

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

Кафедра “Управление эксплуатационной работой”

А. А. ЕРОФЕЕВ

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Лабораторный практикум

*Одобрено методической комиссией
гуманитарно-экономического факультета*

Гомель 2006

УДК 658.51 (075.8)
ББК 65.052.5
Е78

Р е ц е н з е н т – зав. кафедрой «Экономика» профессор В. П. Бугаев (УО «БелГУТ»).

Ерофеев, А. А.

Е78 Производственные технологии: лабораторный практикум/ А. А. Ерофеев; М-во образования Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель: БелГУТ, 2007. – 64 с.

ISBN 985-468-149-1

Приведено описание выполняемых лабораторных работ связанных с технологией работы промышленных и транспортных предприятий, даны краткие сведения из теории, рассмотрены практические примеры расчета.

Предназначен для выполнения лабораторных работ студентами гуманитарно-экономического факультета специальности «Коммерческая деятельность на транспорте» по дисциплине «Производственные технологии». Может быть использован инженерно-техническими работниками промышленных и транспортных предприятий.

УДК 658.51 (075.8)
ББК 65.052.5

ISBN 985-468-149-1

© Ерофеев А. А., 2007

© Оформление. УО «БелГУТ», 2007

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
<i>Лабораторная работа № 1</i> Определение типа производства по коэффициенту закрепления операций.....	5
<i>Лабораторная работа № 2</i> Определение размера партии деталей в серийном производстве.....	11
<i>Лабораторная работа № 3</i> Технологичность изделия, ее показатели и пути обеспечения.....	16
<i>Лабораторная работа № 4</i> Выбор рационального варианта механической обработки детали по минимальной себестоимости.....	24
<i>Лабораторная работа № 5</i> Разработка элементов логистической цепи перевозки грузов.....	33
<i>Лабораторная работа № 6</i> Определение размеров технологических зон склада	40
<i>Лабораторная работа № 7</i> Складской грузопоток. Расчет стоимости грузопереработки на складе.....	49
<i>Лабораторная работа № 8</i> Расчет числа подач-уборок на пункты местной работы грузовой станции.....	57
Список использованной и рекомендуемой литературы.....	64

ВВЕДЕНИЕ

Технология – это современный способ развития общественного производства, поскольку данное понятие включает в себя производственное, интеллектуальное, информационное, образовательное и иное технологическое развитие. Проникновение технологий во все сферы жизнедеятельности человека является частью уровня развития современного общества.

Использование научных достижений в технологии промышленного производства помогает создавать наиболее рациональные производственные процессы и находить оптимальные условия для их осуществления.

Разнообразие производств обуславливает разнообразие видов технологии и, следовательно, требует от экономиста разносторонних технических знаний и умения быстро ориентироваться в сложных условиях современного производства.

Знание технологии позволяет экономистам выявлять пути рационального использования имеющихся резервов и роста производства, внедрения в производство научно-технических достижений; выбирать наиболее эффективные способы использования сырья, материалов, топлива и электроэнергии; правильно определять производственные мощности предприятий и др.

Цель данного практикума – ознакомить студентов с методикой решения основных задач, связанных с различными отраслями производства и помочь им в приобретении навыков инженерных расчетов.

Лабораторная работа № 1

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТИПА ПРОИЗВОДСТВА ПО КОЭФФИЦИЕНТУ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ОПЕРАЦИЙ

Цель работы: приобрести практические навыки определения типа производства по его характеристике – коэффициенту закрепления операций $K_{з.о}$ – и изучить влияние величины $K_{з.о}$ на элементы себестоимости выпускаемой продукции.

Сведения из теории

Выбор того или иного технологического процесса зависит от типа производства. В зависимости от производственной программы и характера изготавливаемой продукции различают три типа производства: единичное, серийное и массовое.

Единичное производство характеризуется малым объемом выпуска изделий, повторное изготовление или ремонт которых, как правило, не предусматриваются. Изготовление продукции либо не повторяется вовсе, либо повторяется через неопределенный промежуток времени (индивидуальные заказы). Сюда относятся производство особо крупных уникальных машин и оборудования, прокатных станов, тепловых и гидравлических турбин, прессов, станков специального назначения, космических станций, ремонт автомобилей, инструмента и оборудования.

Серийное производство характеризуется изготовлением или ремонтом изделий периодически повторяющимися партиями. В зависимости от количества изделий в партии или серии различают мелкосерийное, среднесерийное и крупносерийное производство. Серийным производством выпускаются машины и изделия ограниченного применения: компрессоры, насосы, металлорежущие станки, тепловозы, электровозы, экскаваторы, летательные аппараты, подъемно-транспортные машины и др.

Массовое производство характеризуется большим объемом выпускаемых изделий, непрерывно изготавливаемых или ремонтируемых продолжительное время, в течение которого на большинстве рабочих мест выполняется одна рабочая операция. Массовым производством изготавливают широко используемые машины и изделия, такие как автомобили, тракторы, комбайны, электродвигатели, холодильники, приборы, часы, подшипники, велосипеды, мотоциклы, стиральные машины, электролампочки и т. п.

