

НЕПЕРЕРВНІСТЬ ВИРОБНИЧОГО ПРОЦЕСУ НА ПОТОКОВИХ ЛІНІЯХ ПО ВИГОТОВЛЕННЮ КНИГ

Рівень неперервності виробничого процесу є однією з головніших характеристик потоку. Дійсна неперервність виробничого процесу передбачає неперервність руху предмету праці і роботи устаткування. Визначаючим, проте, є рух предмету праці по операціях виробничого процесу.

Основним критерієм неперервності поточкового виробництва є відсутність пролежування предметів праці. Воно може бути досягнуто при умові, що вид руху виробів по операціях паралельний, передача півфабрикатів здійснюється неперервно, а виробництво синхронно, тобто

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

де $t_1, t_2 \dots t_n$ -- період обробки одного виробу на робочому місці;
 $c_1, c_2 \dots c_n$ -- число робочих місць на цих операціях;
 r -- такт поточної лінії.

Якщо вказаних умов дотримуються лиш частково, неперервність проходження виробів порушується, між операціями виникають запаси продукції.

Неперервність проходження виробів на переважній більшості поточкових ліній не досягнута. В той же час відсутні дані про ступінь неперервності виробничого процесу.

Для виміру ступеня неперервності проходження виробів по операціях виробничого процесу пропонується декілька методів. Розглянемо ці методи, виходячи з можливостей застосування їх для визначення досягнутого ступеня неперервності проходження виробів по операціях виробничого процесу на поточкових лініях по виготовленню книг.

Перервність виробничого процесу знаходить свій матеріальний вираз в запасах, зокрема, в обіговому запасі $Z_{об}$. Тому, визначивши величину $Z_{об}$, можливо охарактеризувати і досягнутий ступінь неперервності. Запас може бути виражений не тільки в натуральних одиницях продукції, але і після нескладних перетворень, в часі: в годинах і змінах.

Застосування цього методу для виміру неперервності виробничого процесу на операціях по виготовленню книг, як показало вивчення питання, може зустріти певні труднощі. Одна з них полягає в складності визначення величини запасу. Відомо, що навіть на поточкових лініях підприємств з крупносерійним типом виробництва виготовляють видання, що відрізняються обсягами, форматами і тиражами. Для поточкових ліній серійних підприємств різномірність параметрів значно більша. В той же час розміри запасів при виготовленні різних видань не одна-

кові. На їх величину впливають: обсяг видань, тиражі, послідовність виготовлення видань та інші фактори.

Крім того, в результаті дії різних факторів на потокових лініях по виготовленню книг величина запасу продукції на окремих робочих місцях змінюється і на протязі робочого дня при виготовленні конкретного замовлення не однакова на початок і кінець зміни. Все це не дозволяє об'єктивно судити про розмір запасів і, відповідно, про досягнутий ступінь неперервності, а також порівнювати результати різних підприємств, оскільки міняється обсяг видань, їх формат, не однакове устаткування і т. д.

В результаті цей метод не прийнятий при дослідженні неперервності виробництва на потокових лініях.

А. І. Неймарк [4] пропонує виміряти ступінь неперервності руху предметів праці відношенням часу перерв до всієї довжини циклу на лінії. Коефіцієнт неперервності рекомендується визначати за формулою

$$K_{\text{непр}} = \frac{T_{\text{пер}}}{T_{\text{ц}}},$$

де $K_{\text{непр}}$ — коефіцієнт неперервності;

$T_{\text{пер}}$ — час перерв;

$T_{\text{ц}}$ — довжина циклу.

В запропонованому методі ступінь неперервності вимірюється відносною величиною, що робить його більш універсальним.

Для розрахунку $K_{\text{непр}}$ необхідно визначити час перерв (пролежування), який визначається з величини запасів. На складність визначення останніх для потокових ліній по виготовленню книг було вказано вище.

С. А. Думлер [1] запропонував неперервність виробничого процесу характеризувати коефіцієнтом перервності $K_{\text{пр}}$. Формула для розрахунку коефіцієнта така:

$$K_{\text{пр}} = \frac{T_{\text{ц}}}{\sum t_{\text{ш}}} - 1,$$

де $T_{\text{ц}}$ — фактична довжина процесу;

$t_{\text{ш}}$ — час обробки.

$T_{\text{ц}}$ в наведеній формулі, як можна прийти до висновку з методики розрахунку $K_{\text{пр}}$, виражено довжиною циклу виготовлення (обробки) однієї штуки або однієї транспортної партії виробів. Методика визначення довжини циклу по довжині виготовлення (обробки) однієї штуки або однієї транспортної партії виробів пропонується й іншими авторами, що розглядають питання про виробничий цикл на потокових лініях [3], [5] і ін.

Такий метод виміру довжини виробничого циклу може бути успішно застосований для розрахунку $K_{\text{пр}}$ у тому випадку, якщо проходження першого виробу або транспортної партії повторюється (копіюється) при проходженні кожного наступного виробу або транспортної партії і, таким чином, характерно для проходження всього замовлення. Якщо таке повторення відсутнє, вимірювання довжини виробничого циклу по одній партії може дати випадкові результати і привести до необґрунтованих висновків.

