

Література

1. Фирон Х., Линдерс М. Управление снабжением и запасами. Логистика / Пер. с англ. – СПб.: Полигон, 1999. – 768 с.
2. Николайчук В.Е. Заготовительная и производственная логистика. – СПб.: Питер, 2001. – 160с.
3. Корпоративная логистика. Под ред. проф. В.И. Сергеева. – М.: ИНФРА-М, 2004. – 976 с.
4. Коноваленко В.М. Концептуальні основи та принципи управління закупівельною діяльністю підприємства // Актуальні проблеми економіки. – 2005. – № 1 (43). – С. 92-101.
5. Промышленная логистика: логистикоориентированное управление организационно-экономической устойчивостью промышленных предприятий в рыночной среде / Под ред. А.А. Колобова. – М.: Издво МГТУ им. Н.Э Баумана, 1997. – 204 с.
6. Голушко И.М., Варламов Н.В. Основы моделирования и автоматизации управления тылом. - М.: Воениздат, 1982. – 237 с.
7. Дундуков В., Оспищев В. Закупочная логистика армейский вариант // Риск. – 1998. - № 1. – С. 43 – 46.
8. Григорьев Ю.П. Методологические основы совершенствования системы материально-технического снабжения войск в условиях переходных процессов (логистический подход). – СПб.: ВАТТ, 1999.– 106 с.
9. Сысоев В.В., Кушнерук Ю.И. Оптимальное распределение неоднородных ресурсов с учетом приоритетности потребителей и важности ресурсов // Економіка розвитку. – 2004. – № 3 (31). - С. 41-44.
10. Сисоев В.В. Оцінка пріоритетності споживачів і важливості ресурсів у задачі оптимального розподілу неоднорідних ресурсів // Актуальні проблеми економіки. – 2004. – № 12 (42). – С. 175-179.

Статья поступила в редакцию 30.09.2005

В.А. БУДИШЕВСКИЙ, *к.т.н., профессор,*
Донецкий национальный технический университет.
А.А. ПУХАНОВ,
Красноармейский индустриальный институт.
Л.С. ПУХАНОВА,
Донецкий государственный университет экономики и торговли.

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ УГЛЯ В ЛОГИСТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

На уровне предприятия весьма тесно переплетены задачи технологического и экономического управления. В частности, потребителю необходимо доставить товар – уголь нужного качества, необходимого количества, в нужное место, в определенное время с минимальными издержками. Это – постулат логистического построения любой экономической системы, в том числе топливно-энергетического комплекса. Нарушение одного из требований указанной логистической системы приводит к увеличению себестоимости угля, затрат на

его хранение, транспортных расходов. Решение проблемы сбалансированности потоков угля позволит уменьшить простои подвижного состава, тем самым сократить транспортные расходы. Зная избыточные запасы угля на складе и прослеживая динамику их изменения, можно уменьшить затраты на хранение, а также решить проблему ухудшения потребительских качеств угля. Решение вопроса координации запасов угля в топливно-энергетическом комп-

© В.А.Будишевский, А.А.Пуханов, Л.С.Пуханова, 2005

лексе, что обусловлено колебаниями интенсивности потоков угля и количеством добываемого продукта за единицу времени, тесно связано с интеграцией операторов рынка энергетического сырья и развитием рыночных отношений.

Вопросам оптимизации объёмов поставок и разработке эффективных механизмов уменьшения совокупных расходов на запасы посвящены исследования многих зарубежных и отечественных учёных. Так Решетняк А.А. [1] предлагает методическую схему формирования системы углесбытовых органов в условиях перехода на бесфондовое обеспечение при прямых связях потребителей и поставщиков угля. Шкабарня М. [5] рассматривает топливно-энергетический комплекс как систему, отражающую реально существующий экономический процесс по циклу «производство – распределение – обмен – потребление» продукции во взаимодействии всех его частей как элементов единого целого с учётом противоречий между сферами производства и потребления. Считаем, что в этих работах недостаточно рассмотрены вопросы управления запасами угля. В частности не рассмотрен тот факт, что при продолжительном хранении угля на складах он теряет свои потребительские качества и кроме этого, возникает необходимость увеличения затрат на ворошение угля для снижения его слеживаемости. В работах Х.Таха, и Д. Уотерса [3], [4] рассматривается детерминированный вариант использования складов для непрерывных производств при отсутствии учёта колебаний поставок сырья; допускаются неограниченные управления – мгновенное расходование запасов и. т.д. Однако в этих работах недостаточно уделено внимания вопросам сбалансированности сырьевых потоков энергетического комплекса, что на современном этапе в условиях нерегулярного спроса и фиксированного времени выполнения заказа является важным фактором финансовой стабильности предприятия.