Согласно ГОСТ 3.1119-83, ГОСТ 14.004-83 ЕСТД и РД 50-174-80

ЕСТПП одной из характеристик типа производства, т.е. классификационной категории производства, выделяемой по признакам широты номенклатуры, регулярности, стабильности, объема выпуска изделий является **коэффициент закрепления операций** $K_{3.0}$.

$K_{3.0}$ показывает отношение числа всех различных технологических операций, выполняемых или подлежащих выполнению подразделением в течение месяца, к числу рабочих в одной смене. Таким образом, $K_{3.0}$ характеризует число различных технологических операций, приходящихся в среднем на одно рабочее место участка за месяц. Он также характеризует среднюю частоту смены технологических операций на производственном участке. Например, если $K_{3.0} = 22$, а количество рабочих дней в месяц 22, то ежедневно происходит смена операций на каждом рабочем месте участка. Таким образом, $K_{3.0}$ характеризует и время непрерывной работы по выполнению операций на всех деталях производственной партии.

Изменение времени непрерывного выполнения одной работы влияет на специализированные навыки рабочих, трудоемкость обработки и оплату труда рабочих подразделения, затраты на переналадки, периодичность в обслуживании со стороны мастера, наладчика и оплату простоев рабочих мест в ожидании обслуживания, на затраты на планирование и учет движения продукции. Все эти величины в рублях показывают изменение себестоимости выпускаемой продукции в зависимости от величины $K_{3.0}$.

Так как величина $K_{3.0}$ отражает частоту смены различных технологических операций и связанную с этим периодичность в первую очередь обслуживания рабочего информационными и вещественными элементами производства, то $K_{3.0}$ оценивается применительно к явочному числу рабочих подразделения из расчета на одну смену:

$$K_{3.0} = \frac{\sum \Pi_{o_i}}{\sum P_{я_i}} = \frac{K_B \Phi \sum \Pi_{o_i}}{\sum N_i T_i}, \quad (1)$$

где $\sum \Pi_{o_i}$ – суммарное число различных операций; $\sum P_{я_i}$ – явочное число рабочих подразделения, выполняющих различные операции; K_B – коэффициент выполнения норм; Φ – месячный фонд времени рабочего при работе в одну смену; $\sum N_i T_i$ – суммарная трудоемкость программы выпуска; N_i – программа выпуска каждой i -й позиции номенклатуры; T_i – трудоемкость i -й позиции.

Методика решения

Необходимо рассчитать коэффициент закрепления операций и по его величине установить тип производства (формула (1)). Расчет выполняется в

следующем порядке.

При технологических расчетах условное число разнотипных операций Π_{o_i} , выполняемых на одном станке в течение месяца при работе в одну смену, определяется по формуле

$$\Pi_{o_i} = \frac{\eta_n}{\eta_3}, \quad (2)$$

где η_n – планируемый коэффициент загрузки станка (нормативный) всеми закрепленными за ним однотипными операциями. Его величину при расчетах принимают равной 0,8; η_3 – коэффициент загрузки станка одной, заданной для проектирования операцией,

$$\eta_3 = \frac{T_{шт} N_M}{60 F_M K_B}, \quad (3)$$

где $T_{шт}$ – штучно-калькуляционное время, необходимое для выполнения операций, мин; N_M – месячная программа выпуска данной детали при работе в одну смену, шт.;

$$N_M = \frac{N_r}{2 \cdot 12} = \frac{N_r}{24}, \quad (4)$$

где N_r – годовой объем выпуска заданной детали, шт./год; 2 – количество рабочих смен в сутках; 12 – число месяцев в году;

F_M – месячный фонд времени работы оборудования в одну смену, ч,

$$F_M = \frac{4055}{2 \cdot 12} = 169 \text{ ч};$$

K_B – коэффициент выполнения норм, равный 1,3.

Суммарное число различных операций за месяц по рабочему месту из расчета на одного сменного мастера

$$\sum \Pi_{o_i} = \Pi_{o_1} + \Pi_{o_2} + \Pi_{o_3} + \dots + \Pi_{o_n}, \quad (5)$$

где 1, 2, ..., n – номера рабочих мест.

Число рабочих на один станок, загруженный до $\eta_n = 0,8$ при работе в одну смену, определяется по формуле

$$P_{я_i} = \frac{N_i T_i}{K_B \Phi \cdot 60} = \frac{\Pi_{o_i} N_M T_{шт}}{K_B \Phi \cdot 60}, \quad (6)$$

где $N_i = \Pi_{o_i} N_M$ – приведенный объем выпуска деталей, шт./мес.; $T_i = T_{шт}$ – штучно-калькуляционное время на выполнение заданной операции, мин; Φ – месячный фонд времени рабочего при 22 рабочих днях в месяц, ч,

$$\Phi = 22 \cdot 8 = 176 \text{ ч.}$$

Явочное число рабочих участка при работе в одну смену определяется суммированием значений P_{o_i} :

$$\sum P_{o_i} = P_{o_1} + P_{o_2} + P_{o_3} + \dots + P_{o_n}. \quad (7)$$

На основании значений $\sum \Pi_{o_i}$ и $\sum P_{я_i}$ по формуле (1) определяется коэффициент закрепления операций и на его основании по таблице 1 определяется тип производства.