На потокових лініях по виготовленню книг, як показало вивчення нами цього питання на багатьох книжкових підприємствах, період проходження першого екземпляра або транспортної партії, часто не однакою з періодом проходження інших виробів або транспортних партій цього ж видання і, таким чином, не характерний для проходження всього замовлення.

В зв'язку з викладеним методом оцінки неперервності виробничого процесу з використанням $T_{\text{ц}}$, що визначається за довжиною виготов-

лення одного виробу або транспортної партії, також не може бути прийнятий.

Виробничий цикл в умовах потокового виробництва книжкової продукції може бути найбільш повно охарактеризований, якщо вивчити проходження всіх виробів, що входять у дану партію. Такою партією виробів при виготовленні книжкової продукції може бути прийнятий тираж видання.

Перервність виробничого процесу на потокових лініях по виготовленню книг (обернена величина ступеня неперервності) пропонується визначати за формулою:

$$K_{\text{пр}} = \frac{T_{\text{цнлф}}}{T_{\text{цнл}}},$$

де $K_{\text{пр}}$ — коефіцієнт перервності;

$T_{\text{цнлф}}$ — фактична довжина виробничого циклу на потоковій лінії;

$T_{\text{цнл}}$ — можлива довжина виробничого циклу виготовлення видань при неперервно-потоковому виробництві.

Чим ближче $K_{\text{пр}}$ до одиниці, тим вищий ступінь неперервності виробничого процесу.

Вимірювання фактичної довжини виробничого циклу при визначенні $K_{\text{пр}}$ не викликає труднощів.

Для визначення можливої довжини виробничого циклу виготовлення видань при неперервно-потоковому виробництві умовно розділимо цикл на два періоди: T_1 — період проходження першої транспортної партії і T_2 — період виготовлення тиражу за винятком першої транспортної партії. Тоді

$$T_{\text{цнл}} = T_1 + T_2.$$

В склад T_1 входить час безпосередньої обробки виробів (операційний період), час на контроль і транспортування і час, необхідний на створення резервних (страхових) запасів.

Операційний період може бути визначений за відомою формулою

$$T_{\text{оп}} = rp \Sigma c,$$

де $T_{\text{оп}}$ — операційний період;

r — такт потокової лінії;

p — транспортна партія виробів;

Σc_i — сумарна кількість робочих місць.

Час на контроль визначається аналогічно операційному періоду і може бути розрахований також за відомою формулою

$$T_{\text{контр}} = rp \Sigma c_{\text{кі}},$$

де $T_{\text{контр}}$ — час на контроль;

$\Sigma c_{\text{кі}}$ — сумарна кількість контрольних операцій.

Час на транспортування $T_{\text{транс}}$ може бути визначено з величини транспортного запасу $Z_{\text{тр}}$ за формулою

$$T_{\text{транс}} = Z_{\text{тр}} \cdot r,$$

або після нескладних перетворень

$$T_{\text{транс}} = \frac{L}{v_n},$$

де L — загальна довжина транспортерів на потоковій лінії;

v_n — нормативна швидкість транспортеру.

Час, необхідний на створення резервного (страхового) запасу $Z_{\text{рез}}$, визначається в першу чергу його величиною. Для визначення цього запасу в літературі рекомендується ряд розрахункових формул, які, проте, практично застосувати важко. Величина $Z_{\text{рез}}$ в основному залежить від порядку його відновлення і можливих втрат в продуктивності окремих операцій або ділянок потокової лінії в одиницю часу. Тому ми

приєднуємось до думки авторів [2], [1], які рекомендують встановлювати $Z_{\text{рез}}$ на основі статистичних даних про роботу лінії, фотографій робочого дня, спеціальних спостережень. Час на створення резервного запаса може бути визначений за формулою:

$$T_{\text{рез}} = Z_{\text{рез}} \cdot r.$$

На основі викладеного для визначення T_1 , може бути використана формула

$$T_1 = rp \Sigma(c_i + c_{ki}) + \frac{L}{v_n} + T_{\text{рез}}.$$

Поруч з визначенням T_1 за вказаною формулою може бути застосований і графічний метод. Застосування графічного методу для визначення T_1 значно спрощує рішення поставленого завдання.

T_2 може бути визначено за формулою

$$T_2 = r(n - p),$$

де n — кількість виробів в партії (в тиражі видання).

В цілому довжина виробничого циклу виготовлення видання на потоковій лінії може бути виражена формулою:

$$T_{\text{цнл}} = T_1 + T_2 = rp \Sigma(c_i + c_{ki}) + \frac{L}{v_n} + T_{\text{рез}} + r(n - p).$$

З врахуванням довжини зміни і змінності роботи формула має такий вигляд:

$$T_{\text{цнл}} = \left[rp \Sigma(c_i + c_{ki}) + \frac{L}{v_n} + T_{\text{рез}} + r(n - p) \right] \frac{1}{T_{\text{зм}} \cdot S},$$

де $T_{\text{зм}}$ — фонд робочого часу однієї зміни;

S — змінність роботи.

