

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Н.О.АМЕЛІНА
Є.М.ПЕТРИКОВА

ПРОЕКТУВАННЯ ФОРМУВАЛЬНИХ ЦЕХІВ

Методичні вказівки

до практичних занять з дисциплін „Підготовка і оновлення у виробництві
будівельних конструкцій, виробів і матеріалів” та «Технологія бетонних і
залізобетонних виробів і конструкцій»

для студентів спеціальності

192 Будівництво і цивільна інженерія

“ Технологія будівельних конструкцій, виробів і матеріалів”

Київ 2025

УДК 331.015
ББК 65.290-2

А

Рецензент А.А. Майстренко, к.т.н., доцент

Затверджено на засіданні кафедри технології будівельних конструкцій і виробів, протокол № від 205 року

Видається в авторській редакції.

Амеліна Н.О., Петрикова Є.М.

А Проектування формувальних цехів: Методичні вказівки до практичних занять з дисциплін „Підготовка і оновлення у виробництві будівельних конструкцій, виробів і матеріалів” та «Технологія бетонних і залізобетонних виробів і конструкцій».-К.:КНУБА, 2025.- с.

Розглянуто основні принципи проектування формувальних цехів підприємств по виробництву залізобетонних конструкцій. Подано інформацію стосовно компонування формувальних цехів залежно від заданого залізобетонного виробу і способу організації виробництва.

Призначений для здобувачів освіти ступеню Магістр спеціальності 192 «Будівництво і цивільна інженерія» ОПІ «Технологія будівельних конструкцій, виробів і матеріалів» денної та заочної форм навчання.

УДК

ББК

Н.О.Амеліна, Є.М.Петрикова2025

Вступ

Згідно навчального плану для студентів спеціальності 192 «Будівництво і цивільна інженерія» ОПП «технологія будівельних конструкцій, виробів і матеріалів) передбачено виконання комплексного проекту, що включає курсові проекти з дисциплін: «Технологія бетонних і ЗБК», «Підготовка і оновлення», курсові роботи з дисциплін «Контроль виробництва» і «Архітектура промбудівель», в якому всі частини підпорядковані пошуку оптимальних проектних рішень виробництва заданого виду збірної ЗБК. Проект виконується студентами на практичних заняттях та самостійно. Методичні рекомендації призначені для проектування формувального цеху, підбору і компонування обладнання для виробництва певного виду продукції.

Головною метою при виконанні роботи є отримання навичок проектування формувальних цехів, для чого виконують: необхідні розрахунки, в тому числі технологічного та теплотехнічного устаткування; підбір необхідного комплексу обладнання для виробництва; визначення площ постів і допоміжних зон та компонування технологічної лінії.

1. Вибір способу виробництва

Вибір способу виробництва з розбивкою на класи і технологічні групи обумовлюється номенклатурою виробів, потужністю підприємства, економічним ефектом застосованої технологічної схеми, необхідним ступенем заводської готовності, наявністю серійного обладнання.

Рішення про вибір способу виробництва приймається в результаті техніко-економічного порівняння приведених витрат.

Після вибору способу виробництва призначаються можливі склади бетонних сумішей, визначаються способи армування, теплової обробки і опорядження продукції.

На підставі прийнятих технологічних режимів проводиться вибір типів устаткування.

При виборі способу формування слід передбачити: високо механізоване і автоматизоване одержання виробів необхідних форм, розмірів, щільності з найменшими затратами праці, енергії, часу; підготовку поверхні під опорядження; та врахувати необхідні режими формування з врахуванням властивостей бетонної суміші.

При виборі способів теплової обробки в проектах необхідно враховувати:

- 1. Для легких бетонів, крім міцності, повинен бути витриманий показник вологовмісту. Згідно нормативних вимог, вологість в панелях зовнішніх стін житлових і громадських будівель не повинна перевищувати 12%. Для її зниження проводять ТВО методами, що сприяють випаровуванню вологи з бетону.*
- 2. Аналіз питомих витрат на 1м³ залізобетону, що складаються з суми собівартості переробки і питомих капітальних вкладень, помножених на нормативний коефіцієнт ефективності, показує, що ямні камери, не дивлячись на децю більші витрати тепла – більш економічні. Крім того, вони дають можливість оперативного переходу на виробництво інших типів виробів.*
- 3. При виготовленні в термоформах виробів з важкого бетону з великими відкритими поверхнями інтенсивно випаровується волога і відбувається пересушування, тому ТО в термоформах допустимо*

тільки при наявності захисту відкритої поверхні свіжо відформованих виробів.

- 4.** *В холодну пору року вироби після ТВО витримують певний час в цеху для зменшення температуровологісних напруг, що викликають утворення тріщин. Відповідно з нормами технологічного проектування витримування в цеху при температурізовнішнього повітря нижче 0°C повинно бути не менш 12 год.*

При прийнятті способів виробництва враховуються вимоги до якості опорядження виробів. Питомий об'єм оздоблювальних робіт в житловому будівництві досягає 35-40% від загальних трудовитрат на будівництво. З метою полегшення проведення оздоблювальних робіт передбачають заводську обробку. При цьому поверхні найвищої якості одержують в процесі формування.

2. Загальні принципи компоновки основних виробничих цехів.

При конкретному вирішенні основного виробничого корпусу повинні бути враховані наступні основні вимоги:

- зручність роботи на формувальних лініях;
- наявність достатніх операційних і складських приміщень;
- чіткість транспортних потоків;
- нормативна освітленість робочих місць;
- мінімальні капітальні витрати;
- уніфікація будівельних конструкцій.

Можливі компоновальні схеми розміщення основних виробничих цехів наведено в табл.1.

Арматурний цех може розташовуватись в паралельному прогоні, або в прогоні, що прибудовується до торця формувального цеху, і у відповідності з санітарними нормами, відділяється від формувального цеху стіною.

При компоновці головного корпусу і генплану необхідно враховувати можливість подальшого розширення підприємства. Існують два варіанта рішення: прибудова додаткових прогонів до існуючого головного корпусу чи створення додаткового формувального цеху з своїм БЗВ.

Із економічних міркувань, з метою зменшення довжини технологічних зв'язків, слід віддавати перевагу першому варіанту. При паралельному розташуванні арматурного цеху, якщо він є зі сторони прибудови нових

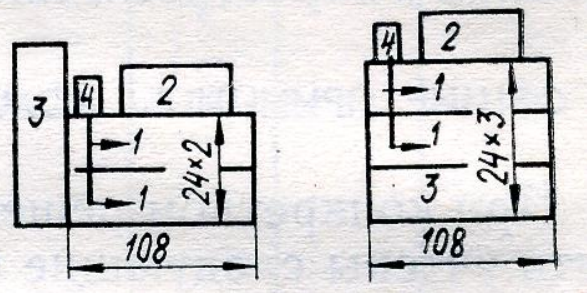
прогонів і ступінь освітлення в ньому відповідно знижується, треба арматурне виробництво перенести в крайній прогон, а в його приміщенні організувати формувальний цех.

Таблиця. 1

Компонувальні схеми головних корпусів підприємств

Найменування заводу	Компонувальні схеми
Завод потужністю 80 тис. м ³ /рік	
Завод потужністю 120 тис. м ³ /рік	
Завод потужністю до 50 тис. м ³ /рік	

Завод продуктивністю до 45 тис. м³/рік



Примітка: 1 – формувальний цех, 2 – камери теплової обробки, 3 – арматурний цех; 4 – бетоно-змішувальний цех.

На загальнокомпонувальні рішення головного виробничого корпусу суттєво впливає вибір способу подачі бетонної суміші до постів формування. На заводах невеликої потужності (з кількістю постів формування до чотирьох) бетонну суміш в бетоноукладачі чи приймальні ємності над ними можна подавати стрічковими конвеєрами.

При рішенні транспортної схеми стрічковими конвеєрами необхідно врахувати, що суміш з будь-якого змішувача повинна подаватись в будь-яку точку прийому, а видаватись по можливості через приводний барабан; ширина стрічки транспортера повинна бути не менше 650 мм, кут нахилу при рухливих сумішах не більше 10 градусів, при жорстких – до 15 градусів. В тих випадках, коли суміш скидається по ходу транспортера, передбачають подвійний гумовий плужок з пневмоприводом, який встановлюють на плоскій стрічці. Може також застосовуватись підйомний ролик, що прижимає стрічку до нерухливо закріпленого плужка.

Меншу трудомісткість за рахунок високої автоматизації має спосіб подавання суміші за допомогою самохідних бетонороздавачів, які, на відміну від стрічкових конвеєрів без труднощів можуть подавати суміші будь-якої рухливості, а при необхідності і гарячу бетонну суміш.

Над всіма формувальними постами, в місцях видачі бетонної суміші, встановлюють проміжні бункери-накопичувачі, які забезпечують безперебійну роботу формувального поста, скорочують простой бетоноукладача під завантаженням.

Якщо при транспортуванні легкобетонної суміші неможливо застосувати самохідні бункери, довжина тракту подачі стрічковими конвеєрами по можливості скорочується (до 50м), при цьому швидкість руху стрічки не повинна перевищувати 1 м/с.

Гаряча бетонна суміш транспортується, як правило, в утеплених самохідних бетонороздавачах, при цьому число перевантажень не повинно бути більше двох, а дальність транспортування – не більше 80м. При подаванні суміші стрічковими транспортерами відстань не повинна перевищувати 45 м.

Подавання бетонної суміші до формувальних постів, які розташовані у віддаленні від бетоновозної естакади (конвеєр, касети) здійснюють стрічковими транспортерами, що розташовані на прохідній галереї вздовж колон прогону або нестандартизованими бетонороздавачами (для стендового виробництва в касетах, установкам формування сантехкабін, вентблоків), які переміщуються на площадці над ними.

3. Компонування технологічної лінії.

Компонування обладнання технологічної лінії повинно забезпечувати умови безпечної і високопродуктивної праці робітників, рівномірну і продуктивну роботу обладнання, економію виробничих площ і зручну експлуатацію машин і обладнання.

Оптимальним є таке розташування обладнання при якому забезпечується найбільш повне використання і найкраща взаємодія робітників і машин, найкоротші шляхи переміщення предметів праці, розташування обладнання у відповідності з послідовністю виконання основних операцій, а також можливість швидкого переналагодження виробництва.

Технологічний процес виробництва будь-якого залізобетонного виробу складається з сукупності ряду зон, в яких виконуються певні переділи. Розрахунок технологічних зон ведуть в такій послідовності:

- виконують розбивку стадійного процесу на окремі операції з повною деталізацією його технологічної схеми;
- розраховується кількість необхідного обладнання і оснащення і встановлюється тривалість технологічних циклів;
- визначається кількість робітників;
- проводиться компонування технологічної зони у просторі і в часі.

Компонування технологічної зони включає: розробку схеми постів і, виходячи з вимог техніки безпеки і експлуатаційного обслуговування машин, визначення ширини проходів і проїздів між ними (рис.1);

- у відповідності з технологічною схемою розміщення постів з врахуванням проїздів, проходів і необхідних допоміжних площ;
- встановлення необхідних технологічних розмірів лінії в плані і по висоті;
- вибір ширини прогону, довжини і висоти споруди для розміщення лінії.

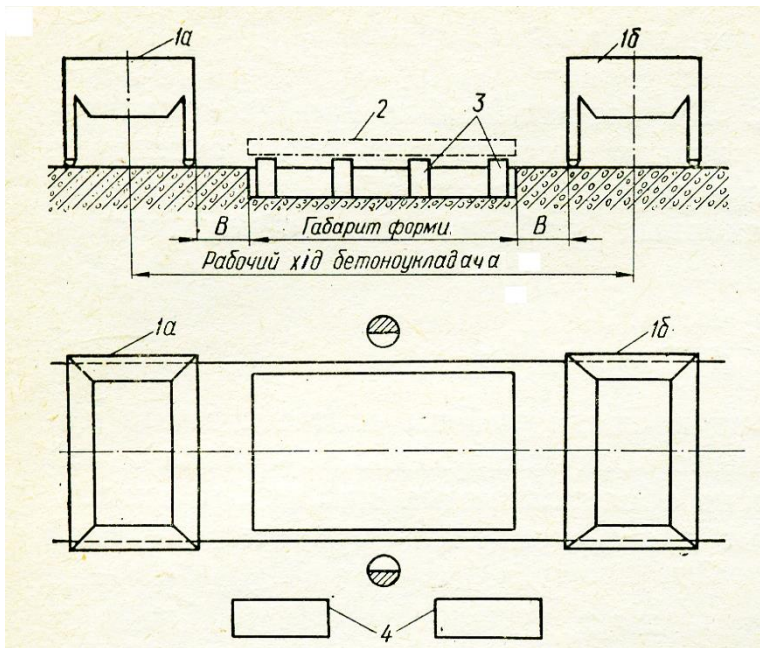


Рис. 1. Розрахункова схема поста:
1а і 1б - положення
бетоноукладача в початку і кінці
робочого ходу, 2 - форма, 3 -
вібраційні блоки установки., 4 -
місце зберігання інструментів і
пристосувань

Основними виробничими площами є зони, зайняті постами завантаження бетонної суміші, армування, формування, теплової обробки, розпалублення і підготовки форм. Основні виробничі площі визначають у відповідності з організацією робочих місць на постах технологічної лінії.

