

МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ПОТОКОВИХ ЛІНІЙ У НАБОРНИХ ЦЕХАХ КНИЖКОВИХ ДРУКАРЕНЬ

Важливим питанням організації потокового виробництва є методика розрахунку поточкових ліній. У промисловості застосовується багато форм потокового виробництва, які мають свої особливості в методиці розрахунку. Такі особливості притаманні і поточковим лініям у складальних цехах.

Певний вклад у теорію розрахунку поточкових ліній книжково-журнального складання внесли С. Е. Пивоваров і М. В. Шульмейстер [7]. Вони дали приклади організації робочих місць на поточкових лініях набору, обґрунтували вибір одиниці виробу — комплекту, який складається з чотирьох чи двох полос середнього та великого формату або з восьми полос малого формату. Такий робочий комплект одночасно є і транспортною одиницею. Однак у запропонованій ними методиці розрахунку поточної лінії є ряд недоліків. У першу чергу це стосується проектування поточної лінії як однопредметної зі схематичним розрахунком виробничої про-

грам, середнім ритмом роботи лінії, середньою кількістю робочих місць, робітників та неточним визначенням оборотних запасів. Порядок з обґрунтуванням «комплекту полос» як одиниці виробу в поточі кількість робочих місць на операціях ручного та машинного набору визначається виходячи з програми випуску продукції в тисячах знаків. В основному ці недоліки характерні й для інших небагаточисленних теоретичних і практичних розробок у цій галузі, зумовлені вони відсутністю методики розрахунку поточкових ліній у складальних цехах. В основу такої методики можна покласти прийняті в промисловості загальні положення для розрахунку однопредметного (постійного) і багатопредметного (змінного) потоків [5, 6, 7, 10, 11].

Рекомендується такий порядок розрахунку поточкових ліній у складальних цехах: визначення виробничої програми; вибір технологічного процесу та комплексу устаткування; проектування регламенту роботи поточної лінії й розрахунок такту; синхронізація та проектування регламенту роботи окремих робочих місць відмінного від регламенту роботи поточної лінії; розрахунок кількості робочих місць і робітників; планування лінії; розрахунок і проектування транспортних засобів; розрахунок запасів; розрахунок техніко-економічних показників.

Виробнича програма випуску продукції на поточковій лінії визначається з річного випуску продукції цехом і повинна бути пов'язана з оптимальним використанням устаткування і робочої сили особливо на основних операціях, де формується продукція (напівфабрикат). Загальну програму складання у фізичних аркушах необхідно розділити на групи за форматами і часткою аркуша, групами складності, видами набору (наявністю ручного набору) та ілюстраційністю. Чим вищий рівень спеціалізації цеху, тим менша кількість груп видань і кращі умови здійснення поточкового виробництва.

Визначивши програму випуску в комплектах полос для кожної з груп набору ($P_{\text{Б}}$, $P_{\text{БЛ}}$, ..., $P_{\text{БЛ}}$), визначають річну програму випуску ($P_{\text{В}}$) у комплектах складання.

Вибір технологічного процесу та комплексу устаткування полягає у розробці схеми технологічного процесу, включаючи основні й допоміжні операції одного з організаційно-технічних рішень виготовлення складальних форм: коректурний — з застосуванням рядковідливних напівавтоматів і буквовідливних автоматів; безкоректурний — з застосуванням друкованого оригінал-макета, рядковідливних напівавтоматів і буквовідливних автоматів; безкоректурний — з застосуванням напівкодованих і кодованих оригінал-макетів, рядковідливних і буквовідливних автоматів.

При можливості застосування різних схем технологічного процесу й устаткування доцільно запроєктувати декілька варіантів поточкових ліній і на основі їх економічного аналізу вибрати оптимальне вирішення.

Коли не всі елементи технологічного процесу є загальними для окремих груп видань, як одне з можливих вирішень застосовується

винесення цих елементів за межі потокової лінії. Наприклад, при відсутності або різній питомій вазі ручного складання в окремих групах видань його слід винести за потік. При цьому «живлення» потокової лінії складовими частинами складальної форми (ручне складання, кліше) здійснюється за принципом випередження.

Проектування регламенту роботи потокової лінії включає визначення фонду часу основної роботи устаткування з урахуванням прийнятої змінності роботи.

