РАСЧЕТ ОПТИМАЛЬНОГО РАЗМЕРА ПАРТИИ НОРМАЛИЗОВАННЫХ ДЕТАЛЕЙ И ЗАГОТОВОК В УСЛОВИЯХ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА НА БАЗЕ ЭВМ

А. Г. Светличная, Ю. В. Шагаев
Харьков

Улучшение организации и планирования инструментального производства ведет к повышению эффективности работы промышленного предприятия. Технический уровень основного производства требует внедрения прогрессивной технологии со сложной высокопроизводительной оснасткой. В правильной организации и планировании изготовления технологической оснастки скрыты огромные резервы экономии трудовых и материальных ресурсов, ускорения темпов развития производства, повышения отдачи капиталовложений, улучшения использования основных фондов.

В настоящее время одним из прогрессивных направлений развития инструментального производства является расширение унификации и нормализации технологической оснастки как средства стабильности производственного процесса, создания условий для применения серийных методов производства. Это играет важную роль в совершенствовании системы планирования работ по инструментальной подготовке, сокращает сроки освоения новых изделий.

Планирование производства унифицированных и нормализованных деталей в инструментальных цехах требует выполнения целого ряда календарно-плановых расчетов: средняя потребность цеха в таких деталях в течение принятой календарной единицы времени, оптимальный размер партии всех наименований унифицированных и нормализованных деталей и заготовок, нормативная трудоемкость их изготовления. На основе этих данных можно рассчитать длительность производственного цикла изготовления партий деталей и заготовок, определить необходимый уровень страхового запаса.

Правильно и оперативно выполненные календарные расчеты (с помощью ЭВМ) позволяют успешнее применить автоматизированную систему оперативно-производственного планирования в инструментальном цехе.

Средняя потребность инструментального цеха в унифицированных и нормализованных деталях и заготовках определяется обычно из условно-годовой программы, которая рассчитывается на основе среднемесячной потребности по каждой детали согласно отчетным данным о фактическом расходе за истекший год с учетом коэффициента роста объема производства против базисного периода.

Определение нормативного размера партий унифицированных и нормализованных деталей является одним из важнейших календарно-плановых расчетов. Размер партии влияет на уровень производительности труда, на использование оборудования и производственных площадей, на длительность производственного цикла изготовления оснастки, а следовательно, на срок освоения нового изделия, на оборачиваемость средств и, в конечном счете, на себестоимость выпускаемой технологической оснастки и в целом изделия. Нормативный размер партии деталей должен обеспечить наиболее эффективное использование оборудования, труда рабочих и оборотных средств, вложенных в незавершенное производство. С одной стороны, увеличение размера партии нормализованных деталей и заготовок за счет удельного сокращения подготовительно-заключительного времени создает условия для лучшего использования оборудования, повышения производительности труда и снижения себестоимости детали. Понятно, что при этом увеличивается размер незавершенного производства в инструментальных цехах и удлиняется производственный цикл. Но, с другой стороны, уменьшение размера партий приводит к недоиспользованию оборудования за счет частых переналадок, снижает производительность труда. Необходимо установить оптимальный размер партии запуска нормализованных деталей и заготовок в условиях инструментального производства. При этом следует учитывать производственные условия, которые требуют соответствия определенного размера партии заданной номенклатуры технологической оснастки имеющимся производственным мощностям цеха.

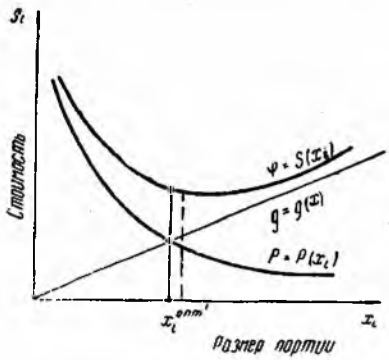


Рис. 1.

Если при установлении размера партии нормализованных деталей и заготовок учитываются только интенсивность потребления деталей, которая определяется средней потребностью в них в течение планируемого периода; условия снабжения материалами; наличие вспомогательных площадей в кладовых для их хранения, то оптимальный размер партии может быть установлен классическим методом [2]. При этом учитываются, с одной стороны, стоимость переналадок станка для изготовления каждой партии (на рис. 1 кривая типа гиперболы), а с другой стороны,— ущерб от связывания оборотных средств (на рис. 1 это прямая, показывающая линейную зависимость величины неза-

вершенного производства и величины партии). Оптимальный размер партии нормализованных деталей и заготовок определяется на графике минимальным суммарным значением затрат.