До допоміжних площ відносять зони витримування і приймання виробів ВТК, площі, зайняті оперативними запасами арматурних каркасів, закладних і комплектуючих деталей, зони поточного ремонту форм і запасу форм, відділення комплектації тощо.

Для уніфікації об'ємно-планувальних рішень типові технологічні лінії розміщують в уніфікованих прогонах шириною 18 або 24 метри з кроком колон 12 або 6 метрів. Особливістю проектування виробництв, що розміщують в уніфікованих прогонах, є постійність основних параметрів планувальних рішень, що забезпечує при блокуванні прогонів необхідне суміщення наземних і підземних міжпрогонних комунікацій (рис.2).

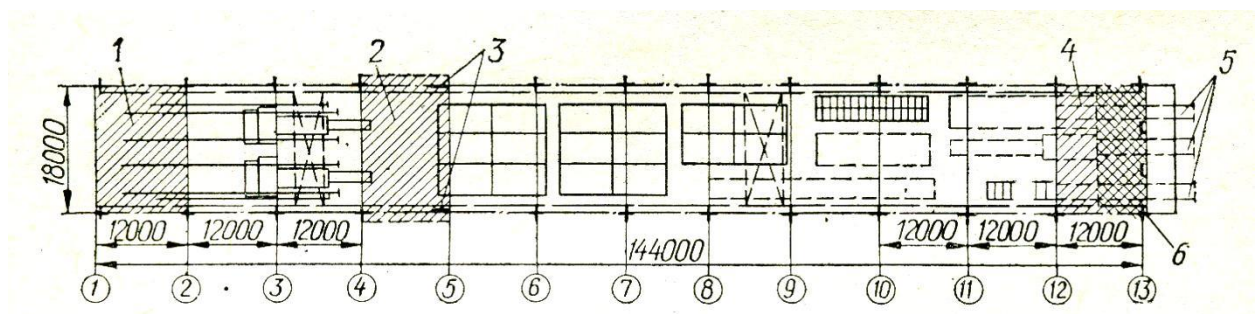


Рис. 6.2. Схема уніфікованого прогону:

1 – зона подавання бетонної суміші і комунікацій повітрязабезпечення, 2 – зона електрокомунікацій, 3 – місце розташування трансформаторних підстанцій, 4 – зона подавання арматури, комунікацій тепловодопостачання і каналізації, 5 – місце вивезення продукції, 6 – зона розміщення вентиляційних пристроїв, санвузлів, тощо.

При використанні горизонтальної схеми розміщення обладнання предмети праці (сировинні матеріали, напівфабрикати) пересуваються в горизонтальній площині від одного посту до іншого за допомогою транспортних засобів. За такою компоновкою лінії досягається відносно невелика висота будівлі і значні розміри цеху в площі. Недоліком такої компоновки є подовження транспортних комунікацій, що збільшує не тільки тривалість виробничого процесу, а також площу цеху.

Обладнання розміщують так, щоб не було перетинання технологічних потоків і щоб здійснювалась послідовна передача виробів по постах найкоротшим шляхом, без зустрічних і зворотніх рухів. При цьому слід прагнути до створення спеціалізованих зон (підготовки форм, армування, формування, теплової обробки).

Довжина цеху визначається сумою довжин виробничих і допоміжних ділянок, що розташовані вздовж осі технологічної лінії та ширини поперечних проїздів і проходів.

При розміщенні технологічного обладнання необхідно враховувати можливу ширину робочого фронту крану L_3 . Ширина прогону визначається за формулою () з врахуванням даних рис. :

$$L = L_k + 2a_3 = L_3 + a_1 + a_2 + 2a_3 \quad ()$$

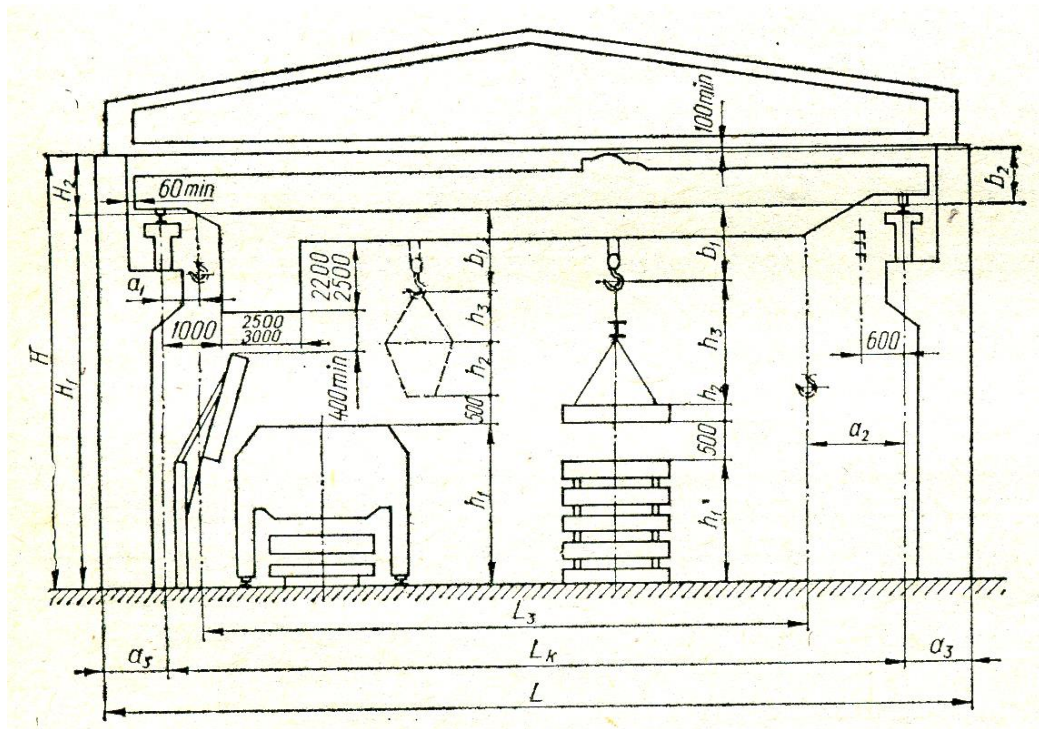


Рис. 6.3. Схема визначення ширини і висоти прогону.

H – висота цеху, мм; h_1 – висота обладнання поста формування, мм; h_2 – габарит вантажів, що переміщують, мм; h_3 – габарити такелажних пристроїв, мм; H_1 – відстань від підлоги до головки підкранової рейки, мм; H_2 – відстань від головки підкранової рейки до низу виступаючої конструкції покриття; 500 мм – мінімальна відстань від верхньої точки обладнання до низу вантажу; b_1 – відстань від головки підкранової рейки до осі крюка, піднятого в крайнє положення; b_2 – габаритний розмір крану; 100мм – мінімальна відстань від габариту мостового крану до низу виступаючих конструкцій покриття.

Технологічно необхідну висоту цеху – H , мм, визначають за формулою 6.2., виходячи з висоти обладнання h_1 , що розташоване в зоні транспортування, габариту вантажів, що переміщують – h_2 , габариту такелажних пристроїв – h_3 , типу і вантажопідйомності крану, а також вимог техніки безпеки:

$$H = H_1 + H_2 = h_1 + h_2 + h_3 + 500 + b_1 + b_2 + 100, \text{ де} \quad ()$$

H_1 – відстань від підлоги до головки підкранового рельсу; H_2 – відстань від головки підкранового рельсу до низу виступаючої конструкції покриття; 500мм – мінімальна відстань від верхньої точки обладнання до низу вантажу; b_1 – відстань від головки підкранового рельсу до осі крюка, піднятого в крайнє

положення; b_2 – габаритний розмір крану; 100мм – мінімальна відстань від габариту мостового крану до низу виступаючих конструкцій покриття.

Переміщувати вантажі в горизонтальній площині можна на висоті не менше 0,5м над виступаючими частинами обладнання і не менше ніж 2,5м від рівня підлоги.

При розміщенні обладнання формувального цеху враховують мінімальне наближення крюка мостового крану до торцевої стіни цеху, яку визначають за формулою :

$$L = (B + S) / 2 + A, \text{ де} \quad ()$$

B – ширина крану,м; S – величина гальмівного шляху; м ; A – відстань між кінцевим упором і стіною (при $Q = 5$ і 10 тс $A = 0,87$ м; при $Q = 15$ і $20/5$ тс $A = 0,9$ м при залізобетонних балках).

Для мостових кранів вантажопідйомністю 10,15 і 20/5тс, що встановлені в 18-метровому прогоні, мінімальна відстань від крюка до торцевої стіни становить 4,8м.

Для забезпечення безпечної та безперервної роботи та створення достатніх виробничих площ звичайно в 18-метровому прогоні розміщують одну конвейерну або дві напівконвейерні лінії або два формувальних поста.

Площа під оперативні запаси напівфабрикатів

До напівфабрикатів відносять арматурні вироби (сітки, каркаси, окремі стержні, закладні деталі), теплоізоляційні вироби (піно полістирольні плити), опоряджувальні вироби (керамічна або скляна плитка, декоративний гранітний або мармуровий щебінь). Запаси напівфабрикатів в формувальному цеху повинні бути не менше ніж на 4 години роботи цеху. Площа для складування визначається за нормами технологічного проектування. При цьому слід уникати великих відстаней між площадками оперативних запасів і виробничими постами, де вони використовуються.

Зона обробки і доведення готових виробів. Рівень заводської готовності бетонних і залізобетонних виробів завершується опорядженням та комплектацією. Найбільш ефективним і раціональним способом опорядження є їх обробка на конвеєрних лініях, обладнаних необхідними машинами і устаткуванням (візкові, ланцюгові і підвісні конвеєри). На візковому конвеєрі встановлена на візок панель переміщується вздовж конвеєра; на ланцюговому

конвеєрі підвішена крюками ланцюга панель переміщується вздовж лінії обробки. Такі види конвеєрів дозволяють комплексно механізувати та автоматизувати роботи по опорядженню та комплектуванню виробів. Вздовж конвеєра розмішують пости технологічного процесу, оснащені відповідним обладнанням: мийною машиною для відмивання паперу з панелей, що облицьовані плитками; штукатурно - затирочною машиною; вудочками для фарбування поверхні тощо. Ряд постів конвеєра призначені для сушіння шпакльованих та пофарбованих поверхонь, які обладнані підігрівачами різних видів.

(рисунок конвеєра доводки?)

Площа ділянок для приймання продукції ВТК, витримування готової продукції та ремонту форм

Площа ділянок для приймання продукції ВТК залежить від габаритів виробу і зони обслуговування.

Площа ділянки витримування готової продукції в зимовий період залежить від виду конструкції виробу і терміну зберігання та визначається за нормативами.

Площа для ремонту форм рекомендовано приймати не менше 50м²

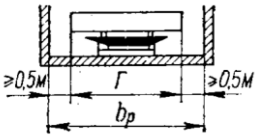
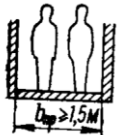
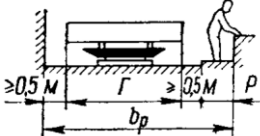
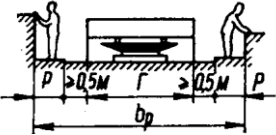
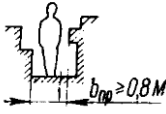
Ділянка ВТК повинна знаходитись в безпосередній близькості від вивізного візка.

