

УДК 629.735.083

А.Г. Кучер, д-р. техн. наук, проф.
 Мустафа А.С. Мустафа, асп. (Ирак)

ПЛАНИРОВАНИЕ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА СИСТЕМЫ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОГО СНАБЖЕНИЯ В АВИАКОМПАНИИ

Рассмотрены вопросы технологического процесса снабжения запасными частями и обеспечение горюче-смазочными материалами авиакомпаний.

Rozглянуто питання технологічного процесу постачання запасними частинами та забезпечення пально-мастильними матеріалами авіакомпаній.

The questions of airplanes spare parts and fuels and lubricants provision technological process are considered.

Введение

Материально-техническое снабжение (МТС) является одним из решающих условий функционирования производства авиакомпании. Без МТС не могут осуществляться ни процесс полета, ни процесс эксплуатации, ни процесс ремонта.

Система материально-технического снабжения

Под системой МТС понимается установленный порядок планирования и организации снабжения и условия (характер) взаимоотношений между отдельными органами снабжения и сбыта. Система снабжения определяет [1]:

- порядок распределения материальных ресурсов в зависимости от значимости того или иного вида продукции;
 - выделение фондов отдельным потребителям;
 - разработку планов снабжения и организации снабжения.
- Для выполнения функций, связанных с обеспечением материальными ресурсами, эксплуатации и ремонта авиационной и наземной техники требуется:
- четкое взаимодействие инженерно-авиационных служб и органов снабжения;
 - установление персональной ответственности работников авиакомпании за качественное определение потребности в запасных частях;
 - составление заявок;
 - своевременное поступление материальных ресурсов, исключающее простой самолетов.

Цель системы МТС – обеспечение запланированного уровня обслуживания заказов потребителей с минимальными общими затратами.

Любой производственный процесс может быть начат и продолжен только при первоначальном наличии материальных ресурсов и постоянном и полном обеспечении ими. Таким образом, важное значение МТС заключается в своевременном обеспечении процессов производства (эксплуатации, ремонта) материальными средствами.

Система МТС должна поддерживать непрерывность тех процессов производства, для которых оно организовано и функционирует.

Основными задачами системы МТС являются:

- правильное определение потребности в каждом наименовании материальных средств на плановый период;
- организация и осуществление заказа материальных ресурсов в промышленности с учетом потребности в них и имеющихся в наличии ресурсов;
- правильное планирование распределения покупаемых и имеющихся на складах ресурсов.

Организация системы МТС осуществляется двумя способами:

- функциональным;
- комплексным.

При функциональном способе весь технологический комплекс работ и мероприятий по снабжению разделен на функции, выполняемые различными органами управления:

- планирование заказов;
- организация заказов;
- приемка материального имущества от заводоизготовителей;
- планирование и организация снабжения предприятия.

Каждая из этих функций выполняется отдельным органом, т.е. орган специализируется на выполнении задач своей функции.

Сущность комплексного способа МТС заключается в том, что исполнение функции заказов и функции снабжения объединяется в едином органе. Комплексный способ позволяет построить технологию управления МТС по материально-типовому признаку. Каждый отдельный специалист исполняет все функции по какому-то виду имущества. Например, один специалист организует заказ в промышленности и снабжение подразделений запасными частями к самолету Ил-76, другой Ан-140 и т.д.

Характер производственного процесса МТС влияет на входящий в его состав технологический процесс (рис. 1).