На основі даних $T_{\text{цнлф}}$ і $T_{\text{цнл}}$ може бути визначено і $K_{\text{пр}}$.

За розробленою методикою нами проведений аналіз ступеня неперервності виробництва на поточкових лініях по виготовленню книг ряду крупносерійних підприємств: Першої Зразкової друкарні ім. А. О. Жданова, друкарні «Печатный двор» ім. О. М. Горького, друкарні ім. Є. Соколової, Мінського поліграфічного комбінату ім. Я. Коласа. Середнє значення $K_{\text{пр}}$ для всіх досліджених замовлень становить 1,5. Для окремих замовлень воно змінюється від 1,19 до 2,03. Фактична довжина виробничого циклу перевищує розрахункову як в результаті збільшення довжини періоду виготовлення першої партії виробів порівнюючи з можливою, так і, особливо, в результаті порушення неперервності проходження виробів по операціях виробничого процесу при обробці основної маси тиражу.

Перевищення часу фактичного циклу проти можливого при неперервному проходженні виробів обумовлено рядом факторів. В першу чергу до них можуть бути віднесені устаткування, яке застосовується на поточкових лініях і запроектоване без врахування експлуатації його в складі системи машин, і невисокий рівень спеціалізації поточкових ліній. При повному використанні потужності устаткування, яке встановлено зараз на поточкових лініях, неможливо забезпечити синхронну роботу. Ускладнює синхронізацію і різний принцип роботи на окремих операціях: обробка зошитами, блоками і привертками. Значний вплив має і зміна обсягів видань.

Характерно, що з пониженням рівня спеціалізації поточкових ліній і рівня механізації виробництва підвищується значення $K_{\text{пр}}$.

Певний вплив на значення $K_{\text{пр}}$ при діючій техніці і спеціалізації ліній мають тиражі видань. Зі зменшенням тиражності видань ускладнюється синхронізація операцій. Особливо це має місце на поточкових

лініях, що спеціалізуються на обробці видань різних форматів і обсягів. Часті переналадки устаткування порушують ритмічний хід виробництва, ускладнюють планування запасів, не завжди дозволяють попередньо розробити регламент роботи потокової лінії.

Крім вказаних факторів, на неперервність виробничого процесу впливають і інші: непланованість завантаження і постачання підприємств матеріалами, нестандартність властивостей матеріалів, не завжди належно поставлене оперативне планування, неузгодженість роботи поточкових ліній з роботою інших цехів і дільниць, некомплектна передача півфабрикатів на поточкову лінію. Вказані фактори приводять до того, що на лініях в певні періоди впереміш виконується декілька замовлень.

Важливе значення для удосконалення поточкових ліній по виготовленню книг має оснащення їх устаткуванням, розробленим з врахуванням роботи в умовах поточкового виробництва. До устаткування можуть бути віднесені такі вимоги: рівна або кратна продуктивність усіх машин і однаковий принцип роботи (поштучна обробка). Застосування нової технології скріплення книжкових блоків — безшвейної замість шиття нитками — дозволить синхронізувати цю операцію з попередніми і наступними при обробці видань різних обсягів. При цьому можливе значне скорочення довжини виробничого циклу, а відповідно і прискорення обігу оборотних коштів.

Візнаємо, що аналіз довжини виробничого циклу виконано без врахування періоду, що витрачається на виготовлення недостає тиражів. Фактично цей період часто перевищує виробничий цикл виготовлення основної маси замовлення. Здійснення комплексної механізації і автоматизації виробництва буде сприяти комплектності виготовлення замовлення, а, відповідно, і ліквідації недостає тиражів. При цьому довжина виробничого циклу буде скорочена ще в більшій мірі.

Підвищення ступеня неперервності виробництва на поточкових лініях по виготовленню книг забезпечить значний економічний ефект.

ЛІТЕРАТУРА

1. С. А. Думлер. Поточные методы производства в машиностроении. Машгиз, М., 1958.
2. Б. Я. Каценбоген. Оперативно-календарное планирование на машиностроительном заводе. Машгиз, М., 1958.
3. Машиностроение. Энциклопедический справочник, т. XIV и XV. Машгиз, 1951. и приборостроение.
4. А. И. Неймарк. Основные разновидности поточных линий в машиностроении. Общество по распространению политических и научных знаний РСФСР, Л., 1959.
5. Л. М. Хейфец. Организация и планирование полиграфических предприятий. Издание МПИ, М., 1962.

У. А. BARNICH

STUDY OF PROCESS CONTINUITY GRADE OF BOOK MANUFACTURE ON PRODUCTION LINES

Summary

The method of measurement of book manufacture continuous process is proposed and the results of the investigation of this method on the large-scale batch book production enterprises are given.