Деякі з дослідників [8, 10, 11] вважають, що фонд часу основної роботи лінії слід визначати за формулою

$$\Phi_{\text{осн}} = (T_{\text{зм}} - T_{\text{р.п}})Z,$$

де $T_{\text{зм}}$ — змінний фонд роботи лінії з урахуванням зупинок на плановий ремонт протягом розрахункового періоду; $T_{\text{р.п}}$ — час регламентованих перерв протягом зміни; Z — кількість змін роботи потокової лінії у розрахунковому періоді.

На нашу думку, такий розрахунок неточний і не відповідає методиці визначення фонду часу основної роботи устаткування в поліграфії [4]. Фонд основної роботи необхідно визначати за основним устаткуванням

$$\Phi_{\text{осн}} = \Phi_{\text{н}} - (B_{\text{р.о}} + B_{\text{п.о}} + B_{\text{тех}} + B_{\text{нал}}),$$

де $\Phi_{\text{н}}$ — номінальний фонд часу роботи потокової лінії за рік; $\Phi_{\text{р.о}}$ — середньорічний час простоїв лінії під час ремонтів; $B_{\text{п.о}}$ — час на періодичні огляди і перевірки устаткування лінії; $B_{\text{тех}}$ — час на технологічні зупинки лінії; $B_{\text{нал}}$ — час переналадки лінії.

Розрахунки фонду часу основної роботи необхідні для визначення кількості устаткування на машинних операціях. Фонд часу основної роботи в цілому для потокової лінії у складальних цехах проектується виходячи з ручної операції — верстки складання [1, 7, 9]. У зв'язку з цим він дорівнює номінальному фонду часу. Цей фонд визначається для кожної з груп видань $\Phi_{\text{п1}}$, $\Phi_{\text{п2}}$, ..., $\Phi_{\text{пN}}$. Для цього загальний фонд часу роботи потокової лінії ділять прямопропорційно до трудомісткості верстки відповідних груп видань

$$\Phi_{\text{пN}} = \Phi_{\text{п}} \cdot K_N,$$

де K_N — частка трудомісткості верстки певної групи складання ($T_{\text{п1N}}$) у загальній трудомісткості верстки всієї програми $\sum_{i=1}^N T_{\text{пi}}$ і визначається за формулою

$$K_N = \frac{T_{\text{п1N}}}{\sum_{i=1}^N T_{\text{пi}}}.$$

Такт потокової лінії книжкового складання визначається за програмою запуску, яка приймається рівною програмі випуску,

оскільки технічні відходи, як правило, у складальних цехах не плануються, а доробки складальної форми (складання та ручна вставка друкарської і видавничої коректури) проектується у відповідних розмірах у схемі технологічного процесу як окремі операції.

Для кожної групи набору визначається змінний випуск продукції $Z_{в1}, Z_{в2}, \dots, Z_{вN}$ за формулою

$$Z_{вN} = \frac{П_{вN}}{\Phi_{нN}} \cdot T_{зм},$$

де $T_{зм}$ — тривалість зміни в годинах.

Такт потокової лінії для кожної групи складання визначається в хвилинах за формулою

$$r_N = \frac{(T_{зм} - T_{дл}) \cdot 60}{Z_{вN}}$$

Синхронізація — це узгодження тривалості операцій з тактом потокової лінії. Застосовуються технологічні й організаційні методи синхронізації. До них належать: відповідний підбір і заміна наперед запроєктованого устаткування і технології; проектування нового змісту технологічних операцій, проектування раціональної організації робочих місць, передових прийомів і методів праці, проектування регламенту роботи на окремих суміжних операціях з різною продуктивністю, відмінного від регламенту роботи потокової лінії в цілому і розрахунок оборотних запасів.

Для синхронізації поточкових ліній повинні широко використовуватись суміщення професій, виконання декількох однорідних операцій на одному робочому місці, обслуговування одним робітником декількох робочих місць. Усе це повинно бути враховане при визначенні штату обслуговування кожного робочого місця і загальної кількості робітників на потоковій лінії.

Розрахункова кількість робочих місць і устаткування визначається для кожної групи видань за формулою

$$C_{pi} = \frac{t_{ш_i}}{r \cdot K_{вн_i}},$$

де $t_{ш_i}$ — норма часу на одиницю виробу; $K_{вн_i}$ — коефіцієнт виконання норм виробітку.

