

Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України
Одеська державна академія будівництва і архітектури

Кафедра виробництва будівельних виробів і конструкцій



МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

з дисципліни «Проектування підприємств будівельної індустрії» до
практичних занять для студентів напрямку 0601 «Будівництво», спеці-
альності 7.06010104 «Технологія будівельних конструкцій, виробів і
матеріалів»

(форма навчання — денна)

Одеса-2012

УДК 691.002:658

«Затверджено»
вченою Радою Будівельно-
технологічного інституту
ОДАБА
протокол №5 від 26.01.2012 р.

Методичні вказівки розглянуті і рекомендовані до друку на засіданні кафедри «Виробництво будівельних виробів і конструкцій», протокол № 5 від « 28 » грудня 2012 р.

Укладачі: к.т.н., доц. Воронов Ю. М., доцент кафедри ВБВіК
к.т.н., доц. Сланевський С. І., доцент кафедри ВБВіК

Рецензенти: Яценко Ю. Д., головний інженер проекту інституту
«Одесагропроект»

д.т.н., проф. Коваль С. В., професор кафедри
ПАТБМ ОДАБА

Методичні вказівки до проведення практичних занять по дисципліні «Проектування підприємств будівельної індустрії» для студентів спеціальності 7.06010104 «Технологія будівельних конструкцій, виробів і матеріалів». Приведена методика технологічних розрахунків та техніко-економічного обґрунтування проектних рішень.

Відповідальний за випуск завідуючий кафедрою «Виробництво будівельних виробів і конструкцій» д.т.н., проф. Вировий В. М.

Зміст

	Арк.
Вступ	4
Практичне заняття №1. Техніко-економічна оцінка ефективнос-	
1. ті виробництва і проектних рішень	5
2. Практичне заняття №2. Розрахунок амортизації обладнання	8
Практичне заняття №3. Техніко-економічна оцінка формуваль-	
3. ної лінії	9
4. Практичне заняття №4. Розрахунок потоково-агрегатних ліній...	10
5. Практичне заняття №5. Розрахунок конвеєрних ліній	14
6. Практичне заняття №6. Розрахунок стендових ліній	20
7. Практичне заняття №7. Розрахунок касетних ліній	23
8. Практичне заняття №8. Розрахунок бетонозмішувальних вузлів.	26
9. Література	29

Вступ

Проектування нового будівництва а також розширення, реконструкції й технічного переозброєння діючих підприємств здійснюється на підставі рішень прийнятих у техніко-економічних розрахунках (ТЕР) або в техніко-економічних обґрунтуваннях (ТЕО).

Відповідні розрахунки проводяться студентами V курсу спеціальності 7.06010104 «Технологія будівельних конструкцій, виробів і матеріалів» по дисципліні «Проектування підприємств будівельної індустрії» в IX семестрі на практичних заняттях.

Ціль практичних занять – опанувати методикою виконання технологічних розрахунків і техніко-економічного обґрунтування проектних рішень.

При підготовці дійсних методичних вказівок використані відомості з ДБН, монографій і підручників [1...6].

Практичне заняття №1.

Техніко-економічна оцінка ефективності виробництва і проектних рішень

Ефективність – співвідношення ефекту й витрат на його досягнення.

Узагальнюючими показниками ефективності є:

– національний дохід, що припадає на 1-ну людину

$$E_1 = \frac{HD}{n};$$

– національний дохід на 1 грн. виробничих фондів

$$E_2 = \frac{HD}{\Phi_n};$$

– прибуток, що припадає на 1 грн. виробничих фондів

$$E_3 = \frac{\Pi}{\Phi_n},$$

де $E_1; E_2; E_3$ – абсолютна економічна ефективність;

HD – річний національний дохід країни, грн.;

n – чисельність населення.

Π – прибуток, грн.;

Φ_n – вартість основних виробничих фондів.

Загальна (абсолютна) економічна ефективність капітальних вкладень характеризується наступними показниками:

– по народному господарству й галузям народного господарства

$$E_{н.г} = \frac{\Delta HD}{K_m},$$

де ΔHD – приріст річного обсягу національного доходу (чистої продукції), грн.;

K_m – капітальні вкладення в сферу матеріального виробництва, що викликають збільшення національного доходу:

– по окремих галузях промисловості

$$E_{opr} = \frac{\Delta\Pi}{K_{\text{бюд}}} \text{ грн/грн},$$

де $\Delta\Pi$ – приріст річного прибутку, грн.;

$K_{\text{бюд}}$ – капітальні вкладення в будівництво, тис. грн.;

– по окремих підприємствах, об'єктах

$$E_{np} = \frac{\Delta\Pi_{np}}{K_{np}} = \frac{Ц - С}{K_{np}} \text{ грн/грн},$$

де $\Delta\Pi_{np}$ – приріст річного прибутку підприємства, **грн.**;

K_{np} – кошторисна вартість об'єкта (витрати на здійснення заходів),

грн.;

$Ц$ – вартість річного випуску продукції в оптових цінах, **грн.**;

$С$ – собівартість річного випуску продукції, **грн.**

Капітальні вкладення вважаються ефективними, якщо дотримується умова

$$E_p \geq E_n,$$

де E_p , E_n – коефіцієнти економічної ефективності капітальних вкладень розрахунковий (фактичний) і нормативний

Строк окупності капітальних вкладень

для галузі $T_{opr} = \frac{K_{opr}}{\Delta\Pi}$, років

для підприємств $T_{np} = \frac{K_{np}}{\Delta\Pi_{np}}$, років

$$E_n = \frac{1}{T_n}; \quad T_n = \frac{1}{E_n},$$

де T_n – нормативний термін окупності.

