

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання практичної роботи
«Розрахунок показників перервно-поточної (прямоточної) лінії»
з курсу «Основи інженерної підготовки»
для студентів спеціальності 263 «Цивільна безпека»

Харків 2022

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання практичної роботи
«Розрахунок показників перервно-поточної (прямоточної) лінії»
з курсу «Основи інженерної підготовки»
для студентів спеціальності 263 «Цивільна безпека»

Затверджено
редакційно-видавничою радою
університету,
протокол № 1 від 28.01.2022 р.

Харків
НТУ «ХПІ»
2022

Методичні вказівки до виконання практичної роботи «Розрахунок показників перервно-поточної (прямоточної) лінії» з курсу «Основи інженерної підготовки» для студентів спеціальності 263 «Цивільна безпека» / уклад. Н. С. Євтушенко, Є. О. Семенов – Харків: НТУ «ХП», 2022. – 24 с.

Укладачі: Н. С. Євтушенко

Є. О. Семенов

Рецензент: О. М. Древаль

Кафедра «Безпека праці та навколишнього середовища»

ВСТУП

Одним з найбільш перспективних напрямів розвитку машинобудування в сучасних умовах є всебічне підвищення продуктивності виробництва та поліпшення інших техніко-економічних показників діяльності підприємств, що пов'язується з поширенням на них потокових методів виробництва. Стратегія поведіння підприємства на ринку вимагає здійснення процесу виробництва з урахуванням його ефективної організації у часі та просторі.

В основу управління поточним виробництвом покладається технічне обґрунтування, а також побудоване на його основі, з врахуванням особливостей сучасного етапу діяльності машинобудівних підприємств, економічне обґрунтування різновиду організації потокової лінії механічного обробітку деталей та виробів або їх потокового збирання.

Мета заняття: закріпити у студентів теоретичні знання та розвинути практичні навички щодо організації показників перервно-потокової (прямоточної) лінії на виробництві.

1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Виробничий процес – це цілеспрямоване, постадійне перетворення вихідної сировини та матеріалів у готову продукцію, яка призначена як для споживання, так і для подальшого перероблення.

Виробничий процес виготовлення складного продукту є результатом поєднання ряду паралельних процесів виробництва простих продуктів і має

назву *синтетичного*. Процеси, при яких з одного виду сировини виготовляється кілька видів продукції, називаються *аналітичними*. Чим складніший продукт, тим різноманітніші методи його виготовлення, а отже, і складнішою є організація виробничого процесу.

За характером впливу на предмети праці всі виробничі процеси поділяються на:

1. механічні;
2. фізичні;
3. хімічні тощо.

За ступенем неперервності:

1. неперервні – відсутні перерви між різними видами операцій;
2. дискретні – мають місце технологічні перерви.

Раціональна організація як виробничого процесу в цілому, так і окремих його частин залежить від певних принципів. Ці принципи умовно можна поділити на дві групи. До першої відносять загальні принципи, які не залежать від конкретного виробничого процесу. Друга група охоплює специфічні принципи, які є характерними для певного виробничого процесу.

Загальні принципи – це принципи, за якими будується будь-який виробничий процес у часі та просторі. До них можна віднести такі принципи:

1. *Принцип спеціалізації*, який означає розподіл праці між окремими підрозділами підприємства та робочими місцями в процесі виробництва та їх кооперування.

2. *Принцип диференціації* передбачає поділ виробничого процесу на окремі технологічні процеси та операції. При цьому необхідно уникати надмірного поділу операцій, оскільки надмірна диференціація ручної праці посилює стомленість робітників через одноманітність та високу інтенсивність їх праці.

3. *Принцип паралельності* означає одночасне виконання окремих частин виробничого процесу, пов'язаного з виготовленням конкретного виробу. Паралельність проявляється також у сумісництві в часі основних та

допоміжних процесів та операцій. Особливо широко принцип паралельності використовується в умовах серійного та масового виробництва і включає в себе:

- паралельне (одночасне) виготовлення різноманітних вузлів або деталей для комплектування готового виробу;
- одночасне виконання різноманітних технологічних операцій при обробленні однакових деталей на паралельно розміщеному обладнанні.

