000 до 20000 кгс/см^2;
- напруги можуть бути вимірювані в усіх видах сталевої арматури;
- погрішність виміру за допомогою приладу – 4 %;
- тривалість кожного виміру – 10 с;
- товщина індукційного датчика – 25 мм;
- прилад може бути використаним у діапазоні температур навколишнього середовища (повітря) від –20 до +50°С.

5.2 Основні вимоги до роботи з приладом і порядок випробувань

Робоча поверхня датчика повинна бути перпендикулярною до площини вільних механічних коливань стержня арматури, натягнутого на стенд.

Натягнутий стержень арматури повинен перебувати в умовах, не перешкоджаючих вільним коливанням.

Вільні механічні коливання арматурного стержня викликаються механічним ударом по ньому. При цьому сила удару повинна бути зворотно пропорційною довжині арматурного стержня.

Зазор між арматурним стержнем і робочою поверхнею датчика в залежності від довжини стержня коливається від 3 до 20 мм.

Для забезпечення нерухомості індукційного датчика його можна вперти в опалубку або спеціальну опору.

При підрахунку кількості коливань арматурного стержня електромеханічний лічильник повинен працювати рівно, без перебоїв.

Значення напруги в арматурному стержні визначається за формулою, кгс/см^2:

$$\sigma_a = 0{,}319 \cdot 10^{-6} \cdot l^2 \cdot N^2, \qquad (5.1)$$

де l – довжина арматурного стержня, см;

N – кількість коливань арматурного стержня за показниками приладу.

Кожна ланка студентів визначає напругу в попередньо натягнутих на упори стенда (форми) арматурних стержнях. У табл. 5.1 записується не менше 10 показань приладу ВПН-6 по випробуванню кожного зразка арматури. Визначаються напруги для кожного з показань приладу.

Таблиця 5.1

№ п/п	Діаметр арма-тури, мм	Довжина арматур-ного стержня, см	Кількість коливань	σ_a	$\overline{\sigma}_a$	$\sigma_a - \overline{\sigma}_a$	Статистичні характеристики		
							σ	$C_v = \frac{\sigma}{\overline{\sigma}_a}$	K=1-3C$_v$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Після статистичної обробки даних вимірів кожен студент записує висновки по роботі, у яких відзначається значення напруги в арматурному стержні та відповідність показань приладу і методики проведення випробувань існуючим вимогам.

Лабораторна робота №6
ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОГО РЕЖИМУ ТЕРМІЧНОГО ЗМІЦНЕННЯ АРМАТУРНОЇ СТАЛІ

Мета роботи – освоїти методику термічного зміцнення арматурної сталі і визначити твердість одним з способів, наприклад, за Бринеллем; оцінити ступінь зміни властивостей арматури за зміненням твердості сталі в результаті термозміцнення.

Прилади, устаткування, зразки: прилад ТШ-2; піч чи електропристрій для розігріву сталі; пристрій для загартовування і відпускання сталі; верстат для розпилювання арматурного стержня на зразки для випробувань; шліфувально-полірувальний верстат; зразки арматурної сталі; мікроскоп зі шкалою вимірів типу М-20.

6.1 Загальні положення

Ступінь термічного впливу на структуру арматурної сталі і зміни механічних властивостей арматури може оцінюватися шляхом визначення твердості сталі по Бринеллю.

Термічне зміцнення арматурної сталі полягає в тепловому впливі на її структуру для зміни властивостей сталі в потрібному напрямку. Ціль термічної обробки полягає в тому, щоб нагріванням арматури добитися необхідних змін структури сталі і закріпити ці зміни. Потрібних змін можна досягти загартовуванням і відпусканням арматури. В останні роки на заводах збірного залізобетону набуло широкого застосування електротермозміцнення арматурної сталі, в процесі якого змінюється будова арматурної сталі на субмікро- і мікроскопічному рівнях.

Електротермозміцнення приводить до утворення дефектів в елементарних комірках сталі, викликаних тетрагональністю решітки, і до утворення мікрозернистої структури, при якій сталь володіє підвищеними механічними властивостями.