Для окремого підприємства ефективність виробництва може бути охарактеризована ступенем використання основних виробничих фон-

дів і нормованих оборотних коштів.

Фондовіддача, f_o і рентабельність P

$$f_o = \frac{Q}{\Phi_{o.v.\phi}}, \text{ грн. /грн. } P = \frac{\Pi}{\Phi_{o.v.\phi} + O_3},$$

де Q – річний обсяг товарної продукції, грн.;

$\Phi_{o.v.\phi}$ – середньорічна вартість основних виробничих фондів;

O_3 – те ж, оборотних засобів.

Приклад. Визначити ефективність капіталовкладень у виробництво, якщо капітальні вкладення в основні й оборотні кошти 3 млн. грн. дають приріст національного доходу 300 тис. грн.

$$P = \frac{\Pi}{\Phi_{o.v.\phi} + O_3} = \frac{300000}{3000000} \cdot 100\% = 10\% < 15\%$$

Капітальні вкладення є неефективними.

Завдання 1. Проектом передбачений обсяг капіталовкладень у промисловість будматеріалів у сумі 1000 млн. грн. Прибуток галузі до капіталовкладень становила 190 млн. а після планується довести її до 350 млн.

Визначити чи є запроєктовані капіталовкладення економічно ефективними

Завдання 2. На скільки потрібно знизити первісну вартість будівництва заводу (50 000 тис. грн.), щоб при розрахунковому прибутку 5500 тис. грн. у рік капітальні вкладення в його будівництво були ефективними

Завдання 3. Чи доцільно будівництво заводу, що вимагає за проектом 5 000 грн. капітальних вкладень при очікуваному прибутку 450 тис. грн.

Практичне заняття №2

Розрахунок амортизації обладнання

Витрати на утримування й експлуатацію (амортизацію) устаткування ($E_{об}$) визначають у грн. на одиницю продукції за формулою:

$$E_{об} = \frac{4\Sigma A_{об} + 1,75\Sigma A_{ф}}{P_p},$$

де $\Sigma A_{об}$ – сума відрахувань на амортизацію всього технологічного обладнання лінії (без форм);

$\Sigma A_{ф}$ – сума відрахувань на амортизацію форм;

4; 1,75 - коефіцієнти, що визначають інші витрати на експлуатацію й утримання відповідного обладнання й форм (середній і текучий ремонт і т.п.);

P_p – річна продуктивність лини м³;

Для стендових і касетних установок

$$\mathfrak{A}_{об} = \frac{2\Sigma A_{об}}{P_c}.$$

Амортизаційні відрахування приймаються по діючих нормах амортизаційних відрахувань, а вартість обладнання по діючих цініниках.

Розрахунок маси, вартості технологічного обладнання й амортизаційних відрахувань приводять у табличній формі (табл. 1).

$$\mathfrak{A}_{об} = \frac{4\Sigma A_{об} + 1,75\Sigma A_{ф}}{P} = \frac{4 \cdot 10488 + 1,75 \cdot 33182}{15200} = 6,58 \text{ грн./м}^3$$

Примітка: Вартість прийнята за усередненими експертними оцінками.

Таблиця 1. Приклад розрахунку маси й вартості технологічного обладнання агрегатно-потоквої лінії.

№ п.п	Найменування обладнання	Вантажопідйомність, т	Кількість обладнання, шт.	Маса 1 шт., т	Загальна маса, т	Вартість, грн.		Відрахування на амортизацію	
						1 т	загальна	%	грн.
1	Кран мостовий	15	1	25	25	380	9500	8,4	798
2	Бетоноукладач	—	1	15	15	1120	16800	20	3360
3	Вібромайданчик	15	1	9,45	9,45	1100	10395	27,5	2859
4	Формоукладальник поздовжній	15	1	3,4	3,4	1000	3400	15,6	530
5	Самохідний візок	20	0,5	3,7	1,85	650	1203	15,6	188
6	Причіп	20	0,5	2,7	1,35	310	419	15,6	65
7	Установка для електротермічного нагрівання стрижнів	—	1	1	1	1185	1185	20,6	244
8	Трансформатор зварювальний	—	0,5	0,26	0,13	1400	182	34,4	63
9	Форми	—		3,48	198,4	510	101164	32,8	33182
10	Автоматичний захват	15	1	1,7	1,7	560	952	15,6	149
11	Формувальна машина	—	1	11	11	670	7370	23	1695
12	Віброплощадочний щит	—	1	1,55	1,15	1260	1953	27,5	537
					Σ=269,43			Разом	43670

У т.ч. обладнання – 10488
форми – 33182

Практичне заняття №3

Техніко-економічна оцінка формувальної лінії

Одним з показників при техніко-економічній оцінці є продуктивність підприємства або технологічної лінії (Цей показник докладно буде розглянутий на практичних заняттях № 4, 5, 6, 7)

Наступний показник трудомісткість (люд.-год.) витрати праці на одиницю продукції визначають за формулою:

$$r = \frac{R \cdot C \cdot h}{P_c \cdot n_3},$$

де R – число робітників у формувальній бригаді (включаючи крановиків і пропарювальників);

C – розрахункова кількість робочих днів у році;

h – число робочих годин на добу;

n_3 – число змін у добу;

Питома металоємність формувальної лінії – маса металу, віднесена на одиницю продукції, виготовленої на даній лінії протягом року.

