**Лекція 5. Розрахунок норм потреб в обладнанні для виготовлення виробів**

**5.1**  **Системи планування MRP II. Модуль MPS**

У попередній лекції було наведено основні концепції і схема взаємозв’язків інформаційних систем класу MRPП (рис. 5.1)/



Рис. 5.1 Схематичний план роботи MRPII-системи

Складанням виробничого плану в системі MRPII покладено на модуль MPS (Master Production Schedule).

Системи планування залежать від складності виробу, технології його виготовлення та наявності відповідного обладнання.

В лекці\ 4 було розглянуто логіку роботи MRPII-системи на конкретному прикладі. Першим етапом є складання плану діяльності підприємства. Для цього, спочатку визначино виробничу програму (Master Production Schedule- MPS) у виді наступного твердження: "Ми будемо робити 30 автомобілів на тиждень". Далі, при визначенні плану діяльності, ми беремо до уваги наступні фактори:

1. Поточний інвентарний запас виробів на складі
2. Визначення необхідної кількості підтримуваного інвентарного запасу на складі в той або інший момент часу протягом усього періоду планування.
3. Прогнози продажів автомобілів на планований період

В лекціях 6 і 7 буде біль детально розглянуто подібний підхід для планування виробництва нескладних виробів. В лекції 8 буде розглянуто більш складна система планування з використанням методів мережного планування.

**5.2 Планування потреб у виробничих потужностях**

Для того щоб виробнича програма була здійсненна, необхідно, щоб наявні в наявність виробничі потужності змогли обробити та кількість сировини і матеріал-комплектуючих, котре пропонує складений MRP модулем план замовлень, і виготовити з них готові вироби. Власне MRP-план є основним вхідним елементом модуля планування потреб у виробничих потужностях або **CRP**-модуля **(CRP –** Capacity Requirements Planning**)**. Іншим немаловажним вхідним елементом є технологічна схема обробки/зборки кінцевого готового виробу (routing plan). Ця схема є визначеною таблицею, аналогічної інвентарному спискові, тільки з погляду етапів обробки і їхньої тривалості, а не комплектуючої і їхньої кількості. В табл. 5.1 представлена типова технологічна схема обробки. Звичайно, виробничі потужності підприємства класифікуються на виробничі одиниці (work center). Такою виробничою одиницею може бути верстат, інструмент, робітник і т.д. Результатом роботи CRP-модуля є план потреби у виробничих потужностях (Capacity requirements plan). Цей план визначає, яке кількість стандартних годин повинна працювати кожна виробнича одиниця, щоб обробити необхідна кількість матеріалів.

Таблиця 5.2 Приклад технологичного маршруту

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Крок | Номер виробничої одиниці | Назва роботи | Назва виробничої одиниці | В робочих годин |
| 1 | 456676 | Розточення | Токарський верстат | 1 |
| 2 | 56787, 345 | Шліфування |  | 5 |
| 2.1 | 56787 | Верстатне  шліфування | Шліфувальний верстат | 4 |
| 2.2 | 345 | Ручне шліфування | Робітник Петров Е. Н. | 1 |
|  | .... | .... | ... | ... |

Також дуже важливо помітити, що модулі MRPII-системи є чітко й однозначно взаємозалежними (Lock step principle). Це у свою чергу означає собою той факт, що в будь-якому випадку, якщо потреби в матеріалах (MRP-план, що є наслідком початкової складеної програми виробництва (MPS)) не можуть бути задоволені ні за рахунок внутрішнього виробництва, ні за рахунок закупівель на стороні, у план виробництва, мабуть, повинні бути внесені зміни. Однак подібні явища повинні бути виключеннями. Однієї з основних задач є складання успішного виробничого плану із самого початку.

В таблиці 5.3 представлено скорочений варіант типового плану потреби у виробничих потужностях. Цей план є вихідним елементом CRP-модуля.

Таблиця 5.3 Приклад CRP-плану

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| План потреби у виробничих потужностях. Виробнича одиниця № 1500 | | | | | | | |
| Номер матеріалу | Номер замовлення на вир-во | В | 1.03.99 | 2.03.99 | 3.03.99 | 4.03.99 | 5.03.99 |
| 91234 | 12378 | 50 |  | 3.5 |  |  |  |
| 80902 | 9870 | 500 |  |  | 16.5 |  |  |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Сумарна кількість годин | 294 | 201 | 345 | 210 | 286 |

Процес CRP обчислює необхідну продуктивність, використовуючи продуктивність робочого центра, дані маршрутизації, і календар робочого центра, щоб обчислити доступні виробничі потужності. Потреба у виробничих потужностях заснована на запланованому виробничому замовленні, сгенерованому MPS, MRP і SIC. Процес CRP також бере до уваги виробничі замовлення, що були передані управлінню цехом, але які ще не були завершені.