4. *Принцип пропорційності* передбачає відносно однакову продуктивність за одиницю часу взаємопов'язаних підрозділів підприємства, а в межах їх – дільниць, груп, бригад, робочих місць. У ринкових умовах часто відбувається заміна продукції, що виробляється відповідно до смаків та бажань покупців. Тому проблема підтримання пропорційності є одним із найважливіших питань для підприємства. Вирішується вона шляхом упровадження оперативного-виробничого планування, організаційно-технологічних заходів тощо.

5. *Принцип прямоочності* забезпечує найкоротший шлях пересування предметів праці від запуску сировини або напівфабрикатів до виготовлення готової продукції та виключення зворотних і зустрічних рухів у масштабі цеху та підприємства в цілому. Це досягається за допомогою раціонального розміщення будов та цехів на території підприємства, технологічного обладнання в цехах та на дільницях згідно з перебігом виробничого процесу.

6. *Принцип неперервності*. Неперервність означає скорочення або зведення до мінімуму усіляких перерв у процесі виробництва. Ступінь неперервності визначається відношенням тривалості технологічної частини виробничого циклу до всього виробничого циклу.

7. *Принцип ритмічності*. Означає, що весь виробничий процес та його складові з виготовлення заданої кількості продукції повинні строго повторюватися в рівні проміжки часу.

8. *Принцип технічної оснащеності*. Цей принцип орієнтований на автоматизацію та механізацію виробничого процесу, усунення ручної,

важкої, шкідливої для здоров'я людини праці.

Залежно від особливостей виробничого процесу і типу виробництва застосовується певний метод організації виробництва.

Метод організації виробництва – це певний спосіб виконання виробничого процесу, що передбачає сукупність відповідних заходів та прийомів. У характеристиці методу організації виробництва особливо важливими є взаємозв'язок послідовності виконання операцій технологічного процесу з порядком розміщення обладнання і ступінь неперервності виробничого процесу.

Операція є частиною виробничого процесу, яка виконується або на одному робочому місці без переналагодження обладнання, або коли кількома робітниками виготовляється один продукт. Розрізняють операції *основні та допоміжні*.

При *основній* операції предмет оброблення змінює свою форму, розмір, певні властивості та якісні характеристики. *Допоміжні* операції забезпечують нормальне виконання основних операцій. До них можна віднести складські операції, контроль якості тощо.

Технологічний процес для кожного виробу чи деталі має індивідуальний характер і виконується, як правило, за індивідуальними замовленнями.

Розрізняють три методи організації виробництва:

- непотоковий;
- поточковий;
- автоматизований.

Непотокове виробництво з організаційного погляду є досить складним. Воно застосовується, як правило, в одиничному та експериментальному виробництві. Непотокове виробництво характеризується такими ознаками:

- на кожному робочому місці виготовляються та оброблюються різні за конструкцією та технологією вироби, бо їх кількість невелика;
- усі робочі місця розташовані групами, без певного зв'язку з

послідовністю виконання виробничих операцій (немає зв'язку типу «потокова лінія»);

- існують перерви у виробничому циклі, оскільки предмети праці переміщуються складними маршрутами (після оброблення надходять на склад та чекають закінчення оброблення всієї партії);

- обладнання, яке застосовується, є універсальним. Залежно від широти номенклатури виробів потокове виробництво може існувати у двох формах:

- виробництво партіями;
- одинично-технологічне.

Потокове виробництво – найбільш досконалий метод організації виробництва. Цей метод передбачає оброблення предметів праці за встановленим найкоротшим маршрутом з фіксованим часом. Потоковому виробництву властиві такі ознаки:

- поділ виробничого процесу на окремі операції і закріплення їх за певним робочим місцем на тривалий термін;

- за групою робочих місць закріплюється оброблення одного виду продукції або конструктивно подібних предметів;

- робочі місця розміщуються послідовно, відповідно до технологічного процесу;

- узгодження та ритмічне виконання всіх операцій на основі єдиного розрахункового ритму потокової лінії;

- технологічний процес строго диференційований – на кожному робочому місці виконується лише одна або кілька однорідних операцій;

- передання оброблюваних деталей з операції на операцію відбувається з мінімальною перервою і за допомогою спеціальних транспортних засобів (конвеєр);

- предмети праці передаються з однієї на іншу операцію поштучно або невеликими партіями.