Знімання продукції з одного m^2 (q) виробничої площі $q = \frac{P_2}{S}$, де S – виробнича площа, m^2 .

Основним показником, по якому проводиться порівняння проектних рішень є наведені витрати (Π_{np})

$$\Pi_{np} = C' + E \cdot K,$$

де C' – собівартість одиниці продукції, грн.;

K – питомі капітальні вкладення (вартість цеху й обладнання, ділена на продуктивність);

E – нормативний коефіцієнт ефективності; для промисловості будівельних матеріалів рівний 0,15.

Завдання. Визначити трудомісткість (r), металомісткість й знімання продукції з 1 m^2 виробничої площі агрегатно-поточної лінії продуктивністю 15,2 тис. m^3 у рік.

Загальне число робітників у добу – 17 чоловік, лінія працює в 2 зміни, виробнича площа – 2500 m^2 . Маса обладнання 269,43 т (з табл. 1).

Практичне заняття №4

Розрахунок агрегатно-поточкових ліній

Агрегатний спосіб виробництва є найпоширенішим. Цим способом виготовляється близько 58 % збірних залізобетонних виробів. Основ-

ним розрахунковим параметром при проектуванні агрегатно-потокових ліній є тривалість циклу формування. Річна продуктивність (Π_p) агрегатно-потокової технологічної лінії визначається за формулою:

$$\Pi_p = \frac{60hC}{t_{\text{ц}}} \cdot V,$$

де $t_{\text{ц}}$ – тривалість циклу формування, хв.;

h – число робочих годин у добу;

C – число робочих днів у році (приймається по ДБН А.3.1-96);

V – об'єм виробів, що одночасно формуються (у прийнятих одиницях).

Необхідне число агрегатів (M') для виконання річної програми (Π_p) визначають за формулою:

$$M' = \frac{B}{B_p},$$

B – час необхідний для виконання заданої річної програми, годин.

B_p – розрахункової річний фонд часу роботи обладнання залежно від режиму роботи підприємства, годин.

$$B = m' \cdot t_{\text{ц}},$$

де $m' = \frac{\Pi_p}{q'}$ – кількість циклів формування, необхідних для вико-

нання річної програми;

q' – кількість виробів, що одночасно формуються.

Якщо на пості (агрегаті) передбачене формування декількох типів виробів, то необхідне число формувальних постів (агрегатів) розраховують по їхньому завантаженню кожним виробом за формулою:

$$M' = \sum_1^n \frac{B}{B_p},$$

де n – кількість типів виробів, які формуються.

Розрахунки зручно виконувати в табличній формі, табл. 2.

Таблиця 2. Приклад розрахунку кількості формувальних постів

Найменування виробів	Об'єм одного виробу, м ³	Річна програма (U_p)		Число одночасно формуваних виробів (q')	Розрахунковий цикл формування (t_0), хв	Необхідне число		Розрахунковий річний фонд часу (B_p)	Необхідне число формувальних установок
		м ³	шт.			Циклів формування в рік, (m')	Годин роботи агрегатів (B)		
Панелі	0,9	9000	10000	1	18	10000	3000	4048	0,741
Ригелі	0,5	1600	3200	1	12	3200	640	4048	0,158
Сходові площадки	0,35	560	1600	2	12	800	160	4048	0,04
									$\Sigma=0,939$

Отримана при розрахунку величина M' (кількість агрегатів) округляється до цілого числа M , що визначає прийняте число агрегатів. У нашому випадку один агрегат

Після визначення числа провідних постів M (постів формування) необхідне число M_i інших постів (армування, розпалубки, чищення, змащення й ін.) визначається за формулою :

$$M_i = \frac{t_{ei} \cdot q'}{t_y \cdot q_{ei}},$$

де t_{ei} – тривалість відповідного елементного циклу (армування, чищення, змащення й ін.), хв.;

t_y – робочий ритм провідного посту (посту формування), хв.;

q – число виробів, що одночасно формуються;

q_{ei} – число виробів, що одночасно оброблюються на відповідному посту.

Визначення кількості камер

Необхідне число ямних камер (M_K) на лінії періодичної дії при двох-і трьохзмінному режимі формування наближено без побудови циклограм можна визначити за формулою:

$$M_K = \frac{60hT_K}{24t_y \cdot m} = \frac{2,5hT_K}{t_y \cdot m}$$

де m – число виробів у камері;

h – кількість робочих годин у добу 16 год. при двозмінній роботі цеху й 23 год. при трьохзмінній;

T_k – середня тривалість оберту камери, год.

Середня тривалість оберту камери залежить від часу завантаження камери (t_k) $t_k = t_u \cdot m$ та протяжності теплової обробки S , годин й коливається від 10 до 29 годин.