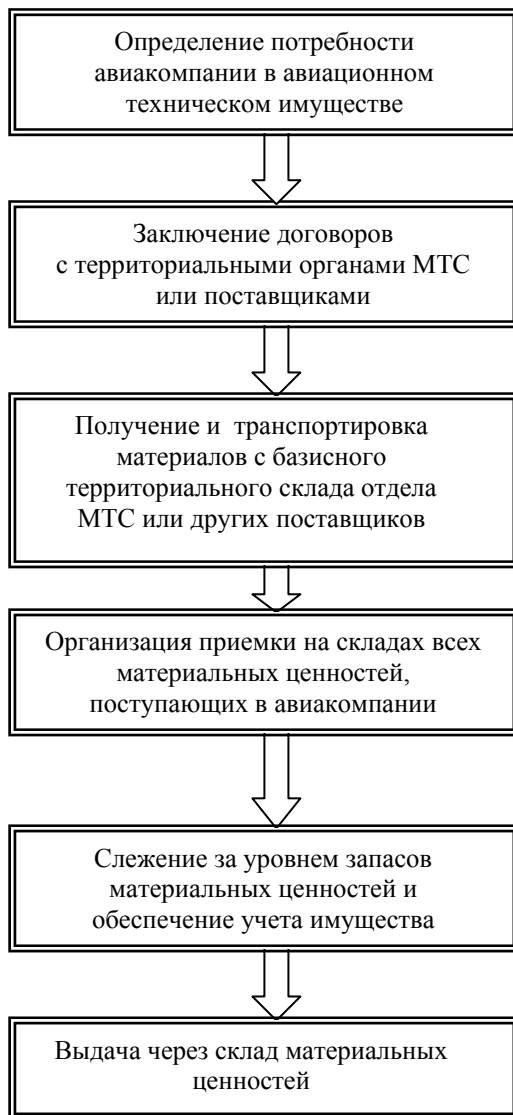


Рис. 1. Укрупненный состав технологического процесса отдела МТС авиакомпании

Снабжение запасными частями

На практике различают три вида запасных частей [2]:

- оборотные запасные части, имеющие серийный номер, присвоенный изготовителем;
- ремонтные запасные части, не имеющие серийного номера изготовителя;
- расходные запасные части, имеющие каталоговый номер (предохранители, болты, гайки, хомуты и т.п.).

Из-за высокой стоимости оборотных запасных частей применяется система фиксации движения (сопроводительных номеров) оборотных запасных частей.

Сопроводительный номер следует за агрегатом на протяжении его рабочего цикла: от момента отказа до восстановления и помещения на склад для дальнейшего использования.

Система сопроводительных номеров позволяет в любой момент времени определить местонахождение и состояние агрегата.

Замены большинства агрегатов на самолетах производятся не сразу после их отказа, а во время следующей формы технического обслуживания и ремонта самолета на основании перечня замен, который формируется заранее.

В разработке перечня замен участвуют диспетчеры и снабженцы, причем первые отвечают за наличие рабочей силы, а вторые – за наличие необходимых агрегатов.

Цель создания запасов материальных ресурсов – обеспечение бесперебойности эксплуатационных и ремонтных процессов на время между появлением потребности в запасных частях и материалах и поступлением их к месту потребления.

От правильности их комплектации и уровней содержания на складе во многом зависит успех работы авиакомпании. Завышение размеров запасов неизбежно приведет к омертвлению материальных ценностей, снижению уровня рентабельности производственной деятельности авиакомпании и уменьшению фондов экономического стимулирования. Установление же размера производственных запасов ниже необходимого уровня вызовет срыв нормального хода производственного процесса из-за отсутствия необходимых запасных частей, агрегатов и другого имущества.

Таким образом, запасом называется часть материально-технических ресурсов, временно находящихся на складах и предназначенных для обеспечения бесперебойной работы одной или нескольких авиакомпаний в периоды между появлением спроса в изделиях (запасных частях, материалах и других видах материальных средств) и поступлением их от поставщика или со склада вышестоящего органа МТС к месту непосредственного потребления [3].

Производственный запас создается в любой авиакомпании и имеет три основных измерителя:

- абсолютный;
- стоимостный;
- относительный.

Абсолютный измеритель характеризует запас в натуральных показателях (килограммах, тоннах, штуках, метрах и т. д.).

С помощью стоимостного измерителя все запасы оцениваются в денежном выражении.

Относительный измеритель, или временной, определяет способность запаса данных предметов снабжения обеспечивать нормальную деятельность авиакомпании в днях производственного

потребления. Это дает возможность оценить, на сколько календарных дней нормальной работы данная авиакомпания обеспечена имеющимися запасами материальных ресурсов. Относительный (временной) измеритель запасов является основным. Этим измерителем пользуются для разработки норм производственных запасов.