Механічні властивості термічно зміцненої арматури залежать від режимів електрозміцнення і хімічного складу сталі. Мінімально припустимі середні значення тимчасового опору і подовження термозміцненої сталі діаметром від 12 до 24 мм безпосередньо залежать від температури загартовування у воді й низькотемпературного відпускання (табл. 6.1).

Відповідно до даних табл. 6.1 температура загартовування сталі марки Ст5 для одержання арматури класу $A_т$-IV знаходиться в межах 800...930°С.

Для одержання арматури класу $A_т$-V зі сталі марки 25Г2С найбільш ефективна температура 900...930°С, а для сталі марки 35ГС – 800...950°С. Велике значення має температура відпускання, неправильний вибір якої викликає різку зміну механічних властивостей сталі. Оптимальна температура відпускання для сталі марки Ст5 – 250...300°С. Порушення режимів електротермічного зміцнення арматури може привести до різкого зниження механічних властивостей сталі або підвищення її крихкості, а

також до утворення високодисперсних структур. Відповідність класів арматурної сталі новій класифікації згідно ДСТУ наведена в Додатку Б.

Таблиця 6.1 – Механічні властивості електротермічно зміцненої арматури в залежності від температури загартовування

Температура загартовування, °С	Марка сталі					
	Ст5		25Г2С		35ГС	
	$\sigma_{тимч}$, кгс/мм^2	δ, %	$\sigma_{тимч}$, кгс/мм^2	δ, %	$\sigma_{тимч}$, кгс/мм^2	δ, %
850	93,7	11	96	12	137	10,4
880	103,5	10,5	102	11,2	150	11,8
900	105,5	8	138	10,4	155	11,4
910	105,5	8,6	136	11	156	9,6
930	106,5	8	130	9,8	157	9
950	99	7,6	122	9	153	8,4

Зміна механічних властивостей арматурної сталі в результаті термозміцнення може контролюватися виміром твердості сталі до термообробки і після неї.

6.2 Методика виміру твердості металів

Вимір твердості металів проводиться методом вдавлювання сталевої кульки відповідно до ГОСТ 9012-59* на приладі ТШ-2 методом Бринелля. Прилад призначений для виміру твердості циліндричних зразків арматурної сталі на плоскій поверхні поперечного перерізу.

Весь процес випробування здійснюється піднімальним механізмом, що приводиться в дію через редуктор електродвигуна. У приладі застосований механізм навантаження важільного типу з передаточним відношенням 1:50, розташований у верхній частині станини.

Чистота випробуваної поверхні повинна бути не нижчою за 6 відповідно до ГОСТ 2789-73*. Допускається проведення випробувань виробів з меншою чистотою поверхні, але при цьому варто враховувати погрішності при вимірі через нечітке зображення ліній, що утворилися від вдавлювання кулі.

Висота випробуваного зразка-циліндра повинна бути не меншою за десятикратну глибину відбитка. Для визначення твердості зразків з листового металевого прокату можна накладати їх один на інший для утворення достатньої товщини. При випробуванні катаного матеріалу рекомендується робити відбитки перпендикулярно до напрямку прокатки.

Перед проведенням випробувань необхідно, в залежності від характеру виробу, вибрати значення випробуваного навантаження і відповідний діаметр за табл. 6.2.

Обравши за табл. 6.2 навантаження і відповідний діаметр кульки, на підвіску встановлюють набір вантажів, враховуючи, що важільна система з

підвіскою створює відповідне навантаження – 187,5 кгс. Випробуваний зразок розміщують на столику і підтискають його маховиком до упора з кулькою. Необхідна витримка під навантаженням встановлюється по шкалі і чаші, розташованій з правої сторони приладу. Чаша з поділками часу витримки 10, 30 і 60 с ставиться відповідною рискою заданої витримки проти риски орієнтованої твердості. Коригування витримки проводиться поворотом за годинниковою стрілкою (час витримки зменшується). Налагоджування шкали залишається постійним для будь-якої твердості і часу витримки в межах даного навантаження. При зміненні навантаження налагоджування шкали проводиться заново.