При $h = 16$ годин кількість камер дорівнює

$$M_k = \frac{40T_k}{t_u \cdot m}$$

При $h = 23$ години

$$M_k = \frac{57,5 \cdot T_k}{t_u \cdot m}$$

Кількість камер M_k при трьохзмінній роботі можна визначити по наступній формулі

$$M_k = \frac{\Pi_p}{C \cdot K_{об} \cdot m}$$

де $K_{об}$ – кількість обертів камери в добу

$$K_{об} = \frac{23}{T_{u.m.o}}$$

де $T_{u.m.o}$ – тривалість циклу теплової обробки, год.;

Розрахунок кількості форм

Кількість форм (N_ϕ) для однієї агрегатно-потокової лінії, оснащеної ямними камерами визначається за формулою:

$$N_\phi = 1,05 \cdot \left(\frac{60 \cdot h \cdot T_{об.ф}}{24 t_u} + 1 + a \right) = 1,05 \cdot (M_k \cdot m + 1 + a),$$

де $T_{об.ф}$ – середній час одного оберту форми год., визначається за формулою

$$T_{об.ф} = T_{\kappa} + \frac{t_{\psi} \cdot \Sigma t_{\phi}}{60},$$

де $\frac{t_{\psi} + \Sigma t_{\phi}}{6}$ – час необхідний для виконання всіх операцій від роз-

палубки попереднього виробу до знімання з посту формування наступного виробу, год.;

Σt_{ϕ} – час необхідний для операцій розпалубки й підготовки форм

(як правило, воно кратне циклу формування й становить $\approx 0,7...0,85$);

1,05 – коефіцієнт запасу форм на ремонт;

1 – форма, що перебуває на пості формування;

a – кількість форм, які перебувають на постах розпалубки, чищення, змащення, армування й т.п. ($a=3..4$ шт.).

Завдання. Визначити необхідну кількість формувальних постів агрегатної лінії при річному випуску плит перекриття 120 000 шт.; тривалість циклу формування 12 хв; одночасно формується один виріб; розрахункова кількість робочих діб за рік 253 діб. [1].

Завдання. Визначити розрахункову річну продуктивність агрегатно-поточної лінії, кількість камер твердіння й потребу у формах. Об'єм виробу, що формується $1,2 \text{ м}^3$; Цикл формування 15 хв.; підприємство працює у дві зміни; тривалість теплової обробки в ямних камерах 12 годин; середня тривалість оборту камери 18 годин.

Практичне заняття №5

Розрахунок конвеєрних ліній

Визначальною (розрахунковою) характеристикою конвеєрних ліній є середній виробничий ритм випуску виробів.

Періодичність випуску продукції або інтервал між випуском двох суміжних виробів називається тактом випуску виробів. Тактом випуску

продукції визначається періодичність повторення елементних циклів процесу, а також величина виробничого ритму.

Для конвеєрних ліній характерно поштучне виготовлення виробів, тому величина виробничого ритму залежить від кількості виробів, що одночасно формуються (q) і може бути визначена за формулою

$$R_k = \frac{B_p}{\Pi_{p.k}} \cdot q,$$

де R_k – середньорічний ритм конвеєра, хв.;

$\Pi_{p.k}$ – річна продуктивність лінії, шт. (або м³).

При виготовленні виробів в одномісних формах поштучній обробці виробів у камерах безперервної дії тобто при $q=1$, виробничий ритм дорівнює такту випуску продукції.

Ритм конвеєра визначається по найбільш завантаженому його посту: посту формування, посту армування

Річна продуктивність, ($\Pi_{p.k}$) м³, конвеєрних ліній імпульсного типу визначається номенклатурою продукції, що випускається, режимом формування виробу, тривалістю роботи формовочного поста протягом доби й обчислюється за формулою (як для агрегатно- потокової лінії)

$$\Pi_{p.k} = \frac{60 \cdot C \cdot h}{R_k} \cdot V \cdot a,$$

де $C \cdot h$ – річний фонд часу роботи обладнання, год.;

R_k – середньорічний ритм конвеєра, хв. (значення див. вище);

C – число робочих днів у році (приймається по ДБН А.3.1-96);

V – об'єм одного виробу (середньозважений), м³;

a – коефіцієнт, що враховує зменшення розрахункового часу на переналагодження конвеєра при переході з одного виду виробів на інший, а також наявність холостих постів на початку кожної зміни. Коефіцієнт a менше одиниці; значення a приймаються залежно від ступеня вузької спеціалізації конвеєрної лінії.

Розрахунок кількості форм

При тепловій обробці виробів в агрегатах безперервної дії (щілинні камери на один виріб по висоті, вертикальні камери й пропарювання в пакетах з безперервним переміщенням у них форм) розрахунок потреби у формах і теплових агрегатах ведеться виходячи із середньої тривалості перебування форм у тепловому агрегаті ($T_{к.ф}$).

Середня тривалість перебування форми ($T_{к.ф}$) у тепловому агрегаті безперервної дії визначають за графіком (мал. 1).

Загальна кількість форм ($N_{ф}$) на лінії, оснащеної тепловими агрегатами безперервної дії визначається за формулою:

$$N_{ф} = 1,05 \cdot (m_{к} + N_{к.ф} + q)$$

де $N_{к.ф}$ – кількість форм, що перебувають у тепловому агрегаті

$$N_{к.ф} = \frac{60 \cdot h \cdot T_{к.ф}}{24 \cdot t_{ц.ф}}$$

де h – кількість робочих годин у добі;

$T_{к.ф}$ – середня тривалість перебування форми в тепловому агрегаті;

$t_{ц.ф}$ – такт формування, год.;

$m_{к}$ – кількість постів на конвеєрній лінії;

q – кількість форм на передавальних постах;