У зв'язку з проектуванням режиму роботи потокової лінії для ручної операції — верстки складання розрахункова кількість робочих місць на машинних операціях визначається за формулою

$$C_{pi} = \frac{t_{ш_i}}{r \cdot K_{вн_i} \cdot K_{осн_i}},$$

де $K_{осн_i}$ — коефіцієнт часу основної роботи даного устаткування;

$$K_{осн_i} = \frac{\Phi_{осн}}{\Phi_{н}}$$

Розрахункову кількість робочих місць можна виразити дробовим, цілим або змішаним числом. Дальші розрахунки потокової лінії базуються на прийнятій кількості робочих місць (C_{pi}).

Відношення розрахункової кількості робочих місць до прийнятої визначає ступінь синхронізації окремих операцій ($K_{c_{pi}}$) або ступінь синхронізації потокової лінії ($K_{c_{ши}}$)

$$K_{c_{pi}} = \frac{C_{pi}}{C_{pi}}; \quad K_{c_{ши}} = \frac{\sum_{i=1}^m C_{pi}}{C_{pi}}$$

Яквова кількість робітників (P_{yi}) визначається для кожної групи видань за формулою

$$P_{yi} = C_{pi} \cdot 3 \cdot K_{oi}$$

де K_{oi} — коефіцієнт обслуговування робочого місця на певній операції.

Потокову лінію необхідно спланувати. Кількість робочих місць при переході від однієї групи складання до іншої не повинна змінюватись. Якщо кількість робочих місць визначена для різних груп складання неоднакова, то проектується така кількість, яка задовольняє вимоги набору всіх груп видань, тобто найбільша.

Планування лінії може бути двобічним і однібічним. При однібічному плануванні зручніший підхід до кожного робочого місця, двобічне планування забезпечує економію виробничої праці. При двобічному плануванні слід застосувати шаховий порядок розташування робочих місць.

На потокову лінію запускається стільки окремих видань, скільки паралельних робочих місць на операції верстки набору. Всі паралельні робочі місця умовно поділяються на бригади, і тому треба створити чітку систему адресування оброблюваних комплектів певним робітникам на цих операціях. Для цього застосовуються спеціальні транспортери (конвейери). З загального планування потокової лінії можна виділити дільниці, що за характером роботи не зв'язані з використанням конвейера і можуть бути розташовані в окремих приміщеннях. У наборних цехах це дільниця читання коректур. Проектуючи планування конвейерних ліній, слід передбачити резервні робочі місця для розширення програми, при збільшенні трудомісткості, місця для збереження оборотних запасів, для збереження комплектів під час друкарської і видавничої читки версток і зв'рки.

Довжина конвейера (L_m) розраховується, виходячи з планування лінії, організації робочих місць і відстані між суміжними робочими місцями (l_p).

$$L_m = l_p \left(\sum_{i=1}^m C_{pi} - 1 \right) + 2l$$

де l — довжина неробочої частини конвейера для розміщення приводної частини і натяжного пристрою. Довжину конвейера можна також розрахувати за формулою

$$L_M = \frac{1}{2} l_0 \cdot A \cdot K,$$

де A — період конвейера; K — кількість періодів; l_0 — відстань між виробами на стрічці конвейера. При $K=1$ максимальна відстань між виробами ($l_{0_{\max}}$) визначається

$$l_{0_{\max}} = \frac{2L_M}{A}.$$

Тоді максимальна швидкість конвейера $V_{\max} = \frac{v_{0_{\max}}}{r}$. Якщо знайдена максимальна швидкість задовольняє умову $V_{\max} \leq V_{\text{opt}}$ від 0,5 до $2^{1/n_{\text{хв}}}$, то на цьому розрахунки закінчуються. Якщо швидкість перевищує оптимальну, її зменшують, збільшуючи кількість періодів у стільки разів, у скільки швидкість більша за оптимальну. Коли збільшення кількості періодів обмежено габаритами, тоді збільшують довжину лінії або ділять лінію на дільниці.

Для безперебійного ходу роботи на потокових лініях, компенсації відхилень від середніх норм, прийнятих під час розрахунків, застосовується певна система роботи з запасами. До них належать: оборотні, комплектуючі, страхові, технологічні та транспортні.

Оборотні запаси призначені для вимірювання продуктивності окремих операцій, якщо вони не повністю синхронізовані.

