



Національний університет
водного господарства
та природокористування

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства та
природокористування
Кафедра технології будівельних виробів і матеріалознавства

03-09-39

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до курсового проекту

«Технологічне проектування арматурного цеху»

з навчальної дисципліни «*Арматура для залізобетонних
конструкцій*»

для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за
спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія»
денної та заочної форм навчання

Рекомендовано
науково-методичною комісією
зі спеціальності 192
«Будівництво та цивільна
інженерія»
Протокол № 1 від 25.10.2018 р.

Рівне – 2018



Національний університет

Методичні вказівки до курсового проекту „ Технологічне проектування арматурного цеху” з навчальної дисципліни „Арматура для залізобетонних конструкцій” для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія» денної та заочної форм навчання/ О. В. Безусяк, Н. В. Лушнікова, І. В. Ковалик. – Рівне: НУВГП, 2010. – 48 с.

Укладачі: О. В. Безусяк, канд. техн. наук, зав. лабораторії кафедри технології будівельних виробів та матеріалознавства; Н. В. Лушнікова, канд. техн. наук, доцент кафедри архітектури та середовищного дизайну; І. В. Ковалик, канд. техн. наук, ст. викладач кафедри технології будівельних виробів та матеріалознавства.



Національний університет
водного господарства
та природокористування

Відповідальний за випуск – Л. Й. Дворкін, д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри технології будівельних виробів і матеріалознавства.

© О. В. Безусяк, Н. В. Лушнікова,
І. В. Ковалик, 2018
© НУВГП, 2018



ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
ЗАВДАННЯ, ЗМІСТ ТА ПОСЛІДОВНІСТЬ ВИКОНАННЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ.....	5
1.КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА АРМАТУРНИХ ВИРОБІВ.....	6
2.ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ АРМАТУРНИХ ВИРОБІВ.....	9
3.ПРОЕКТУВАННЯ СКЛАДІВ, ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПОСТІВ ТА ЛІНІЙ АРМАТУРНОГО ЦЕХУ.....	10
3.1.Проектування складів арматурного цеху.....	12
3.2.Проектування постів та ліній арматурного цеху.....	14
3.2.1.Заготівлення ненапруженої арматури з пруткової сталі.....	17
3.2.2.Гнуття арматури.....	20
3.2.3.Заготівлення пруткової арматури з дроту в бухтах.....	23
3.2.4.Виготівлення монтажних петель з арматурної сталі в бухтах.....	27
3.2.5.Виготівлення плоских арматурних каркасів.....	32
3.2.6.Виготівлення арматурних сіток.....	34
3.2.7.Виготівлення просторових арматурних каркасів.....	39
3.2.8 Виготівлення закладних деталей.....	40
3.2.9.Виготівлення напруженої арматури.....	42
4.КОМПОНУВАННЯ АРМАТУРНОГО ЦЕХУ.....	45
5.ОСНОВНІ ТЕХНІЧНІ ПОКАЗНИКИ ЦЕХУ.....	46
ЛІТЕРАТУРА.....	48



ВСТУП

Важливим видом діяльності будівельника-технолога є проектування на наукових засадах сучасних методів виконання арматурних робіт при виготовленні залізобетонних конструкцій – звичайних і попередньо-напружених.

В методичних вказівках систематизовано положення, пов'язані з проектуванням технологічних процесів виготовлення арматурних виробів. Основну увагу приділено методиці технологічного проектування арматурного цеху при агрегатно-потоківій формі організації виробничих процесів, коли елементи арматурних виробів переміщуються з поста на пост після виконання відповідних операцій. У вказівках встановлено склад, зміст, порядок аналізу і проектування технологічних процесів виготовлення арматурних виробів.

Методичні вказівки призначені для студентів напряму 6.060101 „Будівництво”, професійного спрямування "Технологія будівельних конструкцій, виробів і матеріалів" денної і заочної форм навчання і можуть бути використані при виконанні курсового проекту з дисципліни «Арматура для залізобетонних конструкцій», а також відповідного розділу дипломного проекту.



ЗАВДАННЯ, ЗМІСТ ТА ПОСЛІДОВНІСТЬ ВИКОНАННЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ

Курсовий проект «Технологічне проектування арматурного цеху» має на меті дати студентам практичні навички в проектуванні арматурних цехів заводів залізобетонних виробів і конструкцій та здійсненні потокового виробництва на заводах збірного залізобетону України, використовуючи знання, здобуті на лекційних та практичних заняттях. Вихідними даними є номенклатура виробів і обсяг продукції (табл. 1).

Завданнями курсового проекту є:

1. Складання конструктивно-технологічної характеристики арматурних виробів.
2. Розробка транспортно-технологічної схеми процесів виготовлення арматурних виробів.
3. Проектування технологічних постів, ліній та складів арматурного цеху.
4. Виконання компонування цеху.
5. Визначення основних технологічних показників цеху.

У курсовому проекті виконується вибір і обґрунтування режиму роботи арматурного цеху, його обладнання, розробка схем організації технологічних постів, ліній та транспортно-технологічної схеми, компонування цеху, визначення основних техніко-економічних показників постів та ліній цеху.

В результаті аналізу конструктивно-технологічних особливостей запропонованих виробів, студенту необхідно виконати їхні креслення із нанесенням основних розмірів, описати та вказати їхнє основне призначення.

Курсовий проект включає в себе:

- 30...50 сторінок пояснювальної записки, в якій наводяться опис та основні розрахунки постів і ліній цеху;
- 10...12 креслень формату А4 з представленням конструктивної характеристики арматурних виробів, схем організації робочих місць постів цеху,



• 1 лист формату А-1, на якому представлено креслення виробів, транспортно-технологічна схема їх виготовлення, компоновка складу арматурної сталі та постів і ліній цеху.

1. КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА АРМАТУРНИХ ВИРОБІВ

Вихідними матеріалами для аналізу конструктивно-технологічної характеристики продукції є робочі креслення і технічні умови на виготовлення і приймання виробів.

Виконання курсового проекту здійснюється відповідно до завдання, приклад якого представлено в табл. 1.

На рис. 1 показано конструктивну характеристику арматурних виробів, вказаних в табл. 1: прямока *П-1*, прямока з гаками *П-2*, напружуваного прутка *Н-1*, відгину *В-1*, монтажної петлі *М-1*, хомута *Х-1*, арматурних каркасів *К-1* і *К-2* та закладної деталі *З-1*.

При цьому слід звернути увагу на наступні особливості.

Прямик П-1 та *елемент плоского каркасу К-1-2* виготовляють із пруткової гарячекатаної сталі періодичного профілю на приводних різальних верстатах.

Прямик з гаками П-2, *відгин В-1*, *елемент плоского каркасу*

К-1-3, *елемент закладної деталі З-1-2* і *хомут Х-1* виготовляють впродовж двох технологічних стадій - різання і гнуття.

Виготовлення *монтажних петель М-1* виконується на лінії напівавтоматичної дії.

Для кращого зчеплення гладкої арматури з бетоном вироби мають гаки. Розмір гака залежить від діаметра арматури і визначається згідно схеми (рис. 2). На схемі (рис. 2) прийнято наступні позначення: d – діаметр арматури, мм; r – радіус загину, мм; k – коефіцієнт, який враховує клас арматурної сталі та її допустиме видовження δ , %. Для арматури класу А240С - $\delta = 25\%$, $k=3$; А400С - $\delta = 19\%$, $k=4$; А600С - $\delta = 14\%$, $k=6$.



Приклад завдання до виконання курсового проекту

1. <i>Постачання арматурної сталі:</i> дроту в бухтах масою 300 кг; прутків в пучках довжиною 10 м; листового прокату розміром 6000×1600×10 мм.							
2. <i>Характеристика арматурних виробів:</i>							
Марка виробу	Годинна потреба	Номер позиції	Клас арматури	Діаметр d , мм	Довжина l , мм	Ширина a , мм	Висота b , мм
П-1	80	1	A400С	12	6000	—	—
П-2	40	1	A240С	14	7000	—	—
Н-1	80	1	A600С	16	6400	—	—
В-1	48	1	A240С	14	6000	—	—
М-1	100	1	A240С	10	—	40	400
Х-1	44	1	A240С	18	—	600	600
К-1	2	1	В-І	4	500	—	—
		2	A400С	16	3000	—	—
		3	A400С	16	—	—	—
К-2	15	1	В-І	4	1000	—	—
		2	В-І	5	4600	—	—
3-1	24	1	Ст3	—	420	400	10
		2	A400С	12	—	—	—

Арматурний каркас К-1 складається із поздовжньої гарячекатаної пруткової арматури періодичного профілю у вигляді прямих і гнутих прутків та поперечних прутків із гладкого дроту. Прутки у вузлах з'єднуються контактноточковим зварюванням.

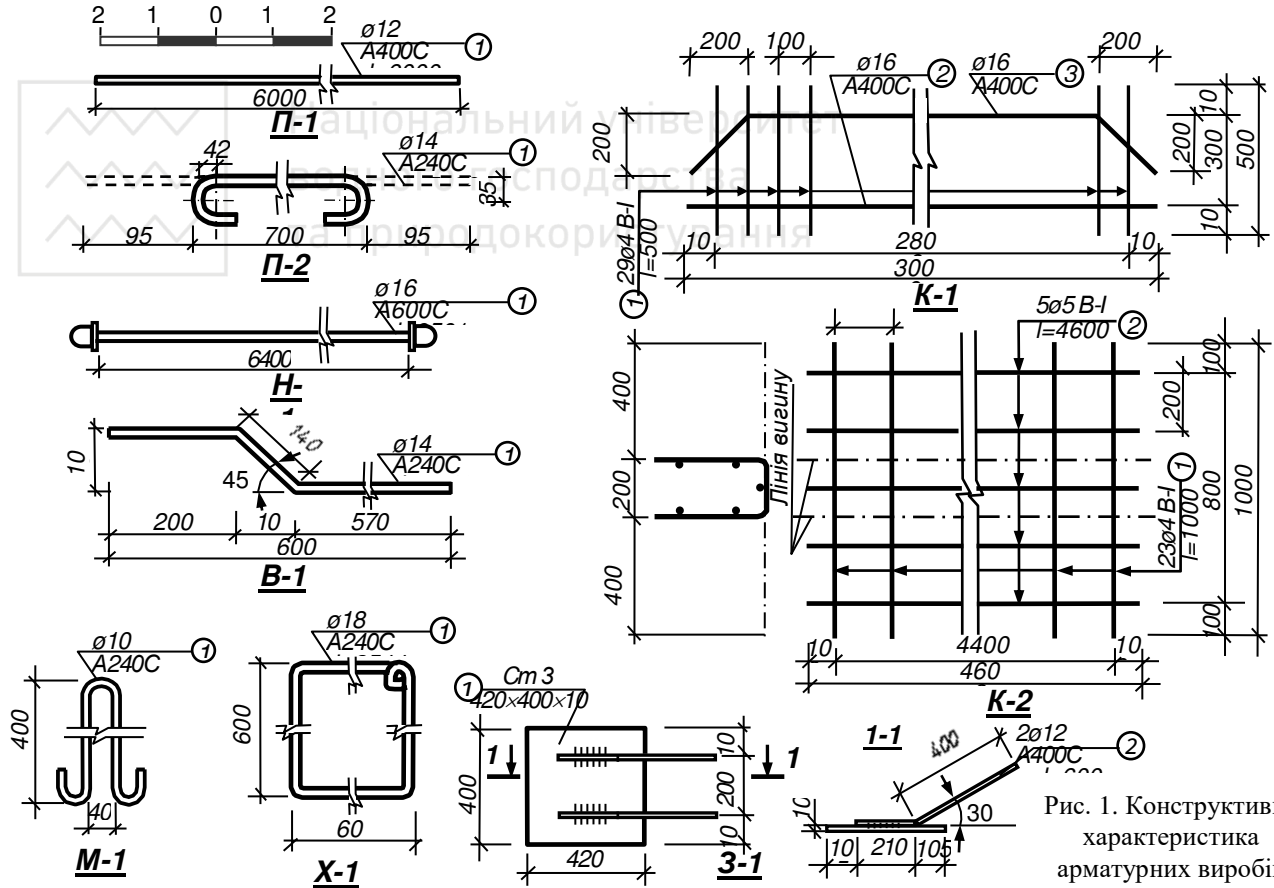


Рис. 1. Конструктивна характеристика арматурних виробів

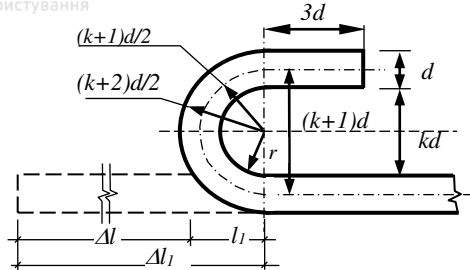


Рис. 2. Схема до визначення радіусів

Виготовлення *просторового каркасу K-2* виконується у дві стадії: спочатку виготовляється сітка, потім із сітки шляхом гнуття виготовляють просторовий каркас.