Т а б л и ц а 1 – **Определение типа производства в зависимости от $K_{з.о}$**

Коэффициент закрепления операций $K_{з.о}$	Тип производства
До 1,0 (включительно)	Массовое
Св. 1,0 до 10,0	Крупносерийное
” 10,0 ” 20,0	Среднесерийное
” 20,0 ” 40,0	Мелкосерийное
Св. 40,0	Единичное

Коэффициент закрепления операций оказывает влияние и на себестоимость выпускаемых изделий.

Оплата затрат подготовительно-заключительного времени может быть подсчитана по формуле, руб.,

$$З_{п.з.т} = 12 T_{п.з} \sum P_{я_i} C_{ц} K_{з.о}, \quad (8)$$

где $T_{п.з}$ – среднее подготовительно-заключительное время операции, ч; $\sum P_{я_i}$ – явочное число рабочих участка, приходящихся на одного мастера, чел.; $C_{ц}$ – оплата одного нормо-часа с учетом дополнительной зарплаты и отчислений на соцнужды, руб.

В данной работе $T_{п.з}$ следует принимать равным 0,25 ч, а оплату одного нормо-часа $C_{ц}$ – равной 598 руб. (часовая тарифная ставка станочника 3-го разряда).

Оборотные средства в незавершенном производстве рассчитываются по формуле, руб.,

$$H_o = \frac{E_H \cdot 3n \left(C_3 + \frac{C}{N_\Gamma} \cdot 0,5 \right)}{K_{3,0}}, \quad (9)$$

где E_H – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений ($E_H = 0,15$); 3 – число партий деталей, приходящееся в среднем на одно рабочее место, равное трем (одна партия в ожидании обработки, вторая – на станке в работе, третья – на транспортировке либо на контроле); n – размер партии деталей, обрабатываемых на одной наладке при 12 запусках партий в год, шт.,

$$n = \frac{N_\Gamma}{12}; \quad (10)$$

C_3 – стоимость заготовки, руб.; C – себестоимость механической обработки годового выпуска деталей одного наименования, руб.; 0,5 – коэффициент нарастания затрат.

Оплата затрат по планированию и учету движения продукции, руб.,

$$З_\Gamma = 12 \cdot \sum_{я_\Gamma} P_{я_\Gamma} K_{3,0} \left(C_H + \frac{C_P}{O_d} \right), \quad (11)$$

где C_H – оплата планирования и учета одной операции, руб.; C_P – оплата планирования и учета одной детали, руб.; O_d – среднее число операций в одной детали по участку. В данной работе можно принять $C_H = 200$ руб., а $C_P = 800$ руб.

Пример расчета

Требуется определить тип производства по коэффициенту закрепления операций при следующих исходных данных (таблица 2), а также рассчитать связанные с типом производства и коэффициентом закрепления затраты.

Т а б л и ц а 2 – **Исходные данные**

Номер детали	Количество операций	$T_{шт}$ на операцию, мин						N_Γ	C_3 , тыс. руб.	C , млн. руб.
		1	2	3	4	5	6			
1	5	6	5	8	7	9	-	3000	1,1	7,875

Величины остальных показателей, необходимых для выполнения расчетов, принимаются из вышеописанной методики решения.

1 Определяем коэффициент загрузки станка η_3 одной, заданной для проектирования операцией (см. формулу (3)).

$$\text{Согласно формуле (4)} \quad N_M = \frac{3000}{24} = 125 \text{ шт.}$$

В соответствии с вышеописанной методикой решения

$$F_M = \frac{4055}{2 \cdot 12} = 169 \text{ ч, } K_B = 1,3.$$

$$\text{Тогда } \eta_{31} = \frac{6 \cdot 125}{60 \cdot 169 \cdot 1,3} = 0,057; \quad \eta_{32} = \frac{5 \cdot 125}{60 \cdot 169 \cdot 1,3} = 0,047;$$

$$\eta_{33} = \frac{8 \cdot 125}{60 \cdot 169 \cdot 1,3} = 0,076; \quad \eta_{34} = \frac{7 \cdot 125}{60 \cdot 169 \cdot 1,3} = 0,066; \quad \eta_{35} = \frac{9 \cdot 125}{60 \cdot 169 \cdot 1,3} = 0,085.$$

2 Определяем число операций Π_{o_i} , выполняемых на каждом рабочем месте, при нормативном коэффициенте загрузки станка $\eta_H = 0,8$ (см. формулу (2)).

$$\Pi_{o_1} = \frac{0,8}{0,057} = 14; \quad \Pi_{o_2} = \frac{0,8}{0,047} = 17; \quad \Pi_{o_3} = \frac{0,8}{0,076} = 10,5; \quad \Pi_{o_4} = \frac{0,8}{0,066} = 12;$$

$$\Pi_{o_5} = \frac{0,8}{0,085} = 9,4.$$

$$\text{Согласно формуле (5)} \quad \sum \Pi_{o_i} = 14 + 17 + 10,5 + 12 + 9,4 = 62,9.$$