У стандартних системах вхідними даними для планування потреби у виробничих потужностях служать дані "планового запуску" MRP - тобто сформована потреба у вироблених вузлах і напівфабрикатах. У такий спосіб він може бути реалізований тільки після розрахунку потреби в матеріалах. Схема зв’язків CRP-модуля показана на рис. 5.2.

.

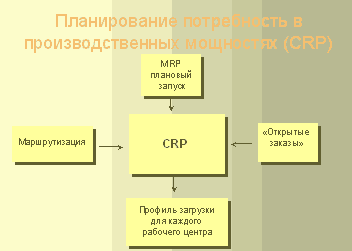


Рис. 5.2 Схема зв’язків CRP-модуля

Результатом роботи є так називаний "профіль завантаження", що визначає потрібні для виконання плану потужності для кожного робочого центра.

Якщо в результаті роботи CRP-модуля встановлено, що MRP-план не може бути здійсненим, те виробнича програма (MPS) має бути переглянута, більш того, імовірно, необхідно переглянути весь план діяльності. Однак важливо усвідомлювати, що такий крок повинний бути зроблений у самому крайньому випадку, тому що планувальник, що працює з CRP-системою, повинний бути компетентний і сам усвідомлювати виробничі можливості свого підприємства, розуміючи, що задача комп'ютера - лише оптимально розподілити завантаження виробничих потужностей на період планування. Тім самим, планувальник повинний намагатися визначити й опротестувати свідомо нездійсненний MRP-план, до відправлення його в CRP-систему, або знайти шляхи для розширення виробничих потужностей до необхідного рівня.

Таким чином, якщо виявилося, що продуктивність недостатня, щоб задовольнити вимоги MRP, те внаслідок цього або MRP-потреба повинна бути змінена, або продуктивність повинна бути збільшена. Можливо, може бути змінена потреба, що спрогнозована MRP, почавши виробництво деякої частини продукції раніше чим було раніше заплановане, щоб використовувати резервну потужність у більш ранньому інтервалі часу. Також, можливо, може бути збільшити продуктивність за рахунок нормованого часу, додаючи додаткові зміни, укладаючи субпідрядні договори, і т.д.

Якщо всі доступні можливості збільшення продуктивності не достатні, щоб задовольнити вимоги MRP, то може виникнути потреба заново перепланувати MPS. У найпростіших бізнес-моделях MRP систем продуктивність робочих центрів звичайно вважаються необмеженої і такі проблеми не виникають, однак, оскільки реальна продуктивність завжди обмежена, те сучасні MRP системи надають можливість робити планування в умовах обмежених ресурсів.

Нижче (рис. 5.3) приведений приклад "адаптації" завантажувального профілю до реальних виробничих потужностей:

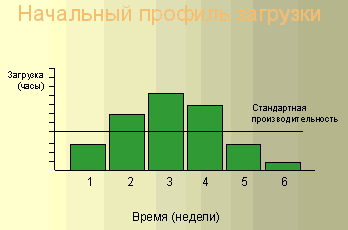


Рис. 5.3 Приклад корегування завантажувального профілю

Як бачимо, є очевидне перевантаження в 2-5 періодах, тому необхідно прийняти міри до його ліквідації. Стандартно застосовуються наступні варіанти:

* розподіл навантаження на інші періоди, коли завантаження не досягає нормального рівня
* збільшити доступну потужність - наприклад оголосити понаднормові роботи
* передати роботи на субконтракт.

На рис. 5.4 представлені стандартні рецепти, що дозволяють домогтися рівномірного завантаження виробничих потужностей у межах норм завантаження.

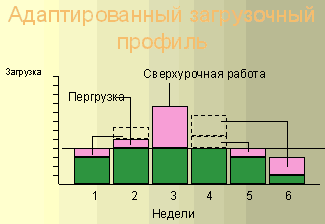


Рис. 5.4 Приклад корегування CRP-плану

Отже, в MRPІІ-системі функція CRP обчислює виробничі потужності, які необхідні, щоб зробити заплановане виробниче замовлення, сгенерироване MPS, MRP, SIC.

MPS і MRP використовуються, щоб формувати планове виробниче замовлення перш, ніж процес CRP обчислює необхідну продуктивність. Заплановане виробниче замовлення, сгенерироване цими функціями, забезпечує основні вихідні дані для процесу CRP. Якщо компоненти призначені для замовлення SIC-системи, заплановане виробниче замовлення для поповнення складських запасів (напівфабрикатів власного виробництва) має бути також сгенерироване до того, ніж запустити CRP-процес. Тобто, планування потужностей повинне бути виконане до того, як планове виробниче замовлення, сгенерироване MPS, MRP і SIC, може бути переданий управлінню цехом.