Типичная логистическая цепь топливно-энергетического комплекса имеет следующую структуру:

- предприятия-производители – шахты, рудники;
- распределительные центры – склады и другие резервирующие элементы, от которых сырьё направляется потребителям.
- предприятия, которые перерабатывают сырьё – обогатительные фабрики;
- потребители – коксохимические заводы, электростанции и др.;

Основными факторами, определяющие политику запасов, являются:

1. Потребительский спрос, который сложно прогнозировать; однако изучение этого вопроса даст возможность защитить шахту от его неожиданных изменений.
2. Время пополнения запасов, расчёт которого поможет шахте застраховаться от возможных нарушений в поставках угля по количеству и качеству, стоимости доставки, сроках поставок и т. п.
3. Номенклатура товара.
4. Стоимость выполнения заказа и стоимость поддержания запасов, включающая затраты на хранение.
5. Уровень логистического сервиса, который предусматривает установление приемлемого уровня обслуживания в данных условиях рынка.

В условиях нерегулярного спроса и фиксированного времени выполнения заказа возникает вопрос об объёмах запасов угля на складах топливно-энергетического комплекса. Решение проблемы сбалансированности сырьевых потоков на современном этапе развития горнодобывающей промышленности недостаточно исследовано.

Исходя из этого, цель нашей статьи – предложить один из методов решения проблемы сбалансированности указанного процесса в логистических системах топливно-энергетического комплекса, позволяющий снизить транспортные расходы и расходы на хранение угля. Для достижения поставленной цели авторы решают задачу определения текущего значения запаса угля на складе с учетом потерь его потребительских качеств за время нахождения на

складе.

Максимальный уровень запаса сырья предполагает два вида запаса: первый – запас, который должен быть достаточным, чтобы удовлетворить спрос до получения очередного заказа; второй – это резервный запас, предназначенный для защиты от неожиданных «всплесков» потребительского спроса [2]. В логистических системах топливно-энергетического комплекса склад фактически является промежуточным звеном между горнодобывающим предприятием и потребителями угля. Поэтому его можно рассматривать как производственный элемент, потребляющий «i-й продукт до хранения» и выпускающий «i-й продукт после хранения». В этом смысле входной и выходной потоки угля на складе независимы до тех пор, пока его запас x не выходит на верхнее или нижнее ограничение. Запасов угля не должно быть ни слишком много, ни слишком мало. В первом случае возникает необходимость неоправданных

$$v^x \geq x(t) \geq x^* \geq 0, \quad v^+(t) \geq 0, \quad v^-(t) \geq 0$$

где v^x – ёмкость угольного склада или складировующая мощность;

x^* – заданный резервный запас угля на складе.

Кроме ограничения по складировочной мощности имеется ограничение на потоки угля, поступающие на склад. Оно определяется производительностью технологического процесса и производительностью погрузочно-разгрузочных механизмов:

$$v(t) = Q^+ - Q^-;$$

или с учетом того, что $v^-(t) = Q^-$

$$v(t) = Q^+ - v^-(t) \leq v^x, \quad (3)$$

где Q^+ – производительность погрузочно-разгрузочных механизмов, обслуживающих входящий поток на склад;

Q^- – производительность погрузочно-разгрузочных механизмов, обслуживающих выходящий поток со склада;

$v(t)$ – поток угля, проходящего через склад.

затрат на его хранение. А во втором случае возможна ситуация, когда на складе не окажется достаточного объёма угля, необходимого для отправки потребителю, что также связано с дополнительными финансовыми затратами.

Пусть начальное количество угля, находящееся на хранении в текущий момент времени t , задано как $x_0 = x(t)$. Тогда для поточной продукции, которой является поступаемый на склад уголь, изменение запаса угля \dot{x} равняется разности величины его потока на склад $v^+(t)$ и величины потока со склада $v^-(t)$, что можно записать в виде дифференциального соотношения:

$$\dot{x}(t) = v^+(t) - v^-(t), \quad (1)$$

причем, в каждый текущий момент времени должны соблюдаться неравенства:

$$(2)$$

Если $v^+(t) > Q^+$, то произойдет заштыбовка погрузочно-разгрузочных механизмов, обслуживающих входящий поток на склад. А если $v^+(t) < Q^+$, то погрузочные устройства будут недоиспользованы по мощности и приемной способности.