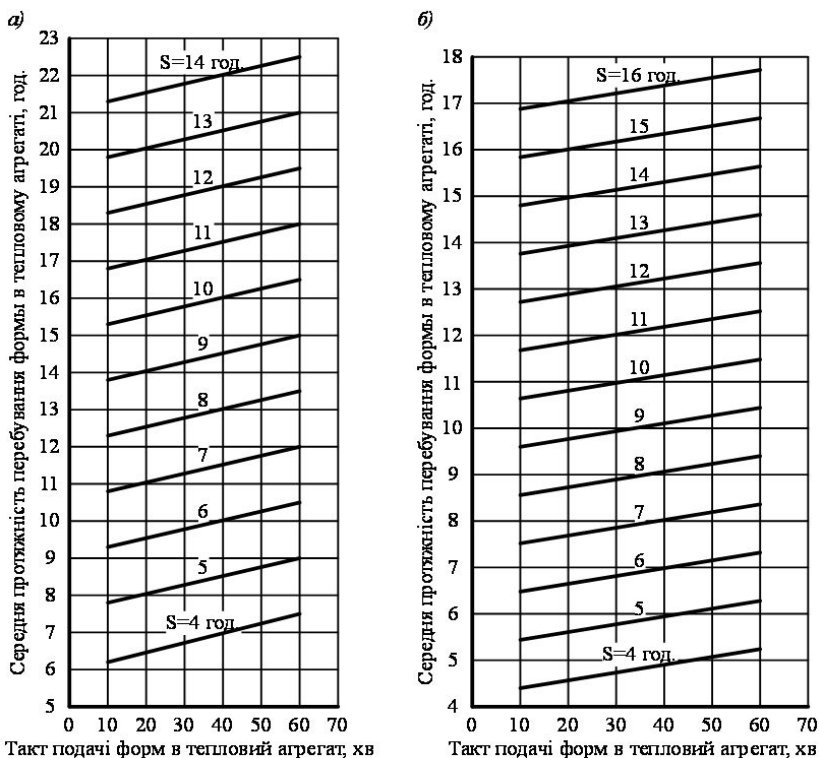
Якщо формування проводиться в три зміни при $h=23$ год., число форм, що перебувають у теплових агрегатах, можна визначити (минаючи мал. 1) за формулою

$$N_{к.ф} = \frac{60 \cdot T_{то}}{t_{ц.ф}} + 1,$$

де $T_{то}$ – тривалість теплової обробки, год.

Кількість щілинних камер $K_{щ}$ визначається за формулою:

де $n_{я}$ – кількість ярусів у камері $m_{к}$ – кількість постів конвеєрної лінії.



Мал. 1. Визначення середньої тривалості перебування форм у теплому агрегаті безперервної дії

а – при двозмінному режимі роботи формувального цеху; б – при трьохзмінному режимі роботи формувального цеху.

Продуктивність конвеєрної лінії ($\Pi_{к.л}$) з використанням термоформ визначають за формулою:

$$\Pi_{к.л} = \frac{60 \cdot n_{см} \cdot K_{об}}{t_{ц.ф}},$$

де $n_{см}$ – кількість змін у році;

$K_{об}$ – коефіцієнт оборотності термоформ

$$K_{об} = \frac{24}{T_{m.o}}$$

Число пакетів ($m_{n.т}$) термоформ при твердінні виробів у штабелях (пакетах) знаходять за формулою:

$$m_{n.т} = \frac{60 \cdot T_{т.o}}{t_{ц.ф} \cdot m_{ср}},$$

де $m_{ср}$ – число термоформ у пакетах (штабелі).

Кількість термоформ ($n_{т.ф}$) для забезпечення заданої річної про-
грами знаходиться за формулою

$$n_{т.ф} = \frac{1,05 \Pi_{р.л}}{K_{об} \cdot t_{об} \cdot C},$$

де $t_{об}$ – час оберту термоформи, год.;

C - кількість робочих днів у році;

$\Pi_{р.л}$ – річна продуктивність лінії, шт.

Конвеєрні лінії безперервної дії

Для конвеєрної лінії безперервної дії основним розрахунковим па-
раметром є тривалість виконання відповідних елементних циклів і
швидкість руху конвеєра. Тривалість окремих елементних циклів на
конвеєрній лінії різна, а швидкість переміщення виробів (стрічки) од-
накова на всьому шляху.

Річна продуктивність конвеєрної лінії безперервної дії ($\Pi_{р.б.д}$) ви-
значається за формулою:

$$\Pi_{р.б.д} = \frac{V^1 \cdot v \cdot K_{нл} \cdot C \cdot h}{l},$$

де V^1 – об'єм одного виробу, м³;

v – швидкість формувальної стрічки, м/год.;

l – довжина виробу, м;

K_{nl} – коефіцієнт, що враховує втрату площі на стрічці через установку бортового оснащення ($K_{nl} = 0,9 - 0,95$), або за формулою

$$П_{г.н.д} = C \cdot h \cdot v \cdot b \cdot H_{cp} \cdot K_{nl},$$

де b – ширина формувальної стрічки, м;

H_{cp} – середньозважена висота (товщина) формувальних виробів, м;

C – розрахункова кількість робочих днів у році;

h – кількість годин роботи в добу.

Необхідна кількість одноярусних конвеєрних ліній $N_{к.л}$ – для забезпечення річної програми ($П_{р.к}$) випуску виробів можна визначити за формулою

$$N_{к.л} = \frac{П_{р.к} \cdot t_{ц.ф}}{340000 \cdot V}$$

де 340000 – кількість робочого часу (хв.) у році при двох вихідних днях у тиждень, коефіцієнті використання технологічного обладнання 0,95 і трьохзмінної роботи (23 год. у добу).

