

ОПТИМИЗАЦИЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ПРОИЗВОДСТВА ЗАПАСНЫХ ЧАСТЕЙ ДЛЯ РЕМОНТА ОБОРУДОВАНИЯ

Л.Д.Слепнева

Донецкий национальный технический университет

С целью интенсификации ремонта оборудования предложена модель специализированного производства запасных частей, основанная на двухуровневой системе «отрасль – производство» с вертикальными связями, реализация которой позволяет обеспечить предприятия отрасли качественными деталями при снижении общих затрат на их изготовление.

Ключевые слова: оптимизация, специализация, математическое моделирование, повышение эффективности, ремонт оборудования, запасные части.

Abstract: In order to intensify the repair of equipment, a model of specialized production of spare parts is proposed, based on a two-level "industry-production" system with vertical connections, the implementation of which allows providing industry enterprises with quality details while reducing the total costs for their manufacture.

Keywords: optimization, specialization, mathematical modeling, efficiency increase, equipment repair, spare parts.

Эффективность функционирования промышленных предприятий в условиях инвестиционного кризиса во многом определяется существующей системой ремонта и технического обслуживания оборудования, поскольку затраты на эти нужды оказывают существенное влияние на себестоимость продукции. В зависимости от отраслевой принадлежности и масштаба предприятия эти затраты могут колебаться от 10 до 40%. По некоторым оценкам на многих предприятиях, особенно машиностроительных, в ремонте простаивают до 50% технологического оборудования; на одну единицу затрат на новую технику приходилось до 1,37 единицы расходов на весь комплекс работ, направленных на поддержание оборудования в надлежащем работоспособном состоянии [1; 2].

Основные причины таких впечатляющих расходов на ремонт по сравнению с затратами на приобретение новой техники состоят в следующем.

Во-первых, износ оборудования: по оценкам специалистов, в настоящее время степень износа машин и оборудования по всем

видам деятельности в коммерческих организациях достигла превышает 60%, в том числе на предприятиях по производству транспортных средств – 67, по добыче полезных ископаемых – 54,9, по производству машин и оборудования – 51,2%. Из всего парка техники полностью изношенными признаны 21,1% единиц оборудования» [1; 3]. При этом продлевается срок службы действующего оборудования, но не проводится его технологическое обновление.

Во-вторых, несовершенная организация и невысокая эффективность деятельности ремонтных служб предприятий, которая основывается на смешанной системе, т.е. часть работ по ремонту и обслуживанию оборудования, а также по производству запасных и сменных узлов и деталей выполняют специалисты ремонтных предприятий и организаций, а часть находится в зоне ответственности персонала предприятия. Причем среди предприятий, которые при наличии смешанной системы отдают на сторону часть работ по изготовлению необходимых запасных узлов, достаточно много (больше 40%) таких, у кого масштабы собственного изготовления в 2 раза превышают объем закупок [4]. Запасные части изготавливаются в ремонтно-механических цехах (РМЦ) предприятий, где широко применяются универсальные металлорежущие станки с ручным управлением, которые, как правило, морально и физически изношены, что снижает технико-экономические показатели существующей технологии производства сменных деталей и узлов. В сложившихся условиях РМЦ являются неконкурентоспособными поставщиками запасных частей из-за малых объёмов их производства, несоблюдения сроков поставок, низкого качества, высокого процента брака и себестоимости выпускаемой продукции.

В связи с этим построение действенной системы снабжения запасными частями для ремонта оборудования и, тем самым, повышения эффективности ремонта промышленного оборудования, будет способствовать решению указанных проблем и стабилизации работы предприятий.

Как показали наши исследования, одним из основных факторов роста эффективности ремонтного производства является его межзаводская специализация, которая может развиваться в двух формах: поддетальной – специализация производства запасных частей и предметной – специализация собственно ремонта оборудования.

Специализация производства запасных частей в рамках отдельно взятой отрасли (внутриотраслевая специализация) может быть осуществлена на базе крупных ремонтно-механических цехов

входящих в ее состав предприятий. Это позволит в короткий срок и, что не менее важно, без привлечения дополнительных капиталовложений, улучшить снабжение предприятий отрасли запасными частями нужного качества при снижении общих затрат на их изготовление. Для осуществления подобной специализации необходимо: выявить номенклатуру запасных частей, подлежащих централизованному изготовлению, и потребности предприятий отрасли в них; отобрать предприятия, организационно-технический уровень РМЦ которых выше, чем на других заводах, и мощность которых позволит удовлетворить все заявки на поставки этих деталей.

Задачу определения оптимальной специализации предприятий отрасли по выпуску той или иной продукции можно рассматривать как частный случай более общей задачи оптимального отраслевого планирования. Анализ особенностей производства и потребления запасных частей свидетельствует о том, что задача оптимизации внутриотраслевой специализации их производства может быть сформулирована как статическая многопродуктовая производственная модель блочного типа с непрерывными переменными на минимум совокупных текущих затрат (1) – (4).

$$F = C_1x_1 + \dots + C_kx_k + \dots + C_Kx_K \rightarrow \min, \quad (1)$$

$$\begin{array}{rcccc} A_1x_1 & & & \leq & B_1 \\ & \dots & & & \dots \\ & & A_kx_k & \leq & B_k \\ & & & \dots & \dots \\ & & & & A_Kx_K \leq B_K \end{array}$$

(2)

$$x_1 + \dots + x_k + \dots + x_K = D \quad (3)$$

$$x_k \geq 0, \quad k = \overline{1, K}. \quad (4)$$

Здесь $D = (D_1, D_2, \dots, D_n)^T$ – вектор потребности в запасных частях соответствующей номенклатурной группы; $B_k = (B_1^k, B_2^k, \dots, B_m^k)^T$ – вектор наличных ресурсов в k -м РМЦ; $A_k = (a_{ij}^k)$ – матрица затрат ресурсов i -го вида на производство единицы продукции j -го вида в РМЦ k -го предприятия; $C = (C_1^k, C_2^k, \dots, C_n^k)$ – вектор текущих затрат на производство единицы продукции j -го вида в РМЦ k -го предприятия; $X = (X_1^k, X_2^k, \dots, X_n^k)$ – программа выпуска запасных частей в РМЦ k -го предприятия.

