

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ЗАДАЧИ ПРИНЯТИЯ ОРГАНИЗАЦИОННО-УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО ВЫБОРУ ОБЪЕМА ВЫПУСКА ЗАГОТОВОК ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА

© 2015 А.В. Кобенко¹, А.С. Клентак²

¹ Министерство экономического развития, инвестиций и торговли Самарской области

² ГБУ СО "Региональное агентство по энергосбережению и повышению энергетической эффективности", г. Самара

Статья поступила в редакцию 23.11.2015

В статье предложена модель задачи принятия организационно-управленческих решений по выбору объема выпуска заготовок литейного производства. В модели учитываются ограничения на технологические, производственные ресурсы при реализации заказов на выпуск продукции. Приведен числовой пример формирования и реализации производственной программы литейным цехом. *Ключевые слова:* организационно-управленческие решения, литейное производство, модель задачи выбора объема выпуска заготовок, оптимальный выпуск, машиностроительное предприятие.

ВВЕДЕНИЕ

Большое количество моделей, предлагаемых для формирования оптимальной производственной программы машиностроительного предприятия и методов организации ее реализации не учитывают особенностей каждого цеха по производительности, пропускной способности (мощности), возможности коррекции параметров технологических параметров, что нарушает ритмичность производства, снижает эффективность результатов деятельности предприятия. На уровне цехов машиностроительного предприятия проблема обеспечения ритмичности производства выступает как задача строгого выполнения деталей сборочных единиц каждым цехом производственной системы. Решение этой проблемы является особенно важным для цехов, которые характеризуются большой номенклатурой выпуска продукции и осуществляющих начальные операции в комплексе технологических процессов изготовления конечного изделия. Поэтому эти цеха определяют ритмичность работы последующих цехов по технологическим маршруту и эффективность функционирования предприятия в целом.

Объектом исследования в работе является литейное производство как одно из заготовительных производств машиностроительного предприятия, представляющее собой совокупность организационных, технических и технологических характеристик реализующих про-

цесс изготовления литых заготовок и деталей. В рассматриваемом случае литейных цех имеет несколько технологических потоков, каждый из которых может выпускать отливки из одной или нескольких марок металла [1].

Производство литых заготовок является одним из наиболее энергоемких заготовительных производств, а применяемое плавильное оборудование и технологии литья обуславливают значительные затраты электроэнергии и сжатого воздуха. Длительность производственного процесса и задействованное при этом количество энергетических ресурсов также определяют себестоимость производимых заготовок.

Основной целью литейного производства машиностроительного предприятия является выполнение плана производства литых заготовок для обеспечения основных производств качественными отливками в установленный срок. Цель должна достигаться в условиях рационального использования энергоресурсов, выделенных производству.

Доля литых заготовок в общей массе колеблется в среднем в пределах 35-70%. Это объясняется, тем, что с помощью литья можно получить заготовки деталей самых разнообразных форм и размеров с высокими механическими свойствами. Расходы по изготовлению отливок составляют 14-25% от себестоимости изделий, в которых существенную долю занимают расходы на энергетические ресурсы.

Практика литейных производств во всем мире показывает, что даже простые меры в области управления производством могут привести к снижению энергозатрат до 10-15%, а также значительной экономии других дорогостоящих энергоресурсов [2].

В затратах каждого из выделенных типов энергоресурсов можно выделить объем энергоре-

Кобенко Александр Владимирович, вице-губернатор – министр экономического развития, инвестиций и торговли Самарской области.

E-mail: A.Kobenko@economy.samregion.ru

Клентак Анна Сергеевна, экономист.

E-mail: anna_klentak@mail.ru

сурсов, затрачиваемый на производство годных отливок и неэффективные затраты - потери энергоресурсов, которые вызваны несовершенствами организационно-управленческих, технологических и технических условий реализации производственного процесса.

Для снижения энергоемкости производственного процесса изготовления литых заготовок можно двигаться в двух направлениях:

1) Снижение затрат энергоресурсов в производственном процессе, то есть снижение энергоемкости каждой применяемой в производстве технологии изготовления литой заготовки, а именно:

а) снижение объемов электроэнергии, потребляемой литейным производством;

б) снижение объемов сжатого воздуха, потребляемой литейным производством;

в) сокращение длительности производственного процесса изготовления литых заготовок.;

2) Увеличение количества производимых годных заготовок за анализируемый период, за счет:

а) улучшение организационных условий производства (например, автоматизированные системы планирования энергоресурсов);

б) улучшение технологических условий производства (например, внедрение новых точных технологических процессов);

в) улучшение технических условий производства (например, приобретение энергосберегающего оборудования).