3 Определяем явочное число рабочих на участке по операциям на одну смену $P_{я_i}$ (см. формулу (6))

$$P_{я_1} = \frac{14 \cdot 6 \cdot 125}{1,3 \cdot 176 \cdot 60} = 0,76; \quad P_{я_2} = \frac{17 \cdot 5 \cdot 125}{1,3 \cdot 176 \cdot 60} = 0,76; \quad P_{я_3} = \frac{10,5 \cdot 8 \cdot 125}{1,3 \cdot 176 \cdot 60} = 0,76;$$

$$P_{я_4} = \frac{12 \cdot 7 \cdot 125}{1,3 \cdot 176 \cdot 60} = 0,76; \quad P_{я_5} = \frac{9,4 \cdot 9 \cdot 125}{1,3 \cdot 176 \cdot 60} = 0,76.$$

$$\text{Согласно формуле (7)} \quad \sum P_{o_i} = 3,8.$$

4 Рассчитываем величину коэффициента закрепления операций $K_{з.о}$ (см. формулу (1)) и на его основании определяем тип производства:

$$K_{з.о} = \frac{62,9}{3,8} = 16,5.$$

Тип производства может быть определен по таблице 1. В данном примере тип производства – среднесерийное.

5 Определяем годовую оплату затрат подготовительно-заключительного времени $Z_{п.з.г}$ (см. формулу (8)):

$$Z_{п.з.г} = 12 \cdot 0,25 \cdot 3,8 \cdot 598 \cdot 16,5 = 112,484 \text{ тыс. руб.}$$

6 Определяем годовую стоимость запасов незавершенного производства H_o (см. формулу (9)):

Согласно формуле (10) $n = \frac{3000}{12} = 250$ шт.,

$$H_o = \frac{0,15 \cdot 3 \cdot 250 \cdot \left(1,1 + \frac{7875}{3000} \cdot 0,5\right)}{16,5} = 16,42 \text{ тыс. руб.}$$

7 Определяем годовую оплату затрат по планированию и учету движения продукции Z_r (см. формулу (11))

$$Z_r = 12 \cdot 3,8 \cdot 16,5 \cdot \left(200 + \frac{800}{5}\right) = 270,864 \text{ тыс. руб.}$$

Вывод:

1) между величиной $K_{3,0}$ и затратами подготовительно-заключительного времени, а также затратами по планированию и учету продукции существует прямо пропорциональная зависимость (с увеличением коэффициента указанные затраты также увеличиваются);

2) стоимость запасов незавершенного производства и величина $K_{3,0}$ обратно пропорциональны друг другу.

Контрольные вопросы

- 1 Какой период времени принимается в расчет при определении $K_{3,0}$?
- 2 Для каких условий работы (в одну или две смены) рассчитывается $K_{3,0}$?
- 3 Что вы понимаете под термином «нормативный коэффициент загрузки станка» и какова его величина в данной работе?
- 4 Как влияет величина $K_{3,0}$ на затраты подготовительно-заключительного времени?
- 5 Каким образом влияет величина $K_{3,0}$ на стоимость запасов незавершенного производства?
- 6 Как влияет величина $K_{3,0}$ на затраты по планированию и учету движения продукции?
- 7 При каких значениях $K_{3,0}$ производство считается крупносерийным, среднесерийным и мелкосерийным?

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРА ПАРТИИ ДЕТАЛЕЙ В СЕРИЙНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Цель работы: приобрести практические навыки определения размера производственной партии в серийном производстве дифференцированным методом.

Сведения из теории

В соответствии с ГОСТ 14.004-83 **производственной партией** называются предметы труда одного наименования и типоразмера, запускаемые в обработку в течение определенного интервала времени, при одном и том же подготовительно-заключительном времени на операцию.

Исходной нормой, предопределяющей в серийном производстве значения календарно-плановых норм, регламентирующих движение частей и изделий в производстве, является размер партии деталей.

Под размером партии понимается количество данных предметов, одновременно запускаемых в производство и движущихся в нерасчленяемом составе по технологическим операциям с однократной затратой по ним подготовительно-заключительного времени.

Размер партии оказывает существенное влияние на экономику производства изделий. С увеличением размера партии растет производительность труда и снижается себестоимость детали. Однако с ростом партии увеличиваются длительность производственного цикла и величина связывания оборотных средств в незавершенном производстве.

В практике машиностроения широкое применение получили методы поэтапного расчета и согласования размеров партии деталей. Эти расчеты, базирующиеся на использовании коэффициента закрепления операций $K_{з,о}$, являющегося определяющей характеристикой типа производства и его технико-организационного уровня, принято называть дифференцированными.

Методика решения

В дифференцированном методе определения размера партии деталей одного наименования и типоразмера расчет производится в два этапа.

Э т а п 1. Производятся расчеты двух предельно допустимых параметров партии i -х деталей – n_1 и n_2 .

Первый параметр n_1 определяется по формуле

$$n_1 = \frac{F_{\text{э.м}} K_0 K_B}{K_{3.0} \sum_{i=1}^{K_0} T_i}, \quad (1)$$

где $F_{\text{э.м}}$ – эффективный месячный фонд времени участка, мин; K_0 – число операций механической обработки по технологическому процессу; K_B – средний коэффициент выполнения норм по участку; $K_{3.0}$ – коэффициент закрепления операций; $\sum_{i=1}^{K_0} T_i$ – суммарная трудоемкость операций технологического процесса; T_i – средняя трудоемкость одной операции, нормо-мин.