Технологічний процес виготовлення закладних деталей складається із операцій попереднього заготовлення елементів і з'єднання їх зварюванням. *Елемент 3-1-1* виготовляють шляхом різання листового прокату, а *анкерні прутки 3-1-2* – з гарячекатаної сталі періодичного профілю на приводних верстатах та верстатах для гнуття. *Напружувана арматура* виготовляється на лініях безвідходного заготовлення із гарячекатаної сталі періодичного профілю. Тимчасові анкери утворюються гарячим висадженням кінців прутка на спеціальних верстатах. Довжина заготовки визначається з урахуванням припусків на висадження двох головок ($l_a=2,5d$), запасу, рівного 5 мм , та товщини шайб ($l_w=0,5d$).

Виконавши креслення виробів, студенту необхідно скласти специфікацію арматурної сталі на елемент, на виріб, а також визначити годинну потребу в елементах. При цьому враховується, що густина сталі $\rho = 7850\text{ кг/м}^3$. Маса одного погонного метра арматурної сталі круглого поперечного перерізу приймається згідно із табл. 2.

Таблиця 2

Маса 1 погонного метра арматурної сталі

d, мм	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22
m, кг	0,055	0,099	0,154	0,222	0,395	0,617	0,888	1,210	1,580	2,000	2,470	2,980



Для кожного елемента виробів визначають довжину та масу заготовки, кількість і загальна довжина заготовок на 1 виріб, кількість, загальна довжина заготовок та масу виробів, що виготовляються за годину. Приклад складеної специфікації наведено в табл. 3.

2. ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ АРМАТУРНИХ ВИРОБІВ

Виходячи із конструктивно-технологічних особливостей виробів, характеристики виробничого процесу в проекті передбачено розробку транспортно-технологічної схеми процесу, яка включає зміст, склад і послідовність виконання операцій.

Для виготовлення заданих арматурних виробів необхідно запроєктувати наступні процеси (стадії): 1 – постачання (запас) арматурної сталі; 2 – заготовлення ненапруженої арматури з пруткової сталі; 3 – гнуття арматури; 4 – заготовлення пруткової арматури з дроту в бухтах; 5 – виготовлення монтажних петель з арматурної сталі в бухтах; 6 – зварювання плоских арматурних каркасів; 7 – зварювання сіток; 8 – гнуття сіток (заготовок для каркасів); 9 – різання листового прокату; 10 – зварювання закладних деталей; 11 – заготовлення напруженої арматури з пруткової сталі; 12 – висадження анкерних головок; 13 – складування готових арматурних виробів.

На рис. 3 представлено транспортно-технологічну схему процесів виготовлення арматурних виробів. На схемі за допомогою спеціальних символів показано постачання арматурної сталі на пости, технологічні операції, переміщення арматурних елементів з поста на пост та складування готових виробів. Детальна характеристика операцій окремих стадій наводиться при проектуванні робочих постів та технологічних ліній.

Таблиця 3

Специфікація арматури

Марка виробу	На елемент						На виріб			На годину		
	Номер позиції	Клас арматури	Діаметр, мм	Довжина заготовки, м	Маса 1 п.м., кг	Маса елемента (заготовки), кг	Кількість заготовок шт.	Загальна довжина заготовки, м	Маса виробу, кг	Кількість виробів, шт.	Загальна довжина заготовки, м	Маса арматурної сталі, кг
П - 1	1	A400C	12	6,000	0,888	5,328	1	6	5,328	80	480	426
П - 2	1	A240C	14	7,190	1,210	8,700	1	7,190	8,700	40	288	348
Н - 1	1	A600C	16	6,501	1,580	10,272	1	6,501	10,272	80	520	822
В - 1	1	A240C	14	6,040	1,210	7,308	1	6,040	7,308	48	290	351
М - 1	1	A240C	10	0,954	0,617	0,589	1	0,954	0,589	100	95	59
Х - 1	1	A240C	18	2,544	2,000	5,087	1	2,544	5,087	44	112	224
К - 1	1	В-I	4	0,500	0,099	0,050	29	14,500	1,436	58	29	3
	2	A400C	16	3,000	1,580	4,740	1	3,000	4,740	2	6	9
	3	A400C	16	3,166	1,580	5,002	1	3,166	5,002	2	6,3	10
К - 2	1	В-I	4	1,000	0,099	0,099	23	23,000	2,277	345	345	34
	2	В-I	5	4,600	0,154	0,708	5	23,000	3,542	75	345	53
З - 1	1	Ст3	-	0,420	-	13,190	1	-	13,190	24	-	317
	2	A400C	12	0,610	0,888	0,542	2	1,220	1,083	48	29	26



3. ПРОЕКТУВАННЯ СКЛАДІВ, ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПОСТІВ ТА ЛІНІЙ АРМАТУРНОГО ЦЕХУ

3.1. Проектування складів арматурного цеху

Арматурна сталь і прокатний профіль зберігається на складі цеху, який розраховується на 20...25 діб виробничого запасу. Вони складуються у штабелях за класом, діаметром арматури і профілем. Між штабелями створюються вільні проходи шириною 0,5...1,0 м. Розвантаження арматури з вагонів або автомобілів виконується мостовим краном вантажопідйомністю 10 т або автомобільними кранами ланкою у складі трьох чоловік: машиніста крана та двох стропальників.

При розрахунках площ штабелів використовуються норми технологічного проектування складів арматурної сталі (табл. 4).

При цьому довжина штабеля арматурної сталі як правило визначається довжиною пруткової арматури в пучках, що постачається із заводу. Висота штабеля арматурної сталі знаходиться за формулою:

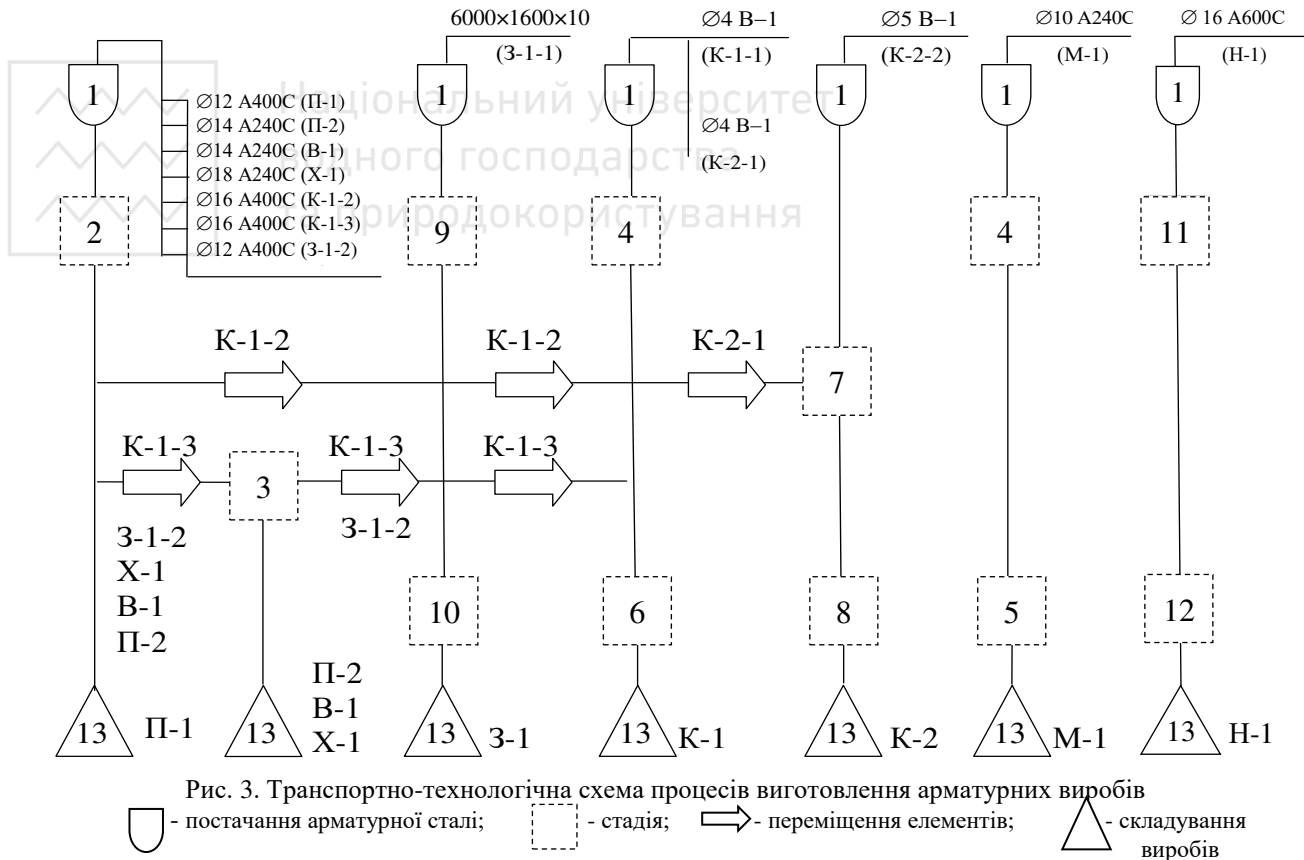
$$h = N_c / (\rho K), \quad (1)$$

де N_c – маса металу, розміщеного на 1 м^2 площі складу; кг; ρ – густина металу, $\rho = 7850 \text{ кг/м}^3$; K – коефіцієнт, який враховує форму поперечного перерізу арматури: для круглої форми $K=0,785$; для листового прокату $K=1$.

Висота штабеля арматурної сталі, яка постачається в бухтах, приймається рівною 1...4 висотам бухт залежно від маси бухти та її зовнішнього діаметру і висоти.

На підставі специфікації арматури (табл. 3) та норм технологічного проектування студент проводить розрахунок розмірів штабелів для складування арматури. Приклад розрахунку представлено в табл. 5; при цьому використано наступні позначення: БХ – арматурна сталь в бухтах; ПР – арматурна сталь у прутках; ЛС - листовая сталь.

Приклад компоновки складу арматурної сталі наведено на рис.4.





Таблиця 4

Норми технологічного проектування складів арматурної сталі

№ з/п	Показники	Одиниці виміру	Норма проектування
1	Запас арматурної сталі	діб	до 25
2	Маса металу, розміщеного на 1 м ² площі:		
	сталь у мотках (бухтах)	т	1,2
	сталь у прутках, сортовий прокат	т	3,2
	сталь листова	т	3,0
3	Відходи арматурної сталі класів:		
	A240С, А400С, А500С	%	2
	A600, А600С, А600К, В-I, Вр-I	%	3
	A800, А800К, А800СК	%	6
	В-II, Вр-II, канати	%	7
	листова сталь для закладних елементів	%	5

3.2. Проектування постів та ліній арматурного цеху

Проектування технологічних постів та ліній арматурного цеху включає вибір необхідного обладнання і оснащення, їхнє компонування та розрахунок. Обладнання вибирається за технічними характеристиками з довідкової літератури.