Другорядні дільниці чи відділення, зв'язок з якими здійснюється за допомогою наземного транспорту (комплектация плитки, приготування фактурних розчинів), а також пости переоснащення та ремонту форм, пов'язані з дуговим зварюванням та шумом, розміщуються на периферійних зонах формувального цеху.

Основні проїзди розміщують у відповідності до визначеної компоновальної схеми. В залежності від виду наземних транспортних засобів і вантажів, які вони перевозять, (арматурні вироби, готові конструкції та ін..), встановлюють мінімальну ширину і довжину проїздів. З точки зору пожежної безпеки бажано передбачити проїзд вздовж всього цеху для пожежної машини. Проходи шириною 0,6-1,0м обов'язкові навколо всіх видів обладнання, яке обслуговується робітниками.

Таблиця

Ширина проїздів і проходів

Призначення проходів і проїздів	схема	Прийняті позначення
Цехові проїзди		Г – максимальні габарити транспортних засобів (вагонеток, автопогрузчиків, самохідних візків і.т.д.); $b_{п}$ - ширина проїзду; $b_{пр}$ - ширина проходу
Головний цеховий прохід		$b_{пр}$ - ширина проходу
Проїзд (прохід) при розташуванні в ньому робочих місць з одного боку		$b_{р}$ - ширина робочого місця ($b_{р} \geq 8$ м)
Проїзд (прохід) при розташуванні в ньому робочих місць з двох боків		—
Другорядний (допоміжний) прохід		Призначено для ремонту, огляду і змащення обладнання

Рельсовий шлях самохідного візка для вивозу готової продукції прокладають на відстані 3м від поздовжнього ряду колон, що дає можливість більш раціонально використовувати площу цеху. Звичайно застосовують візок СМЖ-151. Візок для вивозі виробів, що зберігаються в вертикальному положенні обладнують спеціальними стійками; при вивезенні виробів, що зберігаються в горизонтальному та вертикальному положенні, до нього додають причіп – СМЖ-154, який також обладнують спеціальними стійками, а ведучий візок використовують для горизонтально розміщених елементів.

При вирішенні компоновки формувальних цехів слід раціонально розміщувати сантехнічне обладнання, служби електропостачання і автоматики, санвузли.

Для розміщення вентиляційного обладнання, як правило, проектується сантехнічна площадка на висоті 5,4м шириною 6м уздовж всього торцю

формувального цеху зі сторони вивозу готової продукції. Таку ж площадку роблять над бетоновозною естакадою .

Комплектні трансформаторні підстанції і розподільчі пристрої розміщують під сантехнічною площадкою і бетоновозною естакадою, враховуючи можливість установки під нею (при реконструкції) додаткових формувальних постів.

Туалети розміщують зі сторони цеху, що протилежна побутовим приміщенням, під площадками для вентиляційного обладнання.

Виробництво слід розміщувати в корпусах з відміткою головки рельсу підкранового шляху 9,65м, рідше – 8,15м.

Залізобетонні вироби випробуються при температурі вище нуля, тому в формувальному цеху чи в окремому приміщенні встановлюють стенд СМЖ-262 для випробувань в робочому положенні на жорсткість, тріщиностійкість та міцність панелей перекриття, а для довгомірних виробів – СМЖ-14.

ОСОБЛИВОСТІ КОМПОНОВКИ ФОРМУВАЛЬНОГО ЦЕХУ ПРИ РІЗНИХ СПОСОБАХ ВИРОБНИЦТВА БЕТОННИХ ТА ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ВИРОБІВ ТА КОНСТРУКЦІЙ

Агрегатний спосіб виробництва. Самим розповсюдженим способом виробництва залізобетонних виробів в заводських умовах є агрегатний. Він найбільш відповідає умовам дрібносерійного виробництва. Цей спосіб підходить для виготовлення виробів довжиною до 12 м, шириною до 3 м і висотою до 1 м, хоча в окремих випадках можливо виробництво елементів і більших розмірів. Агрегатно-потоківий спосіб не вимагає великих капітальних витрат і допускає виготовлення широкої номенклатури продукції. Найважливішою ознакою агрегатних ліній є спеціалізація та гнучка технологія виготовлення виробів, які забезпечують максимальну продуктивність, високий ступінь використання агрегатів і машин, створення умов автоматизації виробництва.

Агрегатні лінії за формою організації процесу відносять до потоків виробництва, що виключає зустрічні потоки (крім передавання форм і піддонів), зі спеціалізацією технологічних постів, з механізацією та автоматизацією більшості стадійних процесів.

В прогонах цехів основного виробництва може розміщуватись різна кількість технологічних ліній:

- при вузькій спеціалізації, і, відповідно, при більшій продуктивності, в прогоні може розташовуватись одна технологічна лінія із замкнутою кільцевою системою руху предметів (рис. 69, а)
- при вузькій спеціалізації і продуктивності до 30 тис.м³ виробів за рік в прогоні може бути розташовано дві технологічні лінії (рис. 69, б, в). Така система компонування застосована в більшості прогонів.

При агрегатному способі виробництва компоновка прогону залежить від форми організації процесу, кількості технологічних ліній та їх спеціалізації та здійснюється з врахуванням норм технологічного проектування (табл.67).

При формуванні на агрегатних лініях застосовують формувальні агрегати, які за способом ущільнення бетонної суміші розділяють на такі основні типи: з ущільненням на віброплощині (при необхідності з застосуванням привантаження); з ущільненням суміші вібровкладишами формувальної (порожниноутворюючої) машини і віброшита; з ущільненням суміші вібронасадкою формувальної машини; з ущільненням на центрифугі.

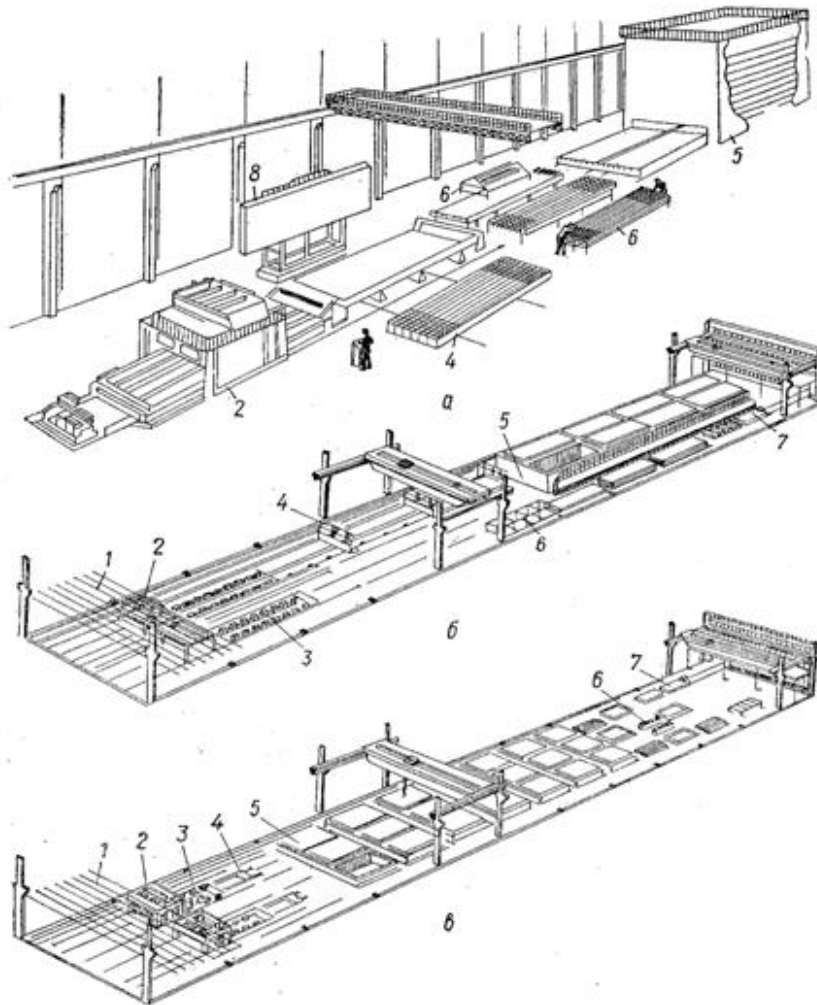


Рис. 69.Компонування технологічного прогону

а- однієї лінії з виробництва панелей; б,в – двох ліній з виробництва виробів довжиною 12м і 6 м відповідно; 1 – естакада подавання бетонної суміші; 2 – бетоноукладач; 3 – віброплощадка; 4 – формоукладач; 5 – камери тепло вологої обробки; 6 – пост напруження арматури; 7 – самохідний візок; 8 – вібропривантажувач.

Число постів підготовки форм, армування, формування і розпалублення визначають, як відношення розрахункової тривалості виконання операцій стадійного процесу, що зазначена в поопераційному графіку процесу, до планового такту випуску продукції (1):

$$N_i = \frac{T_{ci}}{\bar{R}}, \text{ шт.} \quad (1)$$

де T_{ci} – розрахункова тривалість i -ого стадійного процесу, хв.; $\bar{R}$ – плановий такт випуску продукції, хв. Плановий такт випуску продукції – це інтервал часу, через який періодично виконують випуск виробів, визначається із співвідношення:

$$\bar{R} = \frac{B_p}{N_6} \cdot q, \text{ хв/вир} \quad (2)$$

де B_p – розрахунковий фонд робочого часу, год, ($B_p = T_{річ} \cdot t_{зм} \cdot n_{зм} \cdot R$, де $T_{річ}$ – річний фонд роботи технологічного обладнання, діб; $n_{зм}$ – кількість робочих змін на добу; $t_{зм}$ – тривалість робочої зміни, год; R – коефіцієнт використання обладнання); N_g – програма випуску продукції в виробх, що виготовляють протягом року, шт., ($N_g = \left[\frac{П_p}{V} \right]$, шт; де $П_p$ – річна продуктивність лінії, м³; V – об’єм бетону виробу, м³; значення округлюють до цілого числа в більший бік); q – кількість виробів, що одночасно виготовляють в одній формі, шт.

Основним обладнанням для активізації тверднення бетону свіжовідформованих виробів є камери ямного типу (рис. 1), які є найбільш простими і найбільш розповсюдженими агрегатами періодичної дії.

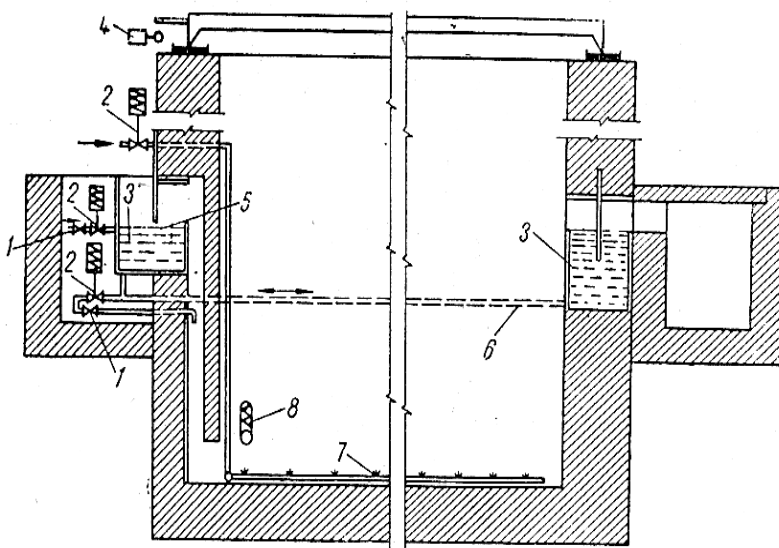


Рис. 1. Камера тверднення ямного типу:

1 – вентилі для регулювання зливу і подавання води в затвори; 2 – електромагнітні вентилі; 3 – водяні затвори; 4 – кінцевий вимикач; 5 – повітряний зазор; 6 – з’єднувальна труба; 7 – подавання пари в камеру; 8 – термометр опору

Режим тверднення в камері характеризується температурою і тривалістю, інтенсивністю піднімання температури, попереднім витримуванням виробів до початку теплової обробки.

Технологічні параметри ямних камер включають визначення кількості форм, які розміщують в камері, їх розміри та тривалість процесу теплової обробки.