По характеру и направлению использования для обеспечения процессов производства, эксплуатации и ремонта производственные запасы подразделяются на текущие, страховые, подготовительные и сезонные (рис. 2) [4].

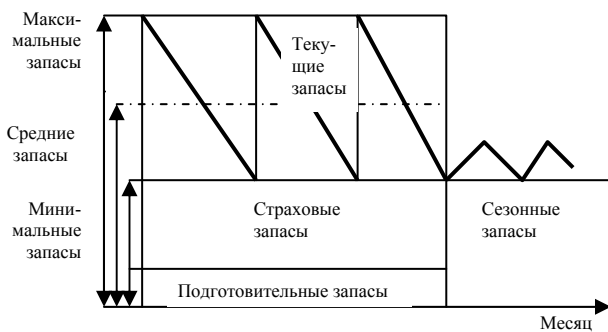


Рис. 2. Схема образования запасов материально-технических средств

Нормирование расхода запасов

Восстановление исправного состояния самолёта в эксплуатации осуществляется заменой изделий:

- отказавших в полёте;
- получивших эксплуатационные повреждения в особых условиях полёта или на земле;
- имеющих ограничения ресурса.

Для замены отказавших, повреждённых или выработавших ресурс изделий формируются комплекты запасных частей.

Процесс формирования комплектов запасных частей осуществляется в два этапа:

- на первом этапе рассчитывают нормы (коэффициенты) расхода на запасные части;
- на втором этапе рассчитывают состав комплектов запасных частей.

Существуют определенные правила и методы расчета норм расхода запасных частей и корректировки комплектов запасных частей для обеспечения эксплуатации самолета. Нормы расхода запасных частей, требующихся в процессе эксплуатации самолета рассчитывают с учетом:

- внеплановых замен неисправных изделий с целью восстановления самолета;
- плановых (профилактических) замен изделий, имеющих ограниченный ресурс, предусмотренных эксплуатационно-технической документацией.

Нормы расхода запасных частей являются основой для расчета:

- номенклатуры одиночных и групповых эксплуатационных комплектов запасных частей;
- плана производства и поставки запасных частей;
- запасов различных уровней на складах.

Нормы расхода запасных частей рассчитывают на основании:

- характеристик надежности изделий;
- планируемого налета парка;
- опыта длительной эксплуатации самолета.

Для начального периода эксплуатации рассчитывают первичные нормы расхода запасных частей, для периода серийной эксплуатации – фактические нормы расхода запасных частей.

Нормы расхода запасных частей рассчитывают два раза в год с начала эксплуатации самолета данного типа.

Из номенклатуры запасных частей исключаются:

- наименования запасных частей, потребность в которых отсутствовала в течение пяти лет эксплуатации самолета;
- наименования запасных частей, потребность в которых отпала в связи с усовершенствованием технического обслуживания самолета и установленного на нем оборудования.

Методика расчета норм расхода запасных частей на период эксплуатации, равный 100 ч налета

Первичные нормы расхода запасных частей рассчитывают на начальный период эксплуатации самолета данного типа, и они действуют до появления фактического расхода в процессе эксплуатации самолета.

Первичные нормы расхода запасных частей на плановые замены, вызванные отработкой ресурса, рассчитывают на основании значений назначенных ресурсов и периодичности проведения регламентных работ, установленных на начало эксплуатации самолета.

Коэффициент расхода запасных частей на плановые замены, вызванные отработкой ресурса изделий (до капитального ремонта назначенного), рассчитывают по формуле

$$k_{LL} = \frac{1}{t_{LL}} n, \quad (1)$$

где t_{LL} – значение ресурса;

n – количество изделий одного наименования, установленных на самолете.