Причем, если величина Q^+ постоянна для каждого конкретного производства, то величина $v^+(t)$ изменяется во времени и носит вероятностный характер.

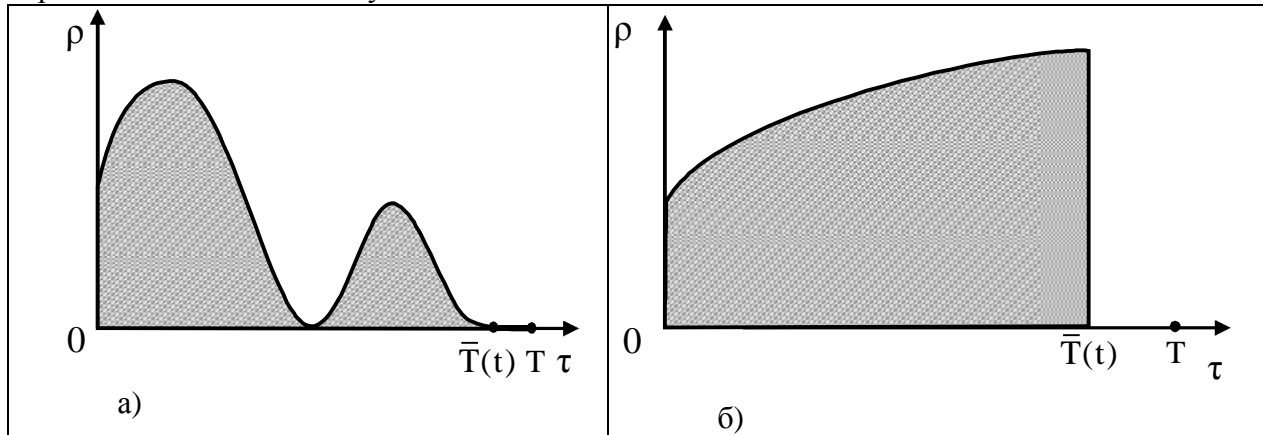
В правой части дифференциального уравнения (1) учтём затраты времени на погрузку угля τ^- и его разгрузку τ^+ :

$$\dot{x}(t) = v^+(t - \tau^+) - v^-(t + \tau^-). \quad (4)$$

Уголь – продукт, который сохраняет свои потребительские качества только в течение некоторого времени, так как уголь окисляется, в результате меняет свои химические свойства; слёживается и т.д., что ведёт к дополнительным финансовым затратам. Назовем, условно, этот период T – сроком годности угля, а уголь, хранение которого не превышает указанный период

– годным к употреблению. Таким образом, необходимо рассмотреть время хранения угля на складе τ , причём $\tau < T$. Если $\tau > T$, происходит потеря потребительских качеств угля или «порча продукта». Чтобы описать указанную зависимость, введём функцию плотности распределения угля $\rho(t, \tau)$, не потерявшего своих физических и химических качеств по времени хранения τ в момент t . Функция $\rho(t, \tau)$ ха-

рактеризует вероятность наличия на складе годного к употреблению угля в данный момент времени t . Тогда величина $\rho(t, \tau) \cdot \Delta\tau$ ($\Delta\tau \leq 1$) означает количество угля с временем хранения от τ до $\tau + \Delta\tau$, имеющегося на складе в момент времени t . В регулярном случае плотность ρ конечна или нуль, что означает непрерывное поступление угля на склад (рис.1).



**Рисунок 1. Плотность распределения угля по времени τ и сроку годности T :
а) непрерывная кривая с промежуточными нулями;
б) разрывная кривая.**

Кривая функции плотности распределения угля $\rho(t, \tau)$ заканчивается нулевым участком, левая граница этого участка указывает максимальный «возраст» $\bar{T}(t)$ хранящегося на складе угля к моменту времени t . Обращение плотности в нуль происходит либо из-за потери потребительских качеств угля и тогда $\bar{T}(t) = T$, либо из-за истощения запаса угля и тогда $\bar{T}(t) \leq T$.