Величина оборотного запасу (Z_0) визначається за формулою

$$Z_{0_{i-i+1}} = \frac{T_0 C_i \cdot K_{\text{в.н.}i}}{t_{\text{ш.}i}} = \frac{T_0 \cdot C_{i+1} \cdot K_{\text{в.н.}i+1}}{t_{\text{ш.}i+1}},$$

де T_0 — період одночасної роботи двох суміжних операцій; C_i , $t_{\text{ш.}i}$, $K_{\text{в.н.}i}$ — відповідно кількість робочих місць, норма часу на одиницю, коефіцієнт виконання норм виробітку на певній операції; $t_{\text{ш.}i+1}$, $K_{\text{в.н.}i+1}$ — відповідні показники на наступній операції по ходу технологічного процесу;

Запаси для забезпечення потокових ліній напівфабрикатами чи окремими деталями у точці з'єднання з дільницями (комплектуючі Z_k), які працюють не за потоком, визначаються за формулою

$$Z_k = \frac{T_d}{r},$$

де T_d — періодичність доставки напівфабрикатів до певної операції потокової лінії (верстка).

Для забезпечення нормальної роботи потокової лінії при можливих позапланових зупинках окремих верстатів перед операціями, що є «вузькими» місцями, на лінії створюються страхові запаси. Розміри страхових запасів на операціях, де вони утворюються, залежать від конкретних умов і визначаються на основі аналізу роботи потокової лінії. Крім того, на потоковій лінії є незавершене виробництво, так звані технологічний і транспортний запаси. Технологічний запас (Z_T) — це кількість виробів (комплектів), які

перебувають постійно на лінії у процесі обробки безпосередньо на робочих місцях. Він визначається за формулою

$$Z_{\text{т}} = \sum_{i=1}^m C_{\text{т}i}$$

Транспортний запас ($Z_{\text{тп}}$) — це кількість виробів, які транспортується між операціями протягом усієї довжини конвейєра,

$$Z_{\text{тп}} = \frac{L_{\text{м}}}{l_0}$$

Якщо прийняти, що після кожного робочого місця у процесі транспортування постійно буде один комплект, то транспортний запас можна визначити також як суму робочих місць.

При проектуванні потокових ліній для вибору оптимального варіанта проводиться розрахунок техніко-економічних показників: собівартість продукції за змінними статтями, необхідні капітальні затрати, зведені витрати, терміни окупності додаткових капіталовкладень. З метою більш детальної техніко-економічної характеристики варіантів розраховують також показники: продуктивність праці, тривалість виробничого циклу, рівень механізації виробництва, випуск продукції на 1 крб. основних фондів, випуск продукції на 1 м² виробничої площі. Порівняння цих показників за варіантами дасть можливість робити висновки про ефективність потокового виробництва і приймати оптимальні рішення.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гильо Г. Г., Гуля-Яновський В. В., Темкин Г. Я. Поточность производства в наборном цехе типографии имени Евгении Соколовой. М., «Книга», 1957.
2. Демьянюк Ф. С. Технологические основы поточно-автоматизированного производства. М., «Высшая школа», 1968.
3. Думлер С. А. Поточные методы производства в машиностроении. М., 1958.
4. Инструкция по расчету производственной мощности оборудования и предприятий полиграфической промышленности. М., «Книга», 1968.
5. Каценбоген Б. Я. Организация поточного производства и работа на распределительных конвейерах. М., Машгиз, 1946.
6. Организация и планирование полиграфического производства. М., «Книга», 1970.
7. Пивоваров С. Э., Шультестер М. В. Поточное производство книжно-журнального набора. М., «Книга», 1967.
8. Плоткин Я. Д. [та ін.]. Организация та планування виробництва на приладобудівному підприємстві. К., «Вища школа», 1972.
9. Плинер П. Г. Поточная организация наборных процессов. М., «Книга», 1964.
10. Разумов И. М. [и др.]. Организация и планирование машиностроительного производства. М., «Машиностроение», 1967.
11. Шультман Е. Ф. Поточное производство в машиностроении и приборостроении. М., Машгиз., 1962.

N. M. SUKHOLITKA, Y. A. BARNYTCH

**METHODS OF FLOW-LINE CALCULATION IN COMPOSING-SHOPS
OF BOOK-PRINTING HOUSES**

Summary

The presented paper proposes the methods of flow-line calculation in composing-shops, which gives an opportunity to substantiate economically the ways of line-flow production organization and to choose its most effective versions on the stage compose.