Безперервно-поточна лінія (БПЛ) – це така лінія, на якій досягнута повна синхронізація основних і допоміжних технологічних операцій, всі

операції виконуються на спеціалізованих робочих місцях, які розташовані по ходу техпроцесу одне за одним.

Потоковим називається такий метод організації виробництва, при якому операції закріплені за певними робочими місцями, устаткуванням, що розташоване в порядку виконання операцій технологічного процесу в безпосередній близькості один від одного, при чому оброблюваний предмет праці передається на наступну операцію відразу ж після виконання попередньої за допомогою транспортних пристроїв.

Поточне виробництво – економічно доцільна форма організації виробництва, при якій забезпечується строго узгоджене виконання всіх операцій технологічного процесу виготовлення деталей в часі.

Для поточного виробництва характерні:

- розміщення робочих місць в строгій відповідності з технологічним процесом;
- узгодження і ритмічне виконання всіх операцій у відповідності з тактом;
- спеціалізація робочих місць на виконання окремих операцій;
- одночасне виконання операцій на різних робочих місцях.

Чіткість роботи поточної лінії визначається дотриманням такту.

Під *тактом* розуміють інтервал часу між запуском (випуском) на лінію даного об'єкту (деталі, виробу) і наступного за ним об'єкту.

Якщо поточна лінія організована так, що норми часу кожної операції рівні або кратні такту, то так поточна лінія називається *безперервно-потоковою*. Безперервно-потокова форма організації потокового виробництва найбільше розповсюдження отримала в складальному виробництві, де переважає ручна праця, що дозволяє розділити операції, домагаючись повної синхронізації технологічного процесу.

Друга форма поточного виробництва називається прямоочною и використовується там, де по будь-яким причинам неможна встановлювати ритм, рівний або кратний такту, тому виникає між операційне пролежування

деталей. Як і в безперервному виробництві, операції тут закріплені за робочими місцями, а робочі місця розташовані по ходу технологічного процесу. Частіше така форма організації поточного виробництва використовується в механічних цехах.

Безперервні поточні і прямоточні лінії можуть поділятися на два види: однономенклатурні та багато номенклатурні.

Однономенклатурні поточні лінії використовуються там, де трудомісткість і програма виготовлення виробів достатньо великі, для того, щоб завантажити лінію.

Багато номенклатурні використовуються там, де виготовляються партії дрібних виробів.

Поточні лінії, де переміщення ліній від одного робочого місця до іншого здійснюється за допомогою безперервно діючого транспортного засобу, називається *конвеєрними*. Якщо на поточній лінії одночасно передається транспортна партія, то інтервал часу між послідовною передачею наступної партії називається *ритмом*.

Існують два способи підтримання ритму: регламентований та вільний.

Регламентований ритм (такт) підтримується або механічним переміщенням транспортних засобів, або по звуковому або світловому сигналу.

Вільний ритм підтримується самими робітниками, тому він може порушуватись по різним причинам, що пов'язані з виробничою діяльністю.

Важливими умовами є встановлення режиму роботи поточних ліній, а також регулярність обслуговування та підпитка робочих місць всім необхідним (інструментом, заготовками та ін.). Для безперервної роботи поточної лінії повинні бути передбачені резерви. До таких резервів відноситься і *заділи*.

Під *заділом* розуміють заготовки, полу фабриката та складальні одиниці, що знаходяться на різних стадіях виробничого процесу і призначені для безперервної роботи поточної лінії.

В потоковому виробництві заділи поділяються на внутрішньолінійні та міжлінійні.

Внутрішньо лінійні можуть бути технологічними, оборотними, транспортними та резервними. Між лінійні заділи поділяються на транспортні та оборотні.

При розв'язанні задач рекомендується врахувати подані нижче формули та задачі з розрахунку показників поточкових ліній, розташовані в тій послідовності, що зазначена нижче.

Розрахунок показників безперервно-потокової лінії

1. Такт потокової лінії r – відношення ефективного фонду часу роботи потокової лінії за розрахунковий період (F_{ef}) до обсягу виробництва продукції за той же період у натуральному вимірі (N_3):

$$r = \frac{F_{ef}}{N_3} \quad (1.1)$$

де F_{ef} – ефективний фонд часу роботи потокової лінії за розрахунковий період (змину, добу, місяць, рік), хв;

N_3 – програма запуску деталей (виробів) на потокову лінію за той же період, шт.