Нормы расхода запасных частей на плановые замены, вызванные отработкой назначенного

ресурса изделия, приведенные к 100 ч налета, рассчитывают по формуле

$$R_{LL} = 100 k_{LL}. \quad (2)$$

Коэффициент расхода запасных частей для внеплановых замен неисправных изделий рассчитывают для начального периода эксплуатации самолета на основании данных о надежности изделий по формуле

$$k_{UR}^I = \frac{1}{M} n, \quad (3)$$

где M – средняя наработка на отказ изделия одного наименования.

Первичные нормы расхода запасных частей на внеплановые замены неисправных изделий рассчитывают по формуле:

$$R_{UR}^I = 100 k_{UR}^I.$$

Расчет коэффициента норм расхода запасных частей производят с точностью до пятой значащей цифры после запятой.

Нормы расхода запасных частей рассчитывают начиная со второго года эксплуатации самолета данного типа на плановые замены неисправных изделий, вызванные отработкой ресурса, на плановые замены неисправных изделий в процессе регламентных работ и на внеплановые замены неисправных изделий.

Нормы расхода запасных частей на плановые замены рассчитывают для тех изделий, по которым произведено изменение назначенного ресурса или периодичности регламентных работ в процессе эксплуатации.

Расчет осуществляют по формулам (1) и (2).

Если назначенный ресурс или периодичность регламентных работ по какому-либо изделию не изменены, то на соответствующие плановые замены назначают первичную норму расхода запасных частей, установленную на начальный период эксплуатации самолета. Если первичная норма расхода на начальный период эксплуатации не установлена, то такое наименование запасной части не включают в перечень.

Нормы расхода запасных частей на внеплановые замены неисправных изделий рассчитывают по статистическим данным о фактическом расходе в процессе эксплуатации с использованием налета (наработки изделий) или количества самолетов, находящихся в эксплуатации.

Если имеется информация о налете (наработке изделий) и количестве самолетов, находящихся в эксплуатации, то нормы расхода запасных частей рассчитывают по налету самолета (наработке изделий).

Норму расхода запасных частей на внеплановые замены R_{UR} за p -й год эксплуатации самолета определяют как отношение суммарного числа внеплановых замен изделий данного наименования за рассматриваемый p -й год эксплуатации самолета к суммарной наработке изделий данного наименования за тот же период:

$$R_{UR} = 100 \frac{\sum_{i=1}^{N_p} m_i}{\sum_{i=1}^{N_p} t_i} n, \quad (4)$$

где $\sum_{i=1}^{N_p} m_i$ – суммарное число замен из N_p изделий

одного наименования за рассматриваемый p -й год эксплуатации самолета;

N_p – количество изделий данного наименования, находящихся в эксплуатации в течение p -го года;

N – количество изделий одного наименования, находящихся в эксплуатации на группе самолетов;

p – рассматриваемый период эксплуатации самолета;

$\sum_{i=1}^{N_p} t_i$ – суммарная наработка N_p изделий за рассматриваемый p -й год эксплуатации самолета.

Под периодом эксплуатации подразумевается:

– год эксплуатации;

– год и полугодие эксплуатации.

Запись периода эксплуатации осуществляется в следующем виде:

"2" – второй год эксплуатации;

"3-1" – третий год эксплуатации, первое полугодие.

На первое полугодие второго года эксплуатации самолета норму расхода запасных частей определяют следующим образом:

$$R_{UR}^I + 100 \frac{\sum_{i=1}^{N_1} m_i}{\sum_{i=1}^{N_1} t_i} n$$

$$R_{UR}^{2-1} = \frac{\sum_{i=1}^{N_1} m_i}{2 \sum_{i=1}^{N_1} t_i},$$

где $\sum_{i=1}^{N_1} m_i$, $\sum_{i=1}^{N_1} t_i$ – соответственно суммарное число замен из N_1 и суммарная наработка N_1 изделий данного наименования за первый год эксплуатации самолета.