Розрахунок обладнання ведеться за організаційною продуктивністю:

$$P_o = K_o P_m, \quad (2)$$

де P_m – машинна продуктивність, яка вказана у її паспорті; K_o – коефіцієнт організації виробництва (для правильно – відрізних верстатів і верстатів для гнуття – 0,7; для стикозварювальних машин – 0,85; для одноточкових контактено-зварювальних – 0,25...0,3; для багатоточкових автоматизованих ліній – 0,85; для багатоточкових неавтоматизованих ліній – 0,75; для приводних верстатів при різанні арматурної сталі – 0,2).



Таблиця 5

Складування арматурної сталі

Марка виробу	№ позиції	Розмірність	Маса арматурної сталі для класів і діаметрів арматури								
			A240C			A400C		A600C	B-I		Ст.3
			10	14	18	12	16	16	4	5	-
П-1	1	кг/год				426					
П-2	1	кг/год		348							
Н-1	1	кг/год						822			
В-1	1	кг/год		351							
М-1	1	кг/год	59								
Х-1	1	кг/год			224						
К-1	1	кг/год							3		
	2	кг/год					9				
	3	кг/год					10				
К-2	1	кг/год							34		
	2	кг/год								53	
З-1	1	кг/год									317
	2	кг/год				26					
Всього		кг/год	59	699	224	452	19	822	37	53	317
Вид постачання			БХ*	БХ	ПР*	ПР	ПР	ПР	БХ	БХ	ЛС*
Відходи		%	2	2	2	2	2	3	3	3	5
Маса з врахуванням відходів		кг/год	60	714	240	429	20	847	39	56	333
За зміну		кг	481	5704	1828	3688	155	6773	305	437	2663
За 25 діб		т	12	143	46	92	4	169	8	11	67
За 253 доби		т	122	1443	462	933	39	1714	77	110	674
Норма розташування		т/м ²	1,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	1,2	1,2	3,0
Розрахункова площа штабеля		м ²	10,0	44,6	14,3	28,8	1,2	52,9	6,4	9,1	20,8
Довжина штабеля, l		м	10	10	10	10	10	10	10	10	12
Ширина штабеля, b, м	розрах.		1,00	4,46	1,43	2,88	0,12	5,29	0,64	0,91	1,7
	прийн.		1	4,5	1,5	3	0,5	5,5	1	1	1,6
Висота штабеля, h, м	розрах.		0,19	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,19	0,19	0,41
	прийн.		0,2	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,2	0,2	0,5
Всього			за зміну 22 т			за 25 діб 551 т			за рік 5575 т		

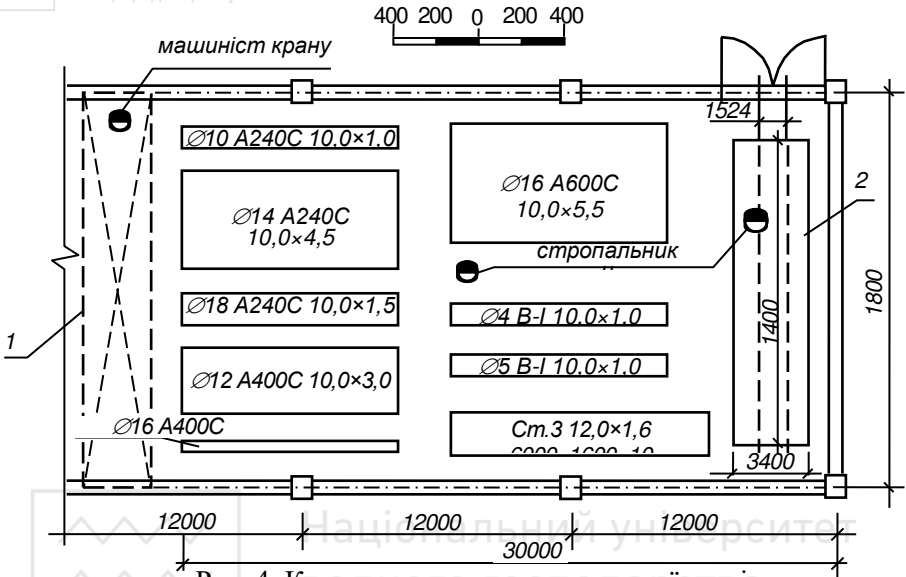


Рис. 4. Компонівка складу арматурної сталі:

1 – мостовий кран; 2 – залізничний вагон

Кількість паралельно діючих постів або ліній визначається за залежністю:

$$m = [R/\Pi_0], \quad (3)$$

де R – плановий такт випуску (планова кількість операцій за годину), шт/год. Квадратні дужки показують, що частка від ділення заокруглюється до цілого числа в більшу сторону.

Вихідні дані для визначення обсягів арматурно-зварювальних робіт (планового такту) та послідовність їхнього виконання встановлюють відповідно до табл. 3 і транспортно-технологічної схеми.

Ефективність роботи машин поста або технологічної лінії визначається коефіцієнтом їхнього використання E , %:

$$E = R/\Sigma\Pi_{0i} \cdot 100, \quad (4)$$

де Π_{0i} – організаційна продуктивність i -того верстата, поста або лінії.

Студенту необхідно для кожного поста або лінії розглянути технологічні операції, прийняти послідовність їх виконання і запроектувати схему організації робочих місць,



вказати кваліфікацію арматурників, та обсяги робіт відповідно до технічних характеристик обладнання та необхідних параметрів його роботи, що наводяться під час розгляду кожного технологічного процесу.

3.2.1. Заготівлення ненапруженої арматури з пруткової сталі

Ненапружену пруткову арматуру класів А240С, А400С ріжуть на електромеханічних приводних верстатах типу СМЖ-172А і СМЖ-322. Технічні характеристики верстатів наведено в табл. 6.

Таблиця 6
Технічні характеристики приводних різальних верстатів

№ з/п	Показники	Тип верстата	
		СМЖ-172А	СМЖ-322
1	Найбільший діаметр арматурної сталі класу, мм:		
	А240С	40	40
	А400С	28	40
2	Кількість ходів ножа за хвилину	33	39
3	Відстань від основи рами до рівня ножів, мм	340	800
4	Потужність двигуна, кВт	3,0	3,5
5	Габаритні розміри, мм:		
	довжина	1100	1540
	ширина	430	590
	висота	790	1030
6	Маса, кг	445	1300

Для ефективного використання обладнання одночасно ріжуть декілька прутків. Їхня кількість залежить від типу верстата, класу арматури, діаметру прутків і приймається за табл. 7.

Приклад розрахунку обсягів робіт при різанні арматури із пруткової сталі для кожного елемента на верстатах СМЖ-172А і СМЖ-322 наводиться в табл. 8, а обладнання – в табл. 9.

Різання пруткової сталі здійснюється ланкою у складі двох арматурників. На рис. 5 наведено приклад схеми організації робочого місця при заготівленні ненапруженої арматури із пруткової гарячекатаної сталі.



Таблиця 7

Рекомендована кількість прутків для одночасного різання

Тип верстата	Клас арматури	Кількість прутків при діаметрі, мм						
		10	12	14	16	18	20	22
СМЖ-172А	А240С	6	5	4	4	3	3	2
	А400С	5	4	3	3	2	2	1
СМЖ-322	А240С	6	5	4	4	3	3	2
	А400С	5	4	3	3	2	2	2

Таблиця 8

Визначення обсягів робіт при різанні арматури з пруткової сталі

Марка виробу	Номер позиції	Клас арматури	Діаметр, мм	Довжина заготовки, м	Год. потреба, шт.	СМЖ-172А		СМЖ-322	
						К-сть прутків в пучку, шт.	К-сть пучків, шт.	К-сть прутків в пучку, шт.	К-сть пучків, шт.
П - 1	1	А400С	12	6,000	80	4	20	4	20
П - 2	1	А240С	14	7,190	40	4	10	4	10
В - 1	1	А240С	14	6,040	48	4	12	4	12
Х - 1	1	А240С	18	2,544	44	3	15	3	15
К - 1	2	А400С	16	3,000	2	3	1	3	1
	3	А400С	16	3,166	2	3	1	3	1
З - 1	2	А400С	12	0,610	48	4	12	4	12
						Σ	70		70

Таблиця 9

Розрахунок обладнання

Тип верстата	Маш. продукт. П _м , р/год	Коефіцієнт організації виробництва, К ₀	Організаційна продуктивність П ₀ , р/год	Год. потреба різання, R	Потреба в обладнанні, м, шт.		Коеф. використання облад., Е, %
					розрахункова	прийнята	
СМЖ-172А	1980	0,20	396	70	0,177	1	18
СМЖ-322	2340	0,20	468	70	0,150	1	15

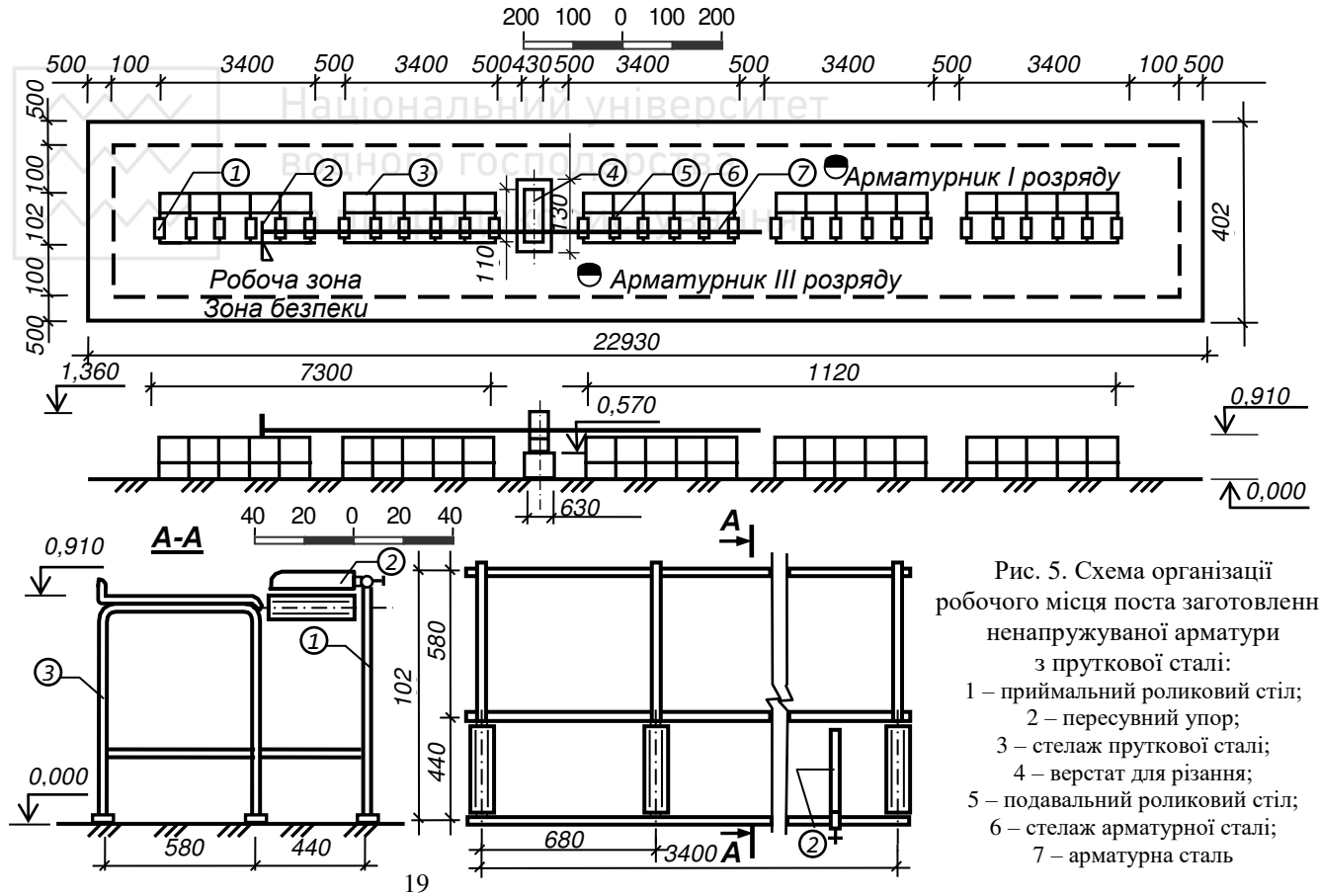


Рис. 5. Схема організації робочого місця поста заготовки ненапруженої арматури з пруткової сталі:
 1 – приймальний роликовий стіл;
 2 – пересувний упор;
 3 – стелаж пруткової сталі;
 4 – верстат для різання;
 5 – подавальний роликовий стіл;
 6 – стелаж арматурної сталі;
 7 – арматурна сталь