У загальному випадку кількість конвеєрних ліній, необхідних для виконання заданої програми, можна визначити шляхом ділення заданої програми на продуктивність конвеєрної лінії в прийнятих одиницях.

Рекомендаційні технологічні параметри конвеєрних ліній.

Кількість вагонеток, що сходять із конвеєра, шт. у годину:

– для вузькоспеціалізованих ліній по виробництву одношарових виробів – 5;

– для ліній по виробництву розширеної номенклатури одношарових виробів – 4;

– для ліній по виробництву багатошарових й офактурених виробів – 2,5;

– для ліній двоярусних конвеєрів по виробництву панелей – 3.

Завдання. Визначити річну продуктивність конвеєра, кількість форм-вагонеток, кількість щілинних камер.

На конвеєрі 8 постів; цикл формування 20 хв.; об'єм виробу 2,96 м³; загальний цикл теплової обробки 12 год.; кількість форм-вагонеток у тепловому агрегаті 11.

Завдання. Визначити необхідну кількість конвеєрних ліній безперервної дії для виконання річної програми 213 тис. м³.

Швидкість формувальної стрічки 25 м/год.; ширина формувальної стрічки 4,2 м; середня висота виробів 0,18 м; коефіцієнт використання площі формувальної стрічки 0,9; робота у дві зміни.

Практичне заняття №6

Розрахунок стендових ліній

Для довгих і коротких стендових ліній основним розрахунковим параметром є тривалість усього технологічного циклу виготовлення виробів на стенді, тобто тривалість одного оберту стенда. Другий розрахунковий параметр – загальна кількість одночасно формуючих виробів на стенді.

Річна продуктивність довгого або короткого стенда, м³

$$P_p = \frac{B_p}{T_{cm}} \cdot n \cdot V,$$

де B_p – річний фонд часу роботи обладнання, год.;

T_{cm} – тривалість одного оберту стенда, год.;

n – число виробів, які одночасно формуються на стенді, шт.;

V – об'єм кожного виробу, м³.

Для стендових установок, коли тривалість кожного оберту визначається декількома годинами й коли паралельно працюють кілька ділянок зі зрушеним за часом графіком, зручно визначати кількість циклів

формування шляхом побудови циклограм роботи установок.

Тривалість обертів стенової лінії

$$T_o = T_n + T_n + T_a + T_{\phi} + T_{m.o},$$

T_n – тривалість розпалубки, відпустки натягу, розрізки арматури, знімання виробу зі стенда, чищення й змащення оснащення і її установки на стенд;

T_n – тривалість розкладки арматури, її розподілу й натягу до 50 % контрольованого натягу;

T_a – тривалість установки напруженої арматури і закладних деталей, підготовки оснащення до бетонування й натягу арматури до контрольованої напруги;

T_{ϕ} – тривалість укладання й ущільнення бетонної суміші;

$T_{m.o}$ – тривалість витримки й теплової обробки.

Коефіцієнт оборотності стенда за добу

$$K_{об} = \frac{24}{T_o}.$$

Річну продуктивність лінійних стендів з агрегатом для безперервного безопалубного формування визначають за формулою

$$P_p = \frac{F \cdot B_1}{T_o} \sum_{i=1}^{i=n} n_i \cdot q_i \cdot k_i,$$

де F – площа стенової смуги;

B_1 – розрахунковий фонд часу роботи обладнання за рік;

T_o – час оборотності стенової технологічної лінії;

n_i – число стенових смуг для i -того виробу в складі технологічної лінії;

q_i – об'єм бетону i -того виробу на 1 м² стенової смуги;

k_i – коефіцієнт використання площі стенової смуги, прийнятий рівним 0,8 – 0,88.

Нижче представлений приклад розрахунку річної продуктивності стенда.

Приклад. Визначити річну продуктивність стенда для виготовлення безрозкісної ферми, кількість стендів для забезпечення продуктивності 2500 м³

Середньозважений об'єм виробу 2,62 м³; на стенді формується один виріб.

Параметри розрахунку тривалості оберту стенда наведені в таблиці 3.

Таблиця 3. Параметри для розрахунку протяжності оберту стенда

$T_n, \text{год.}$	$T_{\text{н}}, \text{год.}$	$T_a, \text{год.}$	$T_{\phi}, \text{год.}$	$T_{\text{т.о}}, \text{год.}$
2,5	1,3	0,05	1,35	14

Рішення. Річна продуктивність стенда, м³

$$P_p = \frac{B_p}{T_{\text{см}}} \cdot n \cdot V = \frac{25316}{20} \cdot 1 \cdot 2,62 = 530,3 \text{ м}^3$$

Тривалість одного оберту стенда, год.:

$$T_{\text{см}} = T_n + T_{\text{н}} + T_a + T_{\phi} + T_{\text{т.о}} = 2,5 + 1,3 + 0,05 + 1,35 + 14 = 20 \text{ год.}$$

Для забезпечення продуктивності 2500 м³ встановлюється стендів:

$$\frac{2500}{530,3} = 4,7 \text{ шт.}$$

Приймаємо 5 стендів.