Особенности инструментального производства требуют при проведении календарно-плановых расчетов в каждый данный момент учитывать производственную ситуацию. При этом при расчете партии нормализованных деталей и заготовок могут вводиться дополнительные ограничения: по фонду времени определенного вида оборудования; по размеру незавершенного производства на данный планируемый период и т. д. Например, при технической подготовке нового изделия объем производства в инструментальных цехах резко возрастает, производственные мощности остаются неизменными. В этих условиях токарное, фрезерное, координатно-расчетное оборудование зачастую является «дефицитным», причем «дефицитность» сохраняется на более длительный период по сравнению с периодичностью запуска в производство нормализованных деталей оптимальными партиями. Для расшивки «узкого» места, очевидно, целесообразно увеличить размер ранее рассчитанной партии.

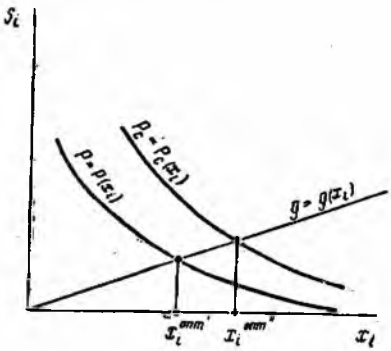


Рис. 2.

При расчете оптимального размера партии стоимость выполнения детале-операции на дефицитном оборудовании целесообразно увеличивать на величину ценности 1 часа работы данного дефицитного ресурса. Ценность данного ресурса будет характеризоваться прибылью, получаемой за счет дополнительного выпуска нормализованных деталей, которые позволили увеличить выпуск технологической оснастки за счет расшивки узкого места. При этом график функции $P_c = P_c(x_i)$ с учетом ценности оборудования будет более резко расти при уменьшении размера партии (рис. 2). Оптимальным размером партии будет являться величина $X_i^{опт}$.

Рассмотрим задачу, когда при наличии «узкого места» в инструментальном цехе для изготовления нормализованных деталей и заготовок по дефицитному оборудованию выделен определенный фонд времени. Он недостаточен для изготовления нормализованных деталей и заготовок ранее рассчитанными оптимальными партиями, но обеспечивает изготовление более крупной партии за счет уменьшения расходов на подготовительно-заключительное время.

Введем обозначения:

I_i — интенсивность потребления i-й детали;

b — имеющийся фонд времени по дефицитному ресурсу;

y_i — фонд времени, выделенный для обеспечения производства i-й деталью;

n — количество позиций нормализованных деталей и заготовок;

$S_i = S_i(y_i)$ — функция стоимости i-й детали в зависимости от величины выделенного фонда;

y_i^0 — фонд времени, при котором можно изготавливать детали оптимальными партиями в условиях, когда нет дополнительных ограничений (соответствует $x_i^{опт}$ на рис. 1).

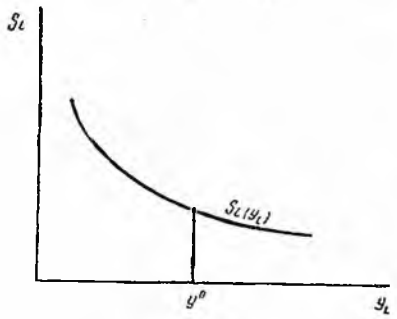


Рис. 3.

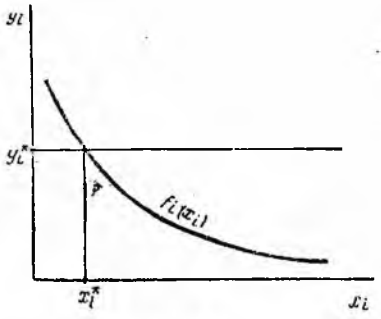


Рис. 4.

Задача заключается в минимизации функционала $\sum_{i=1}^{n} f_i(y_i) I_i$ при ограничениях $\sum_{i=1}^{n} y_i = b$, $y_i \geqslant 0$.

Эффективно она решается методом динамического программирования [1]. В результате решения получаем оптимальное распределение фонда времени между отдельными нормализованными деталями и заготовками $(y_1^*, y_2^*, y_3^* \ldots, y_n^*)$.

Если известна функция $y_i = f_i(x_i)$, которая определяет величину фонда необходимого для изготовления i-й детали в зависимости от величины партии x_i, то зная y_i^* — величину рассчитанного фонда, легко найти величину партии (рисунок 4).