Находим полный запас угля на складе в момент времени t :

$$x(t) = \int_0^{\bar{T}(t)} \rho(t, \tau) d\tau \quad (5)$$

Получим уравнение для функции $\rho(t, \tau)$ и краевые условия для уравнения плотности.

Пусть на плоскости (t, τ) «элементарная частица» продукта «движется» с

постоянным вектором скорости, который имеет единичные компоненты, т.е. время t и время хранения τ растут с единичной скоростью:

$$v_t = \frac{dt}{dt} = 1 \quad v_\tau = \frac{d\tau}{d\tau} = 1,$$

где v_t – скорость изменения времени хранения угля t ;

v_τ – скорость «порчи продукта».

Траекториями движения «элементарной частицы» угля являются прямые

$$\tau = t - c, \quad (6)$$

где c – некоторая постоянная величина.

На плоскости (t, τ) выделим прямоугольник со сторонами, параллельными координатным осям (рис.2).

Определим количество угля, «протекающего» через этот прямоугольник в единицу времени, предполагая малость

длин его сторон Δt и $\Delta \tau$.

Количество продукта, «вытекающего» через нижнюю и левую стороны с точ-

ностью до членов более высокого порядка малости относительно Δt и $\Delta \tau$ равно:

$$\rho(t, \tau) \frac{d\tau}{dt} \Delta t + \rho(t, \tau) \frac{dt}{dt} \Delta \tau = \rho(t, \tau) (\Delta t + \Delta \tau)$$

Это же количество «вытекает» через верхнюю $\rho(t, \tau + \Delta \tau) \Delta t$ и правую $\rho(t + \Delta t, \tau) \Delta \tau$ стороны и через стоки, распределенные по площади прямоугольника

$\lambda(t, \tau) \cdot \rho(t, \tau) \Delta t \cdot \Delta \tau$ (скорость «порчи продукта»). Приравнявая эти выражения и перейдя к пределу, получим:

$$\frac{\partial \rho(t, \tau)}{\partial t} + \frac{\partial \rho(t, \tau)}{\partial \tau} = -\lambda(t, \tau) \cdot \rho(t, \tau) \quad \text{и } \delta \epsilon \quad 0 < \tau < \bar{T}(t), t > t_0 \quad (7)$$

где $\lambda(t, \tau)$ – заданная интенсивность «порчи продукта» с временем хранения τ в момент времени t ;

$\lambda(t, \tau) \cdot \rho(t, \tau)$ – скорость порчи продукта.

Прямые (6) являются характеристиками уравнения (7).

плотности (6), которое представлено частными производными, задаются на координатных полуосях (рис.2). При $t = t_0$ плотность определяется начальным состоянием склада $\rho_0(t)$, где $t < t_0$, а при $\tau = 0$ – потоком планируемых поставок на склад $v^+(t)$, где $t \geq t_0$:

Краевые условия для уравнения

$$\rho(t_0, \tau) = \rho_0(\tau), \quad \rho(t, 0) = v^+(t) \quad \text{и } \delta \epsilon \quad \tau > 0, t \geq t_0 \quad (8)$$