На второе полугодие второго года эксплуатации самолета норму расхода запасных частей определяют по формуле

$$R_{UR}^{2-2} = \frac{R_{UR}^I + 100 \frac{\sum_{i=1}^{N_{1-2}} m_i + \sum_{i=1}^{N_{2-1}} m_i}{\sum_{i=1}^{N_{1-2}} t_i + \sum_{i=1}^{N_{2-1}} t_i} n}{2},$$

где $\sum_{i=1}^{N_{1-2}} m_i$, $\sum_{i=1}^{N_{1-2}} t_i$ – соответственно суммарное число замен из N_{1-2} и суммарная наработка N_{1-2} изделий данного наименования за второе полугодие первого года эксплуатации самолета;

$\sum_{i=1}^{N_{2-1}} m_i$, $\sum_{i=1}^{N_{2-1}} t_i$ – соответственно суммарное число замен из N_{2-1} и суммарная наработка N_{2-1} изделий данного наименования за первое полугодие второго года эксплуатации самолета.

На первое полугодие третьего года эксплуатации самолета норму расхода запасных частей определяют в соответствии с формулой

$$R_{UR}^{3-1} = 100 \frac{\sum_{i=1}^{N_2} m_i}{\sum_{i=1}^{N_2} t_i} n,$$

где $\sum_{i=1}^{N_2} m_i$, $\sum_{i=1}^{N_2} t_i$ – соответственно суммарное

число замен из N_2 и суммарная наработка N_2 изделий за второй год эксплуатации самолета.

На второе полугодие третьего года эксплуатации самолета норму расхода запасных частей определяют как

$$R_{UR}^{3-2} = 100 \frac{\sum_{i=1}^{N_{2-2}} m_i + \sum_{i=1}^{N_{3-1}} m_i}{\sum_{i=1}^{N_{2-2}} t_i + \sum_{i=1}^{N_{3-1}} t_i} n,$$

где $\sum_{i=1}^{N_{2-2}} m_i$, $\sum_{i=1}^{N_{2-2}} t_i$ – соответственно суммарное число замен из N_{2-2} и суммарная наработка N_{2-2} изделий данного наименования за второе полугодие второго года эксплуатации самолета;

$\sum_{i=1}^{N_{3-1}} m_i$, $\sum_{i=1}^{N_{3-1}} t_i$ – соответственно суммарное число замен из N_{3-1} и суммарная наработка N_{3-1}

изделий за первое полугодие третьего года эксплуатации самолета.

На первую половину любого p -го года (начиная с третьего) эксплуатации самолета данного типа норму расхода запасных частей рассчитывают по формуле (3).

На вторую половину любого p -го года (начиная с третьего) эксплуатации самолета данного типа норму расхода запасных частей рассчитывают по формуле

$$R_{UR}^{p-2} = 100 \frac{\sum_{i=1}^{N_{(p-1)-2}} m_i + \sum_{i=1}^{N_{p-1}} m_i}{\sum_{i=1}^{N_{(p-1)-2}} t_i + \sum_{i=1}^{N_{p-1}} t_i} n, \quad (5)$$

где $\sum_{i=1}^{N_{(p-1)-2}} m_i$, $\sum_{i=1}^{N_{(p-1)-2}} t_i$ – соответственно суммарное

число замен из $N_{(p-1)-2}$ и суммарная наработка $N_{(p-1)-2}$ изделий данного наименования за второе полугодие $(p-1)$ года эксплуатации самолета;

$\sum_{i=1}^{N_{p-1}} m_i$, $\sum_{i=1}^{N_{p-1}} t_i$ – соответственно суммарное число замен из N_{p-1} и суммарная наработка N_{p-1} изделий данного наименования за первое полугодие p -го года эксплуатации.

Рассчитанные по формуле (5) нормы расхода используют для корректировки потребности эксплуатанта в запасных частях до конца текущего года.