Параметр n_1 отражает достигнутый участком уровень специализации рабочих мест, показатели производительности труда и себестоимости обработки.

Второй параметр n_2 рассчитывается по формуле

$$n_2 = \frac{F_{\text{э.м}} K_{\text{сл}} K_B}{K_{\text{м.о}} \sum_{i=1}^{K_0} T_i}, \quad (2)$$

где $K_{\text{сл}}$ – коэффициент, учитывающий сложность и трудоемкость обработки детали; $K_{\text{м.о}}$ – коэффициент, учитывающий затраты межоперационного времени.

Параметр n_2 учитывает и ограничивает допустимый объем незавершенного производства и связывания оборотных средств.

Э т а п 2. Найденные выше расчетные параметры n_1 и n_2 анализируют с целью удовлетворения требованиям технико-организационного порядка.

Важнейшим требованием является обеспечение кратности партии деталей размеру партии изделий на сборочной стадии $n_{\text{сб}}$, а также месячной программе выпуска

$$N_{\text{м}} = \frac{N_{\text{г}}}{24}; \quad (3)$$

а) кратность партии деталей ее размеру на сборочной стадии обеспечивается подбором целочисленного значения коэффициента кратности $n/n_{\text{сб}} = K_n = 1, 2, 3, \dots, n$. При этом для расчета берется минимальное значение n из двух, ранее найденных значений параметров партии n_1 и n_2 ,

$$n = n_{\min}.$$

Кратность партии деталей ее размеру на сборочной стадии определяется по зависимости

$$n' = K_n n_{сб}; \quad (4)$$

б) кратность партии деталей месячной программе выпуска N_M обеспечивается установлением для нее нормальной периодичности повторения производства I_H .

Под периодом повторения производства, или ритмом партии, понимают отрезок времени между сроками запуска и выпуска двух смежных партий данного изделия.

Расчетная периодичность повторения i -х деталей

$$I_p = \frac{n' \cdot 22}{N_M}. \quad (5)$$

Полученную расчетом периодичность необходимо сравнить с ее допустимыми нормативными значениями I_H .

За принимаемую периодичность повторения производства i -х деталей $I_{пр}$ берется большее ближайшее из значений I_H .

После этого выполняют вторую коррекцию принимаемого размера партии согласно условию

$$n'' = \frac{I_{пр} \cdot N_M}{22} < n_{\max}. \quad (6)$$

Размеры партий рассчитывают по всей номенклатуре деталей участка. При этом полученные значения периодичностей $I_{пр}$ в пределах одного участка не должны различаться более чем на 3–4 последовательно кратных значения, например, $I_H = 2,5; 5$ дней и т. д.

Из двух взаимосвязанных показателей – периодичность повторения $I_{пр}$ и размер партии n'' – главным является $I_{пр}$. Размер партии n'' , шт., является величиной, корректируемой в зависимости от объема выпуска.

При выполнении расчетов используются следующие значения параметров:

- 1 Эффективный месячный фонд производственного участка $F_{э.м} = 10560$ мин.
- 2 Средний коэффициент выполнения норм по участку $K_B = 1,3$.
- 3 Коэффициент $K_{м.о}$, учитывающий затраты межоперационного времени, принимается в зависимости от габаритов, сложности и количества

операций механической обработки детали K_o :

- крупногабаритные сложные детали $K_o > 12$; $K_{м.о} = 0,75$;
- среднегабаритные сложные детали $4 \leq K_o \leq 12$; $K_{м.о} = 1,5$;
- мелкие простые детали $1 \leq K_o \leq 3$; $K_{м.о} = 1,5$.

4 Ряд допустимых (нормативных) периодичностей запуска партии деталей I_n представлен в таблице 1.

Т а б л и ц а 1 – Нормативные периодичности запуска деталей

Месяцы	1/22	1/8	1/4	1/2	1	[2]	3	[4]	6	[8]	12
Дни	1	2,5	5	11	22	[44]	66	[88]	132	[176]	264
<i>Примечание – Предпочтительные значения I_n даны без скобок.</i>											

5 Коэффициент $K_{сл}$, учитывающий сложность детали, принимается для сложных и трудоемких деталей равным 1, а для деталей средней сложности и трудоемкости равным 0,75.

Остальные данные, необходимые для расчетов, представляются в виде исходных значений в таблице вариантов заданий.

Пример расчета

Требуется определить размер партии среднегабаритной сложной детали. Исходные данные: $F_{э,м} = 10560$ мин, $K_{з,о} = 6$, $K_v = 1,3$, $K_m = 600$ шт. Потребность на партию сборки $n_{сб} = 5$ шт. В соответствии с технологическим процессом деталь обрабатывают за $K_o = 10$ операций при

суммарной трудоемкости $\sum_{i=1}^{K_o} T_i = 40$ мин.

1 Определяем параметр n_1 (см. формулу (1)):

$$n_1 = \frac{10560 \cdot 10 \cdot 1,3}{6 \cdot 40} = 572 \text{ шт.}$$

2 Определяем параметр n_2 (см. формулу (2)). Для сложных деталей $K_{сл} = 1$; при $K_o = 10$ для среднегабаритных сложных деталей $K_{м.о} = 1,5$:

$$n_2 = \frac{10560 \cdot 1 \cdot 1,3}{1,5 \cdot 40} = 228 \text{ шт.}$$

Сравниваем n_1 и n_2 и выбираем минимальное: $n_2 = n_{\min}$.