Таблиця 6.2 – Залежність навантаження при випробуваннях і діаметра кулі від виду металу

Матеріал	Твердість за Бринеллем, кгс/мм^2	Товщина випробуваного зразка, мм	Діаметр кульки, мм	Навантаження *P*, кгс	Час витримки під навантаженням, с
Чорні метали	140...450	Від 6 до 3 Від 4 до 2 Менша за 2	10 5 2,5	3000 750 187,5	10
Чорні метали	140	Більша за 6 Від 6 до 3	10 5	1000 250	10
Кольорові метали і сплави (мідь, латунь, бронза, магнієві сплави і т.д.)	130	Від 6 до 3 Від 4 до 2 Менша за 2	10 5 2,5	3000 750 187,5	30
Кольорові метали і сплави (мідь, латунь, бронза, магнієві сплави і т.д.)	35...130	Від 9 до 3 Від 6 до 3	10 5	1000 250	30
Кольорові метали і сплави (алюміній, підшипникові сплави і т.д.)	8...35	Більша за 6	10	250	60

Центр кульки повинен знаходитись від краю зразка на відстані не меншій за 2,5 її діаметрів, а від центра відбитка – не меншій за 4 діаметри. Діаметри отриманих відбитків повинні знаходитись в межах від 0,2 до 0,6 діаметра кульки. У противному випадку випробування недійсне. На приладі можна випробовувати метали з твердістю не більшою за НВ 450 і не меншою за 8 одиниць твердості НВ.

Після випробувань відбиток заміряється мікроскопом у двох взаємно перпендикулярних напрямках. Для визначення числа твердості необхідно зробити не менше 10 відбитків і їх вимірів. Результати заносяться в табл. 6.3 і їх обробляють методом математичної статистики.

Точність виміру не повинна перевищувати 2% розміру відбитка при вимірі діаметра відбитків кульок діаметром 10 і 5 мм, а при випробуванні кулькою діаметром 2,5 мм – не більшою за 0,01 мм.

За визначеним діаметром відбитка, відомим навантаженням і діаметром кульки твердість НВ визначається за таблицею, прикладеною до мікроскопа або таблицею ГОСТ 9012-59* з округленням результатів до цілого числа для металів із твердістю меншою за 100 кгс/мм^2.

Таблиця 6.3 – Результати виміру твердості металів і статистичної обробки експериментальних даних

Шифр зразка	Номер від-битка	Діаметр відбитка, мм	HB_i	$\overline{HB}$	$\overline{HB} - HB_i$	$\left(\overline{HB} - HB_i\right)^2$	$\sigma_{НВ}$	$C_v = \frac{\sigma_{HB}}{\overline{HB}}$	K=1-3C$_v$
			кгс/мм^2						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Число твердості також може бути обчислене за формулою, кгс/мм^2:

$$HB = \frac{2P}{\pi D\left(D - \sqrt{D^2 - d^2}\right)}, \qquad (6.1)$$

де P – навантаження на кульку, кгс;

D – діаметр кульки, мм;

d – діаметр відбитка, мм.

Число твердості в усіх випадках позначається НВ і біля нього ставиться ціле число, а одиниця розмірності (кгс/мм^2) опускається.

Результати статистичної обробки аналізуються, після чого в журналі лабораторних робіт записуються відповідні висновки про ступінь зміни твердості і механічних властивостей арматурної сталі при різних режимах електротермозміцнення. Обирається найбільш ефективний режим зміцнення.

Додаток А

Таблиця А.1

Механічні властивості арматурного прокату та результати випробувань на загин

Клас арматурного прокату за ДСТУ 3760-98	Температура електронагріву, °С	Механічні властивості						Випробування на загин в холодному стані, кут загину, град	Діаметр оправки ($d_н$ – номінальний діаметр прутка)
		тимчасовий опір розриву, $\sigma_{тимч}$, Н/мм^2	умовна (фізична) границя текучості, $\sigma_{0,2}$ ($\sigma_т$), Н/мм^2	відносне подовження після розриву, δ_5,%	відносне рівномірне подовження після розриву, $\delta_р$,%	повне відносне подовження при максимальному навантаженні, δ_{max},%	початковий модуль пружності, $E\times10^{-4}$, Н/мм^2		
		не менше							
А240С	–	370	240	25	–	–	21	180	$0{,}5d_н$
А300С	–	490	290	19	–	2,5	21	180	$3d_н$
А400С	–	500	400	16	–	2,5	20	90	$3d_н$
А500С	–	600	500	14	–	2,5	19	90	$3d_н$
А600 А600С А600К	400	800	600	12	4	2,5	19	45	$5d_н$
А800 А800К	400	1000	800	8	2	3,5	19	45	$5d_н$
А1000	450	1250	1000	7	2	3,5	19	45	$5d_н$

