

МИНИСТЕРСТВО СТРОИТЕЛЬСТВА ПРЕДПРИЯТИЙ  
НЕФТЯНОЙ И ГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

ВНИИСТ

*1-6 8087*

# руководство

ПО ОРГАНИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ  
ПРОИЗВОДСТВЕННЫМИ ЗАПАСАМИ  
МАТЕРИАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ  
НА СТРОИТЕЛЬСТВЕ  
МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

Р 413-81

Москва 1980

МИНИСТЕРСТВО СТРОИТЕЛЬСТВА ПРЕДПРИЯТИЙ  
НЕФТЯНОЙ И ГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

ВНИИСТ

---

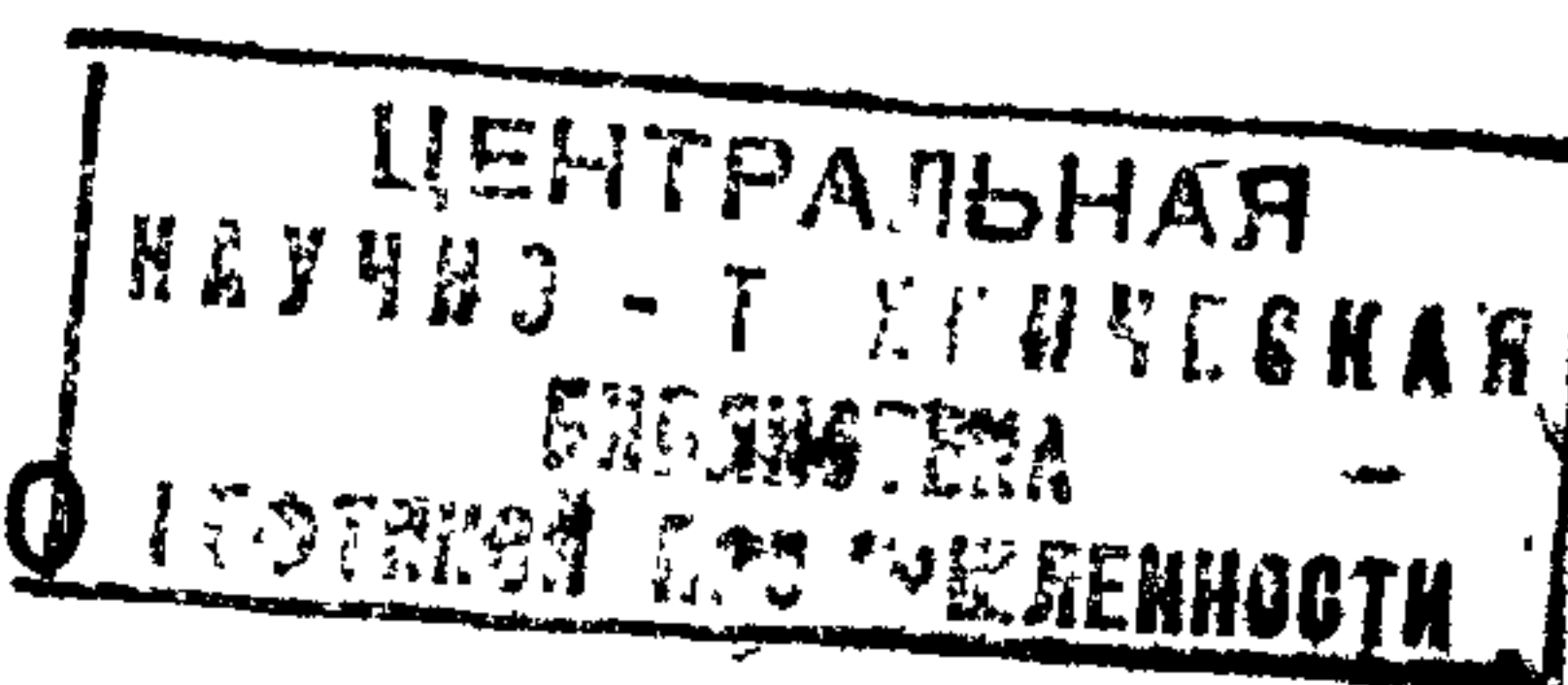
# руководство

---

ПО ОРГАНИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ  
ПРОИЗВОДСТВЕННЫМИ ЗАПАСАМИ  
МАТЕРИАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ  
НА СТРОИТЕЛЬСТВЕ  
МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

Р 413-81

Москва 1980



УДК 368.767;2.148

В данном Руководстве приводятся методы рациональной организации управления запасами трубопроводостроительных материалов при строительстве магистральных трубопроводов.

Руководство предназначено для работников центрального аппарата министерства, главков, объединений, трестов, строительных управлений, занятых вопросами материально-технического обеспечения.

В разработке Руководства принимали участие: кандидаты техн. наук М. П. Карпенко, Р. Д. Габелая, инженеры Р. С. Гаспарянц, В. П. Горошевский, И. В. Кондрашов, А. Б. Штейман (ВНИИСТ); д-р техн. наук Л. Г. Телегин, канд. техн. наук Б. Н. Курепин, инженеры В. Н. Беспалов, Э. В. Задворнов (МИНХ и ПИ им. И. М. Губкина).

Всесоюзный научно-исследовательский институт по строительству магистральных трубопроводов (ВНИИСТ)	Руководство по организации управления производственными запасами материальных ресурсов на строительстве магистральных трубопроводов	Р 413-81 Разработано впервые
--	---	---------------------------------

## I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.1. Непрерывный процесс воспроизводства средств производства и предметов потребления достигается в процессе перемещения продуктов труда из сферы производства в сферы обращения и потребления, где завершается процесс их кругооборота. Это движение приводит к образованию транспортных запасов, запасов на складах промежуточных снабженческо-сбытовых организаций, в сфере производства и потребления.

В настоящем Руководстве рассмотрены запасы, возникающие только в процессе производства.

I.2. Рост масштабов строительства промышленных и магистральных трубопроводов делает все более актуальными вопросы совершенствования управления запасами материально-технических ресурсов.

I.3. В условиях строительства магистральных трубопроводов определение потребности в основных трубопроводостроительных материалах и задача оптимального их потребления имеют огромное значение для выполнения производственного плана с наименьшими затратами.

I.4. К основным трубопроводостроительным материалам, рассматриваемым в данном Руководстве, относятся материалы, равномерно потребляемые в процессе строительства линейной части (трубы, сварочные и изоляционные материалы).

I.5. Предлагаемая методика определения текущей потребности в материалах разработана применительно к линейному объектно-му строительному потоку (ЛОСП).