При розрахунку такту безперервно-потокової лінії необхідно врахувати наступне:

– якщо потокова лінія обладнана робочим конвеєром безперервної дії (предмет праці з конвеєра не знімається й операції виконуються під час його руху), то

$$r = t_{обр} + t_{нов}, \quad (1.2)$$

де $t_{обр}$ – час безпосередньої обробки (складання) предмета праці, хв.;

$t_{нов}$ – час повернення робітника на колишнє (вихідне) місце, хв.;

– якщо потокова лінія обладнана робочим конвеєром перервної (пульсуючої) дії (предмети праці з конвеєра не знімаються й операції виконуються під час паузи-зупинки конвеєра), то

$$r = t_{обр} + t_{пер}, \quad (1.3)$$

де $t_{пер}$ – час переміщення предмета праці з однієї операції на іншу, хв.;

– якщо потокова лінія обладнана неробочим (розподільним) конвеєром безперервної дії (предмет праці знімається з конвеєра й операції виконуються поза конвеєром), то

$$r = t_{обр} + t_{з.у.}, \quad (1.4)$$

де $t_{з.у.}$ – час на зняття предмета праці з конвеєра й установку його на конвеєр, хв.;

– якщо потокова лінія обладнана неробочим конвеєром пульсуючої дії (предмет праці знімається з конвеєра й операції виконуються під час паузи-зупинки поза конвеєром), то

$$r = t_{обр} + t_{з.у.} + t_{пер} \quad (1.5)$$

2. Ефективний фонд часу роботи потокової лінії ($F_{эф}$) (хв.) визначається за формулами:

а) за зміну (змінний):

$$F_{зм} = T_{зм} - t_{р.п.}, \quad (1.6)$$

де $T_{зм}$ – тривалість роботи зміни, хв.;

$t_{р.п.}$ – регламентовані перерви на відпочинок за зміну, хв.;

б) за добу (добовий):

$$F_{ДОБ} = (T_{ЗМ} - t_{р.п.}) \cdot S, \quad (1.7)$$

де S – кількість робочих змін у добі;

в) за місяць або рік:

$$F_{ДОБ} = (T_{ЗМ} - t_{р.п.}) \cdot S \cdot D_p, \quad (1.8)$$

де D_p – кількість робочих днів за місяць або за рік;

3. Якщо деталі (вироби) передаються з операції на операцію партіями, то ритм потокової лінії (хв.) можна розрахувати за формулою:

$$R_{II} = r \cdot n, \quad (1.9)$$

де n – кількість деталей (виробів) у передатній партії, шт.

4. Кількість робочих місць за операціями потокової лінії розраховується за формулами:

– якщо всі операції на потоці синхронізовані, тобто рівні між собою в часі і дорівнюють тактові потоку, то на кожній операції буде одне робоче місце, а по всій потоковій лінії їхня кількість дорівнюватиме числу операцій технологічного процесу:

$$C_l = m, \quad (1.10)$$

де C_l – кількість робочих місць на потоковій лінії; m – число операцій у технологічному процесі;

– якщо операції не рівні між собою в часі, то кількість робочих місць (розрахункове) на кожній операції:

$$C_p = \frac{t_{um}}{r}, \quad (1.11)$$

де t_{um} – норма (штучна) часу на операцію, хв.

Прийняте число робочих місць на кожній операції C_{np} визначається шляхом округлення розрахункової кількості робочих місць C_p до найближчого цілого числа.

При проектуванні поточкових ліній допускається перевантаження робочих місць у межах 10...12 %. Це перевантаження знімається в процесі налагодження ліній у цехах за допомогою поліпшення організації праці, механізації й інших заходів.

5. Коефіцієнт завантаження робочого місця на i -й операції k_3 – відношення розрахункової кількості робочих місць C_{pi} до більшого цілого прийнятого числа робочих місць на i -й операції C_{npi} , тобто:

$$k_3 = \frac{C_p}{C_{np}} \quad (1.12)$$

6. Кількість робочих місць на лінії:

$$C_l = \sum_{i=1}^m C_{np} \quad (1.13)$$

7. Швидкість конвеєра V (м/хв.) можна визначити за формулами:

– для безперервно-діючого конвеєра та неробочого конвеєра:

$$V = \frac{l_o}{r} \quad (1.14)$$

де l_o – крок конвеєра, тобто відстань між предметами праці на робочому конвеєрі, м;