Додаток Б

Таблиця Б.1

Відомості про зміни в номенклатурі класів арматурного прокату, марок та номінальних діаметрів арматури

Клас арматурного прокату за ДСТУ 3760-98	Номінальний діаметр, мм	Марка сталі при виготовленні прокату за ДСТУ 3760-98	Позначення в чинних нормативних документах та нормативних документах, що діяли раніше		
			Вид арматури, стандарт	Клас арматури	Марка сталі
1	2	3	4	5	6
А240С	6-40 6-18	Ст3кп Ст3пс Ст3сп Ст3кп Ст3пс Ст3сп Ст3Гпс	Стержнева гарячекатана гладка, ГОСТ 5781-82, ГОСТ 380-94	А-I А-I	Ст3кп3 Ст3пс3 Ст3сп3 ВСт3кп2 ВСт3пс2 ВСт3сп2 ВСт3Гпс2
А300С	10-40 40-80 10-32	Ст5сп Ст5пс 18Г2С 10ГТ	Стержнева гарячекатана періодичного профілю, ГОСТ 5781-82	А-II(А300) А-II Ас-II(Ас300) Ас-II	ВСт5сп2 ВСт5пс2 18Г2С 10ГТ
А400С	6-40	– 25Г2С[1)] –	Стержнева гарячекатана періодичного профілю, ГОСТ 5781-82	А-III(А400) А-III	35ГС 25Г2С 32Г2Рпс
	6-40	Ст3сп[2)] Ст3пс[2)] Ст3Гпс[2)] Ст5сп[3)] Ст5пс[3)]	Стержнева термомеханічно зміцнена періодичного профілю, ГОСТ 10884-94	Ат400С Ат-IIIС	Ст3сп Ст3пс – БСт5сп БСт5пс
А500С[2),4)]	6-40	Ст5сп Ст5пс Ст3пс[2)] Ст3Гпс[2)] 25Г2С[2)]	Те ж саме	–	Ст5сп Ст5пс – – –
А600С	10-40	25Г2С – 27ГС[2)]	Те ж саме	Ат600С Ат-IVС	25Г2С 28С 27ГС
	10-32	20ХГ2Ц	Стержнева гарячекатана періодичного профілю, ГОСТ 5781-82	А-IV(А600) А-IV	20ЧГ2Ц

Продовження таблиці Б.1

1	2	3	4	5	6
А600	10-40	–	Те ж саме	А-IV(А600) А-IV	80С
		20ГС	Стержнева термомеханічно зміцнена періодичного профілю, ГОСТ 10884-94	Ат600 Ат-IV	20ГС
А600К	10-40	10ГС2 08Г2С –	Те ж саме	Ат600К Ат-IVК	10ГС2 08Г2С 25С2Р
А800С[5)]	10-32	23Х2Г2Т[1)]	Стержнева гарячекатана періодичного профілю, ГОСТ 5781-82	А-V(А800) А-V	23Х2Г2Т
	10-28 10-28	20ГС[1)] 10ГС2[1)] 20ГС2[1)] 08Г2С[1)] 25Г2С[1)] 28С[1)] 20ХГС2[1)]	Стержнева термомеханічно зміцнена періодичного профілю, ГОСТ 10884-94	Ат800 Ат-V Ат-VСК	20ГС 10ГС2 20ГС2 08Г2С 25Г2С 28С 20ХГС2
А800	10-32	20ГС 10ГС2 20ГС2 08Г2С 25Г2С 28С 22С[2)]	Те ж саме	Ат800 Ат-V	20ГС 10ГС2 20ГС2 08Г2С 25Г2С 28С 22С
А800К	18-32	20ГС 25С2Р 20ХГС2[2)]	Те ж саме	Ат800К Ат-VК	20ГС 25С2Р –

Примітки:

[1)] – при типах з'єднань та засобах зварювання за ГОСТ 14098-91;