Довжина камери визначається за формулою (3):

$$L_k = n_{\phi}^{\partial} \cdot l_{\phi} + (n_{\phi}^{\partial} + 1) \cdot l_1, \text{ м,(3)}$$

де n_{ϕ}^{∂} – кількість форм, які укладають по довжині камери, шт.; l_{ϕ} – довжина форми, м; l_1 – відстань між формами або між формою і стінкою, м ($l_1 = 0,1-0,3$ м).

Ширина камери визначається за формулою:

$$B_k = n_{\phi}^u \cdot b_{\phi} + (n_{\phi}^u + 1) \cdot b_1, \text{ м,(4)}$$

де n_{ϕ}^u – кількість форм, які укладають по довжині камери, шт.; b_{ϕ} – ширина форми, м; b_1 – відстань між формами або між формою і стінкою, м ($l_1 = 0,1-0,3$ м).

Висота камери визначається за формулою:

$$H_k = (h_{\phi} + h_2) \cdot n_2 + h_1 + h_3, \text{м} \dots \dots \dots (5)$$

h_{ϕ} – висота форми з виробом, м; h_2 – проміжок між формами, м, $h_2 = 0,05$ м; n_2 – кількість форм по висоті камери, шт.; h_1 – відстань між нижньою формою і дном камери, м, $h_1 = 0,15 - 0,3$ м; h_3 – відстань між верхнім виробом і кришкою камери, м, $h_3 = 0,05 - 0,5$ м.

Максимальна висота камери знаходиться в межах 3,5 – 4 м.

Тривалість зайнятості ямної камери (*тривалість циклу*):

$$T_k = t_3 + t_g + t_n + t_{i3} + t_o + t_p, \text{год} \dots \dots \dots (6)$$

де t_g, t_n, t_{i3}, t_o – тривалості відповідно попереднього витримування, нагрівання, ізотермічного прогрівання і остигання, год; t_3 та t_p – відповідно тривалість завантаження і розвантаження камери, год:

$$t_3 = t_p = n_g^k \cdot t_{\phi}, \text{год} \dots \dots \dots (7)$$

де n_g^k – місткість ямної камери, шт., кількість виробів у ямній камері (приймається кратною кількості виробів, які формують за добу; t_{ϕ} – тривалість формування (тривалість ритму), хв.

Коефіцієнт оборотності камери:

$$K_o^k = \frac{24}{T_k} \dots \dots \dots (8)$$

де T_k – тривалість зайнятості камери, год.

Кількість секцій ямних камер визначається:

$$N_k = \frac{n_g^{\partial}}{n_g^k \cdot K_o^k}, \text{шт} \dots \dots \dots (9)$$

де n_g^{∂} – кількість виробів, що формують за добу, шт.; n_g^k – кількість виробів у ямній камері, шт.

Прискорення тверднення виробів на агрегатних лініях може відбуватись в термоформах або на спеціалізованих постах. Кількість постів теплової безкамерної обробки циклічної дії або секцій ямних камер розраховують за формулою:

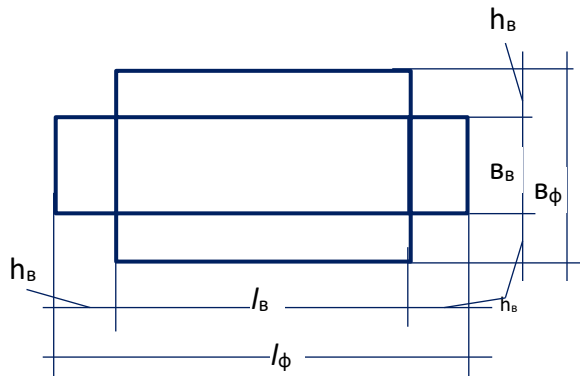
$$N_k = \frac{60 \cdot T_k \cdot v_{\phi}}{24 \cdot t_{\phi} \cdot n_g^k} = \frac{2,5 \cdot T_k \cdot v_{\phi}}{t_{\phi} \cdot n_g^k}, \text{шт} \dots \dots \dots (10)$$

де T_k – тривалість зайнятості ямної камери, год; v_{ϕ} – кількість годин формування за добу, год (при двозмінній роботі 16 год, при 3-х змінній роботі – 23 год); t_{ϕ} – тривалість формування, год; n_g^k – кількість виробів у ямній камері, шт.

Для складання компоувальної схеми формувального цеху необхідно визначити площі постів і площі необхідні для збереження запасів напівфабрикатів, ділянок приймання продукції, витримування готової продукції, ремонту форм тощо.

Для визначення площ постів підготовки форми, армування і розпалублення спочатку визначаємо розміри форми з відкритими бортами.

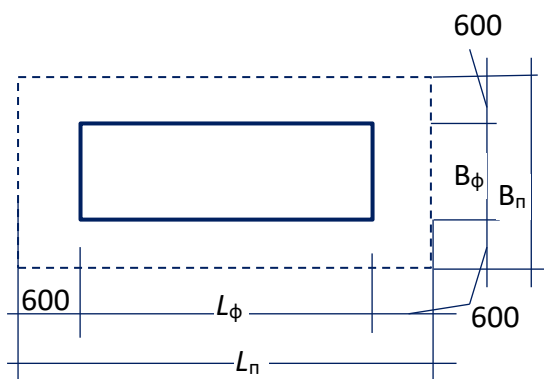
Розмір форми з відкритими бортами:



$$l_{\phi} = 2h_{\text{в}} + l_{\text{в}}$$

$$b_{\phi} = 2h_{\text{в}} + b_{\text{в}} \text{ (м, мм)}$$

Площа поста підготовки форм визначається площею, яку займає форма в положенні її підготовки (з урахуванням відхилених і/або розкритих бортів), зони обслуговування (мінімум 0,6 м з усіх боків форми), місця для розміщення пристроїв для чищення при ручному чищенні, габаритів машини для чищення при механізованому чищенні, місця для розміщення мастил, площі розміщення формоутворюючих елементів (прорізоутворюючів, порожниноутворювачів, вкладишів тощо).



$$l_{\text{п}} = 2 \times 0,6 + l_{\phi}, \text{ м}$$

$$b_{\text{п}} = 2 \times 0,6 + b_{\phi}, \text{ м}$$

Площа постів армування визначається площею, яку займає форма в положенні її армування, зони вільного підходу з усіх боків, площі для оперативного запасу різних арматурних елементів (в контейнерах, стелажах та ін..) з зоною обслуговування.

Площа для збереження ненапружених арматурних виробів визначається з розрахунку збереження матеріалів в цеху протягом 4 годин роботи(табл.67). Площа для збереження визначається за формулою:

$$S = \frac{n \cdot m_a}{q}, \dots\dots\dots(11)$$

де n – кількість виробів, що формують протягом 4 годин ($n = \left[\frac{4 \cdot 60}{R} \right]$); m_a – маса ненапруженої арматури на один виріб; q – норма збереження арматурних виробів на 1 м² площі цеху (табл.67).

Пости попереднього напруження арматури обладнують відповідними установками, тому при обчисленні площі таких постів враховують габарити установок для напруження арматури (домкратів, гідравлічних машин, установок для електронагрівання тощо), зон їх обслуговування, стелажів для заготовок напруженої арматури, контейнерів для затискачів.

Компоновка постів армування виробів представлена на рис.

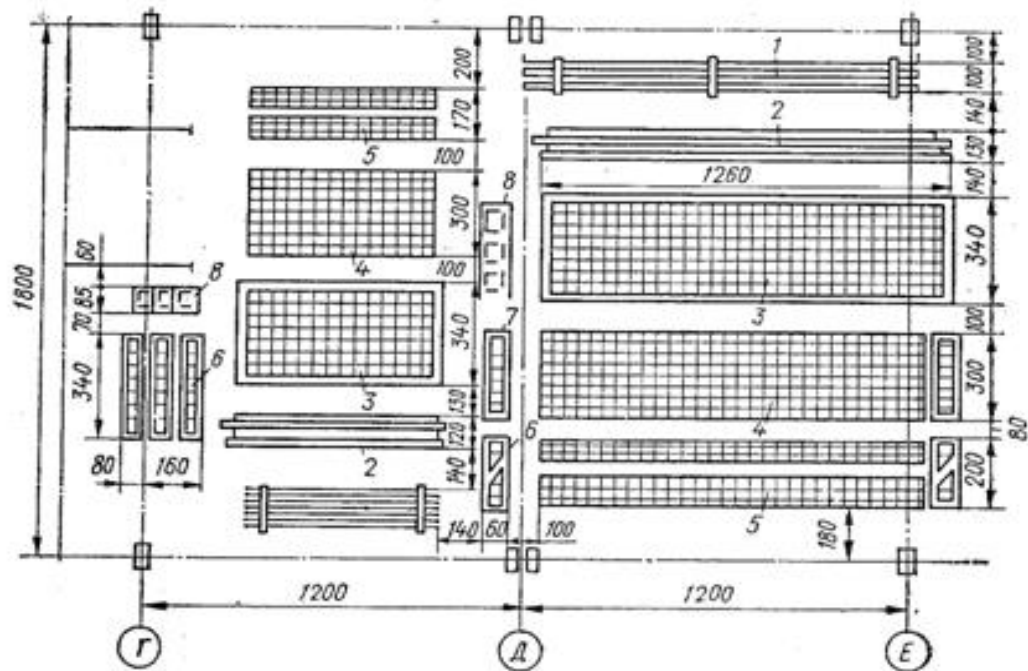
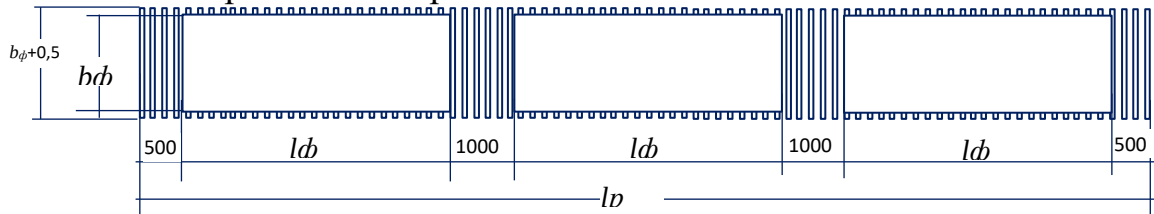


Рис. Зона армування між осями ГД – для плит 3*6, між осями ДЕ – для плит 3*12м. 1 – контейнери для попередньо напружених арматурних елементів; 2 – установка для електронатягу арматури; 3 – пости армування; 4 – контейнери для сіток; 5 – контейнери для каркасів; 6,7 – контейнери для малих сіток і каркасів; 8 – контейнери для закладних деталей.

На деяких лінях для зменшення кранових операцій встановлюють операційні багато постові рольганги різних конструкцій. На рольгангах в основному розміщують пости розпалублення, підготовки і армування. Приклад рольгангу з 3-а постами наведено на рис. X.

Рис. X. три постовий рольганг



Площа постів формування визначається габаритами формувальної установки (віброплощадки, формувальної установки з порожнино утворювачами, центрифуги тощо) з встановленою на неї формою, габаритами бетоноукладача і зоною його переміщення, габаритами площадок для розміщення комплектувальних і арматурних виробів, якщо за технологією вони встановлюються на посту формування. Необхідно передбачити зручні проходи в межах поста 60-100 см.