На завершення наведемо основну термінологію, що використовується в модулі CRP.

* Load profile - завантажувальний профіль - порівнює потреба з планової (доступної) продуктивністю
* Capacity - продуктивність - включаючи завантаження й ефективність
* Utilization - завантаження, коефіцієнт. використання - відсоток доступної потужності або продуктивності
* Efficiency - ефективність - можливе завантаження в порівнянні з паспортним (не плутати з завантаженням)
* Load - стандартне завантаження - стандартний робочий час
* Load percent - відсоток завантаження - відношення завантаження до продуктивності

Після того, коли визначено, що план потреб у виробничих потужностях може бути здійснений, починає функціонувати контроль підтримки встановленої продуктивності. Для цього протягом усього терміну планування системою регулярно створюються контрольні звіти продуктивності (Output control reports). Приклад такого звіту приведений в табл. 3.7, де установлений період створення звітів - 1 тиждень*.*

Таблиця 5.4 Приклад контрольного звіту з продуктивності

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Контрольний звіт для виробничої одиниці №1500. Дата звіту - 23.05.2019,Пн**  **Одиниця виміру – Стандартна година роботи** | | | | |
| Статус/Дата | 2.05.99 | 9.05.99 | 16.05.99 | 23.05.99 |
| За планом | 270 | 270 | 270 | 270 |
| Реально | 250 | 220 | 190 |  |
| Відхилення | -20 | -70 | -150 |  |

З вищенаведеного контрольного звіту стає видно, що відхилення реального темпу виробництва від виробничого плану в перший тиждень складало 20 годин, у другу-50 і в третю - 80 годин роботи. Таким чином, сумарне відхилення досягло 150 стандартних годин.

Для адекватної роботи системи необхідно визначити величину припустимого відхилення від плану виробництва. Наприклад, якщо встановлено, що величина припустимого відхилення на початок третього тижня дорівнює половині планової тижневої кількості годин, то для приклада, що наведений у табл. 3.7, це відхилення буде дорівнювати 135 годинник. І, у той момент, коли величина реального відхилення перевищує 135 годин, система сигналізує про необхідність негайного втручання в роботу даної виробничої одиниці, і вживання заходів до підвищення її продуктивності, упритул її виходу на плановий рівень. Такими мірами може бути залучення додаткових робітників, припустиме збільшення загального часу її роботи і т.д.

Крім контрольних звітів продуктивності, для кожної виробничої одиниці існують контрольні звіти споживання матеріал-комплектуючих. Ці звіти існують для швидкого визначення ситуацій, коли та або інша виробнича одиниця не розвиває планової потужності через недостатнє постачання матеріалами. Контрольний звіт споживання зовні абсолютно ідентичний зі звітом, наведеним в табл. 5.5, тільки замість співвідношення планових і реальних годин роботи, у ньому відображається різниця між реальним і плановим споживанням матеріалів розглянутою виробничою одиницею.

Ще одним необхідним документом, регулярно (як правило, щодня) створюваним MRPII-системою, є список операцій (operation lists). В табл. 5.5 зображений приклад списку операцій для однієї з виробничих одиниць.

Таблиця 5.5 Приклад списку операцій

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Список операцій для виробничої одиниці № 1500 (Токарський верстат), на 23.05.99 | | | | |
| Номер виробничого  Замовлення | Інвентарний номер матеріалу | Кількість матеріалу | Дата обробки за планом пр-ва | Кількість годин обробки |
| 17678 | 98769 | 50 | 20.05.99 | 3.5 |
| 16789 | 89769 | 500 | 23.05.99 | 19.2 |
| 18784 | 56307 | 1100 | 23.05.99 | 28.6 |
| 67830 | 78567 | 500 | 23.05.99 | 16.5 |
| 47890 | 87300 | 120 | 26.05.99 | 8.4 |
| Сумарна кількість годин | | | | 76.2 |

Списки операцій звичайно формуються на початку дня і передаються (або пересилаються) майстрам відповідних виробничих цехів. У цих документах відображена послідовність проведення робочих операцій над сировиною і комплектуючими матеріалами на кожній виробничій одиниці і їхня тривалість. Списки операцій дозволяють кожному майстрові одержувати актуальну інформацію, і фактично роблять його частиною MRPII-системи. Як видно з таблиці 5.5, приведений список визначає пріоритет виконання операцій. Наприклад, що запізнився з якихось причин виробниче замовлення від 20.05, був поставлений MRPII-системою в чергу першим. І навпаки, замовлення від 26.05.2019 має мінімальний пріоритет. Відразу варто відзначити, що список операцій НЕ є добовим планом (це очевидно хоча б з того, що сумарна кількість годин перевищує 24), а є лише керівництвом для майстра, що визначає послідовність і зміст виробничих операцій.