Проблеме рационально выбора объема выпуска заготовок, обеспечивающего минимум затрат энергоресурсов заготовительных производств машиностроительных предприятий уделяется достаточно много внимания, однако на данный момент отсутствуют теоритические подходы, учитывающие снижение затрат на выпуск заготовок и влияние работы литейного цеха на другие цеха – потребности заготовок и предприятия в целом по реализации имеющихся заказов.

Задача предприятия состоит в определении при заданном заказе на производство изделий, заданной его договорной цене такого объема затрат на производство каждой сборочной единицы, чтобы обеспечить минимальное значение целевой функции [3]. Для решения этой задачи сформируем модель задачи принятия решений предприятием относительно объемов затрат на производство сборочных изделий, состоящих из моделей целевой функции и моделей ограничений [4].

При заданной договорной цене на изделие и установившихся рыночных ценах на материалы, эксплуатацию оборудования, трудовые ресурсы предприятие стремится выполнить заказ по всей номенклатуре в полном объеме. Однако выполнение заказа предприятием определяется не только его целевой функцией, но и ограничениями на имеющиеся материальные, трудовые, финансовые ресурсы[5].

МОДЕЛЬ ЗАДАЧИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО ВЫПУСКУ ЗАГОТОВОК ЛИТЕЙНЫМ ЦЕХОМ

Сформируем модель задачи выбора объема выпуска заготовок литейного цеха, решение которой обеспечивает минимум затрат при условии выполнения планового задания. Рассмотрим модель задачи оптимального выпуска объемов заготовок литейного цеха машиностроительного предприятия с серийным типом производства:

$$\sum_{i=1}^3 \sum_{k=1}^4 \sum_{i \in I} \sum_{q \in Q} (C_{qi}^{\Phi} - C_{qi}^{\Pi}) y_{qi}^{lk} \rightarrow \min_{y \in Y}; \quad (1)$$

$$y_{qi}^{lk} \geq x_{qi}^{lk}, q \in Q, i \in I, l = 1,3, k = 1,4; \quad (2)$$

$$\sum_{q \in Q} y_{qi}^{lk} \geq \sum_{q \in Q} x_q^{lk} \lambda_{qi}, i \in I, l = 1,3, k = 1,4; \quad (3)$$

$$\sum_{l=1}^3 \sum_{q \in Q} y_{qi}^{lk} \geq \sum_{l=1}^3 \sum_{q \in Q} x_q^{lk} \lambda_{qi}, i \in I, k = 1,4; \quad (4)$$

$$\sum_{l=1}^3 \sum_{k=1}^4 \sum_{q \in Q} y_{qi}^{lk} \geq \sum_{l=1}^3 \sum_{k=1}^4 \sum_{q \in Q} x_q^{lk} \lambda_{qi}, i \in I; \quad (5)$$

$$\sum_{i \in I} \sum_{q \in Q} a_{jq} y_{qi}^{lk} \leq F_j^{lk}, j \in J, l = 1,3, k = 1,4; \quad (6)$$

$$\sum_{i \in I} \sum_{q \in Q} b_{pq} y_{qi}^{lk} \leq B_p^{lk}, p = 1, n, l = 1,3, k = 1,4; \quad (7)$$

$$y_{qi}^{lk} \geq \min(x_q^{lk} \lambda_{qi}, D_{qi}^{lk}), i \in I, l = 1,3, k = 1,4; \quad (8)$$

$$y_{qi}^{lk} \geq 0, q \in Q, i \in I, l = 1,3, k = 1,4, \quad (9)$$

где y_{qi}^{lk} и x_q^{lk} – фактический и плановый объемы выпуска литейным цехом i -ой заготовки в l -м месяце k -го квартала, используемой при реализации изделий q -го заказа;

C_{qi}^{Φ} и C_{qi}^{Π} – фактический и плановый уровень условно – переменных затрат при выпуске одной i -ой заготовки q -го заказа;

I – множество видов заготовок, выпускаемых литейным цехом;

Q – портфель заказов, выполняемых предприятием;

x_q^{lk} – плановый объем выпуска изделий q -го заказа в l -м месяце k -го квартала;