Довгі стенди найбільш економічні, якщо досягається їхній оберт за одну добу (підкранові й двосхилі балки довжиною 12 м, об'єм виробу 2-2,5 м³). При виготовленні виробів довжиною до 24 м об'ємом 4...7 м³ і необхідності збільшення оберту до 2 діб варто застосовувати короткі стенди й окремі стендові форми.

Великий вплив на ефективність використання стендів здійснює металоємність форм – з її збільшенням приведені витрати можуть бути зменшені тільки збільшенням оборотності стенда.

До недоліків стендового способу відносяться:

– подача матеріалів до всіх постів;

- низький ступінь механізації робіт;
- непродуктивні витрати часу при виконанні тих самих операцій на різних постах.
- підведення енергетичних комунікацій до всіх постів;
- низька оборотність обладнання й нераціональне використання виробничих площ.

Завдання. Визначити кількість стендів для забезпечення випуску виробів 3000 м^3 у рік. Об'єм виробу $2,6 \text{ м}^3$, на стенді формується один виріб. Тривалість обороту стенда 20,2 години.

Практичне заняття №7

Розрахунки по касетно-стендовій технології

Для касетних установок основним розрахунковим параметром слугує тривалість усього технологічного циклу виготовлення виробів, тобто тривалість одного обороту касетної установки (або кількість обертів касетної установки за добу – коефіцієнт оборотності, $K_{об}$). Другим розрахунковим параметром є загальна кількість виробів у всіх відсіках касетної форми або об'єм бетону в касетній установці.

Підвищити продуктивність касетної установки можна шляхом застосування двустадійної теплової обробки. Після досягнення 40-45 % проектної міцності вироби витягують із касет і поміщають у камери вторинного пропарювання – камери дозрівання, які влаштовують біля кожної касетної установки з ємністю, що відповідає ємності цієї касетної установки. Це звичайно камери сухого прогріву.

Однак, вторинне пропарювання пов'язано з додатковими витратами, тому вибір такого режиму твердіння повинен бути підтверджений техніко-економічними розрахунками.

Річна продуктивність касетної установки ($\Pi_{p.k.y}$), м^3

$$\Pi_{p.k.y} = C \cdot K_{об} \cdot m \cdot V \cdot K_z,$$

де C – розрахунковий річний фонд часу роботи обладнання, діб.

$K_{об}$ – кількість обертів касетної установки за добу (коефіцієнт оборотності);

m – кількість відсіків у касетній установці;

V – об'єм виробів, які одночасно формуються в одному відсіку касетної установки, м³;

K_3 – коефіцієнт заповнення робочих відсіків касети (0,85...0,9)

Тривалість одного оберту касетної установки, год., складається з наступних операцій:

$$T_{о.к} = T_n + T_{\phi} + T_{m.o} + t_o,$$

де T_n – тривалість розпалубки й зйомки виробів, чищення й змащення щитів, установки арматури і закладних деталей, зборка касети;

T_{ϕ} – тривалість укладання й ущільнення бетонної суміші;

$T_{m.o}$ – тривалість витримки й теплової обробки виробів.

t_o – час на невраховані операції;

Добове знімання продукції з однієї касетної установки

$$C = V_1 \cdot n \cdot K_{об},$$

де V_1 – об'єм виробу, м³;

n – число виробів, що одночасно формуються;

$K_{об}$ – коефіцієнт оборотності касетної установки

$$K_{об} = \frac{24}{T_{о.к}}.$$

Для касетних установок, коли тривалість кожного оберту визначається декількома годинами й коли паралельно працює кілька установок зі зрушеним за часом графіком, можна визначити кількість обертів шляхом побудови циклограм роботи установок.

Нижче наведений приклад розрахунку продуктивності касетного способу виробництва.

Кількість касет ($N_{к.у}$), необхідних для виконання заданої річної

програми ($\Pi_{p.k.y}$), визначають за формулою:

$$N_{k.y} = \frac{\Pi_{p.k.y}}{C \cdot K_{об} \cdot m \cdot V \cdot K_z}.$$

Приклад. Виробництво внутрішніх стінових панелей організовано в касетних установках. Середній об'єм виробу $1,6 \text{ м}^3$. Режим роботи – у дві зміни. Річний випуск виробів становить 150 тис. м^3 . Цикл теплової обробки 10,5 год. Загальна тривалість циклу 12,1 год. Визначити річну продуктивність касетної установки та кількість касетних установок.

Рішення. 1. Визначаємо річну продуктивність касетної установки

$$\Pi_{p.k.y} = C \cdot K_{об} \cdot m \cdot V \cdot K_z = 253 \cdot 1,98 \cdot 10 \cdot 1,6 \cdot 0,9 = 7213,5 \text{ м}^3$$

$$K_{об} = \frac{24}{12,1} = 1,98$$

2. Визначаємо необхідну кількість касетних установок

$$N_{k.y} = \frac{150000}{7213,5} = 21 \text{ шт.}$$

У деяких випадках кількість касетних установок $N_{k.y}$ необхідних для виконання програми ($\Pi_{p.k.y}$) рекомендується визначати за формулою

$$N_{k.y} = \frac{\Pi_{p.k.y}}{(253 - 20) \cdot V \cdot m \cdot K_{об} \cdot K_z},$$

де $253 - 20$ – добовий фонд часу роботи устаткування в рік за винятком часу (20 діб) на переналагодження касет.

Завдання. Визначити необхідна кількість касетних установок з річною продуктивністю 100 тис. м^3 . Оборотноість касет 1,5 об/добу. У кожній касеті 10 відсіків. Розрахункову кількість робочих днів у році прийняти по [1].