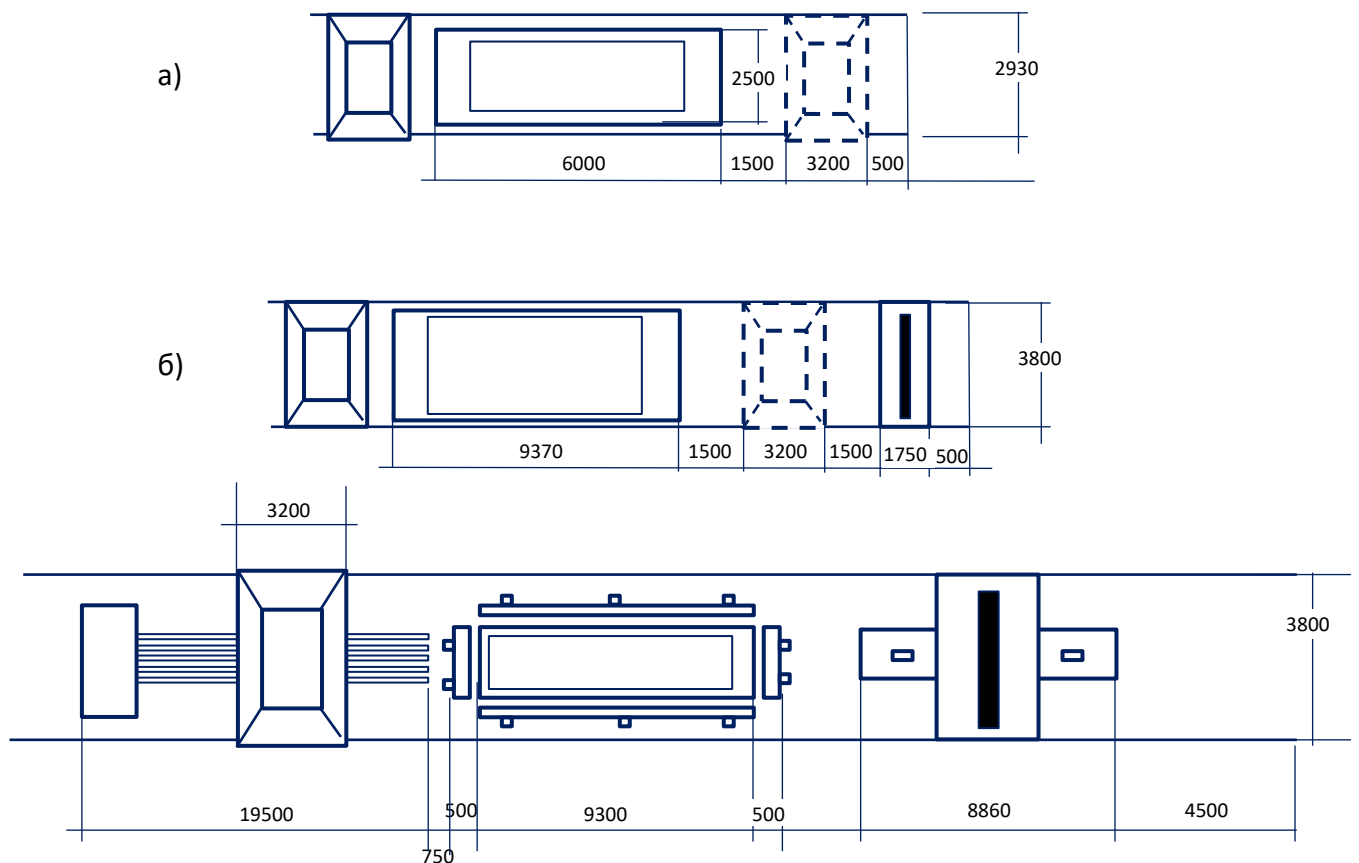


Рис.

1 – вібромайданчик з встановленою на нього формою; 2 – бетоноукладач; 3 – пристрою для створення шорсткості портального типу

1 – вібромайданчик з встановленим піддоном; 2 – відкидні борти; 3 – бетоноукладач; 4 – портал з привантажувальним щитом; 5 – Формувальна (порожниностворювальна) машина

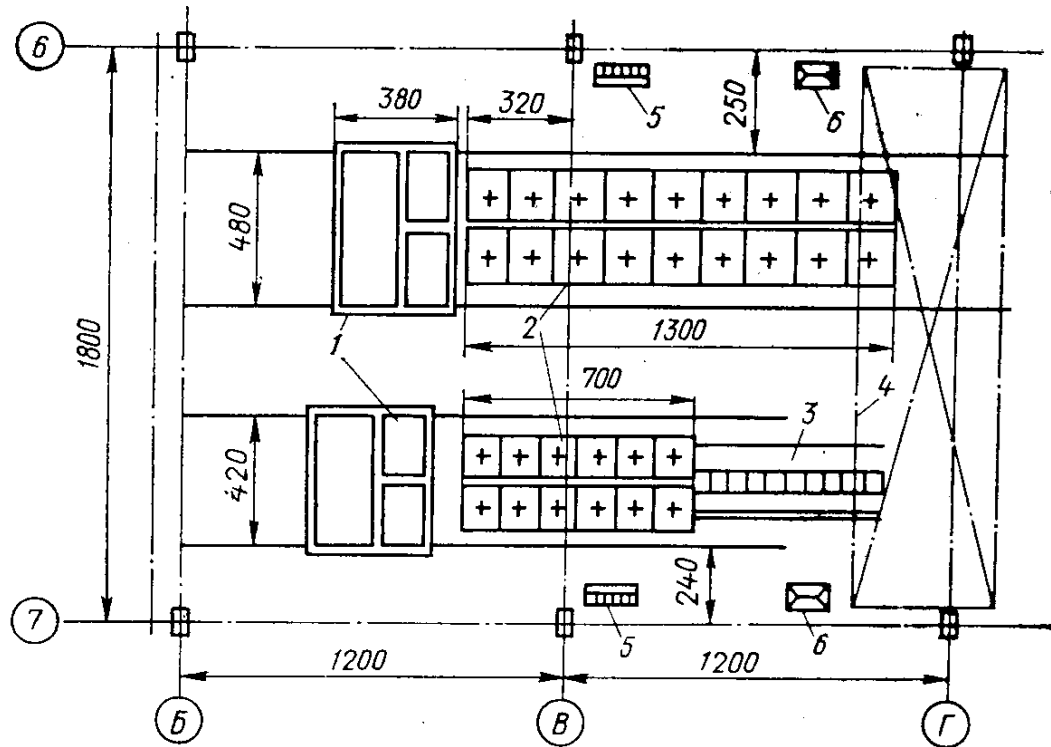


Рис. . Компонівка поста формування:

1 – бетоноукладач; 2 – віброплощадка; 3 – формо укладач; 4 – мостовий кран; 5 – баддя для збирання сміття; 6 – пульт керування

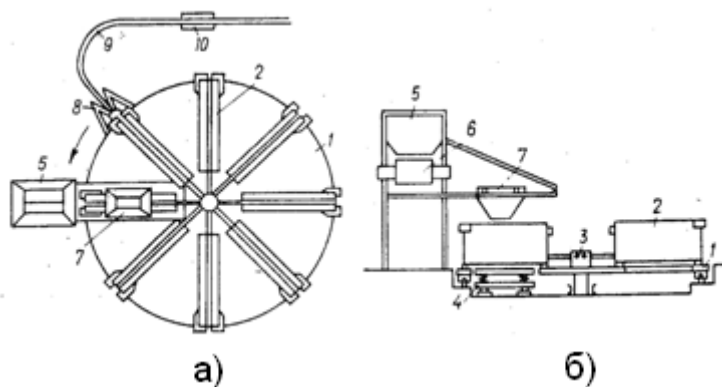


Рис.

Площа постів розпалублення розраховують виходячи з габаритів форми, пристроїв для відкривання бортів та зручних проходів між постами, й іншого необхідного обладнання. Приклад поста розпалублення наведено на рис. XX.і щщщ

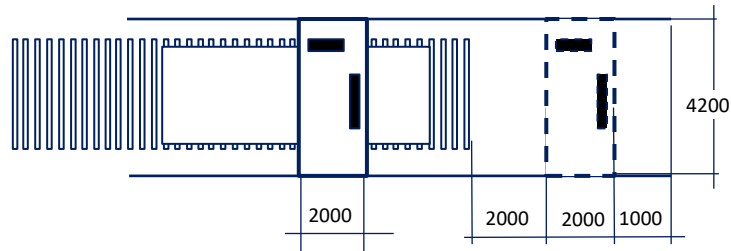


Рис. XX. Пост розпалублення розміщений на рольгангу з ручним відкриванням бортів та пристроєм для обрізання напружених дротин портального типу

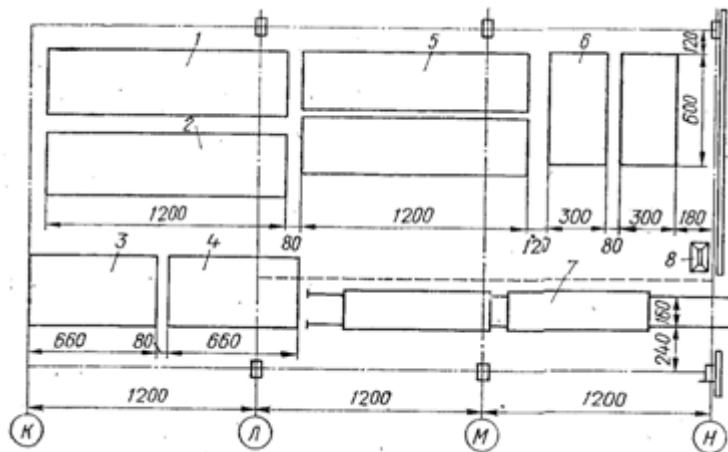


Рис. Компонування постів розпалублення виробів, чищення і змащення форм, витримування виробів

1,2 – пости розпалублення плит 3*12м, чищення і змащення форм; 3,4 – пости розпалублення плит 3*6м, чищення і змащення форм; 5 – пост витримування плит 3*12м; 6 - пост витримування плит 3*6м; 7 – самохідні візки для вивезення виробів на склад готової продукції; 8 – баддя для збирання сміття.

Площу для розміщення ямних камер розраховують за числом камер та їх габаритами. Слід передбачити навкруги камер площадки для обслуговування шириною 60 см з огороженням та сходами.(рис.)

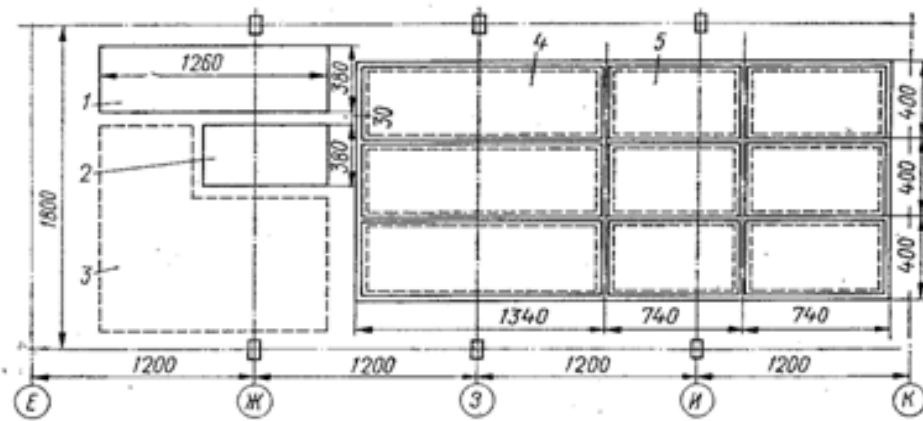


Рис. Компоновка поста витримування виробів та теплової обробки

Пост витримування: 1 – місце для складування плит 3*12м; 2 – місце для складування плит 3*6м; 3 – місце для ремонту форм

Пост теплової обробки: 4 – камери для плит 3*12м; 5 – камери для плит 3*6м.

Визначають додаткові площі в цеху. Площа, яка необхідна для складування форм становить 20 м² на кожні 100 т форм, що знаходяться в експлуатації і визначається за формулою:

$$S_{\phi}^c = \frac{20 \cdot m_{\phi}^e}{100}, \text{ м}^2, \dots \dots \dots (12)$$

де m_{ϕ}^e – маса форм, які знаходяться в експлуатації, що визначається за формулою:

$$m_{\phi}^e = m_{\phi} \cdot n_{\phi}^e, \dots \dots \dots (13)$$

де m_{ϕ} – маса форми, т; n_{ϕ}^e – кількість форм, що експлуатують, шт., визначається за формулою:

$$n_{\phi}^e = \frac{n_{\phi}^{\partial}}{K_{\phi}^{\phi}}, \text{ шт} \dots \dots \dots (14)$$

де n_{ϕ}^{∂} – кількість виробів, які формують за добу, шт.; K_{ϕ}^{ϕ} – коефіцієнт оборотності форми, який визначається за формулою:

$$K_{\phi}^{\phi} = \frac{60 \cdot n_{\phi}^m \cdot t_{\phi m}}{T_{\phi}}, \dots \dots \dots (15)$$

де n_{ϕ}^m – кількість робочих змін на добу для теплової обробки; $t_{\phi m}$ – тривалість зміни, год; T_{ϕ} – тривалість обороту форми, що враховує час необхідний для виконання всіх стадій виготовлення виробу та розраховується за формулою:

$$T_{\phi} = T_p + T_a + T_{\phi} + T_k, \text{ хв.}, \dots \dots \dots (16)$$

де T_p – тривалість стадії розпалублення виробу, очищення і змащення форми, хв; T_a – тривалість стадії армування виробів, хв; T_ϕ – тривалість формування виробів, хв.; T_k – тривалість зайнятості ямної камери (тривалість циклу), хв.