Каждый РМЦ представлен в модели блоком и характеризуется рядом переменных, определяющих объем производства запасных частей каждой номенклатурной группы. Переменные, относящиеся к

данному блоку, должны удовлетворять ограничениям (2) по количеству ресурсов, имеющихся в данном РМЦ. Помимо этого в модель вводится ограничение по общему объему производства запасных частей в отрасли – ограничение (3), которое является связующим и которому должны удовлетворять все переменные модели. Целевая функция (1) выражает требование минимизации совокупных текущих затрат на изготовление запасных частей. Капитальные затраты не учитываются, поскольку внутриотраслевая специализация будет осуществляться на базе РМЦ действующих предприятий без привлечения дополнительных капитальных вложений.

Модель (1) – (4) описывает двухуровневую систему «отрасль – производство» с вертикальными связями, в которой оптимальный план всей системы формируется исходя из оценок продукции и ресурсов, полученных в результате решения задач низшего уровня.

Для реализации модели был использован декомпозиционный алгоритм «планирования на двух уровнях» Корнаи-Липтака, идея которого состоит в том, что на каждой итерации планирующий орган распределяет задания по выпуску продукции между предприятиями так, чтобы потребность в ней была полностью удовлетворена. Каждое предприятие разрабатывает план использования своих ресурсов, который позволил бы ему изготовить требуемое центром количество продукции при минимальных затратах. В этих планах единица каждого выпускаемого данным предприятием продукта получает двойственную оценку, в которой находят отражение издержки предприятия, связанные с изготовлением этой продукции. Указанные оценки сообщаются в центр, который, учитывая их, корректирует задания, увеличивая объем выпуска продукции тем предприятиям, где производство ее обходится дешевле, и вновь доводит задания до предприятий.

В соответствии с описанным алгоритмом, было произведено посекторное разбиение задания на выпуск запасных частей:

$$U_1 + \dots + U_k + \dots + U_K = D, \quad (5)$$

где $X = (U_1^k, U_2^k, \dots, U_n^k)$ – вектор, представляющий k -ю компоненту центрального плана; U_j^k – распределение отраслевого задания по РМЦ предприятий.

Тогда задача (1) – (4) примет вид (6) – (10). Это общая модель, которая представляет систему локальных задач вида (11) – (14).

Решение задачи, двойственной к (11) – (14), определяет локальные («секторные») цены на запасные части j -й номенклатурной

группы, характеризующие эффективность производства деталей каждого вида в ремонтно-механических цехах, то есть эффективность распределения задания по выпуску запасных частей.

$$A_k x_k \leq B_k, \quad k = \overline{1, K}, \quad (6) \qquad A_k x_k \leq B_k, \quad (11)$$

$$x_k \geq U_k, \quad k = \overline{1, K}, \quad (7) \qquad x_k \geq U_k, \quad (12)$$

$$\sum_{k=1}^K U_k = D, \quad (8) \qquad x_k \geq 0, \quad (13)$$

$$x_k \geq 0, \quad k = \overline{1, K}, \quad (9) \qquad f_k = C_k x_k \rightarrow \min. \quad (14)$$

$$F = \sum_{k=1}^K C_k x_k \rightarrow \min. \quad (10)$$

В оптимальном плане локальные цены на одну и ту же деталь уравниваются, чему способствуют двойственные оценки используемых ресурсов (v_i^k). Оптимальная цена детали-типопредставителя j -й номенклатурной группы включает все затраты и выглядит следующим образом:

$$p_j^k = c_j^k + \sum_{i=1}^{m_k} a_{ij}^k v_i^k = p_j, \quad (15)$$

где c_j^k – прямые затраты по производству детали j -й группы в k -м РМЦ; $\sum_{i=1}^{m_k} a_{ij}^k v_i^k$ – затраты «обратной связи», которые служат мерой экономии или дополнительных затрат на единицу продукции.

Установленные таким образом цены позволяют всем РМЦ, вошедшим в оптимальный план, возмещать затраты, связанные с выпуском запасных частей. РМЦ, в которых не обеспечивается окупаемость затрат, в оптимальный план не попадают. Именно это обстоятельство и обеспечивает заметное снижение отраслевых затрат на изготовление запасных частей при использовании оптимизационного подхода к специализации их производства внутри отрасли.

Список литературы

1. Шухгальтер М. Проблемы экономики ремонта оборудования на российских промышленных предприятиях // Экономика и жизнь, 2009, №26 (9292)
2. Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности [Текст]: Министерство промышленности и торговли Государственная программа РФ .- Электрон. текстовые дан. - Москва, 2014. Режим доступа: http://minpromtorg.gov.ru/common/upload/files/docs/Vizualizatsiya_GP-16_polnaya.pdf2-25
3. Оптимизация деятельности ремонтной службы как необходимое условие операционной эффективности. [Электронный ресурс]. Режим доступа https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ru/Documents/Operation/russian/ru_consulting_maintenance_optimization_rus.pdf
4. Масляков Н.С. Обоснование и разработка метода повышения технической готовности при эксплуатации погрузочно-доставочных машин. / Дис. на соиск. уч. степ. к.т.н. Спец. 05.05.06 – «Горные машины». – М, 2016. – 169 с.