[2)] – дозволяється застосування після внесення змін до нормативних документів;

[3)] – при типах з'єднань та способах зварювання за ДСТУ 3760-98, додаток Б;

[4)] – зварювання дозволяється після внесення змін до ГОСТ 14098-91;

Додаток В

Схема
прокатной маркировки продукции
предприятий Украины

Схема маркування арматурного прокату:

– дві суміжні позначки або пропуски виступів – початок відліку;

– кількість поперечних виступів, що позначає підприємство (таблиця В.1);

– одна позначка або пропуск виступу;

– кількість поперечних виступів, що позначає клас прокату (таблиця В.2);

– одна позначка або пропуск виступу.

У таблиці В.1 наведено позначення підприємств-виробників арматурного прокату в Україні, у таблиці В.2 – позначення класів арматурного прокату.

Таблиця В.1

Підприємство	Кількість виступів
ВАТ «Міттал Стіл Кривий Ріг»	2
ВАТ «Дніпровський меткомбінат»	3
ВАТ «Донецький металопрокатний завод»	4
ВАТ «Донецький металургійний завод»	5
ВАТ «Макіївський меткомбінат»	6
ВАТ «Єнакієвський метзавод»	7
Краматорський метзавод	8
ВАТ «Запорізький сталепрокатний завод»	9

Примітка. Кількість виступів може бути змінена після узгодження умов прокатного маркування з іншими державами СНД

Таблиця В.2

Клас прокату	А300С	А400С	А500С	А600С, А600	800К, А800	А1000
Кількість виступів	2	3	1	4	5	6

На рис. В.1а наведено приклад схеми прокатного маркування з пропусками виступів на прикладі підприємства ВАТ «Міттал Стіл Кривий Ріг» арматурного прокату класу А400 (2 пропуски – початок відліку, 2 виступи між пропусками – ВАТ «Міттал Стіл Кривий Ріг», 3 виступи між пропусками – клас А400С).

На рис. В.1б наведено схему прокатного маркування на прикладі ВАТ «Дніпровський меткомбінат» арматурного прокату класу А400 шляхом

нанесення точок на поперечні виступи (2 точки – початок відліку, 3 виступи між точками - ВАТ «Дніпровський меткомбінат», 3 виступи між точками – клас А400С).