Внесено ДООСМ ВНИИСТА	Утверждено ВНИИСТом 16 января 1981 г.	Срок введения 1 апреля 1981 г.
-----------------------	---------------------------------------	--------------------------------

**I.6.** Методика регулирования текущей потребности в материалах разработана применительно к уровням трестов и объединений. Методика рационального прикрепления заводов - поставщиков труб к станциям назначения разработана применительно к уровню объединений и главков.

**I.7.** Производственными запасами называются средства производства, находящиеся на складах строительно-монтажных организаций, предназначенные для производственного потребления.

**I.8.** Необходимость создания производственных запасов обуславливается несовпадением сроков и размеров партий поставок отдельных видов трубопроводостроительных материалов со сроками и размерами их потребления при сооружении линейной части магистральных трубопроводов.

**I.9.** Производственные запасы подразделяются на текущий, подготовительный, страховой (гарантийный) и сезонный.

**I.10.** Текущий запас предназначен для обеспечения непрерывного хода строительства линейной части в период между очередными поставками материалов.

**I.11.** Подготовительный запас создается для работы в период разгрузки материалов, осуществления их приемки и подготовки к использованию.

**I.12.** Страховой (гарантийный) запас обеспечивает ход строительства линейной части при отклонении условий поставок и потребления материалов от запланированных.

**I.13.** Сезонный запас обеспечивает непрерывный ход строительства при сезонных колебаниях в поставках материалов.

**I.14.** Производственные запасы выражаются: а) в натуральных единицах; б) в днях обеспеченности; в) в стоимостном выражении.

Запас в днях  $D$  обеспеченности находят делением запаса  $W$  в натуральных единицах на среднесуточный расход  $P$ :

$$D = \frac{W}{P}. \quad (1)$$

**I.15.** Запас  $C$  в стоимостном выражении находят умножением запаса в натуральных единицах на планово-заготовительную цену:

$$C = C_1 W. \quad (2)$$

1.16. Внедрение приведенных в Руководстве положений позволит сократить издержки строительно-монтажных организаций, связанных с созданием и содержанием необходимых запасов основных трубопроводостроительных материалов.

## 2. НОРМИРОВАНИЕ ЗАПАСОВ МАТЕРИАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

2.1. Нормой производственных запасов называется такое плановое минимальное количество материалов, находящееся на складах строительно-монтажной организации, которое обеспечивает нормальный ход строительства.

2.2. Особенностью норм материальных запасов является изменчивость их основной (текущей части). Поэтому различают максимальные, минимальные и средние нормы.

2.3. Максимальная норма  $W_{max}$  производственного запаса соответствует максимальной величине текущего запаса и определяется суммированием максимального текущего, подготовительного и страхового запасов:

$$W_{max} = W_{тек} + W_{под} + W_{Г}, \quad (3)$$

где  $W_{тек}$ ,  $W_{под}$ ,  $W_{Г}$  — соответственно максимальный текущий, подготовительный и гарантийный запасы.

2.4. Минимальная норма  $W_{min}$  запаса соответствует полному исчерпанию текущего запаса и определяется как сумма подготовительного и страхового запасов:

$$W_{min} = W_{под} + W_{Г}. \quad (4)$$

2.5. Среднюю норму запаса  $W_{ср}$  находят суммированием половины текущего запаса, подготовительного и страхового запасов:

$$W_{ср} = \frac{W_{тек}}{2} + W_{под} + W_{Г}. \quad (5)$$

Среднюю норму запасов используют в планах материально-технического снабжения и называют переходящим запасом.

2.6. Нормой текущего запаса  $W_{тек}^{cp}$  называется средний текущий, равный половине произведения среднесуточного расхода на интервал поставки:

$$W_{тек}^{cp} = \frac{\rho t}{2}, \quad (6)$$

где  $\rho$  - среднесуточный расход материала;  
 $t$  - интервал поставок в днях.

2.7. Норму подготовительного запаса принимают равной одному дню.

2.8. Норму страхового  $W_{\Gamma}$  запаса определяют на основании учета фактических опозданий отдельных поставок материалов:

$$W_{\Gamma} = \frac{\sum_{i=1}^n (t_i - \bar{t}) V_i}{\sum_{i=1}^n V_i}, \quad (7)$$

где  $t_i$  - интервал  $i$ -й опоздавшей партии (в днях);  
 $V_i$  - объем  $i$ -й опоздавшей партии в натуральных единицах;  
 $\bar{t}$  - средневзвешенный интервал между поставками (в днях), который определяют по формуле

$$\bar{t} = \frac{\sum_{j=1}^m t_j V_j}{\sum_{j=1}^m V_j}, \quad (8)$$

где  $V_j$  - фактический объем  $j$ -й партии;  
 $t_j$  - фактический интервал  $j$ -й партии;  
 $m$  - общее число партий поставок;  
 $n$  - общее число опоздавших партий.

2.9. Сезонный запас определяют длительностью сезонного перерыва доставки материалов и находят по формуле

$$W_c = \int_{T_{пер}^H}^{T_{пер}^{OK}} \rho(t) dt, \quad (9)$$

где  $P(t)$  - интенсивность потребления материалов;  
 $T_{пер}^H$ ,  $T_{пер}^{OK}$  - время начала и окончания перерыва.

Если интенсивность потребления материалов постоянна и равна среднесуточному расходу, то

$$W_c = P ( T_{пер}^{OK} - T_{пер}^H ). \quad (10)$$

### 3. ДВИЖЕНИЕ ЗАПАСОВ МАТЕРИАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

3.1. Основой управления запасами материальных ресурсов является моделирование движения запасов для определения его вероятного размера в любой фиксированный момент времени.

3.2. Движение запасов выражают аналитическим и графическим способами. Аналитически движение запасов описывают основным уравнением запасов по формуле

$$W_t = W_{нач} + \int_0^t [a(t) - b(t)] dt, \quad (11)$$

где  $W_t$  - запас в любой ( $t$ -й) момент времени;  
 $W_{нач}$  - начальный запас, формируемый до начала работ;  
 $a(t)$  и  $b(t)$  - соответственно функции поступления и расхода материалов во времени.

Пример графического изображения движения запасов в интервале между поставками показан на рис. I.

3.3. Закономерность изменения поступления и расхода материалов определяют методами математической статистики на основании учета фактических данных.