Площа необхідна для виконання поточного ремонту форм становить 30 м² на кожні 100 т форм, що знаходяться в експлуатації:

$$S_\phi^p = \frac{30 \cdot m_\phi^e}{100}, \text{ м}^2 \dots \dots \dots (17)$$

Мінімальна рекомендована площа для проведення поточного ремонту форм становить 50 м².

Конвеєрний спосіб виробництва

Конвеєрне виробництво є вдосконаленням потоково-агрегатного способу. Конвеєрна схема є високоефективною, дозволяє організувати процес з максимальною механізацією всіх операцій.

При конвеєрному способі виробництва форми з виробами переміщуються від одного поста до іншого спеціальними транспортними пристроями. Для конвеєра характерне примусовий ритм роботи, тобто одночасне переміщення всіх форм по замкненому технологічному кільцю з заданою швидкістю. Тобто особливістю конвеєрного виробництва є ритмічність виконання кожної технологічної операції. Для цього необхідно забезпечити однакову тривалість виконання операцій, що дозволяє підтримувати постійний ритм конвеєра.

Конвеєри за характером роботи поділяють на періодичної та безперервної дії. Найбільшого розповсюдження набули конвеєри періодичної дії з формами-візками, що рухаються по рейкам.

На конвеєрних лініях, вироби, що знаходяться в формах на піддон-вагонетках, проходять теплову обробку в камерах безперервної дії, що мають повністю автоматизований режим оброблення і механізовані процеси. Такі камери економлять теплову енергію, у порівнянні з камерами періодичної дії, та характеризуються рівномірністю обробки виробів. На конвеєрних лініях використовують камери розташовані паралельно формувальному конвеєру на рівні підлоги цеху (тунельні), нижче рівня підлоги (щілинні) або вище його (вертикальні камери теплової обробки); й подають вироби в камери відповідно передавальними візками, знижувачами або підіймачами.

Компонування конвеєрів з тунельними камерами залежить від типу і кількості ліній. В основі компонування конвеєрних ліній лежить організація кільцевого потоку виробництва виробів. Для скорочення вантажопотоку найбільш матеріаломісткий широкий конвеєр розташовують на малому кільці, а вузький – на широкому кільці. Поряд із значною продуктивністю конвеєрні лінії такого типу потребують більших виробничих площ, особливо для розміщення камер ТО.

Порядок розрахунку лінії визначається типом конвеєра, компонуванням його постів і конструкцією теплового агрегату.

Кількість форм-візків в межах підготовчо-формуальної лінії ($n_{\phi}^{n-\phi}$) включає форми на яких виконуються технологічні стадії (n_n) і форми на яких виконується попереднє витримування свіжовідформованого виробу (n_n^e):

$$n_{\phi}^{n-\phi} = n_n + n_n^e \dots \dots \dots (18)$$

Кількість форм для виконання всіх технологічних стадій визначається, як сума відношень розрахункових тривалостей виконання операцій стадійних процесів підготовки форм, армування, формування і розпалублення, що зазначена в поопераційному графіку процесу, до планового такту випуску продукції, за формулою:

$$n_n = \sum \left[\frac{T_{ci}}{\bar{R}} \right], \text{шт} \dots \dots \dots (19)$$

де T_{ci} – розрахункова тривалість i -ого стадійного процесу (тобто розпалублення, підготовки форми, армування і формування), хв.; $\bar{R}$ – плановий такт випуску продукції, хв. Квадратні дужки показують, що значення заокруглюють до цілого числа в більший бік.

Кількість форм необхідних для проведення попереднього витримування визначають:

$$n_n^e = \frac{60 \cdot t_e}{T_r}, \dots \dots \dots (20)$$

де t_e – тривалість попереднього витримування, год; T_r – тривалість ритму конвеєрної лінії, хв.

Довжина підготовчо-формуальної лінії конвеєра визначається за залежністю:

$$l_{n-\phi} = n_{\phi}^{n-\phi} \cdot l_{\phi} + (n_{\phi}^{n-\phi} + 1) \cdot l_1^{n-\phi}, \text{м} \dots \dots \dots (21)$$

де l_{ϕ} – довжина форми, м; $l_1^{n-\phi}$ – відстань між формами в межах підготовчо-формуальної лінії конвеєр, м; $n_{\phi}^{n-\phi}$ – кількість форм-візків в межах підготовчо-формуальної лінії, шт.

Найбільшого розповсюдження на конвеєрних лініях отримали тунельні та щілинні камери теплової обробки (рис. 2).

Для визначення робочої довжини камери, визначаємо габарити форми (візка-піддону):

$$l_{\phi} = b_{\phi} + 2 \times h_{\phi} \text{ м}$$

$$b_{\phi} = l_{\phi} + 2 \times h_{\phi} \text{ м}$$

$$h_{\phi} = h_{\phi} + 0,35 \text{ м}$$

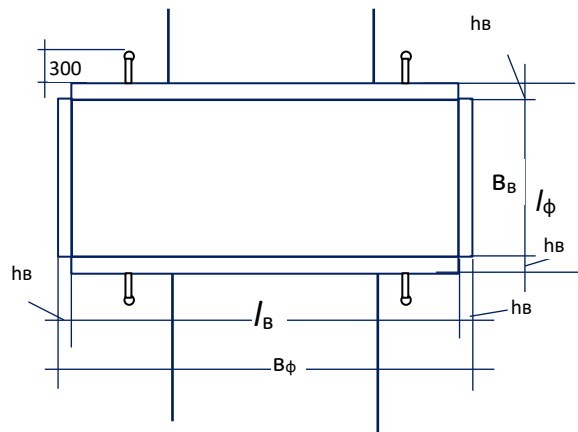


Рис. Габарити форми (візка-піддону)

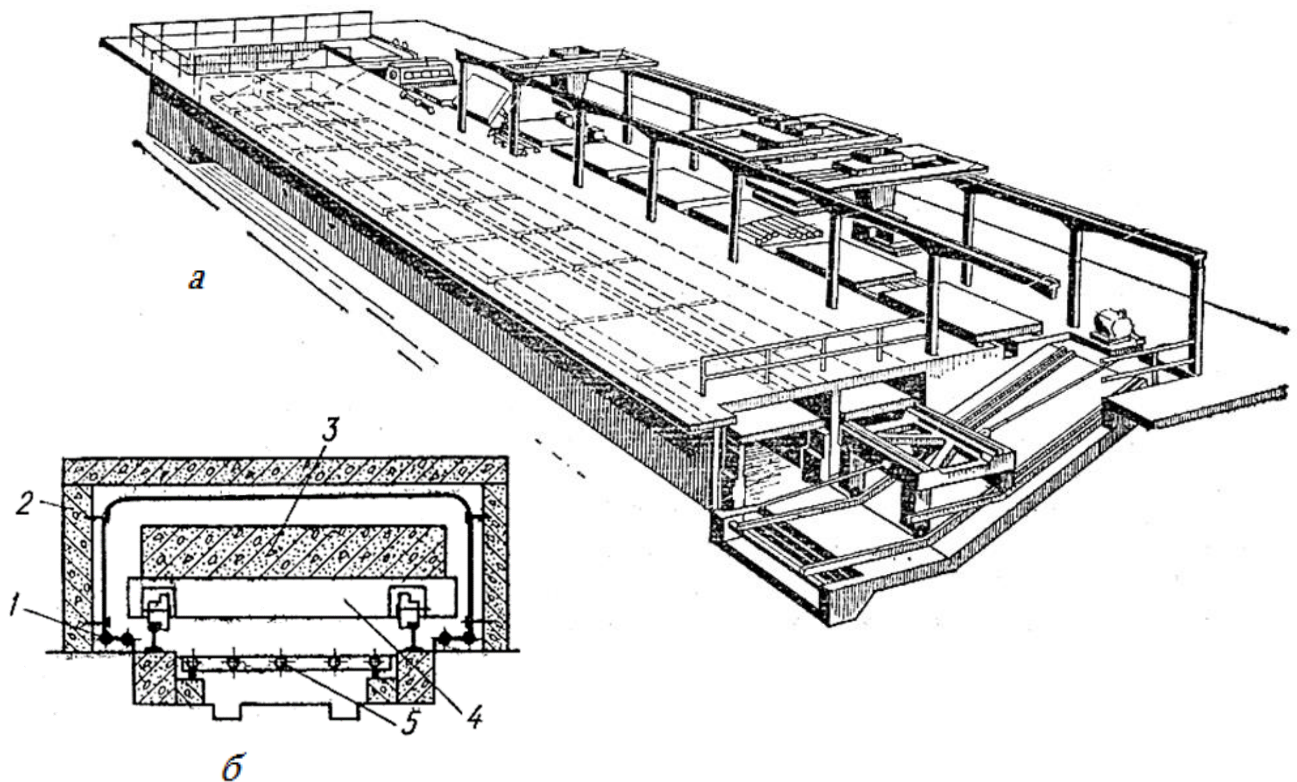


Рис. . Похило-замкнений конвеєр з щілинними камерами:

а – схема конвеєра; б – розріз щілинної камери;

1 – перфоровані труби; 2 – стінки камери; 3 – виріб; 4 – форма-візок; 5 – реєстри з гладких труб

Кількість форм в щілинній або тунельній камері за умов проведення ізотермічного прогрівання в ній теплової обробки визначається:

$$n_{\phi}^{\kappa} = \frac{60 \cdot (t_n + t_i + t_o)}{T_r}, \text{ шт} \dots\dots\dots (22)$$

де t_n – тривалість нагрівання виробу, год; t_i – тривалість ізотермічного прогрівання, год; t_o – тривалість охолодження, год; T_r – тривалість ритму конвеєрної лінії, хв.

Робоча довжина тунельної або щілинної камери визначається за формулою:

$$L_k = \frac{60 \cdot (t_n + t_i + t_o)}{T_r} \cdot (l_\phi + l_1^\phi) - l_1^\phi + 2l_0 \text{ або } L_k = n_\phi^k \cdot (l_\phi + l_1^\phi) - l_1^\phi + 2l_0, \text{ м}$$

де l_ϕ – довжина форми, м; l_1^ϕ – відстань між двома суміжними формами, м; l_0 – відстань від крайньої вагонетки до кінця камери, м.

При визначенні враховують, що довжина камери не повинна перевищувати 120 м, без необхідного техніко-економічного обґрунтування.

В більшості випадків довжину щілинних і тунельних камер приймають рівною довжині підготовчо-формуальної лінії, тобто $l_{n-\phi} = L'_k$. В тих випадках коли робоча довжина камери більше ніж прийнята довжина, тобто $L_k > L'_k$, визначають необхідну кількість тунельних чи щілинних камер, або необхідну кількість ярусів в щілинних камерах за формулою:

$$n_{\text{я}} = \frac{L_k}{L'_k} \dots \dots \dots (24)$$

Необхідну кількість тунельних чи щілинних камер, або необхідну кількість ярусів в щілинних камерах можна визначити за іншою формулою:

$$n_{\text{я}} = \frac{n_\phi^k}{n_\phi^{\text{я}}}, \dots \dots \dots (25)$$

де n_ϕ^k – загальна кількість форм в щілинній або тунельній камері, шт.; $n_\phi^{\text{я}}$ – кількість форм-візків, які можна розмістити в межах одного ярусу (одної камери), шт., що визначається за формулою:

$$n_\phi^{\text{я}} = \frac{l_{\text{я}} - l_1^{\text{я}}}{l_\phi + l_1^{\text{я}}}, \text{ шт.} \dots \dots \dots (26)$$

де $l_{\text{я}}$ – довжина ярусу тунельної камери, м $l_{\text{я}} = l_{n-\phi} = L'_k$; l_ϕ – довжина форми, м; l_1^ϕ – відстань між двома суміжними формами, м.