Довжина приймального рольганга визначається за максимальною довжиною заготовок, що ріжуться на верстаті. В даному випадку згідно табл. 8 вона становить $7,19$ м. Приймальний рольганг компонується з двох роликівих столів довжиною по $3,4$ м. Довжина подавального рольганга складається з довжин трьох роликівих столів довжиною $3,4$ м кожний і визначається довжиною прутків, які надходять зі складу арматурної сталі. Однаковий рівень роликів рольганга і ножів для різання забезпечується відповідною висотою фундаменту. На стадії різання пруткової арматури (див. рис. 3) виконуються наступні операції (рис. 6):

2.1 – арматурник III розряду встановлює пересувний упор на задану довжину заготовок; 2.2. – арматурник I розряду бере прутки зі стелажа і пучками вкладає їх на подавальний рольганг; 2.3 – арматурник III розряду вирівнює кінці арматурних прутків і відрізує їх за заданим розміром, операція підлягає контролю; 2.4 – арматурник I розряду забирає відрізані заготовки із приймального рольганга і вкладає їх на стелажі або в ящик-контейнер.

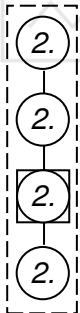


Рис. 6. Транспортно-технологічна схема стадії різання пруткової сталі:

- – технологічна операція;
- ◻ – технологічна операція, яка підлягає контролю

3.2.2. Гнуття арматури

Для гнуття арматури використовуються електромеханічні верстати типу СМЖ-173А та СМЖ-179. Їхні технічні характеристики наведено в табл. 10.

Для ефективного використання обладнання застосовують утримувач В. Кобякова, який дає можливість одночасно загинати декілька прутків одного діаметру. Залежно від діаметра арматури приймається відповідна швидкість обертання робочого диска. Кількість прутків, що підлягають одночасному



гнуттю, визначають за табл. 11. Тип верстата вибирається за класом і діаметром арматури.

Таблиця 10
Технічні характеристики верстатів для гнуття

№ з/п	Показники	Тип верстата	
		СМЖ-173А	СМЖ-179
1	Найбільший діаметр арматурної сталі класу А240С/А400С, мм:	40/32	90/80
2	Мінімальний діаметр арматурної сталі, мм	6	40
3	Число вигинів за годину, шт.	300	40
4	Частота обертання робочого диска, об/хв	3,7; 7,2; 14	0,69
5	Потужність двигуна, кВт	2,8	7,5
6	Габарити, мм :довжина	775	2015
	ширина	806	1540
	висота	670	860
7	Маса, кг	385	2250

Таблиця 11
Рекомендована частота обертання робочого диска та число прутків для одночасного гнуття

Тип верстата	Частота обертання робочого диска, об/хв	Діаметр арматури, мм									
		10	12	14	16	18	20	22	40	90	
СМЖ-173А	3,7	-	-	-	-	-	3	2	1	-	
	7,2	-	6	5	4	3	-	-	-	-	
	14,0	8	-	-	-	-	-	-	-	-	
СМЖ-179	0,69	-	-	-	-	-	-	-	1	1	

Приклад розрахунку технологічних параметрів та обсягу робіт при гнутті арматури для кожного елемента на верстаті СМЖ-173А наводиться в табл. 12, а розрахунок обладнання – в табл. 13.

З табл. 13 видно, що для виконання заданого обсягу робіт необхідно запроектувати два паралельно діючих пости.



Гнуття арматури на кожному посту здійснюється ланкою у складі двох арматурників. Приклад організації робочого місця при гнутті арматури представлено на рис. 7. Робоче місце обладнане верстатом СМЖ-173А, що розташований на фундаменті, та рольгангами зі стелажми. Проміжки між роликми приймального рольганга перекриті дощатим настилом зі знімних щитів. Такий настил полегшує переміщення гнутих заготовок по столах і виконання відгинів в одній площині. Крім цього, на настилі крейдою наносять позначки для відмірювання довжини частин арматури, яка загинається. Короткі заготовки і готові елементи зберігаються у ящиках – контейнерах.

Таблиця 12
Визначення технологічних параметрів та обсягів робіт
при гнутті арматури

Ма- рка ви- роб у	Но- мер по- зиці ї	Кла с арм а- тур и	Диа- метр арма- тури, мм	Дов- жина заго- товки, м	Год. пот- реба, шт.	К-сть прут- ків в пучку, шт.	К- сть пуч- ків, шт.	К-сть відги- нів у елем- нті, шт.	К-сть від- гинів R, шт.	Частота оберта- ння диска, об/хв.
П-2	1	A2 40C	14	7,190	40	5	8	2	16	7,2
В-1	1	A2 40C	14	6,040	48	5	10	2	20	7,2
Х-1	1	A2 40C	18	2,544	44	1	44	5	220	7,2
К-1	3	A4 00C	16	3,166	2	4	1	2	2	7,2
3-1	2	A4 00C	12	0,610	48	6	8	1	8	7,2
Σ									266	



Таблиця 13

Розрахунок обладнання

Тип верста-та	P _м , відг/год	K _о	P _о , відг/год	R, відг/год	Потреба в обладнанні, шт.		E, %
					розрахункова	прийнята	
СМЖ-173А	300	0,7	210	266	1,27	2	63

При гнутті арматури виконуються такі операції:

3.1 – арматурник III розряду шляхом зміни шестерень задає потрібне число обертів за хвилину робочого диска і встановлює змінні загинаючі пристрої; 3.2 – арматурник I розряду бере прутки зі стелажа подавального рольганга або ящика – контейнера, далі арматурники вирівнюють прутки, вкладають їх в утримувач В. Кобякова і фіксують на робочому диску верстату для гнуття; 3.3 – арматурник III розряду вмикає верстат, вигинає заготовки за заданою конфігурацією і вимикає верстат, ця операція підлягає контролю; 3.4 – арматурник I розряду знімає з готових елементів утримувачі В. Кобякова, переміщує їх по приймальному рольгангу і вкладає на стелаж, вироби малих розмірів складають у ящики – контейнери.

3.2.3. Заготівлення пруткової арматури з дроту в бухтах

Пруткова арматура з дроту в бухтах (мотках) заготовлюється на технологічній лінії, до складу якої входять розмотуючі пристрої з консольним краном СМЖ-23А, правильно-відрізний верстат-автомат И-6118, приймально-вимірювальний пристрій та накопичувачі відрізаних заготовок. Технічні характеристики обладнання лінії наведено в табл. 14 і 15.

Параметри бухти дроту розраховуються за залежністю

$$m = \rho k \pi (100d + a) a^2, \quad (5)$$

де m – маса бухти дроту, кг (див. табл.1.1); ρ – густина сталі, $\rho = 7850 \text{ кг/м}^3$; k – коефіцієнт, який враховує те, що арматура



круглого поперечного перерізу не заповнює весь об'єм бухти, $k = 0,785$; d – діаметр дроту, м; a – висота бухти дроту, м.

Рівняння (5) розв'язується методом підбору. Наприклад, для бухти масою 300 кг і дроту діаметром 4 мм висота бухти складає $a=166$ мм при внутрішньому діаметрі бухти $D_b=100d=400$ мм та зовнішньому діаметрі 732 мм; для дроту діаметром 5 мм висота бухти складає $a=154$ мм при внутрішньому діаметрі бухти $D_b=100d=500$ мм та зовнішньому діаметрі 808 мм. Довжина дроту в бухті знаходиться за формулою:

$$L = m/\rho_l, \quad (6)$$

де ρ_l – маса 1 погонного метру дроту.

Приклад вибору основних технологічних параметрів процесу заготовлення пруткової арматури з дроту в бухтах (мотках) наведено в табл. 16.

Таблиця 14
Технічні характеристики правильно-відрізного верстата-автомата

№ з/П	Показники	Тип верстата	
		И-6118	
1	Найбільша довжина прутків, що відрізуються, мм	6000	
2	Діаметр прутків, мм	3,0; 4,0	5,0; 6,0
3	Частота обертання правильного барабана, об/хв	2500	1250
4	Швидкість правки, м/хв	50	25
5	Потужність електродвигуна, кВт	2,7	4,4
6	Габаритні розміри, мм:		
	довжина	7540	
	ширина	810	
	висота	1450	
7	Маса, кг	1830	

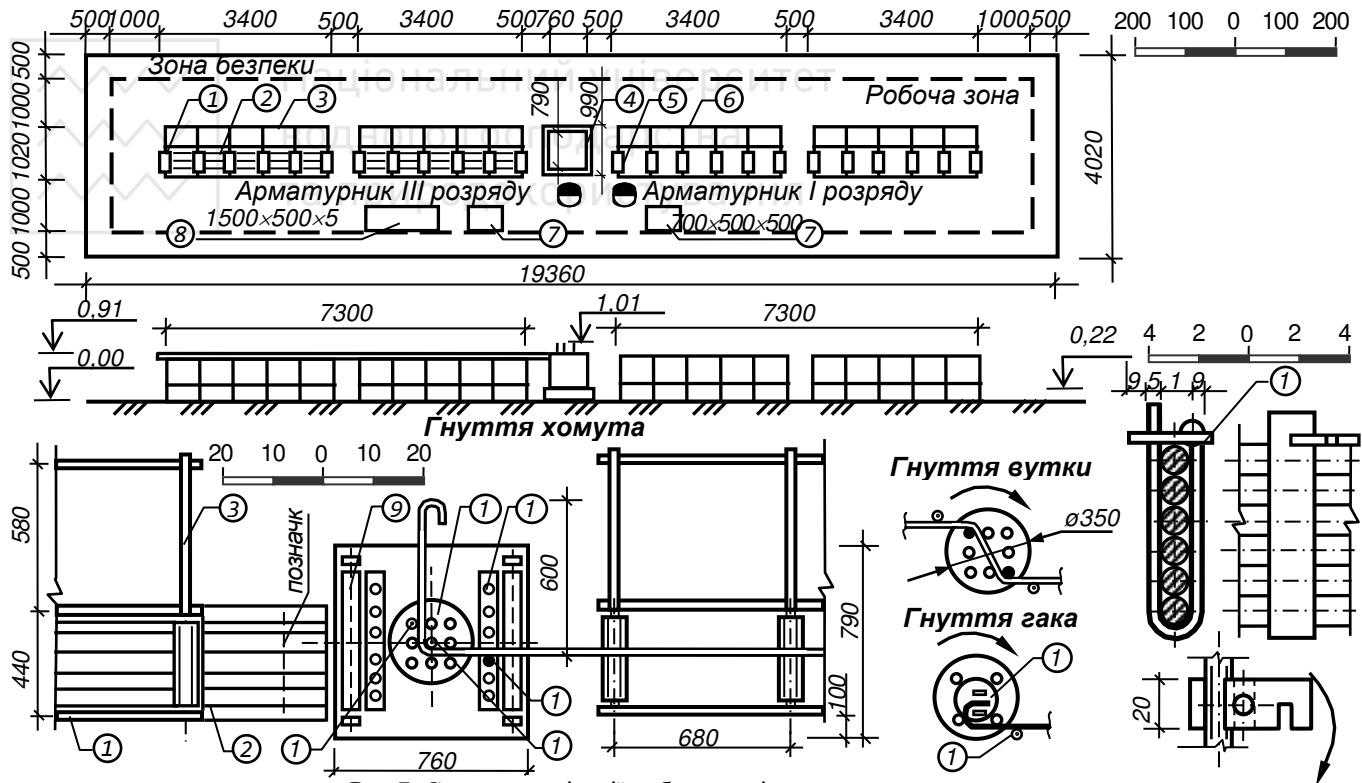


Рис.7. Схема організації робочого місця гнуття арматури:

1, 5 – роликовий стіл; 2 – дощатий настил; 3, 6 – стелаж; 4 – верстат для гнуття; 7- ящик – контейнер; 8 – стелаж; 9 – ролик; 10 – робочий диск; 11 – планка; 12 – утримувач В. Кобякова; 13 – вилка; 14 – упорний палець; 15 – осьовий ролик; 16 – загинаючий ролик



Таблиця 15

Технічні характеристики консольного крана

№ з/п	Показники	Марка крана
		СМЖ-23А
1	Вантажопідйомність, т	2,0
2	Висота підйому, м	1,9
3	Виліт гака, м	3,7
4	Кут повороту, градуси	360
5	Швидкість підйому, м/с	0,33
6	Потужність електродвигуна, кВт	4,3
7	Габаритні розміри, мм:	
	довжина	4400
	ширина	800
	висота	3705
8	Маса, кг	2870

Машинна продуктивність правильно-відрізного верстата-автомата за годину (кг/год) визначається за формулою:

$$P_m = 60K_b \rho_l V, \quad (7)$$

де K_b – коефіцієнт використання верстата; V – швидкість правки, м/хв.

Так, для дроту діаметром 4 мм ($\rho_l = 0,099$ кг/м, $V = 50$ м/хв і $K_b = 0,9$) отримаємо: $P_m = 60 \cdot 0,9 \cdot 0,099 \cdot 50 = 267$ (кг/год).

Таблиця 16

Технологічні параметри процесу заготовлення пруткової арматури з дроту в бухтах

Мар-ка виро-бу	Но-мер по-зиці ї	Клас ар-ма-тури	Діаметр армату-ри, мм	Довжи-на загото-вки, мм	Параметри бухти				Частота обергання барабана, об/хв	Швидкі-сть правки, м/хв
					Д _в , мм	Д _з , мм	а, мм	Довжи-на дроту, м		
К - 1	1	В - 1	4	500	400	732	166	3030	2500	50
К - 2	1	В - 1	4	1000	400	732	166	3030	2500	50

Приклад розрахунку технологічного обладнання наводиться в табл. 17.



Таблиця 17

Розрахунок обладнання для заготовлення пруткової арматури
з дроту в бухтах

Тип верстату	d _a , мм	П _м , кг/год	K _о	П _о , кг/год	R, кг/год	Потреба в обладнанні, шт.		E, %	
						Розрахункова	прийнята		
И-6118	4	267	0,7	187	3	0,02	-	-	
	4	267	0,7	187	34	0,18	-	-	
					Σ	37	0,20	1	20

Аналіз табл. 17 показує, що для виконання заданого обсягу робіт достатньо однієї лінії. Заготовлення пруткової арматури з дроту здійснює один арматурник III розряду. Приклад схеми організації робочого місця наведено на рис. 8. Тут також показані бухта, конструкція бухтотримача, схеми правки та різання арматури.

При заготовленні прутків з дроту в бухтах, виконуються такі операції:

- 4.1 – встановлення консольним краном бухти на бухтотримач;
- 4.2 – налагодження приймально-вимірювального пристрою;
- 4.3 – заправка кінця дроту бухти в правильний барабан і регулювання філь'ер;
- 4.4 – правка та різання арматурної сталі, операція підлягає контролю;
- 4.5 – складування відрізних прутків у накопичувачі.

3.2.4. Виготовлення монтажних петель з арматурної сталі в бухтах

Виготовлення петель з арматури в бухтах (мотках) виконується на технологічній лінії, до складу якої входять розмотуючі пристрої з консольним краном СМЖ-23А, правильно-відрізний верстат, приймально-вимірюючий пристрій, верстат для гнуття петель та накопичувачі відрізаних заготовок і готових виробів. Технічні характеристики обладнання лінії наведено в табл. 18 та 19.

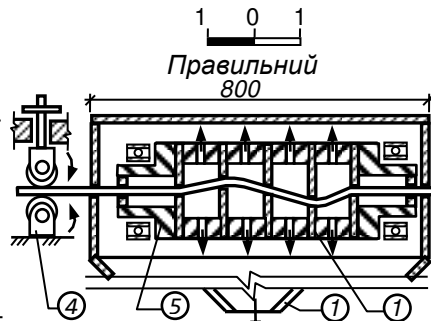
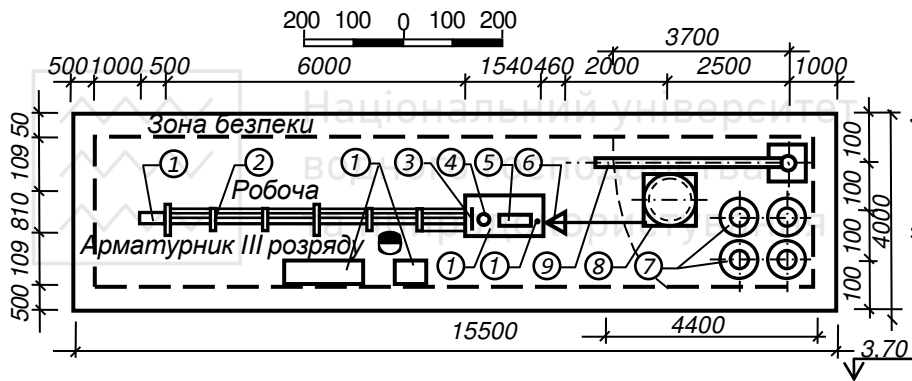
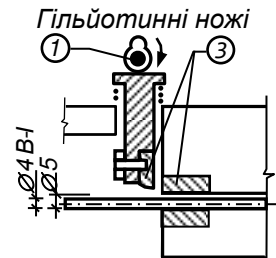
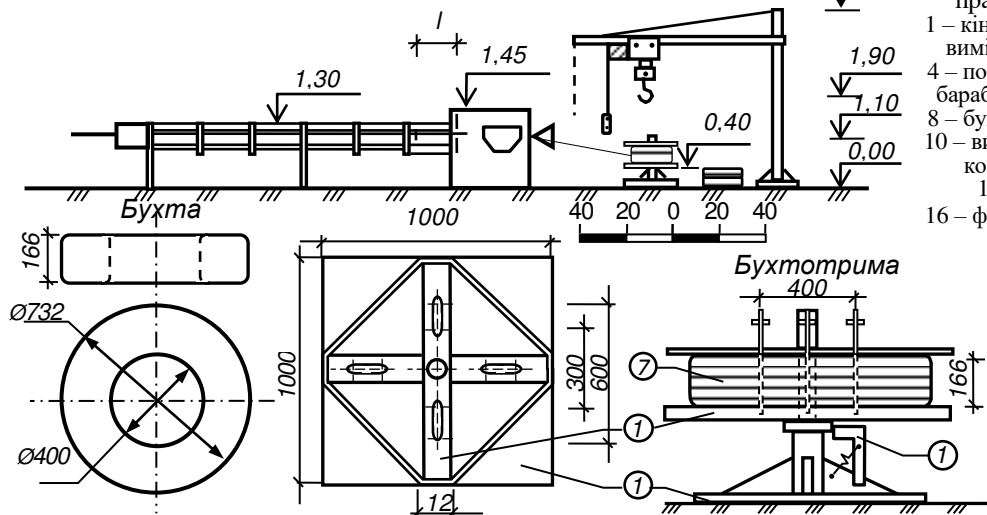


Рис.8. Організація робочого місця біля правильно-відрізного верстата:

- 1 – кінцевий вимикач; 2 – приймальний вимірвальний пристрій; 3 – ножі;
- 4 – подавальні ролики; 5 – правильний барабан; 6 – огороження; 7 – бухти;
- 8 – бухтотримач; 9 – консольний кран; 10 – вимикач; 11 – И-6118; 12 – ящики-контейнери; 13 – опорна плита;
- 14 – хрестовина; 15 – кухух;
- 16 – філь'єра; 17 – кулачок; 18 – гальмо

28





Таблиця 18

Технічні характеристики правильно-відрізних верстатів

Показники	Тип верстата							
	СМЖ-357				И-6022А			
Найбільша довжина прутків, що відрізуються, мм:	9000				9000			
Діаметр прутків, мм	4; 5	6	8	10	5; 6	8;10	12;14	16
Швидкість правки, м/хв	90	63	46	31,5	90	60	45	30
Частота обертання правильного барабана, об/хв	2000		1000		2000		1000	
Потужність електродвигунів, кВт	12,1		16,5		23		33,5	
Габаритні розміри, мм:								
довжина	12100				16080			
ширина	1500				1525			
Маса, кг	1850				6500			

Таблиця 19

Технічні характеристики верстатів для гнуття петель

Показники	Тип верстата	
	И-7АК-1	И-7АК-2
Продуктивність, шт/хв	12	15
Діаметр заготовки, мм	6...14	6...16
Потужність електродвигуна, кВт	1,5	4,5
Габаритні розміри, мм:		
довжина	6000	1000
ширина	800	800
висота	3300	3300
Маса, кг	2670	2670

Приклад вибору основних технологічних параметрів процесу виготовлення заготовок з бухти для гнуття монтажних петель наведено в табл. 20, а розрахунок обладнання лінії – в табл. 21. Аналіз табл. 21 показує, що для виконання заданого обсягу робіт найбільш ефективною є лінія з верстатами СМЖ-357 та И-7АК-1.