$x_i^{qk} = \sum_{q \in Q} x_q^{lk} \lambda_{qi}$ – плановый объем выпуска i -ой заготовки в l -й месяц k -го квартала при реализации предприятием всех заказов;

λ_{qi} – применяемость i -й заготовки при выполнении q -го заказа;

$y_i^{lk} = \sum_{q \in Q} y_{qi}^{lk}$ – фактический объем выпуска i -й заготовки в l -м месяце k -го квартала;

$x_i^k = \sum_{l=1}^3 x_i^{lk} = \sum_{l=1}^3 \sum_{q \in Q} x_q^{lk} \lambda_{qi}$ – плановый объем выпуска i -й заготовки в k -м квартале;

$y_i^k = \sum_{l=1}^3 y_i^{lk} = \sum_{l=1}^3 \sum_{q \in Q} y_{qi}^{lk}$ – фактический объем выпуска i -й заготовки в k -ом квартале;

$x_i = \sum_{l=1}^3 \sum_{k=1}^4 x_i^{qk}$ – годовой выпуск i -й заготовки литейным цехом;

a_{jq} – норма затрат времени j -го типа оборудования на изготовление i -ой заготовки q -го заказа;

F_j^{lk} – действительный фонд рабочего времени j -го типа оборудования в l -м месяце k -го квартала;

b_{pq_i} – норма затрат p -го ресурса на выпуске i -й заготовки q -го заказа;

B_p^{lk} – заданный объем p -го ресурса в l -м месяце k -го квартала;

D_{qi}^{lk} – пропускная способность (мощность) литейного цеха по выпуску i -й заготовки k -го квартала.

В представленной модели система ограничений (1-9) представляет собой область допустимых решений Y , в которой учитывается напряженности плановых заданий на месяц, квартал, год (ограничения (2-5) измеряемой величиной разности между фактическими и плановыми объемами выпуска заготовок. В модели учитываются количество заказов, выполняемых предприятием и возможности их реализации при заданных типах оборудования и объемах имеющихся ресурсов.

В модели (1-9) использованы следующие ограничения:

- необходимо не только выполнить, но и по возможности перевыполнить месячные (3), квартальные (4) и годовые плановые задания по выпуску каждого из видов заготовок с учетом портфеля заказов на предприятии;

- при распределении производственной программы по месяцам и кварталам следует учитывать размер каждого заказа (3,4);

- необходимо эффективно использовать оборудование в литейном цехе (6) каждого типа и снижать его простои, если имеющийся фонд превышает необходимый для выпуска заготовок;

- при распределении программы выпуска заготовок по месяцам, кварталам следует учитывать наличие ресурсов (7), так как выделенный для месячного, квартального, годового плана ресурс каждого вида ограничен и их следует экономить;

- ограничение (8) характеризует пропускную способность литейного цеха по каждому виду выпускаемых заготовок, то есть фактически выпуск ограничен величиной мощности по каждой заготовке D_{qi}^{lk} и соответствует плановым значениям.

ЧИСЛОВОЙ ПРИМЕР ФОРМИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ ЛИТЕЙНОГО ЦЕХА

Рассмотрим числовой пример формирования и реализации производственной программы литейным цехом в ситуации, когда цех в месяц выпускает два вида заготовок под один заказ, состоящего из одного изделия, состоящего из одного изделия. При выпуске номенклатуры заготовок будем учитывать два вида ресурсов: электроэнергию и сжатый воздух, как наиболее затратные.

В соответствии с конструкцией изделия применяемость первой заготовки (крыльчатка) равна 8 шт. ($\lambda_1=8$), а второй (корпус Б) – 4 шт. ($\lambda_2=4$). С учетом технических характеристик применяемого оборудования, трудоёмкости изготовления заготовок по участкам модель принятия решения по объему выпуска месячной программы заготовок будет иметь следующий вид:

$$(C_1^\phi - C_1^n)y_1 + (C_2^\phi - C_2^n)y_2 \rightarrow \min_{y_1, y_2}, \quad (10)$$

$$y_1 \geq x_q \lambda_1, y_2 \geq x_q \lambda_2, \quad (11)$$

$$Z_{1з}y_1 + Z_{2з}y_2 \leq Z_з, \quad (12)$$

$$Z_{1сж.в.}y_1 + Z_{2сж.в.}y_2 \leq Z_{сж.в.}, \quad (13)$$

где

$$Z_{iз} = \sum_{s \in S} P_s t_{si} \lambda_i \tau_з, \quad i = 1, 2, \quad (14)$$