В случае отсутствия сведений о наработке изделий данного наименования расчет норм расхода запасных частей осуществляют по сведениям о налете самолета данного типа. Тогда формулы (4), (5) примут вид:

$$R_{UR}^p = 100 \frac{\sum_{i=1}^{N_p} m_i}{\sum_{j=1}^{N_p} T_j} n;$$

$$R_{UR}^{p-2} = 100 \frac{\sum_{i=1}^{N_{(p-1)-2}} m_i + \sum_{i=1}^{N_{p-1}} m_i}{\sum_{j=1}^{A_{(p-1)-2}} T_j + \sum_{j=1}^{A_{p-1}} T_j} n,$$

где $\sum_{j=1}^{A_p} T_j$, $\sum_{j=1}^{A_{p-1}} T_j$, $\sum_{j=1}^{A_{(p-1)-2}} T_j$ – суммарный налет соот-

ветственно A_p самолетов за p -й рассматриваемый год эксплуатации, A_{p-1} самолетов за первую половину p -го года эксплуатации и $A_{(p-1)-2}$ самолетов за вторую половину $(p-1)$ года эксплуатации; A – количество самолетов в рассматриваемой группе.

С накоплением статистических данных по фактическому расходу изделий за несколько лет эксплуатации нормы расхода запасных частей на внеплановые замены рассчитывают как функцию от наработки изделий (налета самолета). Такой расчет проводят для запасных частей с высокой удельной себестоимостью, т. е. для тех, которые определяют основные затраты на запасные части к данному типу самолета.

Технологический процесс по обеспечению авиакомпании горюче-смазочными материалами (ГСМ) летных подразделений, автотранспортным горючим, спецжидкостями и другими жидкостями состоит из следующих укрупненных операций [5]:

- определения потребности в ГСМ на плановый период и составления заявки на них;
- заключения договоров на поставку ГСМ;
- организации современной доставки, размещения и хранения ГСМ, поступающих по планам поставки;
- организации выдачи ГСМ подразделениям.

Параллельно с перечисленными операциями отделом ГСМ постоянно ведется контроль за хранением ГСМ, слежение за уровнем запасов и техническое обслуживание устройств и складских емкостей.

Технический процесс МТС авиакомпании, выполняющих техническое обслуживание самолетов (ремонтные работы) отражает действующую в отрасли поточную форму снабжения. Сущность этой формы заключается в организуемой планомерности поставок продукции q от поставщиков и складов органов снабжения к потребителям с учетом потребности и необходимых сроков t появления спроса в каждом виде имущества. При этом в основу организации потока положен учет периодов потребления каждого имущества, подлежащего отправке потребителю (рис. 3).

Уровень запаса каждого наименования имущества оценивается с учетом величины расходов на хранение $C_{\text{хр}}$, доставку $C_{\text{дос}}$, убытков из-за неудовлетворительного спроса $C_{\text{уб}}$ и других показателей.

В современных условиях бесперебойное обеспечение авиакомпании материальными средствами невозможно без применения математических методов прогнозирования потребностей планирования поставок, учета наличия материального имущества и анализа деятельности органов МТС. Применение математических методов позволяет

устанавливать величину экономической партии и снижать тем самым расходы на хранение и доставку материальных ресурсов.

Рассмотрим в качестве элементарного базового примера процесс установления величины экономической партии поставки авиаГСМ. Объектом постоянного спроса является авиаГСМ. Топливо поступает на склад ГСМ партией (составом) q . Затраты на доставку одной партии (состава) не зависят от количества цистерн в составе и эта постоянная часть затрат равна $C_{\text{дос}}$. Затраты на хранение единицы топлива в единицу времени (например, в сутки) составляют $C_{\text{хр}}$.

Предположим, авиапредприятию на период времени T выделен лимит топлива Q и отделу ГСМ необходимо определить величину экономической партии поставки q так, чтобы суммарные затраты на приобретение (доставку) и хранение были минимальными.

Средний уровень запаса ГСМ в течение периода t равен $q/2$.

При этом затраты на хранение за этот интервал времени составят $\frac{1}{2}qtC_{\text{хр}}$.