Ширина камери визначається за формулою:

$$B_k = b_\phi + 2b_1, \text{ м,} \dots \dots \dots (27)$$

де b_ϕ – ширина форми-вагонетки, м; b_1 – відстань між формою вагонеткою і стінкою камери, м, $b_1 = 0,15 - 0,25$ м.

Висота камери визначається за формулою:

$$H_k = h_1 + n_{\text{я}} \cdot (h_\phi + h_2) - h_2 + h_3, \text{ м,} \dots \dots \dots (28)$$

де h_1 – відстань від підлоги камери до рейкового шляху нижнього ярусу, м, $h_1 = 0,1-0,3$ м; $n_{\text{я}}$ – кількість тунельних чи щілинних камер, або кількість ярусів в щілинних камерах, шт.;

h_{ϕ} – висота форми-вагонетки з виробами, м; h_2 – вільний проміжок по висоті камери між формами вагонетками, м, $h_2=0,15-0,3$ м; h_3 – відстань від поверхні виробу верхнього ярусу до стелі камери, м, $=0,2-0,3$ м.

Загальна кількість форм-візків на лінії:

$$n_{\phi} = 1,05 \cdot (n_{\phi}^{n-\phi} + n_{\text{я}} \cdot n_{\phi}^{\text{я}}), \text{ шт.} \dots \dots \dots (29)$$

де $n_{\phi}^{n-\phi}$ – кількість форм-візків в межах підготовчо-формувальної лінії, шт.; $n_{\text{я}}$ – кількість тунельних чи щілинних камер, або кількість ярусів в щілинних камерах, шт.; $n_{\phi}^{\text{я}}$ – кількість форм-візків в межах одного ярусу (одної камери), шт.

На деяких підприємствах використовують конвеєри, що відрізняються безкамерною тепловою обробкою виробів в пакетах термоформ (рис. 4). Конвеєр складається з трьох ділянок: перша – підготовче-формувальна, на якій виконують підготовку форми, армування і формування виробів; друга – теплової обробки, на якій форми збирають в пакети і вироби піддають прогріванню, що обладнана пакетувальниками; третя – розпалублення виробів і подавання їх на склад.

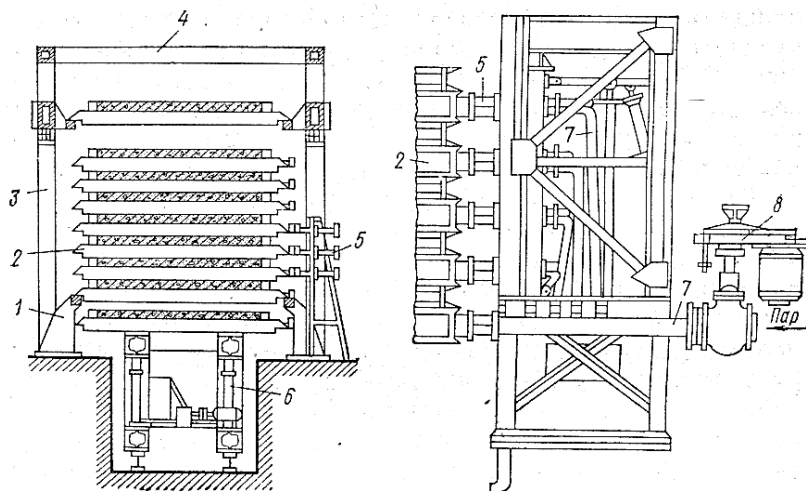


Рис. 4. Схема пропарювання виробів в термоформах застосуванням пакетувальника:

- 1 – відсікачі; 2 – термоформи; 3 – естакада; 4 – передавальний візок; 5 – автоматичні клапани

подавання пари; 6 – пересувний підйомний стіл; 7 – розведення пари; 8 – виконавчий механізм системи автоматики

Термоформа складається з бортового оснащення і піддона, який являє собою герметично закриту парову сорочку. Вертикальні поздовжні стінки піддону мають отвори для впускання і випускання пару та видалення конденсату. Для рівномірного розподілення пара в поровій порожнині піддону прокладено парові перфоровані трубки з штуцерами для підключення пара.

Необхідна кількість термоформ визначається:

$$n_{\phi} = \frac{1,05 \cdot P_p}{R_{\text{вук}} \cdot T_o^{\kappa} \cdot T_{\text{річ}}}, \text{ шт.} \dots \dots \dots (30)$$

де 1,05 – коефіцієнт, що враховує ремонт термоформ; Pr – річна продуктивність лінії, м³; T_o^k – коефіцієнт використання обладнання, $R_{вик} = 0,95$; $T_{pич}$ – річний фонд роботи технологічного обладнання, діб;

Тривалість одного обороту термоформи визначають за формулою:

$$T_o^k = T_p + T_n + T_a + T_\phi + T_{mo}, \text{ год} \dots\dots\dots(31)$$

де $T_p, T_n, T_a, T_\phi, T_{mo}$ – відповідно тривалість стадійних процесів розпалублення виробів, підготовки стенду, армування, формування, витримування і теплової обробки, год.

Отриману кількість термоформ розподіляють на кількість пакетів, вага кожного з яких плюс одна форма з виробом повинна бути не більше вантажопідйомності пакетувальника.

Призначення числа форм в пакеті, висота пакету ув'язують з відміткою крюка мостового крану.

Звичайно висота пакету не повинна перевищувати 2,5 м, тому що треба враховуватище габарити пакетувальника під час його роботи над пакетом. Така висота відповідає приблизно 8-9 термоформам для залізобетонних виробів і 6-7 для керамзитобетонних з товщиною 0,3 м.

Кількість пакетів при твердненні і пакетах визначають за формулою:

$$m_n = \frac{60 \cdot T_k}{T_r \cdot m}, \text{ шт} \dots\dots\dots(32)$$

де T_k – тривалість теплової обробки, год; T_r – тривалість ритму конвеєрної лінії, хв.; m – кількість термоформ в пакеті ($m=6-9$ шт).

Тривалість теплової обробки:

$$T_k = t_{nn} + t_n + t_{iz} + t_o + t_{en}, \text{ год}, \dots\dots\dots(33)$$

де t_n, t_{iz}, t_o – тривалості відповідно нагрівання, ізотермічного прогрівання і остигання, год; t_{nn} та t_{en} – відповідно тривалість приєднання і від'єднання термоформ до системи пароподачі, год;

Вертикальні камери (рис.) це шахти з глухими стінками і перекриттям. Знизу є отвори для завантаження і вивантаження форм-вагонеток. Останні спеціальними підіймачами подають під стелю камери, де переміщуються горизонтально на довжину одної форми-вагонетки в зону зниження. Далі, по досягненню отвору для вивантаження форми-вагонетки викочуються назовні. Камера заповнена пароповітряною сумішшю, причому від верха камери до її низу температура суміші знижується від 100 до 25 С

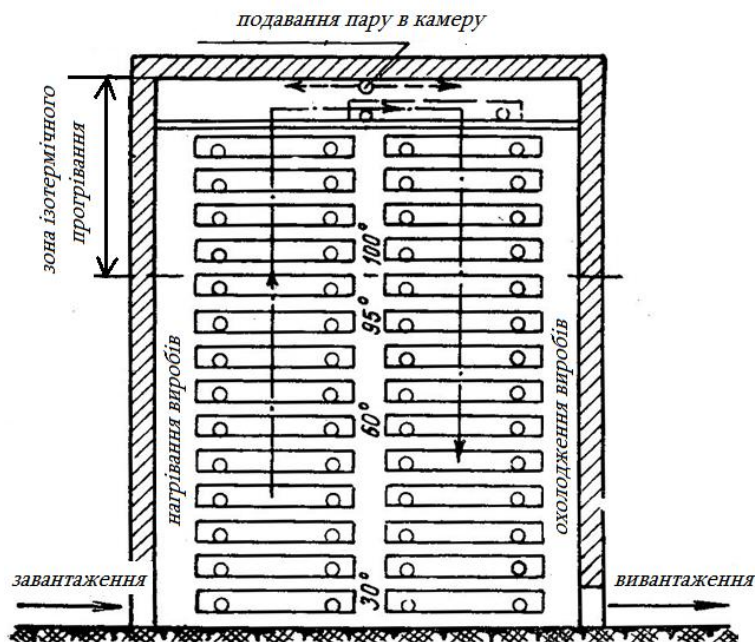


Рис. 5. Схема влаштування вертикальної камери тепло вологої обробки безперервної дії

Довжина камери визначається:

$$L_k = 3l_1 + 2l_\phi, \text{ м} \dots\dots\dots(34)$$

де l_1 – відстань між стінкою і формою, формою і іншою формою, другою формою і стінкою, м, $l_1 = 0,6 \text{ м}$; l_ϕ – довжина форми, м.

Ширина камери розраховується за формулою:

$$B_k = 2b + b_\phi, \text{ м} \dots\dots\dots(35)$$

де b_ϕ – ширина форми, м; b – відстань між огородженням камери і формою, м, $b = 0,6 \text{ м}$.

Висота камери визначається за розрахунком:

$$H_k = H_1 + H_{iz} + h_\phi + h_2, \text{ м} \dots\dots\dots(36)$$

де H_1 – висота зони прогрівання, яка визначається:

$$H_1 = n \cdot h_\phi + (n + 1) \cdot h_1, \text{ м} \dots\dots\dots(37)$$

де h_ϕ – висота форми, м; h_1 – відстані між формами, м, $h_1 = 0,2 \text{ м}$; n – кількість форм з виробами в зоні нагрівання, шт..

H_{iz} – висота зони ізотермічного витримування:

$$H_{iz} = n_1 \cdot h_\phi + (n_1 - 1) \cdot h_1 + h_2, \text{ м} \dots\dots\dots(38)$$

де n_1 – кількість форм в зоні ізотермічного прогрівання; h_2 – відстань між формою і стелею, м, $h_2 = 0,2 \text{ м}$.

Годинна потужність камери становить:

$$\Pi_{год} = \frac{V_n}{t_n + t_i + t_o} \dots\dots\dots(39)$$

де t_n – тривалість нагрівання виробу, год; t_i – тривалість ізотермічного прогрівання, год; t_o – тривалість охолодження, год; V_n – об'єм бетону в

установці, $V_n = n \cdot V_{\text{вир}}$, n – кількість виробів в камері, шт.; $V_{\text{вир}}$ – об'єм бетону в виробі, м^3 .

Річна продуктивність камери:

$$P_{\text{річ}} = P_{\text{год}} \cdot T_{\text{річ}} \cdot n_{\text{зм}} \cdot t_{\text{зм}}, \dots\dots\dots (40)$$

$T_{\text{річ}}$ – річний фонд роботи технологічного обладнання, діб; $n_{\text{зм}}$ – кількість робочих змін на добу, для агрегатів безперервної дії $n_{\text{зм}} = 3$; $t_{\text{зм}}$ – тривалість робочої зміни, год;

Визначення площ основних технологічних зон (підготовки форми, армування, формування, розпалублення) аналогічне розрахунку для агрегатного виробництва.

Площа поста армування визначається площею, яку займає форма в положенні її армування, що розміщена на конвеєрі. З двох боків конвеєру розміщено зони обслуговування $\text{мін } 600 \text{ мм}$ з усіх боків форми. Поряд з постом розміщено запас ненапружених елементів. Площа для збереження ненапружених арматурних виробів визначається як для агрегатної лінії.

Площа для витримування виробів в зимовий час розраховується на 6 годин збереження виробів.

Площа для витримування в цеху визначається за формулою

$$S_3 = \frac{n \cdot m_{\text{в}}}{q}, \text{ м}^2 \dots\dots\dots (41)$$

де n – кількість виробів, що формують протягом 6 годин $n = (6 \times 60) / 10,88 = 34$ шт; $m_{\text{в}}$ – маса виробу, 3,12 т; q – норма збереження виробів на 1 м^2 площі цеху, для дорожніх плит становить 1,2 т/ м^2 ;

Площу наземних, тунельних чи щілинних камер визначають їх габаритами в плані з урахуванням площі під передавальні візки, які обслуговують ці камери. Якщо щілинні камери підземні, то слід визначити площу для підіймачів-знижувачів з обох боків камери.

Стендовий спосіб виробництва

За стендовою схемою вироби виготовляють в стаціонарних формах, що не переміщуються. Всі технологічні процеси від формування і до набуття бетоном необхідної міцності виконують на одному місці.

При необхідності теплової обробки виробів стендові лінії влаштовують в неглибоких напільних камерах або використовують термоформи.