Таблиця 20

Технологічні параметри процесу виготовлення
заготовок для петель

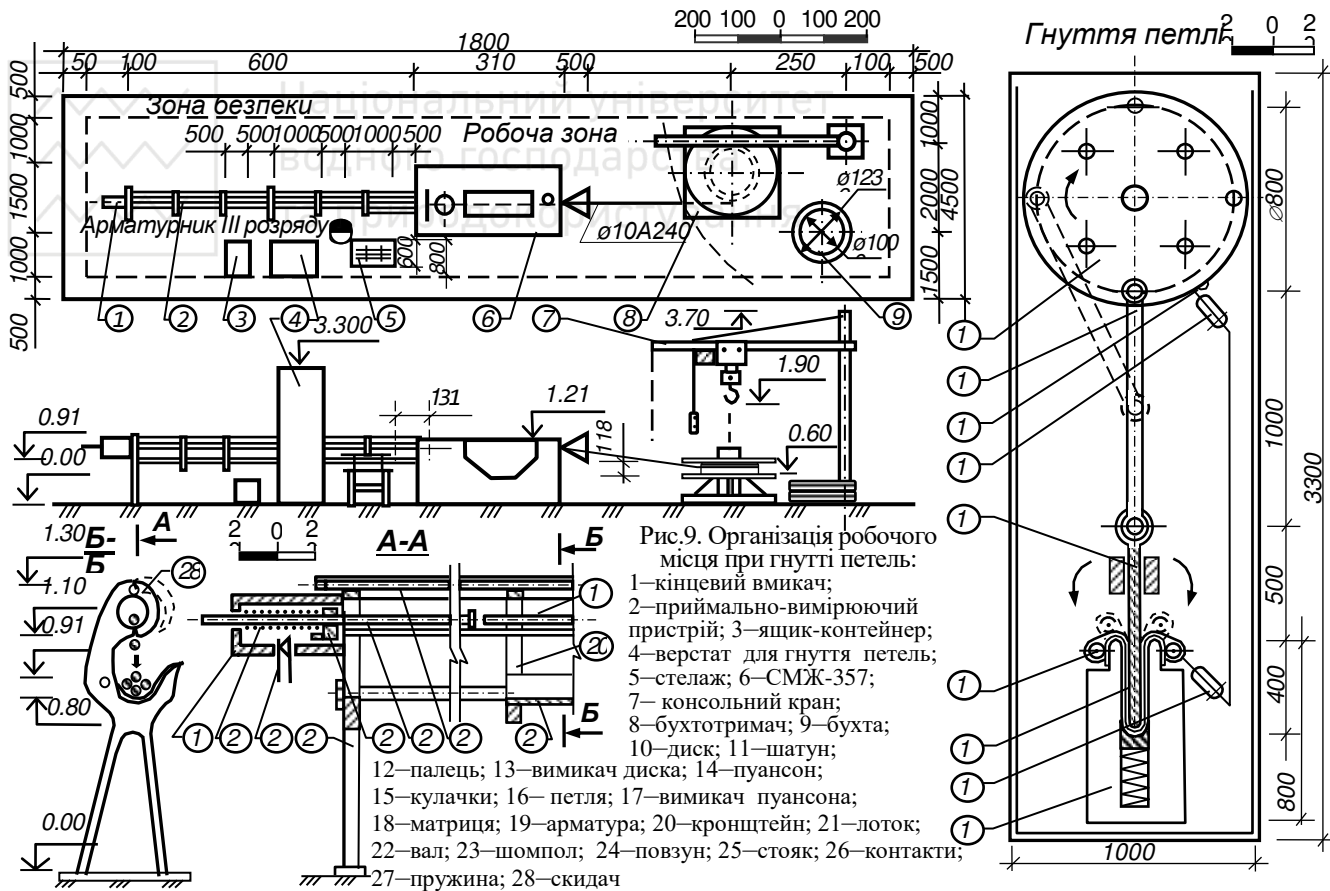
Марка виробу	Довжина заготовки, мм	Параметри бухти						Тип верстата	Частота обертів, об/хв	Машинна продуктивність P_m , кг/год
		d, мм	D_b , мм	D_s , мм	a, мм	l, мм	ρ , кг/м			
М-1	954	10	1000	1236	118	486	0,617	СМЖ-357	1000	1050
								И-6022А	2000	1999

Таблиця 21

Розрахунок обладнання лінії

Тип верстата	P_m	K_o	P_o , кг/год	R, на год	Потреба в обладнанні, шт.		E, %
					розрахункова	прийнята	
СМЖ-357	1050 кг/год	0,7	735	59	0,08	1	8
И-6022А	1999 кг/год	0,7	1399	59	0,04	1	4
И-7АК-1	720 шт./год	0,7	504 шт./год	100 шт./год	0,20	1	20
И-7АК-2	900 шт./год	0,7	630 шт./год	100 шт./год	0,16	1	16

Виготовлення монтажних петель здійснює один арматурник III розряду. Приклад схеми організації робочого місця наведено на рис. 9. Тут наведено креслення приймально-вимірюючого пристрою, верстата для гнуття арматури та схеми процесу гнуття петлі. При гнутті монтажних петель з арматури в бухтах виконуються такі операції: 5.1 – встановлення консольним краном бухти на бухтотримач; 5.2 – заправка кінця арматури бухти в правильний барабан і регулювання філь'єр; 5.3 – правка та різання арматурної сталі, складування її в накопичувачі, операція підлягає контролю; 5.4 – гнуття та складування петель, операція підлягає контролю.





3.2.5. Виготовлення плоских арматурних каркасів

Плоскі арматурні каркаси виготовляють за допомогою підвісних зварювальних машин типу МТП-803 і МТП-806. Їхні технічні характеристики наведено в табл. 22.

Таблиця 22

Технічні характеристики підвісних зварювальних машин

Показники		МТП-803	МТП-806
Зварювальний струм, кА		8	8
Максимальні діаметри двох прутків, що зварюються, мм		20+8	16+16
Зусилля стискування електродів, кН		3,0	3,0
Продуктивність зварювання, точ/хв		60	80
Габаритні розміри:			
Кліщі, мм	довжина	710	657
	ширина	210	325
	висота	260	296
Шафа управління, мм	довжина	930	1260
	ширина	513	400
	висота	835	680
Маса, кг		290	270

Рекомендовані технологічні параметри процесу зварювання наведено в табл. 23 – 26.

Таблиця 23

Рекомендована сила зварювального струму, кА

Клас арматури	d_1/d_2	Діаметр меншого прутка, мм			
		3	4	5	6
A240C, B-1	1	1,7	2,0	2,5	3,1
	0,5	2,0	2,4	3,0	3,7
	0,33	2,9	3,4	4,3	5,3
	0,25	3,7	4,4	5,4	6,8



Таблиця 24

Рекомендоване зусилля стиснення електродами, кН

Клас арматури	d_1/d_2	Діаметр меншого прутка, мм			
		3	4	5	6
A240C, A400C, A500C, B-I	1	1,0	1,4	1,8	2,4
	0,5 0,25	1,0	1,0	1,0	1,2

Приклад вибору основних технологічних параметрів процесу зварювання арматурних каркасів наводиться в табл. 27, а розрахунок обладнання поста – в табл. 28.

Таблиця 25

Рекомендована тривалість зварювання, с

Діаметр меншого прутка, мм	3	4	5	6
Тривалість зварювання, с	0,05	0,10	0,15	0,25

Таблиця 26

Рекомендоване відносне осадження з'єднання двох прутків, що перетинаються у вузлі

Клас арматури меншого діаметра	h/d_1 при відношенні діаметрів d_1/d_2			
	1	0,5	0,33	0,25
B-I	0,33-0,5	0,28-0,45	0,24-0,4	0,22-0,35

Таблиця 27

Технологічні параметри процесу зварювання арматурних каркасів

Марка виробу	Характеристика прутків			Параметри зварювання				К-сть поздовжніх прутків шт	К-сть точок зварювання	
	d_1 , мм	d_2 , мм	d_1/d_2	I, кА	P, кН	t, с	h, мм		в каркасі	на годину, R
K-1	4	16	0,25	4,4	1,0	0,10	0,88-1,4	2	58	116



Розрахунок обладнання поста

Тип машини	П _м , звар./год	К _о	П _о , звар./год	R, звар./год	Потреба в обладнанні, шт.		Е, %
					розрахункова	прийнята	
МТП-803	3600	0,25	900	116	0,13	1	13
МТП-806	4800	0,25	1200	116	0,10	1	10

Зварювання арматурних каркасів здійснює електрозварник I розряду. Приклад схеми організації робочого місця наведено на рис. 10. Тут показані елементи контактноточкового з'єднання, конструкція горизонтального кондуктора та зварювальні кліщі.

3.2.6. Виготовлення арматурних сіток

Широкі плоскі сітки з дроту виготовляються на комплексно-автоматизованих лініях. До складу такої лінії входять розмотувальні та правильні пристрої поздовжньої арматури, зварювальна машина, вузол приймання і досилання поперечних прутків, обладнання для різання і пакетування сіток. Технічні характеристики ліній для виготовлення арматурних сіток наведено в табл. 29. Рекомендовані технологічні параметри процесу зварювання сіток наведено в табл. 30, результати вибору технологічних параметрів, розрахунку бухт і ліній – відповідно в табл. 31 і 32.

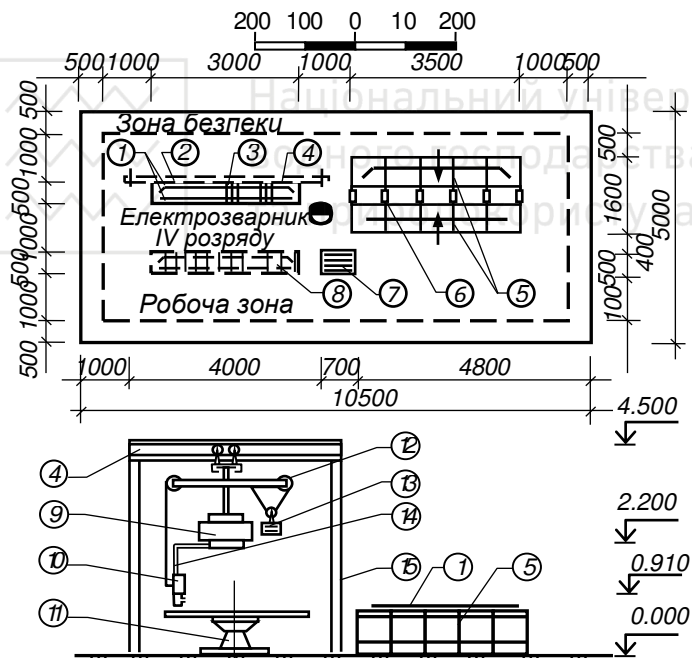
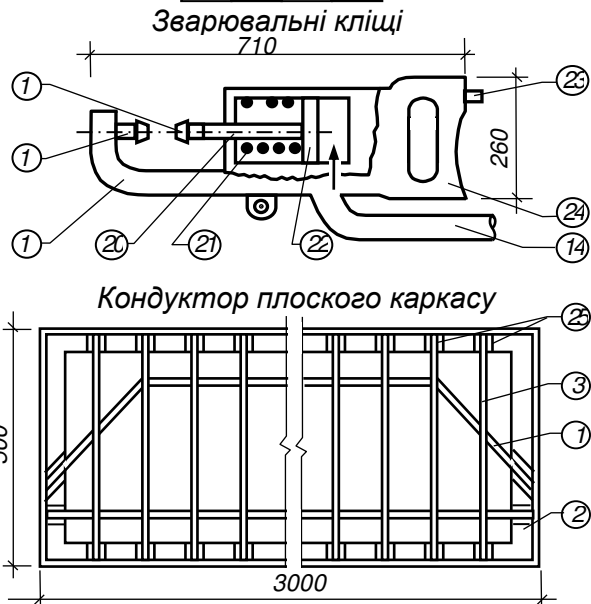
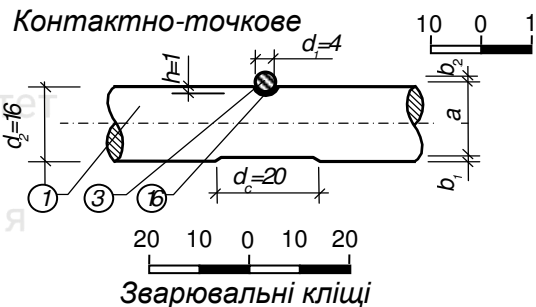
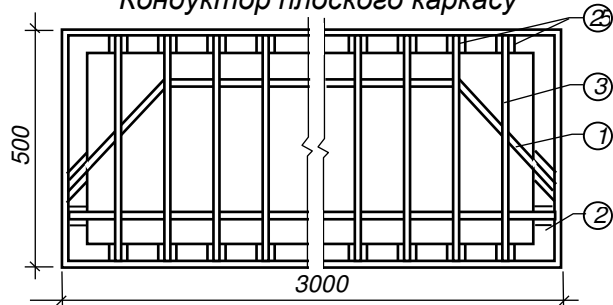