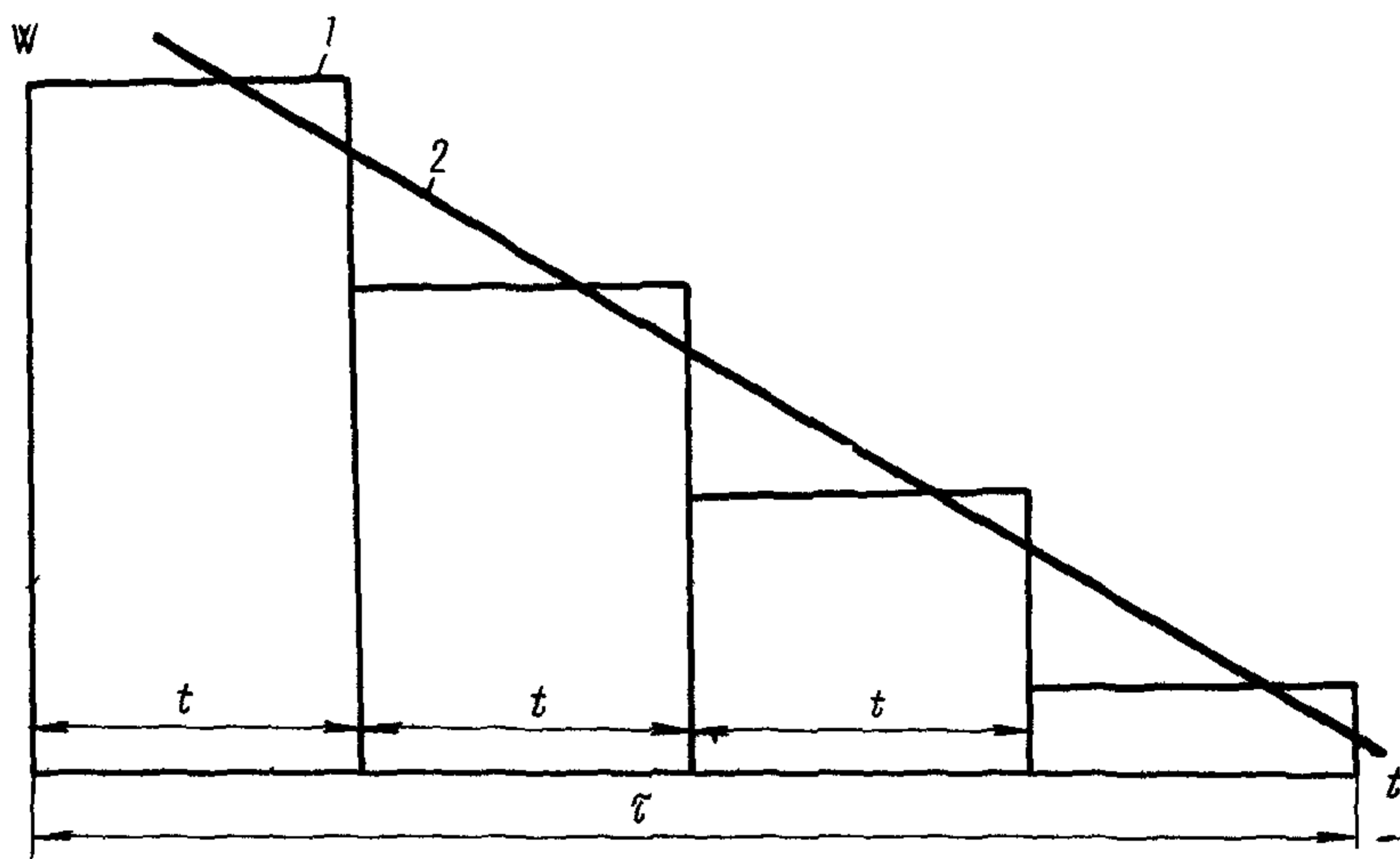


Рис.1. Движение текущей части запаса в интервале между поставками очередных партий:

$t$  - интервалы потребления текущей части запаса;  $T$  - интервал времени между очередными поставками; 1 - фактическое изменение текущей части запаса; 2 - аппроксимация фактического изменения текущей части запаса прямой линией

#### 4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕКУЩЕЙ ПОТРЕБНОСТИ В ТРУБОПРОВОДОСТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛАХ

4.1. Эффективность любой стратегии управления запасами зависит от точности прогнозирования расхода материалов.

4.2. Расход материалов оценивают с помощью функции текущей потребности в материалах.

4.3. Функция текущей потребности изображается в виде графика, по оси абсцисс которого отложена приведенная протяженность каждого километрового отрезка участка трассы, а по оси ординат - километровые деления, соответствующие пикетам участка трассы (рис.2).

4.4. Фактическая протяженность каждого приведенного километрового отрезка участка трассы  $L_{\phi_i}$  определяют по формуле

$$L_{\phi_i} = \frac{l}{\alpha_i}, \quad (12)$$

где  $\alpha_i$  - показатель сложности километрового  $i$ -го участка трассы.

4.5. Если по оси абсцисс графика отложить участки  $P_{CM}$ , равные сменной производительности ЛОСП, то разность ординат дает текущую сменную потребность в трубопроводостроительных материалах.

4.6. Для возможности прогнозирования текущая потребность в материалах должна быть выражена как функция времени. При этом к функции потребления предъявляются следующие требования:

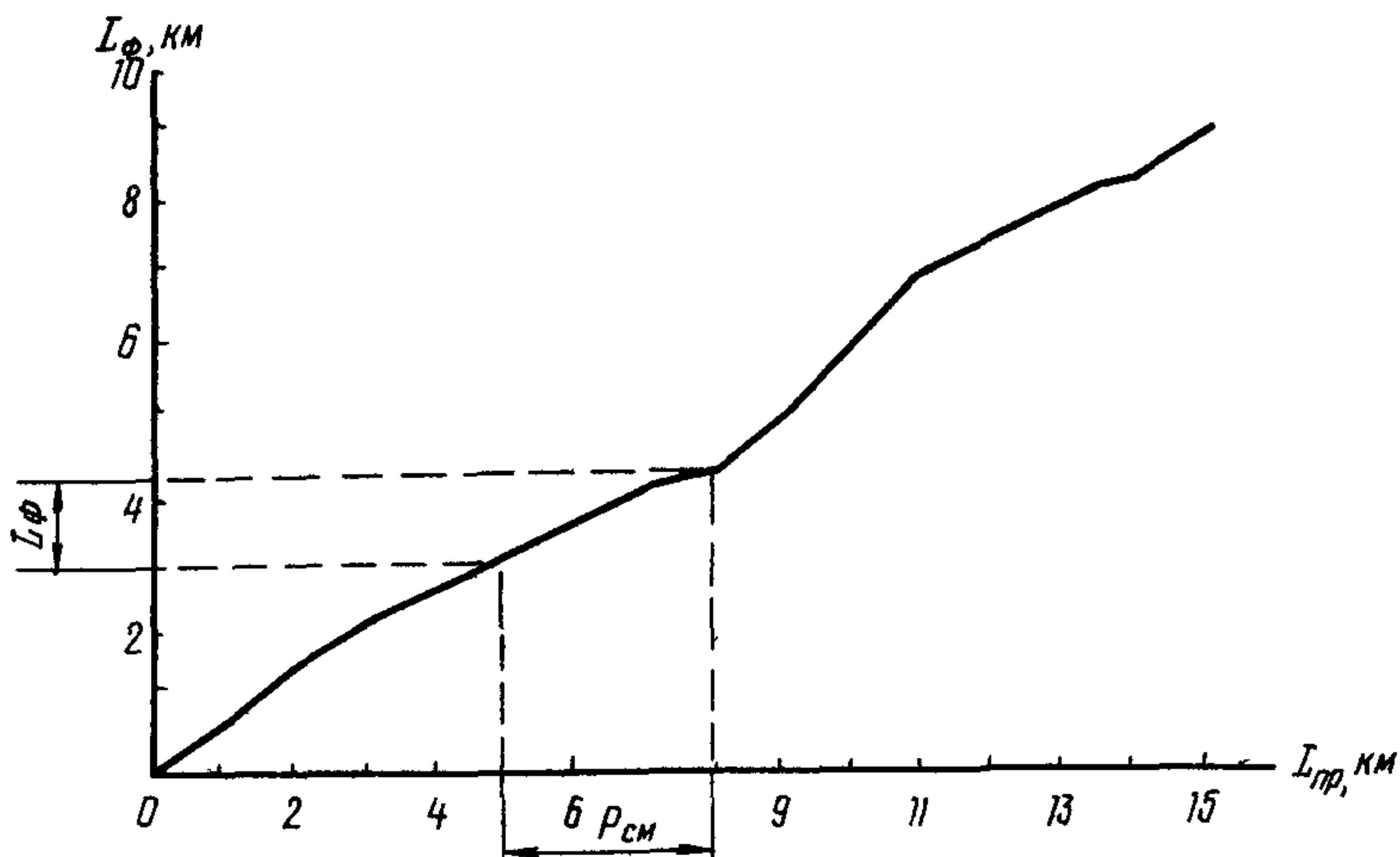


Рис.2. График текущей потребности в материалах  $L_{\phi} = f(L_{pr})$ :  
 $P_{CM}$  - сменная производительность ЛОСП;  $L_{\phi}$  - фактическая потребность в материалах;  $L_{pr}$  - приведенная протяженность

а) функция текущего потребления должна позволять определять необходимые объемы поставок с учетом величины страховых запасов в любой момент времени;

б) взаимосвязь между функцией поставки и функцией потребления материалов с учетом наличия страховых запасов должна удовлетворять условию:

$$f_{пост}(t) = f_{потр}(t) + f_{стр}, \quad (13)$$

где  $f_{пост}(t)$  - функция поставки материалов;  
 $f_{потр}(t)$  - функция текущего потребления;  
 $f_{стр}$  - страховой запас;

в) с учетом ограничения площади складов должно выполняться условие

$$\max(f_{пост}) = \max(f_{потр} + f_{стр}) \leq S, \quad (14)$$

где  $S$  - вместимость склада;

г) функция  $f_{потр}(t)$  должна как можно более полно и точно отражать природно-климатические факторы, присущие данной трассе.

4.7. Для перевода функции текущей потребности с аргументом по  $L_{пр}$  в функцию с аргументом по времени необходимо исключить все скачки ординат у функции  $f_{потр}(L_{пр})$ , которые соответствуют переходам трубопроводов через естественные и искусственные преграды, заблаговременно сооружаемым специализированными бригадами. Так как практически эти участки довольно короткие и сооружаются, как правило, из труб с повышенной толщиной стенки и усиленной изоляцией, то эти скачки вычитают из функции потребления и заменяют отрезками времени, для которых  $\Delta f_{потр}(t) = 0$ , причем численно эти отрезки равны времени перебазировки ЛОСП через соответствующее препятствие.

Для удобства работы с функцией  $f_{потр}(t)$  ось времени разбивают на отрезки, соответствующие времени прохождения ЛОСП по участку, лежащему в границах, обслуживаемых одной станцией (пристанью) разгрузки материалов.