Общие затраты на доставку и хранение экономической партии имущества будут представлены как

$$Z_{\text{общ}} = C_{\text{дос}} + \frac{1}{2}qtC_{\text{хр}}.$$

Поскольку

$$\frac{Q}{q} = \frac{T}{t} = K$$

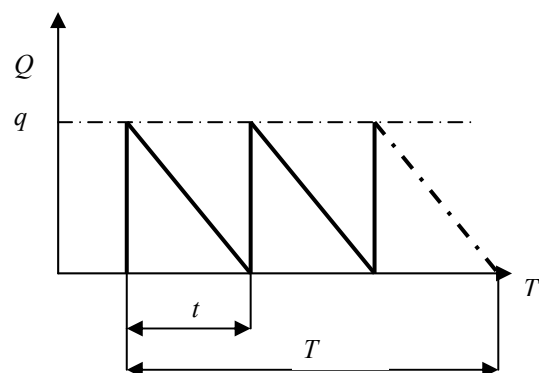


Рис. 3. Графическое толкование задачи управления запасами:

Q – общая потребность в имуществе на планируемый период времени T ;

q – размер партии поставки имущества;

t – период поставки q -го размера партии имущества

определяет общие затраты за интервал времени T , то

$$(C_{\text{дос}} + \frac{1}{2}qtC_{\text{хр}})K = \frac{QC_{\text{дос}}}{2} + \frac{TC_{\text{хр}}}{2}q,$$

где $\frac{TC_{\text{хр}}}{2}q$ – затраты на хранение.

Графическое толкование уравнения величины общих затрат показано на рис. 4.

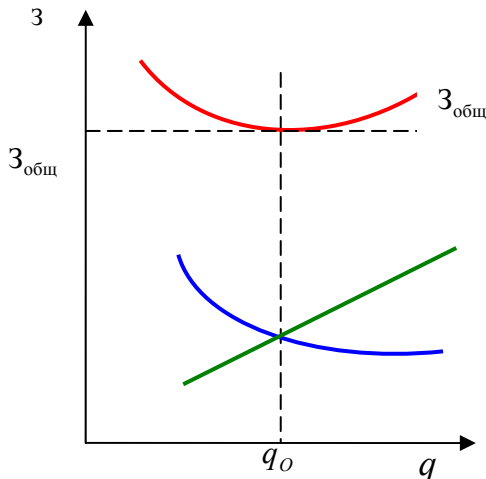


Рис. 4. Зависимость частных и общих затрат от величины партии поставки ГСМ

Величина экономической партии достигается при равенстве

$$\frac{Q}{q}C_{\text{дос}} = \frac{TC_{\text{хр}}q}{2},$$

т. е. при

$$q = q_0 = \sqrt{2\frac{Q}{T}\frac{C_{\text{дос}}}{C_{\text{хр}}}},$$

где $\frac{Q}{q}C_{\text{дос}}$ – затраты на доставку.

Экономический период поставки равен

$$t = t_0 = \sqrt{2\frac{T}{Q}\frac{C_{\text{дос}}}{C_{\text{хр}}}}.$$

Минимальный размер общих затрат на доставку и хранение экономической партии составит

$$Z_{\text{общ}} = \sqrt{2QTC_{\text{дос}}C_{\text{хр}}}.$$

Выводы

Умелое использование достижений в области совершенствования планирования, организации, управления МТС и методов технической эксплуатации изделия по состоянию позволяет внедрять прогрессивные технологические процессы снабжения запасными частями и обеспечивать авиакомпании ГСМ.

Литература

1. *Транспортная логистика*: Учеб. для транспортных вузов/Под общ. ред. Л. Б. Миротина. – М.: Экзамен, 2003. – 512 с.
2. *Техническая эксплуатация самолетов за рубежом*. Учеб. пособие/ Под общ. ред. д-ра техн. наук, проф. Н. Н. Смирнова. – М.: МИИГА, 1992. – 112 с.
3. *Лаврентьев Л.Н.* Управление материальными ресурсами. – М.: МИИГА, 1991. – 68 с.
4. *Организация и планирование материально-технического снабжения в гражданской авиации*: Учеб. для вузов/ Под ред. Е. Ф. Бусалова. – М.: Транспорт, 1987. – 335 с.
5. *Чирков В. К.* Основные технологические процессы производства ГА. – М.: МИИГА, 1992. – 68 с.

Стаття надійшла до редакції 05.09.07.