Как указывалось, в конкретных производственных условиях могут существовать ограничения на величину незавершенного производства. При этом вся номенклатура унифицированных и нормализованных деталей и заготовок должна рассматриваться совместно с допустимой величиной незавершенного производства, равной A. При ранее рассчитанных оптимальных партиях величина незавершенного производства может оказаться

больше допустимой. Тогда возникает необходимость в оптимальном уменьшении размера партии деталей.

Введем обозначения:

$S_i(x_i)$ — функция технологической себестоимости i-й детали, учитывающая стоимость хранения, в зависимости от величины партии;

x_i^0 — минимальные значения партий;

C_i — плановая стоимость i-й детали;

$З_i$ — величина страхового запаса i-й детали.

Величину среднего запаса i-й детали принимаем равной

$$\left(З_i + \frac{x_i}{2}\right).$$

Задача заключается в нахождении минимума функционала

$$\sum_{i=1}^{n} I_i \cdot S_i(x_i) \tag{1}$$

при ограничениях

$$\sum_{i=1}^{n}\left(З_i + \frac{x_i}{2}\right) C_i = A. \quad x_i \geqslant x_i^0. \tag{2}$$

Введем новые переменные

$$U_i = (x_i - x_i^0)\, C_i. \tag{3}$$

Минимизируемый функционал (1) примет вид

$$\sum_{i=1}^{n} I_i S_i\left(\frac{U_i}{C_i} + x_i^0\right), \tag{4}$$

а ограничения (2) —

$$\sum_{i=1}^{n} U_i = 2A - 2\sum_{i=1}^{n} З_i C_i - \sum_{i=1}^{n} x_i^0; \tag{5}$$

$$U_i \geqslant 0 \quad (i = 1,\ 2,\ 3 \ldots n).$$

Обозначим $I_i S_i\left(\frac{U_i}{C_i} + x_i^0\right)$ через $F_i(U_i)$, а правую часть выражения (5) через B. Тогда задача запишется

$$\min \sum_{i=1}^{n} F_i(U_i)$$

при ограничениях

$$\sum_{i=1}^{n} U_i = B,$$

$$U_i \geqslant 0 \quad (i = 1,\ 2,\ 3, \ldots,\ n).$$

Следовательно, и в этом случае приходим к задаче динамического программирования. В результате ее решения получаем значение U_i, с помощью которого оптимальный размер партии при заданных ограничениях на объем незавершенного производства определяется по формулам

$$x_i = \frac{U_i}{C_i} + x_i^0 \quad (i = 1, 2, 3, \ldots, n).$$

ЛИТЕРАТУРА

1. Р. Беллман. Динамическое программирование. ИЛ, 1960.
2. С. А. Думлер. Управление производством и кибернетика. Изд-во «Машиностроение», 1969.

ОБ ОДНОМ МЕТОДЕ РЕШЕНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ ЗАДАЧИ

В. П. Авраменко, Н. Т. Куценко
Харьков

В данной работе предлагается удобный для реализации на ЦВМ метод решения транспортной задачи. В m пунктах производства $A = \{A_1, A_2, \ldots, A_m\}$ имеется некоторый однородный продукт, причем объем продукта в пункте A_i составляет a_i единиц. Этот продукт доставляется в n пунктов потребления $B = \{B_1, B_2, \ldots, B_n\}$. Объем потребления пункта B_j равен b_j единиц. Предполагается, что спрос не превышает предложение:

$$\sum_{i=1}^{m} a_i \geqslant \sum_{j=1}^{n} b_j.$$

Это условие не нарушает общности задачи, так как в противном случае потребителей и поставщиков следовало бы поменять местами.

Допустим, что из каждого пункта производства A_i можно перевозить продукт в любой пункт потребления B_j, причем транспортные расходы заранее известны и составляют c_{ij} единиц. Если из-за отсутствия транспортных коммуникаций перевозки из пункта A_i в пункт B_j невозможны, то стоимость перевозок c_{ij} принимается равной бесконечности.

В результате решения транспортной задачи требуется составить такой план перевозок, при котором все запросы потребителей удовлетворяются при минимальных общих транспортных расходах.

Практическая важность рассматриваемой задачи состоит в том, что к ней сводятся многие задачи по организации и планированию: составление оптимального плана перевозок, рациональное использование оборудования, задача о назначениях и другие.