– для перервано-діючого конвеєра (пульсуючого) робочого і неробочого конвеєра:

$$V = \frac{l_o}{t_{nep}} \quad (1.15)$$

8. Довжина робочої зони операції (м) (ділянка конвеєра, на якій виконується операція):

$$l_p = l_o \cdot C_{np} \text{ або } l_p = l_o \cdot \frac{t_{um}}{r} \quad (1.16)$$

9. Довжина робочої частини конвеєра L_p (м) визначається за такими формулами:

– при однобічному розташуванні робочих місць на потоковій лінії:

$$L_p = l_o \cdot \sum_{i=1}^m C_{np} \quad (1.17)$$

– при двобічному розташуванні робочих місць на потоковій лінії:

$$L_p = l_o \cdot \frac{\sum_{i=1}^m C_{np}}{2} \quad (1.18)$$

10. Довжина замкнутої стрічки конвеєра (робочої та неробочої), виходячи з величини кроку, кількості робочих місць на лінії та конструктивних особливостей конвеєра, визначається за формулою:

$$L_s = 2 \cdot L_p + 2\pi \cdot R, \quad (1.19)$$

де $\pi = 3,14$; R – радіус приводного та натяжного барабанів, м.

Для розподільного (неробочого) конвеєра повинна завжди дотримуватись рівність:

$$2 \cdot L_p + 2\pi \cdot R = l_o \cdot \pi \cdot K \quad (1.20)$$

де π – період (комплект номерів) розподільного конвеєра; K – кількість комплектів на розподільному конвеєрі (обов'язково ціле число).

10. Тривалість технологічного циклу виготовлення деталі (виробу) на потоковій лінії $T_{ц}$ (хв.) розраховується за наступними формулами:

– на лінії, оснащений робочим конвеєром безперервної дії:

$$T_{ц} = r \cdot C_{л} \quad (1.21)$$

– на лінії з неробочим конвеєром:

$$T_{ц} = r \cdot (2 \cdot C_{л} - 1) \text{ або } T_{ц} = r \cdot C_{л} + \frac{L_p}{v} \quad (1.22)$$

Розрахунок показників перервно-потокової (прямоточної) лінії

Під ритмом такої лінії розуміють інтервал часу, протягом якого на лінії

виконується задана (змінна, $\frac{1}{2}$ зміни і т.п.) програма випуску виробів, тобто на цій лінії через визначені проміжки часу на кожній операції обробляється однакова кількість деталей при різному завантаженні робочих місць, в наслідок чого на різних за продуктивності операціями створюються між операційні оборотні заділи. Тому, для того, щоб завантажити робочих на прямоточній лінії, розробляють графіки роботи обладнання та робочих, порядок переходу з однієї операції на іншу.

Такт прямоточної лінії, кількість робочих місць за операціями, коефіцієнт їхнього завантаження визначаються так само, як для безперервно-поточної лінії. На суміжних операціях внаслідок різної їх трудомісткості виникають між операційні (оборотні) заділи, вони будуть максимально змінюватись протягом кожного ритму від нуля до максимуму.

Міжопераційні (оборотні) заділи на прямоточній лінії можуть бути тільки між суміжними операціями, що мають різну тривалість обробки, і визначаються на основі графіка регламенту роботи прямоточної лінії.

Максимальна величина міжопераційного заділу Z_{max} (шт.) визначається різницею продуктивностей суміжних операцій за той самий період:

$$Z_{max} = \frac{T_{II} \cdot C_1}{t_1} - \frac{T_{II} \cdot C_2}{t_2}, \quad (1.23)$$

де T_{II} – час паралельної (одночасної) роботи на суміжних операціях, хв.;

C_1 і C_2 – кількість верстатів, що працюють у перебігу часу T_{II} на суміжних операціях;

t_1, t_2 – норми часу на суміжні операції, хв.

2. ПРИКЛАД РОЗРАХУНКУ

Задача1. На прямоточній лінії обробляється деталь. Технологічний процес обробки складається з операцій, поданий нижче в табл. 1:

Таблиця 1 – Норми часу

№ операції	Норма часу, хв.
1. Токарська (чорнова)	7,2
2. Токарська (чистова)	2,4
3. Свердлильна	0,8
4. Фрезерна	6,6
5. Зубодовбальна	1,6
6. Шліфувальна	1,4

Лінія працює в 2 зміни, програма випуску за добу – 240 шт. Період комплектування заділів – $\frac{1}{2}$ зміни.