Практичне заняття №8

Розрахунок бетонозмішувальних цехів (установок) циклічної дії

Основними розрахунковими параметрами при проектуванні БЗЦ є тривалість одного циклу роботи бетонозмішувача і його геометричний об'єм.

Годинна продуктивність змішувачів ($\Pi_{год.}$) при заданій продуктивності бетонозмішувального цеху ($м^3/год.$) визначається за формулою

$$\Pi_{год.} = \frac{\Pi_p}{C \cdot h} \cdot k_1 \cdot k_2$$

де Π_p – задана річна продуктивність цеху $м^3/рік$;

C – розрахункова кількість робочих днів у році;

h – число робочих годин у добі;

$k_1=1,4$ – коефіцієнт годинної нерівномірності споживання суміші;

$k_2=1,2$ – коефіцієнт запасу потужності.

Тривалість одного циклу роботи бетонозмішувача ($\tau_{ц}, хв.$)

$$\tau_{ц} = \tau_3 + \tau_n + \tau_6 + \tau_{возв},$$

де $\tau_3, \tau_n, \tau_6, \tau_{возв}$ – відповідно тривалість операцій завантаження, перемішування, вивантаження готової суміші й повернення змішувача у вихідне положення.

Число замісів бетонозмішувача за годину

$$n = \frac{60}{\tau_{ц}}.$$

Продуктивність одного бетонозмішувача ($\Pi_{б.з}$) циклічної дії $м^3/год.$

$$\Pi_{б.з} = \frac{V_{б.з} \cdot n \cdot \beta}{1000},$$

де $V_{б.з}$ – місткість бетонозмішувача (барабана або чаші), л;

β – коефіцієнт виходу суміші.

Основний технологічний параметр змішувального відділення – необхідна для забезпечення заданої продуктивності цеху сумарна місткість барабанів (чаш) всіх установлених змішувачів (по завантаженню), л:

$$V_{mp} = \frac{\Pi_{б.з} \cdot \tau_{ц}}{60 \cdot \beta}.$$

Виходячи із цієї величини, підбирають типи й конструкції змішувачів, що випускають серійно, з урахуванням властивостей й особливостей сумішей, що готують. Кількість змішувачів повинне бути не менш двох.

Фактична продуктивність цеху, $\Pi_{ц}^{\phi}$ м³/год., по обраній кількості змішувачів й їхньої місткості

$$\Pi_{ц}^{\phi} = \frac{V'_{mp} \cdot n_3 \cdot n \cdot \beta \cdot k_{\theta}}{1000},$$

де V'_{mp} – геометричний об'єм бетонозмішувача, л;

n_3 – число змішувачів;

k_{θ} – коефіцієнт використання технологічного обладнання з урахуванням часу на планово-попереджувальні ремонти ($k_{\theta} = 0,85 \dots 0,9$)

Річну продуктивність (Π_p) бетонорозчинних заводів й установок циклічної дії визначають за формулою

$$\Pi_p = V_{бз} \cdot n_3 \cdot n \cdot \beta \cdot K_n \cdot B_p, \text{ (м}^3 \text{ / рік)}$$

де K_n – коефіцієнт нерівномірності видачі готової суміші ($K_n = 0,8$).

Визначаючи ємність і кількість змішувачів, треба враховувати, щоб кожний з них міг випускати два види суміші (рухливої або жорсткої, для важкого або легкого бетону й т.д.) і кількість змішувачів повина бути невеликою, але не менш двох для можливості при поломці або ремонті одного з них, збільшивши змінність роботи інших, забезпечити випуск необхідної продукції. Розрахунок бетонозмішувачів необхідно

робити на дійсну необхідну їхню максимальну потужність із урахуванням короткого часу подачі суміші у форму або формуючу установку.

Завдання. Визначити кількість бетонозмішувачів, необхідних для виконання річної програми, рівної 140 тис. м³. Об'єм змішувача 2400 л; число замісів у годину 20, коефіцієнт виходу бетонної суміші 0,72.

Література

1. ДБН А.3.1-8-96. Управління, організація і технологія. Проектування підприємств з виробництва залізобетонних виробів. – взамін ОНТП-07-85 «Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий сборного железобетона»; введ. 01.07.97. – К., 1998, ИИС.
2. Дайн А. И. Примеры расчётов эффективности производства сборного железобетона/ А. И. Дайн, А. А. Миронов, И. И. Цыганков; М., Стройиздат, 1976. 175 с: Библиогр.: 173-174.
3. Сборник задач по экономике и организации предприятий промышленности строительных материалов, изделий и конструкций. / Ю. Б. Монфред, Н. С. Муравьёва, В. П. Луговая та ін. М., Стройиздат, 1982, 153 с.
4. Руководство по технико-экономической оценке способов формирования бетонных и железобетонных изделий. М., Стройиздат, 1978, 137 с.
5. Цителаури Г. И. Проектирование предприятий сборного железобетона: Навч. посібн. – М.: «Высшая школа», 1986, -312 с.
6. Дворкін Л. Й., Безусяк О. В., Дворкін О. Л., Гарніцький Ю. В. Технологічне проектування підприємств збірного залізобетону: Навчальний посібник / За ред. проф., д.т.н. Л. Й. Дворкіна – Рівне, РДТУ, 2001. – 153 с., іл.