Рис. 10. Організація робочого місця при зварюванні каркасів підвісною машиною:

- 1 – поздовжні прутки; 2 – кондуктор; 3 – поперечні прутки;
 4 – монорейка; 5 – стелажі; 6 – рольганг; 7 – ящик-контейнер;
 8 – складування виробів; 9 – МТП-803; 10 – кліщі; 11 – стояк;
 12 – підвіс; 13 – противага; 14 – кабель; 15 – рама; 16 – грат;
 17 – рухомий електрод; 18 – нерухомий електрод; 19 – скоба;
 20 – шток; 21 – пружина; 22 – поршень; 23 – кнопка управління;
 24 – рукоятка; 25 – фіксатори



Кондуктор плоского каркаса





Таблиця 29

Технічні характеристики автоматизованих ліній для
зварювання сіток

Показники		Тип лінії	
		И-10АМ-2	И-12АМ-1
Продуктивність, м/хв.		3	2,7
Довжина сітки, м		1,6...6,0	1,6...6,0
Ширина сітки, м		0,65...2,00	0,20...3,8
Діаметр арматури, мм	Поздовжньої	3...6	3...8
	Поперечної	3...8	3...6
Кількість пар електродів, шт.		10	36
Крок, мм	Поздовжніх прутків	100...300	100...300
	Поперечних прутків	30...300	10...300
Зварювальна машина		МТМС-10х35	АТМС-14х75-7-1
Габаритні розміри, мм	Довжина	2850	3442
	Ширина	2480	5400
	Висота	1650	1716
Роликовий правильний пристрій			
Габаритні розміри, мм	Довжина	1300	1300
	Ширина	1630	1630
	Висота	1125	1125
Гільйотинні ножиці для різання сіток		СМЖ-60	
Габаритні розміри, мм	Довжина	4200	
	Ширина	4972	
	Висота	2650	
Пакетувальник сіток			
Габаритні розміри, мм	Довжина	7400	
	Ширина	5000	
	Висота	1410	
Маса лінії, кг	-	13860	25600

Аналіз даних табл. 32 дозволяє зробити висновок, що для виконання заданого обсягу робіт більш ефективною є автоматизована лінія И-12АМ-1. При цьому для виконання заданого об'єму робіт достатньо однієї лінії.



Таблиця 30

Технологічні параметри процесу зварювання арматурних сіток

Марка виробу	Характеристика прутків			Параметри зварювання				Довжина сітки, м	Кількість каркасів, шт.	Годинна потреба R, м
	d ₁ , мм	d ₂ , мм	d ₁ /d ₂	I, кА	P, кН	t, с	h, мм			
К-2	4	5	0,8	2,2	1,2	0,10	1,24	4,6	15	69,0

Таблиця 31

Параметри бухт дроту поздовжніх і поперечних прутків

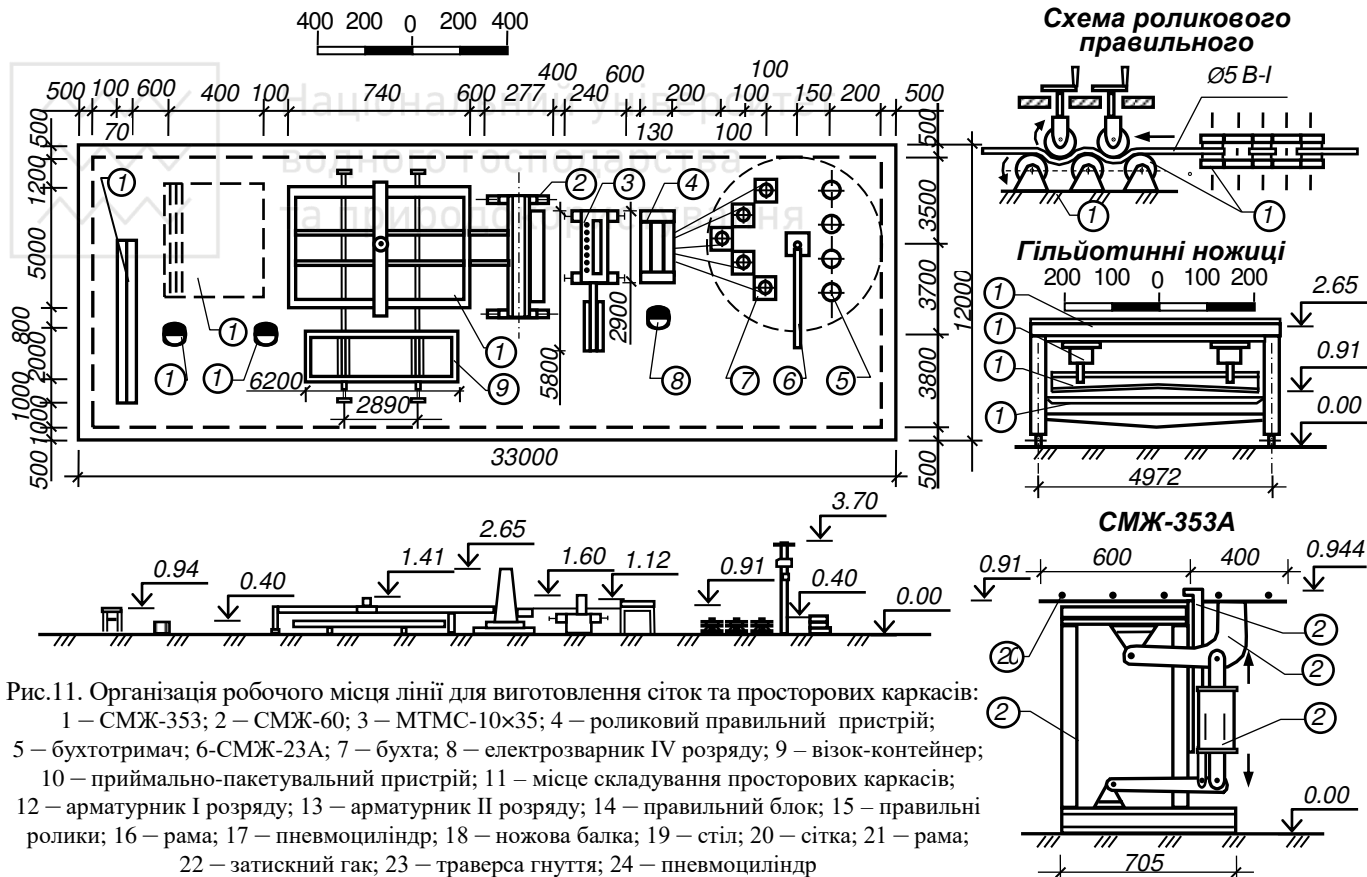
d ₂ , мм	D _в , мм	D _з , мм	a, мм	Маса 1 пог. м, кг/м	Довжина дроту l, м
4	400	732	166	0,099	3030
5	500	808	154	0,154	1948

Таблиця 32

Розрахунок обладнання лінії

Тип лінії	Машинна продуктивність П _м , м/год.	K _о	P _о , м/год	R, м/год.	Потреба в обладнанні, шт.		E, %
					розрахункова	прийнята	
И-10АМ-2	180	0,85	153	69	0,45	1	45
И-12АМ-1	162	0,85	138	69	0,50	1	50

На рис. 11 представлено приклад організації робочого місця при виготовленні сіток та просторових каркасів на автоматизованій лінії. Зварювання арматурних сіток здійснює електрозварник IV розряду. При цьому виконуються такі операції: 7.1 – встановлення консольним краном бухт на бухтотримачі; 7.2 – заправка кінців арматури бухт в правильний пристрій та регулювання правильних роликів; 7.3 – налагодження вузла приймання і досилання поперечних прутків; 7.4 – зварювання сіток, операція підлягає контролю.





3.2.7. Виготовлення просторових арматурних каркасів

Просторові каркаси незамкненого профілю можна виготовляти із заздалегідь виготовлених сіток шляхом певного вигину їх на верстаті СМЖ-353. Його технічні характеристики наведено табл. 33, а розрахунок обладнання для гнуття сіток – в табл.34.

Таблиця 33

Технічні характеристики верстата СМЖ-353

№ з/п	Показники	Виконання		
		I	II	III
1	Продуктивність, вигини/год.	120-150	120-150	120-150
2	Довжина (ширина) сітки, мм	3000	6000	9000
3	Кількість прутків, які вигинають шт.	30	60	90
4	Габаритні розміри, мм:			
	довжина	3265	6530	9465
	ширина	705	705	705
	висота	944	944	944
5	Маса, кг	850	1700	2550

Таблиця 34

Розрахунок обладнання для гнуття сіток

Тип верстата	P_m , виг/год	K_o	P_o , виг/год	R , виг/год	Потреба в обладнанні, шт.		E , %
					розрахункова	прийнята	
СМЖ-353	130	0,7	91	30	0,33	1	33

Аналіз таблиці дозволяє зробити висновок, що для виконання заданого обсягу робіт достатньо одного верстата.

На рис. 11 представлено приклад схеми організації робочого місця при виготовленні просторових каркасів незамкненого профілю з готових сіток. Гнуття сіток здійснюється ланкою арматурників із двох чоловік. При гнутті сіток виконуються такі операції: 8.1 – арматурник III розряду



налагоджує верстат; 8.2 – арматурник I розряду подає сітку на верстат; 8.3 – арматурник III розряду робить необхідні відгини, операція підлягає контролю. 8.4 – арматурник I розряду складе готові просторові каркаси.

3.2.8. Виготовлення закладних деталей

Пластини для виготовлення закладних деталей ріжуть на гільйотинних ножицях типу СМЖ-60 (табл. 29) із листового прокату заданих розмірів. З умови забезпечення максимальної кількості елементів закладних деталей при мінімальній кількості різань листового прокату, виконується розрахунок оптимального варіанту розкрою з використанням ПЕОМ. Готові анкери з'єднують з пластинами за допомогою ручного дугового зварювання. Дугове зварювання виконують трансформаторами зварювальними типу ТД-300 однофазним змінним струмом частотою 50 Гц . Межі регулювання зварювального струму $60...365 \text{ А}$. Габаритні розміри трансформатора наступні: довжина – 692 мм , ширина – 620 мм , висота – 710 мм . Маса трансформатора – 137 кг . Рекомендовані технологічні параметри процесу зварювання наведено в табл. 35, вибір цих параметрів і приклад розрахунку обладнання лінії – відповідно в табл. 36 та 37.

Таблиця 35

Рекомендовані технологічні параметри процесу зварювання закладних деталей

Діам. арматури d , мм	Товщина металу δ , мм	Параметри шва		Діам. електрода, d_e , мм	Сила струму, I , А	Клас арматури	Довжина шва, L , мм
		ширина b , мм	висота h , мм				
1	2	3	4	5	6	7	8
10...20	$0,3d \geq 4$	$0,5d \geq 8$	$0,25d \geq 4$	4 5	150 175	A240C A400C, A500C	3d 4d



Таблиця 36

Технологічні параметри процесу зварювання закладних
деталей

Діам. арматури d, мм	Товщина металу δ , мм	Параметри шва, мм		Діам. електрода, d_e , мм	Сила струму, I, А	Клас арматури	Довжина одного шва, L, мм	Година потреба, R, мм/год
		ширина b	висота h					
12	10	8	4	5	175	A400C	48	4608

Таблиця 37

Розрахунок обладнання лінії по виготовленню закладних
деталей

Тип верстата	P_m	K_o	P_o	R	Потреба в обладнанні, шт.		E, %
					розрахункова	прийнята	
СМЖ-60	1980 різ./год	0,2	396 різ./год	24* різ./год	0,06	1	6
ТД-300	10 м/год	0,8	8 м/год	4,608 м/год	0,58	1	58

*На підставі розрахунку оптимального розкрою листового прокату.