Визначити такт лінії, число робочих місць і робітників на лінії; скласти графік-регламент роботи робочих місць (устаткування) і працівників-операторів на лінії.

Розв'язання

1. Такт потокової лінії визначається за формулою (1.1):

$$N = 2 \cdot 8 \cdot 60 / 240 = 4 \text{ хвилини}$$

2. Число робочих місць по операціям і їх загрузку розрахуємо з використанням формул (1.2–1.22):

$$C_{p1} = 7,2 : 4 = 1,8$$

$$C_{np1} = 2$$

$$K_{31} = 1,8 : 2 = 0,9$$

$$C_{p2} = 2,4 : 4 = 0,6$$

$$C_{np2} = 1$$

$$K_{32} = 0,6 : 1 = 0,6$$

$$C_{p3} = 0,8 : 4 = 0,2$$

$$C_{np3} = 1$$

$$K_{33} = 0,2 : 1 = 0,2$$

$$C_{p4} = 6,6 : 4 = 1,65$$

$$C_{np4} = 2$$

$$K_{34} = 1,65 : 2 = 0,825$$

$$C_{p5} = 1,6 : 4 = 0,4$$

$$C_{np5} = 1$$

$$K_{35} = 0,4 : 1 = 0,4$$

$$C_{p6} = 1,4 : 4 = 0,35$$

$$C_{np6} = 1$$

$$K_{36} = 0,6 : 1 = 0,6$$

Загальна кількість робочих місць (обладнання) на лінії:

$$C_l = 2 + 1 + 1 + 2 + 1 + 1 = 8$$

3. Щоб завантажити робочих, складемо план графік роботи обладнання та робочих, суміщаючи операції. Всі розрахунки зведемо в табл. 2.

Час завантаження робочих по операціям при періоді комплектування заділу $\frac{1}{2}$ зміни. За зміну робочі на кожній операції повинні виготовити $Q_{зм} = 240 : 2 = 120$ деталей, а за половину зміни: $120 : 2 = 60$ деталей. Для того на одну операцію буде затрачено:

$$T_{зА} = 7,2 \cdot 120 = 864 \text{ хвилини або за половину зміни: } 7,2 \cdot 60 = 432 \text{ хв.}$$

Якщо першого робітника (А) на даній операції загрузити повністю – 480 хв., то другий робітник (Б) буде завантажений на $T_{зБ} = 864 - 480 = 384$ хв. за зміну або по 192 хв. 2 рази за зміну. Відмітимо це завантаження на графіку у вигляді ліній.

На другій операції робітник (В) буде завантажений $T_{з2} = 2,4 \cdot 120 = 288$ хв. або 2 рази по 144 хв.

На третю операцію перейде робітник (Б) з 1-ї операції і буде завантажений: $T_{з3} = 0,8 \cdot 120 = 96$ хв. або 2 рази по 48 хв.

Для виготовлення 120 деталей на 4-й операції необхідно: $T_{з4} = 6,6 \cdot 120 = 792$ хв. в зміну, тому тут будуть працювати 2 робітники (Г та Д):

$$T_{зГ} = 480 \text{ хв. за зміну, } T_{зД} = 792 - 480 = 312 \text{ хв. за зміну або 2 рази по 156 хв.}$$

На 5-й операції завантаження за зміну:

$T_{з5} = 1,6 \cdot 120 = 192$ хв. або 2 рази по 96 хв. Цю працю буде виконувати робітник В (після 2-й операції), що дозволить його повністю завантажити.

Завантаження 6-ї операції дорівнює: $T_{з6} = 1,4 \cdot 120 = 168$ хв. або 2 рази по 84 хв. Цю роботу може виконувати робітник Д (з 4-ї операції).

Графік-регламент роботи лінії наведено в табл. 2.