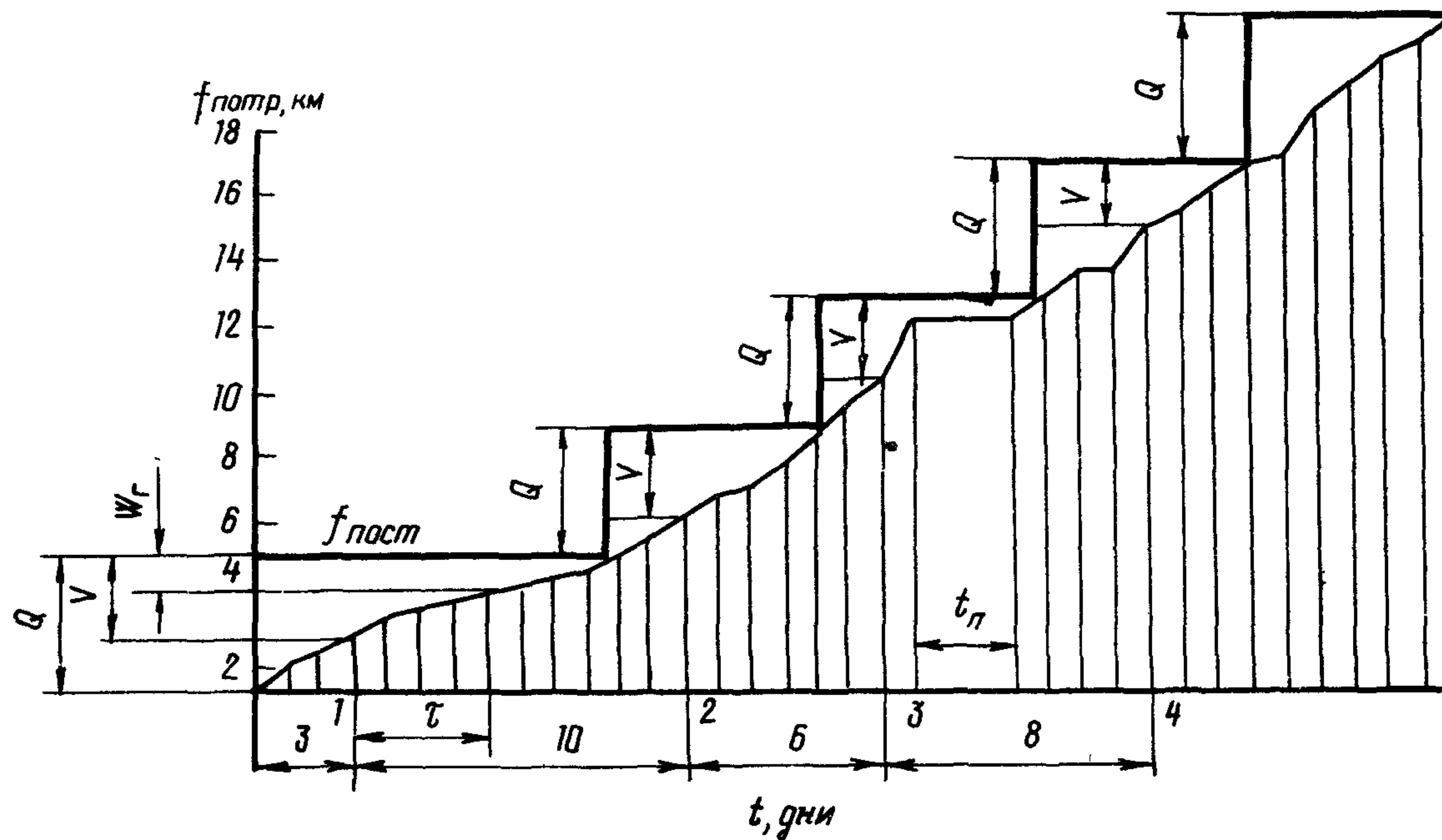


Рис.3. Определение точки заказа:

$t_n$  - время перебазировки через преграду;  $\tau$  - суммарное время прохождения заявки, организации отгрузки и доставки очередной партии материалов; 1, 2, 3, 4 - точки заказа;  $V$  - уровень запаса, при котором подается заявка на очередную партию;  $W_r$  - страховой запас;  $Q$  - объем очередной партии поставки (вагон, железнодорожный маршрут)

График функции  $f_{потр}(t)$  строится с шагом дискретности  $\Delta t$ , равным одной смене. Вид функции  $f_{потр}(t)$  называется интегральной (накопительной) функцией потребления (рис.3). Тангенс угла между осью абсцисс и ломаной интегральной линией показывает интенсивность расхода материалов.

4.8. Поскольку величина партий поставок материалов фиксирована (мáрирут, вагон), для определения параметров поставок принимается модель с условно-фиксированным уровнем заказа.

4.9. Уровень запасов  $V$ , при котором делается заказ на получение очередной партии материалов (точка заказа), определяют по формуле

$$V = W_T + P, \quad (15)$$

где  $W_T$  - уровень страховых запасов для данного способа организации строительства линейной части трубопровода в данный период строительства;  
 $P$  - потребность в материалах за период с момента подачи заявки на материалы до их получения (с учетом времени на транспортировку тем или иным видом транспорта).

4.10. Потребность в материалах с момента подачи заявки до получения очередной партии составит:

$$P = f_{потр}(t_n) - f_{потр}(t_0), \quad (16)$$

где  $t_n$  и  $t_0$  - соответственно моменты подачи заявки и получения очередной партии.

4.11. Точка заказа определяется как момент времени, когда разность между функцией поставки и функцией потребления материалов составит  $W_T$ . Это время необходимо уменьшить на величину времени подачи заявки, организации отгрузки поставщиком заказанной партии и времени ее доставки. Полученное значение определит точку заказа (см.рис.3).

**5. РЕГУЛИРОВАНИЕ ТЕКУЩЕЙ ПОТРЕБНОСТИ  
В ТРУБОПРОВОДОСТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛАХ  
СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ**

5.1. Текущее потребление материально-технических ресурсов при строительстве линейной части магистральных трубопроводов является не постоянным во времени, а имеет весьма значительные колебания, что значительно усложняет регулирование запасов строительно-монтажной организации.

5.2. Для регулирования текущей потребности функция текущего потребления должна быть представлена в виде дифференциальной эпюры потребления, которая называется интенсивностью потребления и обозначается  $z(t)$  (рис.4).