$$Z_{iсж.в.} = \sum_{s \in S} P_s t_{si} \lambda_i \tau_{сж.в.}, \quad i = 1, 2, \quad (15)$$

$$Z_з = \sum_{i=1}^2 P_s t_{si} x_i \lambda_i \tau_з, \quad (16)$$

где $C_1 = (C_1^\phi - C_1^n)$, $C_2 = (C_2^\phi - C_2^n)$ – превышение фактических условнопеременных затрат на одну заготовку на плановыми равными: $C_1^n = 55$ д. ед./шт., $C_2^n = 110$ д. ед./шт.;

$Z_{1з}$, $Z_{2з}$ – затраты электроэнергии на выпуск заготовки первого и второго вида, равные соответственно $Z_{1з} = 62$ д. ед./шт., $Z_{2з} = 67$ д. ед./шт.;

$Z_з = 930$ д. ед. – общие плановые затраты электроэнергии на выпуск заготовок;

$Z_{1сж.в.}$, $Z_{2сж.в.}$ – затраты на сжатый воздух при выпуске первой и второй заготовки равны соответственно $Z_{1сж.в.} = 25$ д. ед./шт., $Z_{2сж.в.} = 20$ д. ед./шт.;

$Z_{сж.в.} = 450$ д. ед. – плановые затраты на сжатый воздух;

С учетом, что $x_q = 1$ изделие иллюстрирующий пример задачи выбора объёмов заготовок первого y_1 и второго y_2 вида обеспечивающих минимум переменных затрат в виде:

$$f(x, y) = 55y_1 + 110y_2 \rightarrow \min_{y_1, y_2} \quad (17)$$

при ограничениях

$$y_1 \geq 8, y_2 \geq 4, \quad (18)$$

$$62y_1 + 67y_2 \leq 930, \quad (19)$$

$$25y_1 + 20y_2 \leq 450, \quad (20)$$

$$y_1 \geq 0, y_2 \geq 0. \quad (21)$$

На рис. 1 треугольник со сплошной цветовой заливкой представляет собой область допустимых решений. Точка А соответствует плановому заданию выпуска заготовок, реализация которых обеспечивает минимальное значение затрат. Линия, проходящая через точку А, соответствует линии равных минимальных значений целевой функции. Как следует из модели (1-9) и рисунка, избыточный выпуск одного или другого наименования заготовок не увеличивает объема