Таблиця 2 – Графік-регламент роботи поточної лінії і робітників

№ операції	Норма часу, хв.	Прийнята кількість обладнання, од.	Номери робітників на операціях	Час завантаження робітників протягом зміни, хв.	Графік завантаження обладнання та робочих місць протягом зміни							
					1	2	3	4	5	6	7	8
1	7,2	2	1-й (А) 2-й (Б)	480 $192 \cdot 2 = 384$								
2	2,4	1	3-й (В)	$144 \cdot 2 = 288$								
3	0,8	1	2-й (Б)	$48 \cdot 2 = 96$								
4	6,6	2	4-й (Г) 5-й (Д)	480 $156 \cdot 2 = 312$								
5	1,6	1	3-й (В)	$96 \cdot 2 = 192$								
6	1,4	1	5-й (Д)	$84 \cdot 2 = 168$								
Разом		8	5									

3. ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНИХ РОЗРАХУНКІВ

Завдання 1.

Прямоточна лінія працює в дві зміни. Визначити такт лінії, кількість робочих місць та кількість робочих місць на лінії.

Скласти план-графік роботи обладнання та робочих. Протягом зміни – два періоду комплектування заділу по 240 хв. Добова програма:

- для 1, 3, 5, 7, 9-го варіанту – 720 штук;
- для 2, 4, 6, 8, 10-го варіанту – 640 штук.

Вихідні дані для розрахунку наведені в табл. 3

Таблиця 3 – Норми часу на операції (хвилини)

№ операції	№ варіанта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1,6	2,5	1,5	0,9	1,6	1,5	5,4	2,7	1,4	3,0
2	2,0	7,0	1,8	1,2	4,6	1,2	3,0	1,4	2,0	0,4
3	1,2	2,4	0,9	6,0	2,0	6,0	2,7	0,4	0,7	2,8
4	0,5	3,0	0,4	1,5	3,4	1,7	0,4	3,2	0,4	1,6
5	1,7	6,4	1,6	1,0	0,9	3,0	1,3	2,9	5,2	1,3
6	0,9	3,0	2,0	2,4	2,6	4,0	2,9	1,6	6,0	1,7

Контрольні запитання

1. Перелічите характерні риси для поточного виробництва.
2. Які головні ознаки потокового виробництва?
3. У чому полягає сутність синхронізації операцій?
4. Як розраховуються основні параметри безперервно-потокових ліній з робочим та розподільним конвеєром?
5. Які особливості організації багатопредметних потокових ліній?
6. Назвіть особливості організації багатопредметних потокових ліній.
7. Визначте переваги потокового виробництва.
8. Обґрунтуйте шляхи підвищення ефективності автоматизованого виробництва.
9. Дайте визначення такту поточної лінії. Назвіть форми поточного виробництва.
10. Вкажіть чим відрізняються різні форми поточного виробництва одна від одної.
11. Що таке конвеєр? Що таке ритм конвеєра?
12. Охарактеризуйте способи підтримування ритму конвеєра.
13. Що таке заділ?
14. Назвіть види заділів в поточних виробництвах.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Збірник задач з курсу «Організація та планування виробництва на машинобудівному підприємстві» / Л. А. Верланова, О. Є. Гросицька, С. М. Марущак, В. М. Нейман. Миколаїв: НУК, 2004. 96 с.

2. Организация производства и менеджмент на машиностроительных предприятиях. Сборник задач. Учебное пособие / Н. В. Ревенко, А. Г. Схиртладзе, Г. Б. Белослудцева и др.; Под ред. Н. В. Ревенко. М. : «Высшая школа», 2007. 214 с.

Методичні вказівки

до виконання практичної роботи

«Розрахунок показників перервно-поточної (прямоточної) лінії»

з курсу «Основи інженерної підготовки»

для студентів спеціальності 263 «Цивільна безпека»

Укладачі: ЄВТУШЕНКО Наталія Сергіївна

СЕМЕНОВ Євгеній Олександрович

Відповідальний за випуск проф. Березуцький В.В.

Роботу до виконання рекомендувала проф. Пономаренко О.І.

В авторській редакції

План 2022 р, поз. 30

Підп. до друку 2022. Формат 60x84 1/16. Папір офсет.

Друк – ризографія. Гарнітура Times New Roman. Ум. друк. арк. 1,50.

Наклад 20 прим. Зам.

Ціна договірна.

Видавничий центр НТУ «ХП».

Свідоцтво про державну реєстрацію ДК № 5478 від 21.08.2017 р.

61002, Харків, вул. Кирпичова, 2

Самостійне електронне видання