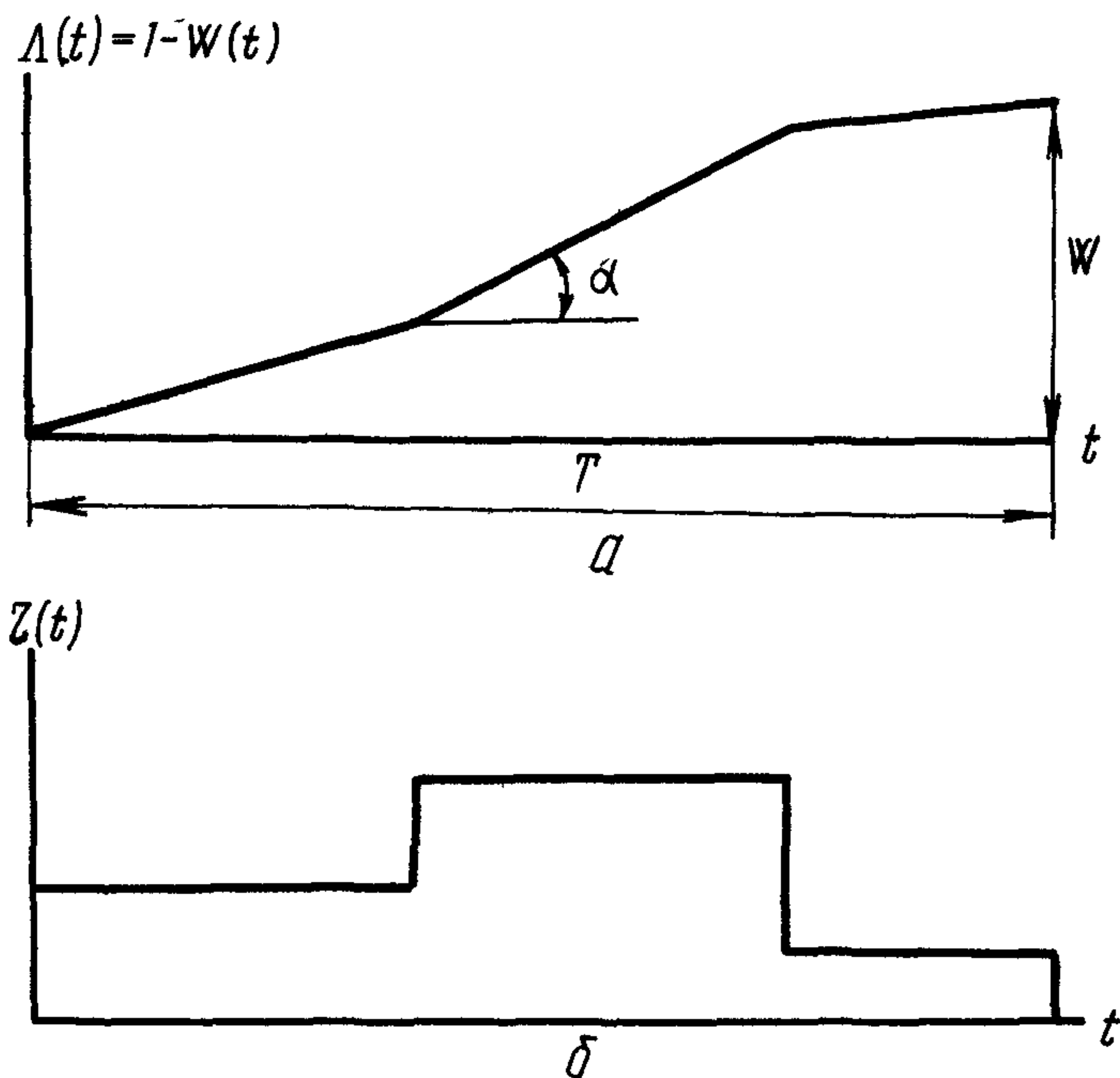


Рис.4. Интегральная (а) и дифференциальная (б) эпюры потребления материалов:

$T$  - время расхода запаса

5.3. При наличии нескольких, одновременно работающих потоков, суммарную функцию текущей потребности в момент времени  $t$  определяют соотношением

$$R_i(t) = \sum_{n=1}^N z_n^i(t), \quad (17)$$

где  $R_i(t)$  - суммарная текущая потребность в  $i$ -м материале;  
 $N$  - число ЛОСП;  
 $z_n^i(t)$  - текущая потребность  $n$ -го потока в  $i$ -м материале.

График функции  $R_i(t)$  (рис.5) также имеет вид дифференциальной эпюры потребления. Площадь этой эпюры выражает общий потребный суммарный объем в  $i$ -м материале.

5.4. Неравномерность потребления ресурсов  $K_H$  в целом по строительно-монтажной организации определяют по формуле

$$K_H = \frac{R_i(t)_{max}}{R_i(t)_{min}}, \quad (18)$$

где  $K_H$  - коэффициент неравномерности;

$R_i(t)_{max}, R_i(t)_{min}$  соответственно максимальное и минимальное суммарные потребления  $i$ -го материала.

5.5. Необходимо путем подбора рациональных схем организации работы ЛОСП по возможности минимизировать отклонения значений коэффициента неравномерности потребления материалов от единицы.

5.6. Число схем организации работы ЛОСП равно:

при неодновременном их включении

$$B_N = 2^N; \quad (19)$$

при одновременном включении

$$B_N = 2^{N-1}, \quad (20)$$

где  $N$  - число ЛОСП.

пример организации работы двух ЛОСП показан на рис.6.

5.7. Алгоритм выбора наиболее рациональной схемы организации строительства заключается в следующем:

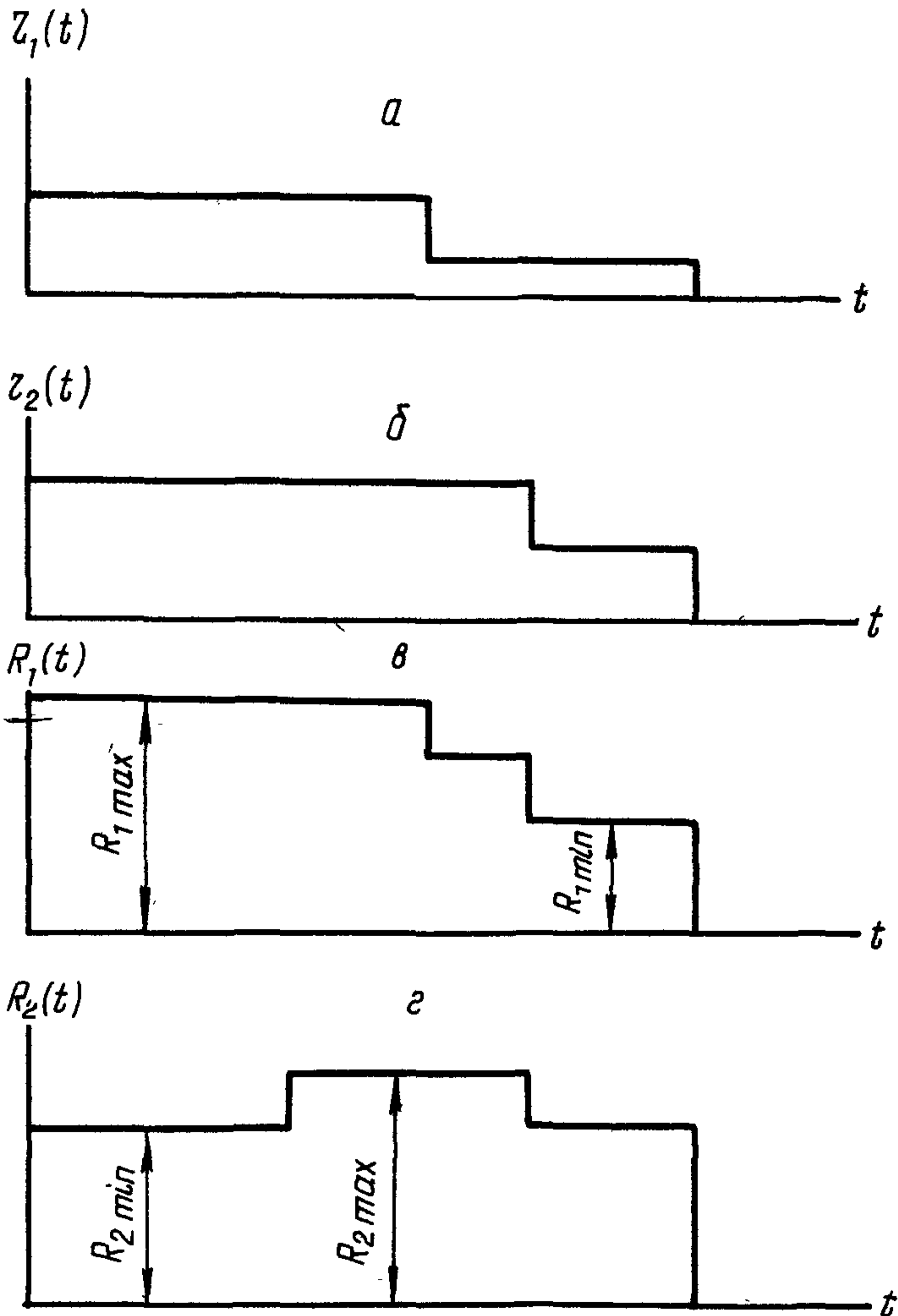


Рис.5. Определение суммарной текущей потребности в материалах для двух ЛОСП функционирующих одновременно:

а-интенсивность расхода материалов ЛОСП № 1; б-интенсивность расхода материалов ЛОСП № 2; в-суммарная интенсивность расхода материалов двух ЛОСП при согласном их движении; г-суммарная интенсивность расхода материалов двух ЛОСП при встречном их движении



а) определяют число схем организации работы ЛОСП по формуле (19) или (20);

б) для каждой из схем организации строят суммарную дифференциальную эпюру текущего потребления;

в) определяют коэффициент неравномерности потребления материалов для каждой из схем организации по формуле (18);

г) выбирают наименьшее значение коэффициента неравномерности. Схема, соответствующая этому коэффициенту, будет наиболее рациональной схемой организации работы ЛОСП с точки зрения равномерности расхода материалов.

5.8. При реализации решения на ЭВМ выдается соответственно номер варианта и значение коэффициента неравномерности.

5.9. Варьирование организацией строительства по вышеизложенным принципам позволит существенно упорядочить показатели потребления ресурсов в процессе сооружения линейной части трубопроводов.

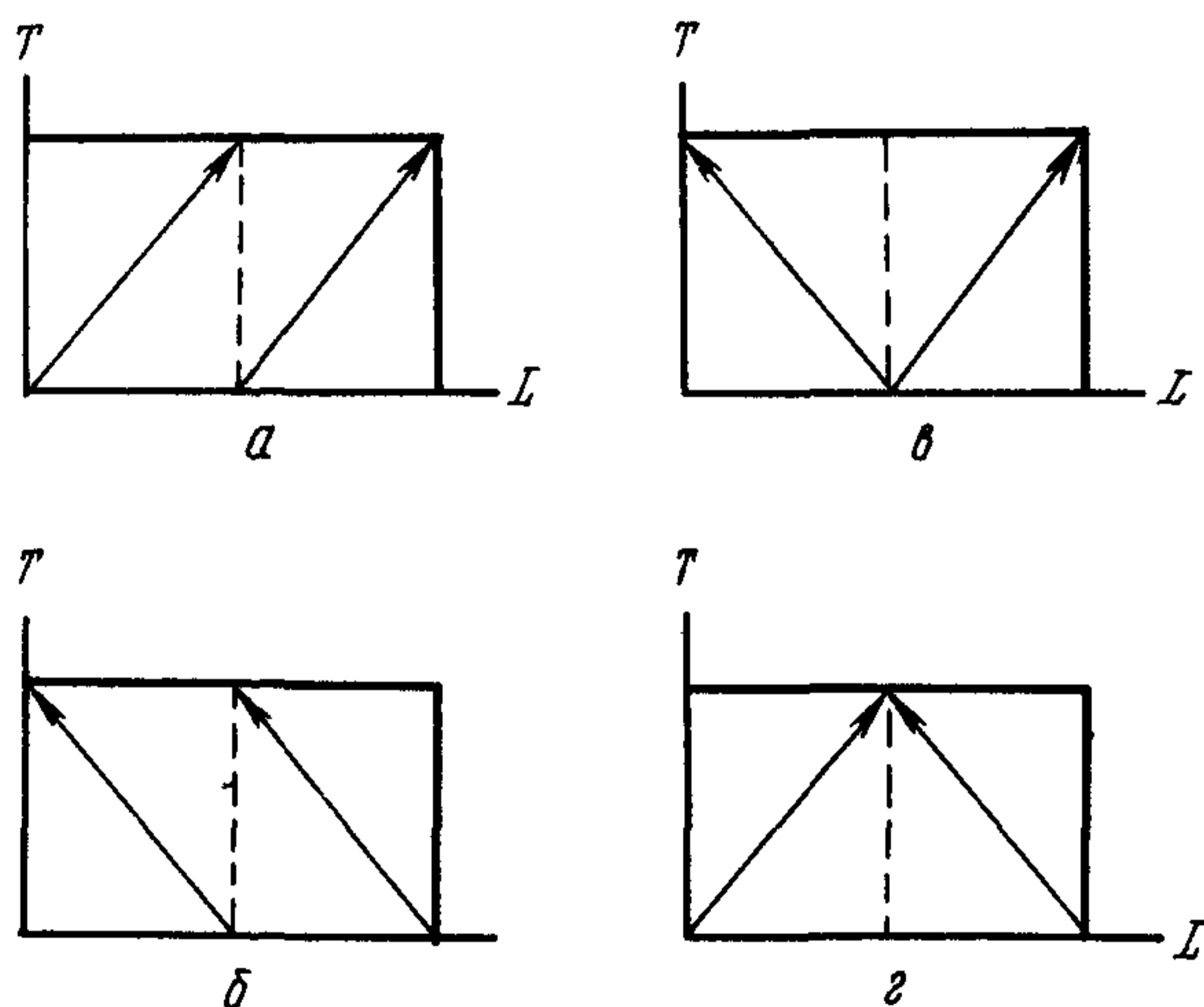


Рис.6. Возможные схемы организации строительства для двух ЛОСП с одновременным включением:

а-согласованное попутное движение потоков; б-согласованное встречное движение потоков; в-несогласованное движение расходящихся потоков; г-несогласованное движение сходящихся потоков

## 6. ПРИКРЕПЛЕНИЕ ЗАВОДОВ-ПОСТАВЩИКОВ ТРУБ К СТАНЦИЯМ РАЗГРУЗКИ

6.1. Применительно к потреблению трубопроводостроительных материалов основными вопросами прикрепления поставщиков к потребителям являются вопросы транспортировки этих материалов от пунктов производства (баз, заводов, причалов) до мест потребления, т.е. непосредственно на трассу.

6.2. Организационная структура строительных подразделений Миннефтегазстроя предопределяет интерес к оптимизации транспортных схем на уровне главных управлений и министерства в целом. На этом уровне задача оптимального прикрепления поставщиков труб к потребителям сводится к классической транспортной задаче линейного программирования.