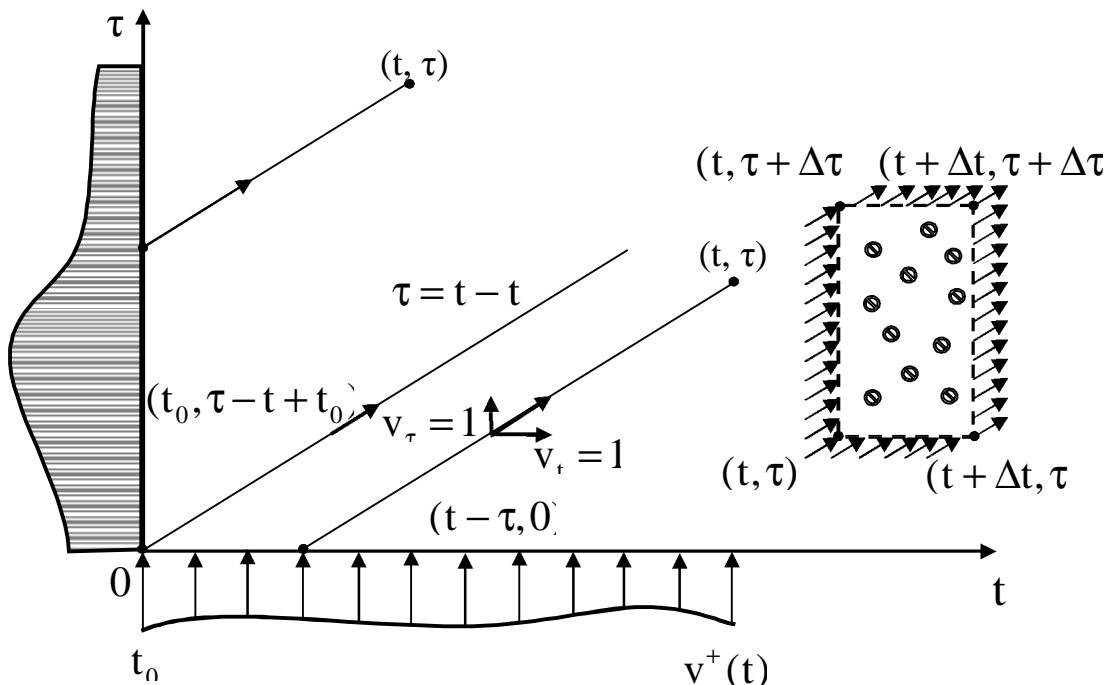


Рисунок 2. Геометрическая интерпретация краевых условий для плотности

Уравнение (6) интегрируется вдоль прямых $\tau = t - c$, которые являются его характеристиками. Полная производная

$$\frac{\partial \rho(t, t-c)}{\partial t} = \frac{\partial \rho(t, \tau)}{\partial t} \Big|_{\tau=t-c} + \frac{\partial \rho(t, \tau)}{\partial \tau} \Big|_{\tau=t-c} \cdot \frac{d(t-c)}{dt} = -\lambda(t, t-c) \cdot \rho(t, t-c) \quad (9)$$

Запишем решение полученного дифференциального уравнения с началь-

плотности по времени вдоль этих прямых равна:

ными условиями (7):

$$\rho(t, \tau) = \begin{cases} \rho_0(\tau - t + t_0) \cdot \exp \left[-\int_{t_0}^{\tau} \lambda(\varepsilon, \tau - t + \varepsilon) d\varepsilon \right] & \text{ї } \delta \text{є } \tau > t - t_0, \\ v^+(t - \tau) \exp \left[-\int_{t-\tau}^t \lambda(\varepsilon, \tau - t + \varepsilon) d\varepsilon \right] & \text{ї } \delta \text{є } 0 \leq \tau \leq t - t_0, t \geq t_0, 0 \leq \tau \leq \bar{T}(t). \end{cases} \quad (10)$$

где ε – элементарный временной интервал, отсчитываемый от момента начала хранения угля на складе в направлении роста текущего времени t .

Полученные уравнения (7) – (10) дают возможность определить количество запасов угля на складе в любой момент времени. Если традиционные уравнения динамики запаса предполагают полную загрузку и отгрузку без потерь, то уравнения (7) – (10) позволяют определить избыточные запасы угля, которые увеличивают затраты на хранение.

В режиме функционирования топливно-энергетического комплекса информация об объемах запасов является основой для прогнозирования потребностей и поставок на склад. Применение логистического подхода к управлению материальными потоками на складах угля в топливно-энергетическом комплексе позволяют снизить складские расходы; учет логистических издержек способствует оптимизировать материальные потоки. Поэтому мы считаем, что дальнейшие исследования относительно вопросов, связанных с эффективностью управления запасами в логистических системах топливно-энергетического комплекса, должны быть направлены на усовершенствование имеющихся

методов оптимизации или создание новых. Это есть одно из важных направлений решения задач логистики топливно-энергетического комплекса, позволяющих снизить затраты на хранение угля.

Литература

1. Решетняк А.А. Эффективность развития топливно-энергетического комплекса Украины./АН Украины. Ин-т экономики промышленности; отв. Ред. М.Д. Айзенштейн.– Киев: Наук. Думка, 1991.– 194с.
2. Смирнов И.Г. Проблемы и методы эффективного управления запасами в логистических системах// Дистрибуция и логистика. – 2003. – № 4. – С.6–22.
3. Таха Х. Введение в исследование операций: В 2 кн.– М.: Мир, 1985.– 597с.
4. Уотерс Д. Логистика: Управление цепью поставок: Пер. с англ.– М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003.–503с.
5. Шкабарня М. Перестройка и управление//Советская индустрия.– 1989.– № 11. – С.111–121.

Статья поступила в редакцию 31.10.2005