Технологія вимагає значних виробничих площ, але менших термінів і засобів на початкову організацію виробництва й має ряд переваг, особливо при виготовленні попередньо-напружених конструкцій.

При стендовому способі виробництва необхідно лінійне розташування предметів праці на стендах. Стенди використовують універсальні, що забезпечує випуск виробів широкої номенклатури при порівняно нескладному переналагодженні обладнання.

Компонування формувального цеху залежить від виду виробів, методу теплової обробки і конструктивних особливостей стенду.

Для формування плоских і великорозмірних тонкостінних елементів (стінових панелей, шатрових і ребристих панелей тощо) застосовують стаціонарні металеві форми і залізобетонні форми-матриці. Їх розташовують в одну або декілька ліній, залишаючи проходи для обслуговування.

Для формування великорозмірних елементів в формах без дна, зі звичайним армуванням і з напруженою арматурою застосовують бетонні стенди з гадкою шліфованою поверхнею.

Попередньо напружені балки, ребристі плити, шпали, палі виготовляють в металевих і залізобетонних, розбірних і нерозбірних формах-стендах, що зібрані в пакети значної протяжності.

Використовують довгі і короткі стенди.

Довгі стенди (пакетні і протяжні) застосовують при застосуванні декількох виробів по довжині стенда одночасно.

На пакетних стендах арматурні пакети з зажимами на кінцях збирають на окремій установці, що розміщена паралельно смузі формування, а потім переносять і укладають в захвати стендів чи форм.

На протяжних стендах арматурний дріт змотують з бухт, що встановлені в одному кінці стенду, і протягують по всій довжині стенда до другого упору безпосередньо на лінії формування.

Способами утворення арматурного пакету визначаються ступінь механізації виробництва і особливості обладнання пакетних і протяжних стендів.

На пакетних стендах доцільно виготовляти вироби з відносно невеликими поперечними розмірами і компактним розташуванням арматури по перерізу (шпали, палі тощо). Натяг пакету, що складається з певної кількості дротин, здійснюють за один прийом потужними гідродомкратами.

Виготовлення лінійних виробів великої висоти чи ширини (балки, прогони) з великим поперечним перерізом, що потребують поштучного чи групового натягу стержневої арматури, доцільно на протяжних стендах.

Короткі стенди призначені для виготовлення одного виробу по довжині стенду і одного-двох по ширині в горизонтальному положенні (ферм). Різновидом коротких стендів є переносні металеві силові форми.

Натяг арматури здійснюють гідродомкратами на упори стенду чи електротермічним способом.

Організація процесу формування виробів на стендах залежить від виду стенду і типу виробу, а вид стенду визначається його розташуванням по відношенню рівня підлоги, формою поверхні і пристроями для формування виробів.

Напільний стенд зручний для формування великогабаритних і довгомірних виробів в стендових термоформах, що забезпечують прогрів бетону подаванням пари у внутрішні порожнини бортів і піддонів.

Лотковий стенд заглиблений по відношенню до рівня підлоги, що дає можливість перекидати його кришками для прогріву виробів паром.

Спеціалізовані стенди для формування криволінійних оболонок, прогонів тощо обладнані не різніми металевими чи залізобетонними формами. При різних формах основні елементи борт оснащення повинні бути закріплені і забезпечені фіксаторами для швидкого закріплення на стенді.

Кількість стендів, необхідних для забезпечення виробничої програми підприємства, визначають за формулою:

$$n_{cm} = \frac{П_{пл}}{П_p},$$

де $П_{пл}$ – планова (задана) продуктивність підприємства, м³/рік.

Річна потужність довгого або короткого стенду ($П_p$, м³) розраховують за формулою:

$$П_p = \frac{T_{річ} \cdot n_{зм} \cdot t_{зм} \cdot n \cdot V}{T_{ост}};$$

де $T_{річ}$ – річний фонд часу роботи технологічного обладнання, діб; $t_{зм}$ – тривалість робочої зміни, год; $n_{зм}$ – кількість робочих змін на добу; n – кількість виробів, що одночасно формують на стенді, шт.; V – об'єм виробу, м³; $T_{ост}$ – тривалість одного обороту стенду, год.

Тривалість одного обороту стенду визначають за формулою:

$$T_{ocm} = T_p + T_n + T_a + T_\phi + T_{mo},$$

де $T_p, T_n, T_a, T_\phi, T_{mo}$ – відповідно тривалість стадійних процесів розпалублення виробів, підготовки стенду, армування, формування, витримування і теплової обробки, год.

При виготовлення продукції на лінійних стендах методом безопалубкового формування річну потужність стендової технологічної лінії визначають за формулою:

$$\Pi_p = \frac{F \cdot B_p}{T_{ocm}} \sum_{i=1}^{i=n} n_i \cdot V_i \cdot K_i,$$

де F – площа стендової полоси, m^2 ; T_{ocm} – тривалість одного обороту стенду, год; B_p – розрахунковий фонд часу роботи обладнання протягом року при прийнятому режимі роботи цеху, год; n_i – кількість стендових полос для i -го виробу в складі технологічної лінії; V_i – об'єм бетону i -го виробу на $1 m^2$ стендової полоси, m^3 ; K_i – коефіцієнт використання площі стендової полоси, приймають рівним 0,8-0,88.

Площа коротких стендів для виготовлення попередньо-напружених конструкцій залежить від розмірів конструкції стенду, враховуючи конструкції упорів, а також площі для домкратів та інших пристроїв для напруження, засобів подавання і укладання бетонної суміші і зони їх обслуговування. Біля стенду слід передбачити площу для розміщення заготовок напруженої арматури та зйомник формоутворюючих елементів.

Площа довгих стендів для виготовлення попередньо-напружених конструкцій визначається габаритами стенду, враховуючи упори і площу для розміщення: гідродомкратів для натягування арматури, засобів для подавання і укладання бетонної суміші, інших пристроїв та механізмів і зони обслуговування.

Касетний спосіб виробництва

Особливістю касетного способу виробництва є формування виробів в вертикальному положенні в стаціонарних рознімних формах-касетах. Ланка робітників переміщується від однієї касетної форми до іншої. Касети, в порівнянні з агрегатною та конвеєрною лініями потребують менших виробничих площ.

Двовідсічна установка, яка застосовується для виробництва добірних виробів (сходових маршів, панелей огороження балконів тощо), складається з термореактивних поворотних щитів з торцевим борт оснащенням і розділювального листа. Ущільнення суміші відбувається навісними вібраторами.

Для касетних установок основними розрахунковими параметрами є тривалість всього технологічного циклу виготовлення виробу, тобто тривалість одного оберту касетної установки. Другим розрахунковим параметром є загальна кількість виробів у всіх відсіках касетної форми.

Кількість касетних установок, необхідних для забезпечення виробничої програми підприємства, визначають за формулою:

$$n_{cm} = \frac{П_{пл}}{П_p},$$

де $П_{пл}$ – планова (задана) продуктивність підприємства, м³/рік.

Річна продуктивність касетної установки (м³) підраховується за формулою:

$$П_p = T_{річ} \cdot n_{зм} \cdot t_{зм} \cdot n_v \cdot V \cdot K_o^k \cdot K_z;$$

де $T_{річ}$ – річний фонд часу роботи технологічного обладнання, діб; $t_{зм}$ – тривалість робочої зміни, год; $n_{зм}$ – кількість робочих змін на добу; n – кількість відсіків у касетній установці, шт.; V – об'єм бетону у виробі, м³; K_o^k – коефіцієнт оборотності касетної установки на добу; K_z – коефіцієнт заповнення робочих відсіків касетної установки.

Коефіцієнт оборотності касетної установки визначають за формулою:

$$K_o^k = \frac{24}{T_{ок}},$$

де $T_{ок}$ – тривалість одного оберту касетної установки, год, складається з тривалості окремих операцій, й визначається за формулою:

$$T_{ок} = \tau_n + \tau_{\phi} + \tau_{mo} + t_o,$$

де τ_n – тривалість розпалублення, вилучення виробу, очищення і змащення щитів, армування і збирання касети, год; τ_{ϕ} – тривалість укладання і

ущільнення бетонної суміші, год; τ_{mo} – тривалість витримування і теплової обробки виробів, год; t_o – тривалість неврахованих операцій, год.

Площа для касетно-стендових установок визначається габаритами установки, засобами для подавання і укладання бетонної суміші та розмірами зони обслуговування з кожного боку.

Загальні розрахунки

Площа під оперативні запаси напівфабрикатів

До напівфабрикатів відносять арматурні вироби (сітки, каркаси, окремі стержні, закладні деталі), теплоізоляційні вироби (піно полістирольні плити), опоряджувальні вироби (керамічна або скляна плитка, декоративний гранітний або мармуровий щебінь). Запаси напівфабрикатів в формувальному цеху повинні бути не менше ніж на 4 години роботи цеху. Площа для складування визначається за нормами технологічного проектування.

Зона обробки і доведення готових виробів. Рівень заводської готовності бетонних і залізобетонних виробів завершується опорядженням та комплектацією. Найбільш ефективним і раціональним способом опорядження є їх обробка на конвеєрних лініях, обладнаних необхідними машинами і устаткуванням (візкові, ланцюгові і підвісні конвеєри). На візковому конвеєрі встановлена на візок панель переміщується вздовж конвеєра; на ланцюговому конвеєрі підвішена крюками ланцюга панель переміщується вздовж лінії обробки. Такі види конвеєрів дозволяють комплексно механізувати та автоматизувати роботи по опорядженню та комплектуванню виробів. Вздовж конвеєра розміщують пости технологічного процесу, оснащені відповідним обладнанням: мийною машиною для відмивання паперу з панелей, що облицьовані плитками; штукатурно - затирочною машиною; вудочками для фарбування поверхні тощо. Ряд постів конвеєра призначені для сушіння шпакльованих та пофарбованих поверхонь, які обладнані підігрівачами різних видів.

Площа ділянок для приймання продукції ВТК, витримування готової продукції та ремонту форм

Площа ділянок для приймання продукції ВТК залежить від габаритів виробу і зони обслуговування.

Площа ділянки витримування готової продукції в зимовий період залежить від виду конструкції виробу і терміну зберігання та визначається за нормативами.

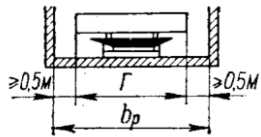
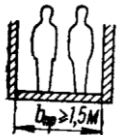
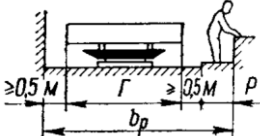
Площа для ремонту форм рекомендовано приймати не менше 50м²

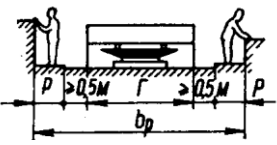
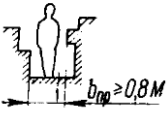
Площадки для зберігання оперативних запасів напівфабрикатів і комплектувальних виробів, для розміщення готових виробів перед вивезенням на склад, площадки для ремонту форм та інші площі, слід розміщувати з урахуванням подальших переміщень до місця використання. При цьому слід уникати великих відстаней між площадками оперативних запасів і виробничими постами, де вони використовуються.

Основні проїзди розміщують у відповідності до визначеної компонуальної схеми. В залежності від виду наземних транспортних засобів і вантажів, які вони перевозять, (арматурні вироби, готові конструкції та ін.), встановлюють мінімальну ширину і довжину проїздів. З точки зору пожежної безпеки бажано передбачити проїзд вздовж всього цеху для пожежної машини. Проходи шириною 0,6-1,0м обов'язкові навколо всіх видів обладнання, яке обслуговується робітниками.

Таблиця 3

Ширина проїздів і проходів

Призначення проходів і проїздів	схема	Прийняті позначення
Цехові проїзди		Γ – максимальні габарити транспортних засобів (вагонеток, автопогрузчиків, самохідних візків і т.д.); b _п - ширина проїзду; b _{пр} - ширина проходу
Головний цеховий прохід		b _{пр} - ширина проходу
Проїзд (прохід) при розташуванні в ньому робочих місць з одного боку		b _п - ширина робочого місця (b _п ≥ 8 м)

Проїзд (прохід) при розташуванні в ньому робочих місць з двох боків		—
Другорядний (допоміжний) прохід		Призначено для ремонту, огляду і змащення обладнання