В данном случае в качестве поставщиков, выпускающих определенное количество однородной (или полностью взаимозаменяемой) продукции, выступают заводы - изготовители труб. При этом следует иметь в виду, что замены поставщиков, выпускающих одинаковый сортамент, не всегда возможны в связи с разницей в технических условиях на выпускаемую продукцию.

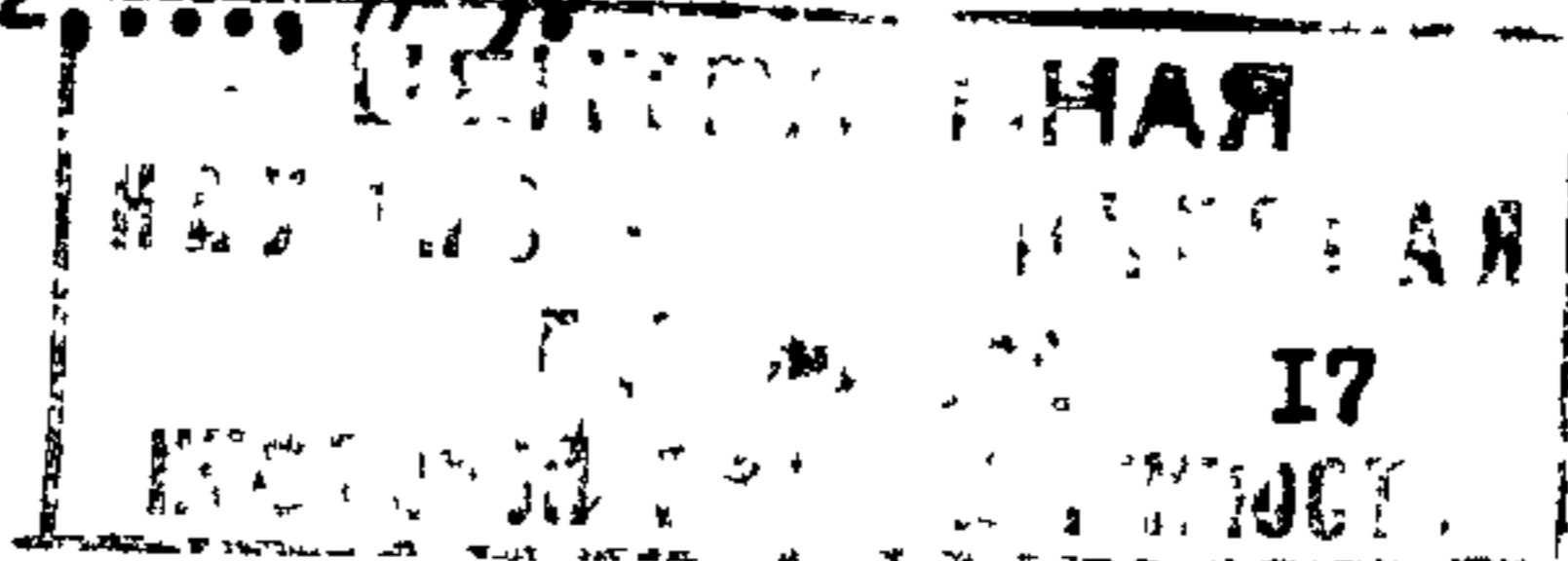
6.3. Из проекта организации строительства известно число труб, поставляемых на каждую станцию назначения в соответствии с протяженностью строящегося участка трубопровода, обслуживаемого данным пунктом разгрузки.

6.4. Следовательно, имеется  $m$  поставщиков и  $n$  пунктов потребления труб. Соотношение между количеством поставщиков и потребителей может быть любым ( $m = n$ ;  $m < n$ ;  $m > n$ ).

6.5. Суммарные ресурсы поставщиков должны быть равны общей потребности потребителей, т.е. должно выполняться условие

$$\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j, \quad (2I)$$

где  $a_i$  - ресурс труб данного типоразмера, имеющийся у  $i$ -го завода-поставщика ( $i = 1, 2, \dots, m$ );  
 $b_j$  - число труб, которое необходимо поставить на  $j$ -ю станцию ( $j = 1, 2, \dots, n$ ).



6.6. Стоимости перевозок труб от  $i$ -го поставщика  $j$ -му потребителю соответствуют тарифам на перевозки и задаются транспортной матрицей

Станции назначения	Заводы-поставщики труб				
	1	2	3	4	5
1	$C_{11}$	$C_{21}$	$C_{31}$	$C_{41}$	$C_{51}$
2	$C_{12}$	$C_{22}$	$C_{32}$	$C_{42}$	$C_{52}$
3	$C_{13}$	$C_{23}$	$C_{33}$	$C_{43}$	$C_{53}$
4	$C_{14}$	$C_{24}$	$C_{34}$	$C_{44}$	$C_{54}$

6.7. Необходимо определить число труб  $X_{ij}$ , перевозимых от  $i$ -го завода на  $j$ -ю станцию назначения так, чтобы выполнялись следующие условия и ограничения:

а) все запланированные объемы труб должны быть вывезены со всех заводов-поставщиков, т.е.

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} = a_i; \quad (22)$$

б) на все станции назначения должны быть поставлены трубы согласно проекту организации строительства

$$\sum_{i=1}^m X_{ij} = b_j; \quad (23)$$

в) суммарная стоимость перевозок должна быть минимальна

$$C = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij} X_{ij} \longrightarrow \min. \quad (24)$$

6.8. Поставленные задачи решаются методом потенциалов, который подробно разработан теоретически и входит в библиотеки стандартных программ систем математического обеспечения большинства современных ЭВМ, где даны подробные инструкции по решению подобных задач.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие положения .....	3
2. Нормирование запасов материальных ресурсов .....	5
3. Движение запасов материальных ресурсов .....	7
4. Определение текущей потребности в трубопроводостроительных материалах .....	8
5. Регулирование текущей потребности в трубопрово- достроительных материалах строительной-монтажной организации .....	13
6. Прикрепление заводов-поставщиков труб к станциям разгрузки .....	17

Руководство  
по организации управления производственными  
запасами материальных ресурсов на строитель-  
стве магистральных трубопроводов

Р 413-81

Издание ВНИИСТА

Редактор Ф.Д.Остаева  
Корректор С.И.Михайлова  
Технический редактор Т.В.Берешева

---

Д-78730	Подписано в печать 21.У. 1981 г.	Формат 60x84/16
Печ.л. 1,25	Уч.-изд.л. 1,0	Бум.л. 0,625
Тираж 500 экз.	Цена 10 к.	Заказ 64

---

Ротапринт ВНИИСТА