3 Округляем значение n_{\min} до величины, кратной $n_{сб} = 5$ шт.,

$$n' = 230 \text{ шт.}$$

4 Определяем расчетную периодичность повторения партий (ритм партий) I_p (см. формулу (5)):

$$I_p = \frac{230 \cdot 22}{600} = 8,4 \text{ дня.}$$

5 По ряду предпочтительных периодичностей принимаем $I_p = 11$ дней.

6 Определяем размер партии, (см. формулу (6)):

$$n'' = \frac{11 \cdot 600}{22} = 300 \text{ шт.}$$

7 Проверяем выполнение условия $n_{\min} \leq n'' \leq n_{\max}$:

$$228 < 300 < 572.$$

Таким образом, установлено, что два раза в месяц (через 11 рабочих дней) требуется запускать в производство очередную партию деталей размером 300 шт.

Контрольные вопросы

- 1 Что называется производственной партией?
- 2 Что понимается под размером партии?
- 3 Какие расчеты размера партии деталей называют дифференцированными и на чем они базируются?
- 4 Какие показатели отражает параметр партии n_1 ?
- 5 Какие показатели отражает параметр партии деталей n_2 ?
- 6 Что понимается под периодом повторения производства или ритмом партии?

Лабораторная работа № 3

ТЕХНОЛОГИЧНОСТЬ ИЗДЕЛИЯ, ЕЕ ПОКАЗАТЕЛИ И ПУТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Цель работы: изучить основные показатели технологичности изделий, научиться рассчитывать показатели технологичности конструкций изделий.

Сведения из теории

Под **технологичностью конструкции изделия** (ГОСТ 14.205-83) понимается совокупность свойств конструкции изделия, проявляемых в возможности оптимальных затрат труда, средств, материалов и времени при технической подготовке производства, изготовлении, эксплуатации и

ремонте по сравнению с соответствующими показателями однотипных конструкций изделий того же назначения при обеспечении установленных значений показателей качества и принятых условий изготовления, эксплуатации и ремонта. К условиям изготовления или ремонта изделия относятся: тип производства, его специализация и организация, годовая программа и повторяемость выпуска, а также применяемые технологические процессы.

Стандарты ЕСТПП предусматривают обязательную отработку изделия на технологичность на всех стадиях ее создания с целью повышения производительности труда, снижения затрат и времени на проектирование, технологическую подготовку производства, изготовление, техническое обслуживание и ремонт при обеспечении необходимого качества изделий.

Количественная оценка технологичности изделия строится на системе показателей, которая включает базовые показатели технологичности, достигнутые при разработке изделия и внесенные в стандарты или ТУ.

Различают производственную и эксплуатационную технологичность. Первая проявляется в сокращении затрат при подготовке и изготовлении изделий, вторая – в сокращении затрат на обслуживание и ремонт. При отработке изделия на технологичность для условий производства необходимо учитывать: объемы выпуска и уровень специализации рабочих мест; виды заготовок и методы их получения; виды и методы обработки, виды и методы сборки, монтажа, настройки, контроля и испытаний; возможность использования типовых технологических процессов, имеющегося технологического оборудования и оснастки; возможность механизации и автоматизации процессов изготовления и технологической подготовки производства; условия материально-технического обеспечения; квалификационный уровень рабочих.

При рассмотрении изделия как объекта эксплуатации анализируются условия работы с аппаратурой, удобства обслуживания, ремонта, требования техники безопасности, возможности хранения и транспортировки.

Методика решения

Показатели технологичности конструкции изделий

Показатели технологичности конструкции характеризуют степень использования в конкретном изделии стандартизированных сборочных единиц, блоков и других составных элементов, а также уровень унификации составных частей изделия (стандартизированные, унифицированные, оригинальные). Эти показатели позволяют определить степень конструктивного единообразия изделия. Они свидетельствуют о

возможности применения минимально необходимого количества типоразмеров составных частей изделия в целях повышения качества продукции и эффективности производства.

К *стандартизированным* относятся составные части изделия, выпускаемые по международным, государственным и отраслевым стандартам.

К *унифицированным* относятся составные части изделия, которые:

- изготавливаются по стандартам предприятия, являющегося головным в отрасли и используются не менее чем в двух типоразмерах или видах изделия, которые выпускаются данным или смежным предприятием;

- предприятие получает в готовом виде как комплектующие составные части, находящиеся в серийном производстве;

- ранее спроектированы как оригинальные для конкретного вида изделия и применены не менее чем в двух типоразмерах или видах изделий.

К *оригинальным* относятся составные части, разработанные только для данного изделия.

К основным параметрам технологичности конструкции изделия относятся следующие:

1 *Коэффициент унификации конструкции изделия* – показывает долю унифицированных частей, используемых в конструкции конкретного изделия,

$$K_y = \frac{E_y - D_y}{E - D}, \quad (1)$$

где E_y – количество унифицированных сборочных единиц в изделии; D_y – количество унифицированных деталей, являющихся составными частями изделия и не вошедших в E_y (стандартные крепежные детали не учитываются); E – количество сборочных единиц в изделии; D – общее количество деталей в изделии без учета стандартного крепежа.