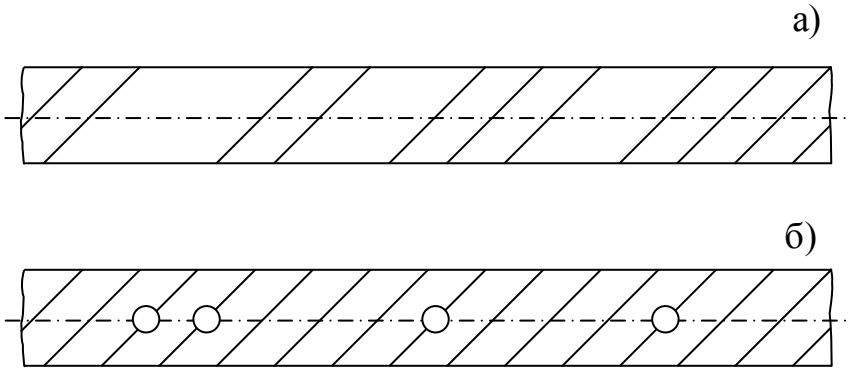


Рис. В.1

Література

1. Золотаревский В.С. Механические испытания и свойства металлов / Под ред. И.И.Новикова. – М.: Изд-во «Металлургия». – 1974. – 304 с.
2. Прикін Б.В., Борщ І.М., Коробкова О.М. Арматура і арматурні вироби у виробництві збірного залізобетону. – К.: Вища школа, 1973. – 254 с.
3. Румшинский Л.З. Математическая обработка результатов эксперимента: Справочное пособие. – М.: Наука, 1971. – 192 с.
4. Чепуренко В.Г., Нижник В.Г., Соколова Н.И. Вычисление погрешностей измерений: Учебно-методическое пособие. – Киев: Вища школа, 1978.- 40 с.
5. ДБН А.3.1-7-96. Управление, организация и технология. Производство бетонных и железобетонных изделий.
6. ДСТУ 2251-93 (ГОСТ 8509-93). Кутики сталеві гарячекатані рівнополичні. Сортамент.
7. ДСТУ 2254-93 (ГОСТ 19771-93). Кутики сталеві гнуті рівнополичні. Сортамент.
8. ДСТУ 2255-93 (ГОСТ 19772-93). Кутики сталеві гнуті нерівнополичні. Сортамент.
9. ДСТУ 2953-94. Сталь арматурна. Методи випробувань згинанням та розгинанням.
10. ДСТУ 3008:2015. Інформація і документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлення.
11. ДСТУ 3436-96 (ГОСТ 8240-97). Швелери сталеві гарячекатані. Сортамент.
12. ДСТУ 3683-98. Катанка сталева канатна. Технічні умови.
13. ДСТУ 3760:2006. Прокат арматурний для залізобетонних конструкцій. Загальні технічні умови.
14. ДСТУ Б В.2.6-4-95 (ГОСТ 22904-93). Конструкції будинків і споруд. Конструкції залізобетонні. Магнітний метод визначення товщини захисного шару бетону і розташування арматури.
15. ГОСТ 25.503-97. Расчеты и испытания на прочность. Методы механических испытаний металлов. Метод испытания на сжатие.
16. ГОСТ 103-76. Полоса стальная горячекатаная. Сортамент.
17. ГОСТ 380-94. Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки.
18. ГОСТ 1497-84 (ИСО 6892-84). Металлы. Методы испытания на растяжение.
19. ГОСТ 1545-80. Проволока. Метод испытания на скручивание.
20. ГОСТ 1579-93. Проволока. Метод испытания на перегиб.
21. ГОСТ 2333-80. Проволока стальная. Типы.
22. ГОСТ 2601-84. Сварка металлов. Термины и определения основных

понятий.
23. ГОСТ 2771-81. Проволока круглая холоднотянутая. Сортамент.
24. ГОСТ 2999-75. Металлы и сплавы. Метод измерения твердости по Виккерсу.
25. ГОСТ 3242-79. Соединения сварные. Методы контроля качества.
26. ГОСТ 3248-81. Металлы. Метод испытания на ползучесть.
27. ГОСТ 3282-74. Проволока стальная низкоуглеродистая общего назначения. Технические условия.
28. ГОСТ 3565-80. Металлы. Метод испытания на кручение.
29. ГОСТ 5663-79. Проволока стальная углеродистая для холодной высадки. Технические условия.
30. ГОСТ 5781-82. Сталь горячекатаная для армирования железобетонных конструкций. Технические условия.
31. ГОСТ 6727-80. Проволока из низкоуглеродистой стали холоднотянутая для армирования железобетонных конструкций. Технические условия.
32. ГОСТ 6996-66. Сварные соединения. Методы определения механических свойств.
33. ГОСТ 7268-82. Сталь. Метод определения склонности к механическому старению по испытанию на ударный изгиб.
34. ГОСТ 7348-81. Проволока из углеродистой стали для армирования предварительно напряженных железобетонных конструкций.
35. ГОСТ 7372-79. Проволока стальная канатная. Технические условия.
36. ГОСТ 7564-97. Прокат. Общие правила отбора проб, заготовок и образцов для механических и технологических испытаний.
37. ГОСТ 8239-89. Двутавры стальные горячекатанные. Сортамент.
38. ГОСТ 8478-81. Сетки сварные для железобетонных конструкций. Технические условия.
39. ГОСТ 8510-86. Уголки стальные горячекатаные неравнополочные. Сортамент.
40. ГОСТ 8818-73. Металлы. Метод испытания на расплющивание.
41. ГОСТ 9012-59 (ИСО 410-82, ИСО 6506-87). Металлы. Метод измерения твердости по Бринеллю.
42. ГОСТ 9013-59 (ИСО 6508-86). Металлы. Методы измерения твердости по Роквеллу.
43. ГОСТ 9450-76. Измерение микротвердости вдавливанием алмазных наконечников.
44. ГОСТ 9454-78. Металлы. Метод испытания на ударный изгиб при пониженных, комнатной и повышенных температурах.
45. ГОСТ 10145-81. Металлы. Метод испытания на длительную прочность.
46. ГОСТ 10446-80. Проволока. Метод испытания на растяжение.
47. ГОСТ 10447-80. Проволока. Метод испытания на навивание.

