

Завдання щодо змістового модуля 2. Виробничі системи

Основні теоретичні положення теми

Характерною ознакою масового виробництва є виготовлення підприємством однотипної продукції обмеженої номенклатури у великих обсягах упродовж більш-менш тривалого часу. Великі обсяги випуску продукції й досить висока стабільність конструкції виробу роблять економічно вигідним ретельне розроблення технологічних процесів. За таких умов найбільш ефективною формою виробництва є організація синхронізованого, досить стабільного за часом потокового виробництва й поточкових технологічних ліній.

Ефективність потокового виробництва зумовлена спеціалізацією устаткування і технологічного оснащення, ритмічною повторюваністю процесів, що забезпечує різке підвищення продуктивності праці, здешевленням продукції за рахунок зниження її собівартості; підвищенням якості продукції і зменшенням браку.

Потокову лінію проектують у такій послідовності:

1. Вибирається тип потокової лінії.
- 2 Розраховується такт потокової лінії.
- 3 Коригується технологічний процес і синхронізуються операції.
- 4 Визначається кількість робочих місць.
- 5 Проектуються окремі робочі місця й планується потокова лінія.
- 6 Здійснюється розмітка розподільного конвеєра.
- 7 Обчислюються швидкість та довжина конвеєра.

Розрахунок однопредметних потокових ліній передбачає визначення певних параметрів.

Основна умова організації потокового виробництва - умова синхронізації:

$$\frac{t_1}{c_1} = \frac{t_2}{c_2} = \dots = \frac{t_n}{c_n} = r = const,$$

де t_i - час на виконання i -ї операції;

c_n - кількість робочих місць на кожній операції;

r – такт лінії.

Тактом потокової лінії (r) називається час між запуском (випуском) двох суміжних виробів.

Тривалість такту потокової лінії визначається двома факторами: обсягом виробничої програми (N_s), тобто кількістю виробів, які потрібно виготовити за певний проміжок часу (зміну, місяць, квартал), і дійсним фондом робочого часу (T_d), який має потокова лінія за той самий проміжок часу, тобто

$$r = \frac{\Phi_d}{N_s}.$$

В більш загальному вигляді формулу для визначення такту можна записати:

$$r = \frac{(T_{зм} - T_{пер}) \cdot S \cdot (100 - \alpha)}{N_s \cdot 100},$$

де $T_{зм}$ - змінний фонд робочого часу лінії, хвилин (або годин);

$T_{пер}$ - час регламентованих перерв протягом зміни, хвилин (або годин);

S - кількість змін протягом розрахункового періоду (за добу, місяць, рік);

α - частка технологічно неминучого невиправного браку, %.

Процес узгодження тривалості операцій із тактом потокової лінії називається синхронізацією операцій. Її здійснюють у 2 етапи:

- *наближена синхронізація* (під час проектування лінії), коли можливе відхилення часу операцій від рівності або кратності такту операцій у межах 5 ... 10%;

- *повна синхронізація* (у процесі налагодження лінії).

Розрахункова кількість робочих місць лінії

$$C_p = \frac{t_i}{r},$$

де t_i — тривалість i -ї операції, хвилин.

На основі розрахункового числа C_p визначається *прийняте* число робочих місць $C_{пр}$.

Коефіцієнт завантаження робочого місця:

$$K_s = \frac{C_p}{C_{пр}}.$$

Після розрахунку такту і кількості робочих місць на кожній операції визначається *крок конвеєра* (l_o) у метрах, який дорівнює відстані між осями двох суміжних виробів, що знаходяться на потоковій лінії.

Крок конвеєра визначається з урахуванням умови

$$l_o \geq l_p + l_s,$$

де l_p — розмір оброблюваного виробу вздовж конвеєра, м;

l_s — середня відстань між двома суміжними виробами (0,2...0,3 м).

Швидкість конвеєра потокової лінії

$$v_k = \frac{l_o}{r}$$

Швидкість конвеєра визначається технологічними та іншими умовами виконання операцій (робіт) на потоковій лінії ($v_k = 0,4 \dots 1,5$ м/хв), тому її можна коригувати шляхом зміни кроку l_o .

Якщо технологічні операції виконуються безпосередньо на потоковій лінії (потокова лінія з робочим конвеєром), довжину робочої зони (в м) для кожної операції визначають за формулою

$$L_{pi} = l_o (c_i + c_{ki} + \Delta_i),$$

де c_i - кількість робочих місць на i -й операції;

c_{ki} - кількість робочих місць, де виконують контролюючі функції, пов'язані з цією операцією;

Δ — кількість резервних місць, необхідних для створення резервних зон на нестабільних операціях, тобто там, де час виконання операції може коливатися.

Довжина робочої зони конвеєра

$$L_{pk} = l_o \cdot \sum L_{pi}$$

Тривалість технологічного циклу (в хвилинах) виготовлення виробу

$$T_q = \frac{L_{pk}}{v_k}$$

Підприємства серійного виробництва (наприклад, машинобудівні) мають досить велику номенклатуру виробів. Тому завжди існує декілька видів продукції, схожих за конструкцією та технологією. Це дає змогу за умови, коли не вдається досягти повного завантаження лінії виготовленням окремого виду продукції, організувати на одній потоковій лінії послідовне виготовлення декількох виробів.

Розрахунок багатопредметних ліній має свою специфіку порівняно з розрахунком однопредметних поточкових ліній. Особливість розрахунку полягає у різних варіантах визначення такту.