Отдельно рассчитываются коэффициенты унификации для сборочных единиц и деталей.

2 *Коэффициент унификации сборочных единиц*

$$K_{ye} = \frac{E_y}{E}. \quad (2)$$

3 *Коэффициент унификации деталей*

$$K_{yd} = \frac{D_y}{D}. \quad (3)$$

4 Коэффициент стандартизации изделия – показывает долю стандартных частей, используемых в конструкции конкретного изделия,

$$K_{ст} = \frac{E_{ст} - D_{ст}}{E - D}, \quad (4)$$

где $E_{ст}$ – количество стандартных сборочных единиц в изделии; $D_{ст}$ – количество стандартных деталей, являющихся составными частями изделия и не входящих в $E_{ст}$ (стандартные крепежные детали не учитываются).

Отдельно рассчитываются коэффициенты стандартизации для сборочных единиц и деталей.

5 Коэффициент стандартизации сборочных единиц

$$K_{сте} = \frac{E_{ст}}{E}. \quad (5)$$

6 Коэффициент стандартизации деталей

$$K_{стд} = \frac{D_{ст}}{D}. \quad (6)$$

7 Коэффициент контролепригодности изделия – показывает, для какой доли от составных частей конкретного изделия может быть выполнен контроль качества

$$K_k = \frac{H_{кп} + H_{тк} - 1}{H_{кп} H_{тк}}, \quad (7)$$

где $H_{кп}$ – количество контролируемых параметров в изделии; $H_{тк}$ – количество точек контроля в изделии.

Показатели технологичности изготовления изделий

Показатели технологичности изготовления изделий характеризуют эффективность конструктивно-технологических решений для обеспечения высокой производительности труда при изготовлении и ремонте изделий. Различные вопросы технологичности изготовления отражены в действующих государственных стандартах и других нормативно-методических документах.

К основным показателям технологичности изготовления относят следующие:

1 *Трудоемкость изготовления изделия* определяется суммарной трудоемкостью технологических процессов изготовления продукции (для промышленной продукции выражается в нормо-часах)

$$T = \sum_{i=1}^n T_i, \quad (8)$$

где T_i – трудоемкость изготовления, сборки, монтажа, настройки, контроля и испытаний i -й составной части изделия, нормо-ч.

2 *Технологическая себестоимость изделия* определяется суммой затрат на изготовление единицы продукции (без учета покупных изделий)

$$C_T = C_M + C_3 + C_{инн} + C_0, \quad (9)$$

где C_M – расходы на сырье и материалы (без стоимости отходов), руб.; C_3 – основная заработная плата производственных рабочих с начислениями, руб.; $C_{инн}$ – расходы на износ инструмента и приспособлений целевого назначения, руб., C_0 – расходы на содержание и эксплуатацию оборудования, руб.

3 *Коэффициент применения типовых технологических процессов* показывает долю типовых операций в технологическом процессе изготовления изделия:

$$K_{тп} = \frac{T_{тп}}{T}, \quad (10)$$

где $T_{тп}$ – трудоемкость операций, выполняемых по типовым технологическим процессам.

4 *Коэффициент автоматизации и механизации технологических процессов* показывает долю операций в технологическом процессе, которые выполняются с помощью средств механизации и автоматизации,

$$K_{ам} = \frac{T_{ам}}{T}, \quad (11)$$

где $T_{ам}$ – трудоемкость операций, выполняемых с помощью средств механизации и автоматизации.

5 *Коэффициент автоматизации и механизации технологических процессов контроля* показывает долю измерительных операций в общем процессе, которые выполняются автоматизированным либо механизированным путем,

$$K_{мак} = \frac{T_{мак}}{T_k}, \quad (12)$$

где $T_{\text{мак}}$ – трудоемкость операций контроля, выполняемых с помощью средств автоматизации и механизации; $T_{\text{к}}$ – общая трудоемкость контроля изделий.

6 *Относительная трудоемкость сборочно-монтажных работ при изготовлении изделия* показывает долю трудозатрат в производственном процессе, приходящуюся на сборочно-монтажные работы,

$$T_{\text{осми}} = \frac{T_{\text{сми}}}{T}, \quad (13)$$

где $T_{\text{сми}}$ – трудоемкость операций сборочно-монтажных работ.

7 *Относительная трудоемкость настроечно-регулирующих работ при изготовлении изделия* показывает долю трудозатрат в производственном процессе, приходящуюся на настройку и регулировку готового изделия,

$$T_{\text{онри}} = \frac{T_{\text{нри}}}{T}, \quad (14)$$

где $T_{\text{нри}}$ – трудоемкость настроечно-регулирующих работ.

8 *Коэффициент использования материала* отражает степень использования материала заготовки:

$$K_{\text{имд}} = \frac{M_{\text{д}}}{M_{\text{зд}}}, \quad (15)$$

где $M_{\text{д}}$ – масса детали; $M_{\text{зд}}$ – масса заготовки детали.