48. ГОСТ 10884-94. Сталь арматурная термомеханически упрочненная для железобетонных конструкций. Технические условия.
49. ГОСТ 10922-90. Арматурные и закладные детали сварные, соединения сварные арматуры и закладных деталей железобетонных конструкций. Общие технические условия.
50. ГОСТ 12004-81. Сталь арматурная. Методы испытаний на растяжение.
51. ГОСТ 12503-75. Сталь. Методы ультразвукового контроля. Общие требования.
52. ГОСТ 13840-68. Канаты стальные арматурные 1×7. Технические условия.
53. ГОСТ 14019-80 (ИСО 7438-85). Металлы. Методы испытания на изгиб.
54. ГОСТ 14098-91. Соединения сварные арматуры и закладных изделий железобетонных конструкций. Типы, конструкция и размеры.
55. ГОСТ 18321-73. Статистический контроль качества. Методы случайного отбора выборок штучной продукции.
56. ГОСТ 18661-73. Сталь. Измерение твердости методом ударного отпечатка.
57. ГОСТ 18835-73. Металлы. Метод измерения пластической твердости.
58. ГОСТ 19425-74. Балки двутавровые и швеллеры стальные специальные. Сортамент.
59. ГОСТ 19521-74. Сварка металлов. Классификация.
60. ГОСТ 22362-77. Конструкции железобетонные. Методы измерения силы натяжения арматуры.
61. ГОСТ 22761-77. Металлы и сплавы. Метод измерения твердости по Бринеллю переносными твердомерами статического действия.
62. ГОСТ 22762-77. Металлы и сплавы. Метод измерения твердости на пределе текучести вдавливанием шара.
63. ГОСТ 22975-78. Металлы и сплавы. Метод измерения твердости по Роквеллу при малых нагрузках (по Супер-Роквеллу).
64. ГОСТ 23273-78. Металлы и сплавы. Измерение твердости методом упругого отскока бойка (по Шору).
65. ГОСТ 23279-85. Сетки арматурные сварные для железобетонных конструкций и изделий. Общие технические условия.
66. ГОСТ 26007-83. Расчеты и испытания на прочность. Методы механических испытаний металлов. Методы испытаний на релаксацию напряжений.
67. ГОСТ 28334-89. Проволока и канаты стальные для армирования предварительно напряженных железобетонных конструкций. Метод испытания на релаксацию при постоянной деформации.
68. ГОСТ 29273-92. Свариваемость. Определения.

ЗМІСТ

	Стор.
Вступ	3
Лабораторна робота №1.Статистична обробка результатів випробувань зразків арматурної сталі та визначення її класу…….	4
Лабораторна робота №2.Визначення міцнісних і деформаційних властивостей арматурної сталі при розтягуванні……	7
Лабораторна робота №3. Визначення динамічної міцності та технологічні випробування арматурної сталі……..	11
Лабораторна робота №4. Технологічні розрахунки при проектуванні виробництва арматурних виробів……..	18
Лабораторна робота №5. Визначення напруг в арматурі……	28
Лабораторна робота №6. Визначення ефективного режиму термічного зміцнення арматурної сталі……	31
Додаток А…….	35
Додаток Б……...	36
Додаток В……...	38
Література……..	40

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Арматура для залізобетонних конструкцій» для студентів напряму підготовки 6.060101 «Будівництво» професійного спрямування «Технології будівельних конструкцій, виробів і матеріалів»

Укладачі: Гіль Юрій Борисович
Кабусь Олексій Васильович
Гасанов Аліяр Баларза огли

Відповідальний за випуск В.П. Сопов

За редакцією авторів

План 2017 р., поз. 994.17 | Формат 60х84 1/16 | Папір друк. №2
Підп. до друку 16.12.16 | Обл.-вид. арк. 1,9
Надруковано на ризографі. | Ум.-друк. арк. 2,1
Тираж 50 прим. | Зам. № 4292 | Безкоштовно.

ХНУБА, 61002, Харків, вул. Сумська, 40

Підготовлено та надруковано РВВ Харківського національного університету будівництва та архітектури