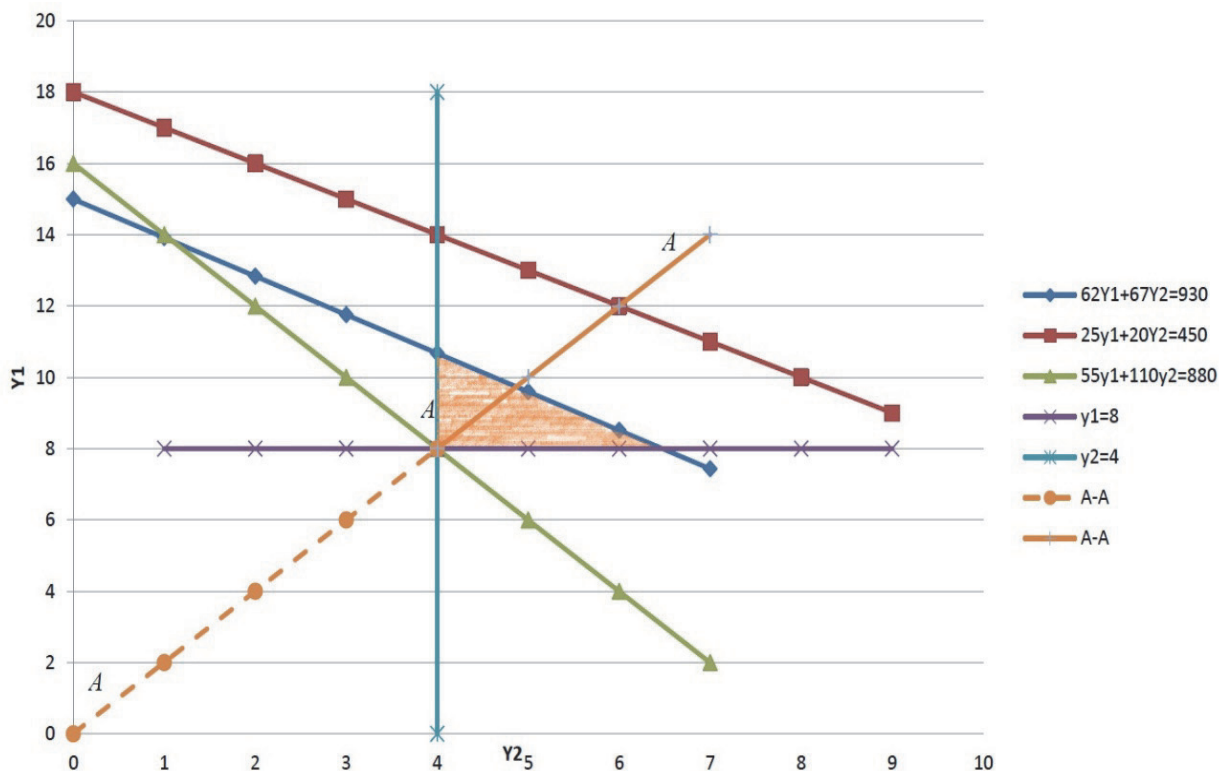


Рис. 1. Графическое решение задачи выбора оптимальных объемов выпуска заготовок y_1, y_2

выпуска конечного изделия, а приводит только к дополнительным затратам. Прямая AA, проведенная из начала координат соответствует множеству выпуска конечного изделия, наклон, которой, характеризует заданную пропорциональность выпуска заготовок литейным цехом.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Имеющиеся запасы ресурсов обеспечивают реализацию плановых значений выпуска отливок и позволяют определить суммарные объемы потребляемых ресурсов, минимальную величину целевой функции, характеризующую себестоимость продукции литейного цеха.

В отличие от распространенных моделей принятия решений, целевая функция (1) состоит из двух составляющих – общего изменения фактической себестоимости (условно переменных затрат) на выпуске заготовок каждого вида по сравнению с плановой себестоимостью. Использование такой целевой функции отражает реально существующую заинтересованность литейного производства в снижении затрат на выпуск заготовок

и влияние работы литейного цеха на другие цеха – потребности заготовок и предприятия в целом по реализации имеющихся заказов.

Применение данного механизма сочетает обработку большого количества информации об организационных, технических и технологических параметрах производственного процесса и рисков потерь энергоресурсов при производстве литых заготовок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Клентак, А.С. Выявление потенциала повышения энергоэффективности элементов литейного производства на основе математической модели и эксергетического анализа [Текст] / А.С. Клентак // Известия Самарского научного центра РАН. – 2015. – Вып. 2(5).- С. 1182-1187
2. Турилова, К.К. Точка отсчета эффективности литейного производства. Где она? / К. К. Турилова // Литейное производство. - 2009. - №12. - С. 25-28.
3. Щепкин, А.В. Механизмы внутрифирменного управления / А.В. Щепкин. — М.: ИПУ РАН, 2001. — 80 с.
4. Новиков, Д.А. Курс теории активных систем / Д.А. Новиков, С.Н. Петраков. — М.: Синтег, 1999. — 108 с.
5. Гришанов, Д.Г. Модель оптимизации объема за-

трат при производстве сложных изделий. / Д.Г.
Гришанов, С.А. Кирилина, Д.А. Щелоков, Наумов

К.В. // Проблемы современной экономики. – 2010.
- №4(36). – С. 159-163.

**DEVELOPMENT OF MODELS TASK OF ADOPTING ORGANIZATIONAL
AND MANAGERIAL DECISION ON THE CHOICE OF VOLUMES OF RELEASE BLANKS FOUNDRY**

© 2015 A.V. Kobenko¹, A.S. Klentak²

¹ Ministry of Economic Development, Investment and Trade of Samara Region

² Regional Agency for Energy Saving and Energy Efficiency, Samara

The article discusses the development of a model problem making organizational and administrative decisions on the choice of output billet foundry. The model takes into account the number of orders carried out by the company and their feasibility for given types of equipment and resources available. A numerical example of the formation and implementation of the production program of the foundry. When considered the issue of nomenclature blanks in the article takes into account two types of resources: electricity and compressed air, as the most expensive.

Keywords: organizational and managerial solutions, foundry, model selection problem in output of blanks, an optimum release, Engineering Enterprise.