Аналіз табл. 37 показує, що для виготовлення заданого об'єму закладних деталей достатньо однієї лінії. Різання листового прокату виконує ланка у складі двох арматурників. При різанні виконуються такі операції: 9.1 – арматурник III розряду розмічає листовий прокат; 9.2 – арматурники I і III розрядів подають по рольгангу листовий прокат для різання на верстат СМЖ-60; 9.3 – арматурник III розряду розрізає металевий лист на смуги та отримані смуги на пластини; операція підлягає контролю. 9.4 – арматурник I розряду складає готові пластини у ящик-контейнер.

Зварювання елементів закладної деталі виконує електрозварник II розряду. Він виконує такі операції: 10.1 – вкладає пластини та прутки в кондуктор; 10.2 – приварює прутки (анкери) до пластини, операція підлягає контролю; 10.3 – складає готові закладні деталі в ящик-контейнер. Приклад схеми



організації робочого місця постів для різання листового прокату та зварювання елементів закладних деталей наведено на рис. 12.

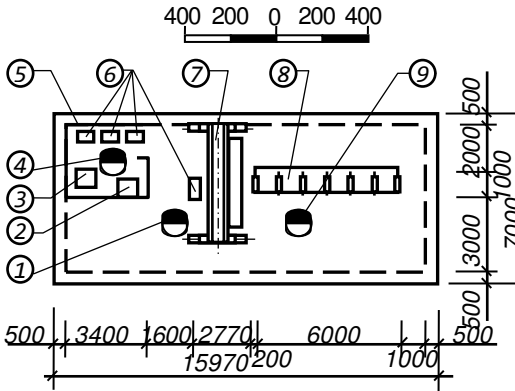


Рис. 12. Схема організації робочого місця поста для різання листового прокату та зварювання елементів закладних деталей
1 – арматурник III розряду;
2 – стіл електрозварника;
3 – ТД-300; 4 – електрозварник II розряду; 5 – огороження;
6 – ящики-контейнери;
7 – СМЖ-60; 8 – рольганг;
9 – арматурник I розряду

3.2.9. Виготовлення напруженої арматури

Виготовлення прутків для попереднього напруження виконується на технологічній лінії, до складу якої входять верстати для стикового зварювання і різання арматури, а також для висадження анкерних головок. Технічні характеристики обладнання наводяться в табл. 38-40, а рекомендовані технологічні параметри процесу виготовлення напруженої арматури – в табл. 41. Довжину установки прутка l_y , його оплавлення l_{on} і осадження l_{oc} при стиковому зварюванні представлено на рис. 13.

Таблиця 38

Технічні характеристики верстатів для стикового зварювання

Показники	Тип верстата	
	МС2008	МС802
Номинальний зварювальний струм, кА	20	8
Максимальний діаметр прутків із сталі А600С, мм	28	16
Продуктивність, зварювань за год	80	90
Потужність машини, кВт	150	50
Габаритні розміри, мм	довжина	2000
	ширина	1580
	висота	1300
Маса, кг		2000



Таблиця 39

Технічні характеристики верстата для різання арматури

Показники		СМЖ-175
Максимальний діаметр прутків із сталі А600С, мм		55
Продуктивність різань за хвилину		6
Потужність двигуна, кВт		7,5
Габаритні розміри, мм	довжина	1660
	ширина	640
	висота	1155
Маса, кг		1000

Таблиця 40

Технічні характеристики верстата для висадження анкерних головок

Показники		СМЖ-128Б
Діаметр арматурних прутків із сталі А600С, мм		10...25
Продуктивність, прутків за год		80...130
Потужність, кВт		2×35=70
Габаритні розміри, мм	довжина	9620
	ширина	1800
	висота	1150

Таблиця 41

Рекомендовані технологічні параметри процесу стикового зварювання

d, мм	I, А	l_y , мм	l_{on} , мм	l_{oc} , мм
10	1200	12,0	5	1,0
12	1700	14,4	6	1,2
14	2300	16,8	7	1,4
16	3000	19,2	8	1,6
18	3800	21,6	9	1,8
20	4750	24,0	10	2,0
22	5700	26,4	11	2,2

Приклад вибору технологічних параметрів процесу виготовлення напруженої арматури наведено в табл. 42, а приклад розрахунку обладнання лінії – в табл. 43.

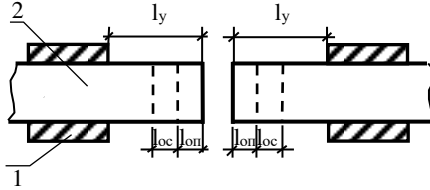


Рис. 13. Схема встановлення прутків під зварювання:

- 1 – електроди стикової машини;
2 – зварювані прутки

Таблиця 42

Технологічні параметри процесу виготовлення напруженої арматури

Марка виробу	Діаметр прутка, d мм	Сила струму, I , А	Довжина установки, l_y , мм	Довжина оплавлення, $l_{оп}$, мм	Довжина осадження, $l_{ос}$, мм	Довжина прутків, які поставляються l , мм	Довжина заготовки, l_3 , мм	Годинна потреба у прутках, n , шт.	Годинна потреба у зварюваннях, R_3 , шт.	Товщина шайб, $\delta_{ш}=0,5d$, мм	Припуск на висадження $l_B=2,5d$, мм
Н-1	16	3000	19,2	8	1,6	10000	6501	80	52	8	40

Таблиця 43

Розрахунок обладнання лінії з виготовлення напруженої арматури

Тип обладнання	Π_m	K_o	Π_o	R	Потреба в обладнанні, шт.		E, %
					розрахункова	прийнята	
Зварювання МС-802	90 зв./год	0,85	76,5 зв/год	52 зв./год	0,68	1	68
Різання СМЖ-175	360 різ./год	0,70	252 різ./год	80 різ./год	0,31	1	31
Вис. головок СМЖ-128Б	100 пр./год	0,85	85 пр./год	80 пр./год	0,94	1	94



З даних табл. 43 видно, що для виготовлення заданих обсягів попередньо напруженої арматури достатньо однієї лінії.

Виготовлення напружуваної арматури виконує ланка у складі 4-х чоловік. При цьому виконуються такі операції: – арматурник I розряду подає прутки по рольгангу на зварювальну машину; 11.2 – електрозварник IV розряду зварює прутки в єдиний батіг, операція підлягає контролю; 11.3 – арматурник III розряду ріже прутки за заданим розміром, операція підлягає контролю. 12.1 – арматурник I розряду подає прутки на стелаж і насаджує на кінці шайби; 12.2 – арматурник III розряду налагоджує машину СМЖ-128Б та висаджує головки, операція підлягає контролю.

Приклад схеми організації робочого місця поста для виготовлення напружуваної арматури представлено на рис. 14.

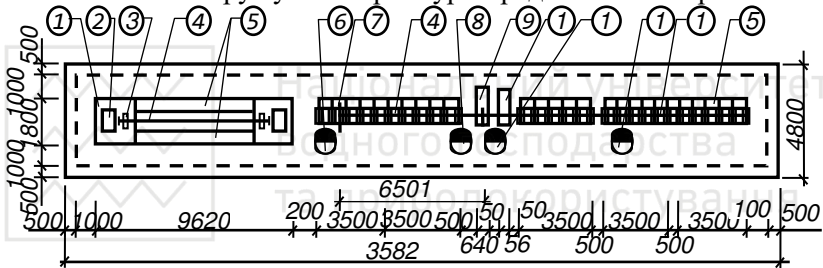


Рис. 14. Схема організації робочого місця при виготовленні напружуваної арматури:

- 1 – СМЖ-128Б; 2 – пневмоциліндр; 3 – затискні губки; 4 – арматура;
- 5 – стелажі; 6 – арматурник III розряду; 7 – пересувний упор; 8 – арматурник III розряду;
- 9 – СМЖ-175; 10 – МС-802; 11 – електрозварник IV розряду; 12 – арматурник I розряду; 13 – рольганг

4. КОМПОНУВАННЯ АРМАТУРНОГО ЦЕХУ

Приклад схеми компоновки постів та ліній арматурного цеху представлено на рис. 15. Вона включає в себе пости та лінії цеху, розроблені у курсовому проекті.

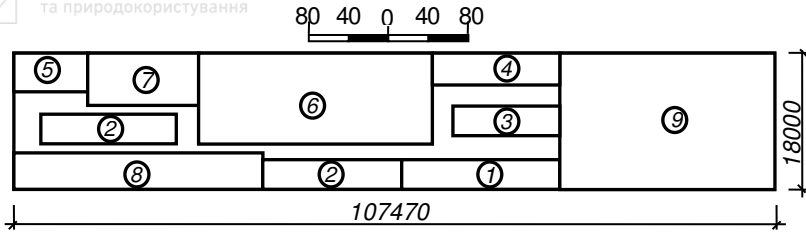


Рис.15. Компонівка постів та ліній арматурного цеху:

1 – заготовлення ненапруженої арматури з пруткової сталі (22930×4020 мм);

1 – заготовлення ненапруженої арматури з пруткової сталі (22930×4020 мм); 2 – гнуття арматури (19360×4020 мм); 3 – заготовлення пруткової арматури з дроту (15500×4000 мм); 4 – виготовлення монтажних петель з арматурної сталі в бухтах (18000×4500 мм); 5 – виготовлення плоских арматурних каркасів (10500×5000 мм); 6 – виготовлення сіток і просторових арматурних каркасів (33000×12000 мм); 7 – виготовлення закладних деталей (15970×7000 мм); 8 – виготовлення напруженої арматури (35820×4800 мм); 9 – склад арматурної сталі (30000×18000 мм)

5. ОСНОВНІ ТЕХНІЧНІ ПОКАЗНИКИ ЦЕХУ

В табл. 44 і 45 наведено приклад розрахунку з визначення основних технічних показників постів, ліній та арматурного цеху в цілому.

Таблиця 44

Основні показники постів та ліній цеху

№ з/п	Пост або лінія	L, м	B, м	Кількість робітників
1	Заготовлення ненапруженої арматури з пруткової сталі	22,93	4,02	2
2	Гнуття арматури	19,36	4,02	4
3	Заготовлення пруткової арматури з дроту	15,50	4,00	1
4	Виготовлення монтажних петель з арматурної сталі в бухтах	18,00	4,5	1
5	Виготовлення плоских арматурних каркасів	10,50	5,0	1
6	Виготовлення сіток і просторових арматурних каркасів	33,00	12,0	3



7	Виготовлення закладних деталей	15,97	7,0	3
8	Виготовлення напруженої арматури	35,82	4,8	4
9	Склад арматурної сталі	30,00	18,0	3
			Σ	22

Таблиця 45

Основні технічні показники цеху

№ з/п	Показники	Одиниці виміру	Чисельне значення
1	Річний вихід продукції	тис.т.	5,575
2	Кількість робітників, зайнятих у виробництві	чол.	22
3	Виробіток на одного робітника	т/рік	253,4
4	Площа арматурного виробництва	кв.м	1934,46
5	Об'єм продукції з 1 кв.м	т/м ²	2,88





ЛІТЕРАТУРА

1. ДБН А.3.1-7-96. Виробництво бетонних та залізобетонних виробів. [Чинний від 1997-07-01]. К. Укрархбудінформ, 1997. 42 с.
2. ДСТУ 3760:2006. Прокат арматурний для залізобетонних конструкцій. Загальні технічні умови (ISO 6935-2:1991). [Чинний від 2007-10-01]. К. Держспоживстандарт України, 2006. 28 с.
3. Технологія проектування підприємств збірного залізобетону: навч. посібник / Л.Й. Дворкін та ін. Рівне: РДТУ, 2001. 153 с.
4. Русанова Н.Г. Пальчик П.П., Рижанкова Л.М. Технологія бетонних і залізобетонних конструкцій: підручник у 2 ч. К.:Вища школа, 1994. 334 с.