1. Якщо час виконання операцій на різних видах продукції однаковий, то такт визначається наступним чином:

$$r = \frac{T_d(1-\eta)}{\sum_{i=1}^n N_i},$$

де η - відсоток або коефіцієнт втрат робочого часу на переналагодження лінії;
 n – кількість найменувань різних видів продукції, що обробляються на лінії;
 N_i - програми запуску i -го виду продукції.

2. Якщо операції значно відрізняються по часу (при виготовленні різних видів продукції), то розрахунок лінії приводиться з так званим перемінним тактом (для кожного виду продукції свій такт).

Перемінний такт залежно від конкретних умов виробництва може визначатися за одним з наступних варіантів:

- *через незмінне число робочих місць на лінії:*

$$c = \frac{\sum_{i=1}^n N_i \cdot t_{\Sigma i}}{T_d \cdot (1-\eta)},$$

де $t_{\Sigma i}$ – загальна трудомісткість (по всіх операціях) одиниці i -го виробу

$$(t_{\Sigma i} = \sum t_i).$$

Частковий такт

$$r_i = \frac{t_{\Sigma i}}{c}.$$

- *шляхом розподілу загального фонду робочого часу пропорційно до трудомісткості виробів:*

$$T_a = T_d(1-\eta) \cdot \frac{N_a \cdot t_{\Sigma a}}{\sum_{i=1}^n N_i \cdot t_{\Sigma i}},$$

де T_a - фонд робочого часу для окремого виробу;

N_a – програма певного виробу;

$t_{\Sigma a}$ – трудомісткість одиниці виробу;

- *шляхом приведення програми до умовного виробу:*

а) трудомісткість найбільш типового виробу (як правило з максимальною трудомісткістю) приймають за базову $t_{\Sigma \text{баз}}$;

б) для кожного виробу визначають коефіцієнт приведення:

$$K_{npi} = \frac{t_{\Sigma i}}{t_{\Sigma баз}}$$

в) програми випуску всіх закріплених за лінією виробів переводять в умовні одиниці:

$$N_{npi} = N_i \cdot K_{npi};$$

г) розраховують так званий умовний такт:

$$r_y = \frac{T_{\partial}(1 - \eta)}{\sum_{i=1}^n N_{npi}}$$

д) визначають часткові такти для кожного виду продукції:

$$r_i = r_y \cdot K_{npi}.$$

Задача 1.

Лінія пристосована для обробка валів, працює в дві зміни, тривалість зміни – 8 год.

Регламентовані перерви складають 14% від тривалості зміни. Середня габаритна довжина використовуваного обладнання – 1,5 м. Вихідні дані приведені в **таблиці 1**.

Визначити такт лінії, необхідну кількість працюючих, кількість робочих місць та їх завантаженість; вибрати тип і визначити основні параметри конвеєра; визначити тривалість циклу обробки деталі; побудувати графік тривалості виробничого циклу та план лінії.

Таблиця 1

№ вар	Норми часу по операціях технологічного процесу, хв							Змінне завдання, шт
	Оп. 1	Оп. 2	Оп. 3	Оп. 4	Оп. 5	Оп. 6	Оп. 7	
1	5,6	16,8	8,5	5,7	2,8	11,2	5,8	150
2	4,5	15,7	9,4	4,6	1,7	10,1	4,7	140
3	3,4	14,6	8,3	3,5	1,1	9,0	3,6	180
4	2,3	13,5	7,2	2,3	0,9	8,1	2,4	175
5	4,3	15,1	9,1	4,1	1,4	10,3	6,2	120
6	4,1	14,2	8,1	3,3	1,2	9,3	5,1	110
7	4,2	2,4	1,7	1,3	3,9	2,7	4,4	200
8	4,1	2,0	1,9	1,4	4,0	2,1	3,2	240
9	4,8	2,5	1,9	1,2	4,2	2,3	2,8	160
10	6,6	17,7	9,6	6,8	3,9	12,3	6,9	130
11	5,9	12,0	6,1	12,3	17,5	5,8	17,8	190
12	9,4	12,4	4,7	4,6	6,5	2,3	4,4	220
13	8,5	11,2	5,6	5,8	16,8	8,7	5,5	145
14	4,6	10,1	9,4	15,7	16,1	4,5	4,7	140
15	3,5	8,6	9,0	14,8	6,1	1,8	4,7	175
16	1,0	2,1	3,2	12,6	11,9	8,1	7,2	180
17	9,2	10,3	1,1	11,3	5,3	4,2	6,7	125
18	8,1	14,5	5,3	12,3	4,3	6,2	4,5	115
19	2,4	3,9	4,5	11,9	8,3	7,7	3,9	200
20	2,3	1,2	4,6	4,7	2,2	7,3	3,2	170
21	6,9	18,0	3,9	17,9	6,8	7,0	3,8	160
22	6,1	12,0	6,3	18,5	3,1	12,3	3,2	190

Запитання для самоконтролю знань

1. На якій формі організації руху предметів праці базується потокове виробництво й у чому полягає суть головної умови його формування?
2. Назвіть особливості організації потокового виробництва.
3. Різновидності потокового виробництва.
4. Наведіть класифікацію поточкових технологічних ліній.
5. Які принципи організації виробничого процесу покладені в основу потокового виробництва
6. Назвіть основні переваги організації потокового виробництва.
7. Дайте характеристику основних передумов організації потокового виробництва.
8. Охарактеризуйте однопредметні лінії.
9. У якій послідовності розраховуються параметри однопредметних поточкових ліній?
10. Як визначити такт поточної лінії?
11. Охарактеризуйте багатопредметні лінії.