Пример расчета

Требуется рассчитать показатели технологичности изделия, характеризующие конструкцию изделия и технологию изготовления. Требуемые для расчетов характеристики изделия приведены в таблице 1.

Т а б л и ц а 1 – **Параметры изделия**

Показатель	Величина
Количество унифицированных сборных единиц E_y	27
Количество унифицированных деталей, являющихся составными частями изделия D_y	5
Количество сборочных единиц в изделии E	72
Общее количество сборочных единиц в изделии без учета стандартного крепежа D	45
Количество стандартных сборочных единиц $E_{\text{ст}}$	22
Число стандартных изделий, являющихся составными частями	3

изделия $D_{ст}$	
Количество контролируемых параметров в изделии $N_{кп}$	7
Количество точек контроля в изделии $N_{тк}$	3
Расходы на сырье и материалы C_m , у.д.е.	8000
Основная заработная плата рабочих $C_з$, у.д.е.	152
Расходы на износ инструмента и приспособлений $C_{ин}$, у.д.е.	120
Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования C_o , у.д.е.	20
Трудоемкость изготовления составной части изделия T_i , нормо-ч	25
Количество составных частей изделия N	10

Продолжение таблицы 1

Показатель	Величина
Трудоёмкость операций, выполняемых по типовым технологическим нормам, $T_{тн}$, мин	50
Трудоёмкость операций, выполняемых с помощью средств автоматизации, $T_{ам}$, мин	20
Трудоёмкость операций контроля, выполняемых с помощью средств автоматизации, $T_{мак}$, мин	32
Общая трудоёмкость контроля параметров изделия $T_{к}$, мин	40
Трудоёмкость операций сборочно-монтажных работ $T_{сми}$, мин	12
Общая трудоёмкость изготовления $T_{и}$, мин	20
Трудоёмкость настроечно-регулирующих работ $T_{нри}$, мин	2
Масса заготовки детали $M_{зд}$, кг	0,5
Масса детали $M_{д}$, кг	0,4

Произведем расчет.

Показатели технологичности конструкции изделий

1 Коэффициент унификации конструкции изделия по формуле (1)

$$K_y = \frac{27 - 5}{72 - 45} = 0,815 .$$

2 Коэффициент унификации сборочных единиц по формуле (2)

$$K_{ye} = \frac{27}{72} = 0,375 .$$

3 Коэффициент унификации деталей по формуле (3)

$$K_{уд} = \frac{5}{45} = 0,11 .$$

4 Коэффициент стандартизации изделия по формуле (4)

$$K_{ст} = \frac{22 - 3}{72 - 45} = 0,7 .$$

5 Коэффициент стандартизации сборочных единиц по формуле (5)

$$K_{сте} = \frac{22}{72} = 0,306 .$$

6 Коэффициент стандартизации деталей по формуле (6)

$$K_{стд} = \frac{3}{45} = 0,067 .$$

7 Коэффициент контролепригодности изделия по формуле (7)

$$K_k = \frac{7+3-1}{7 \cdot 3} = 0,429 .$$

Показатели технологичности изготовления изделий

1 Трудоемкость изготовления изделия по формуле (8)

$$T = 25 \cdot 10 = 250 \text{ нормо-ч.}$$

2 Технологическая себестоимость изделия по формуле (9)

$$C_T = 8000 + 152 + 120 + 20 = 8192 \text{ у.д.е.}$$

3 Коэффициент применения типовых технологических процессов по формуле (10)

$$K_{\text{ТП}} = \frac{50}{250} = 0,2 .$$

4 Коэффициент автоматизации и механизации технологических процессов по формуле (11)

$$K_{\text{ам}} = \frac{20}{250} = 0,08 .$$

5 Коэффициент автоматизации и механизации технологических процессов контроля по формуле (12)

$$K_{\text{мак}} = \frac{32}{40} = 0,8 .$$

6 Относительная трудоемкость сборочно-монтажных работ при изготовлении изделия по формуле (13)

$$T_{\text{осми}} = \frac{12}{20} = 0,6 .$$

7 Относительная трудоемкость настроечно-регулирующих работ при изготовлении изделия по формуле (14)

$$T_{\text{онри}} = \frac{2}{20} = 0,1 .$$

8 Коэффициент использования материала детали по формуле (15)

$$K_{\text{имд}} = \frac{0,4}{0,5} = 0,8 .$$

Контрольные вопросы

- 1 Что понимается под термином «технологичность конструкции»?
- 2 Какие виды показателей технологичности вы знаете?
- 3 Какие части изделия называются стандартизированными, унифицированными, оригинальными? Приведите примеры.
- 4 Назовите основные параметры технологичности конструкции изделия.
- 5 Назовите основные параметры технологичности изготовления изделия.

Лабораторная работа № 4

ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНОГО ВАРИАНТА МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ ПО МИНИМАЛЬНОЙ СЕБЕСТОИМОСТИ

Цель работы: приобретение практических навыков расчета технологической себестоимости операций механической обработки и выбора рационального варианта операции по минимальной себестоимости обработки.

Сведения из теории

Процесс обработки материалов резанием получил большое распространение во всех отраслях производства для формоизменения и придания соответствующих размеров заготовкам из различных материалов: дерева, природного камня, металлов и сплавов, пластмасс, стекла, керамических материалов. Сущность процесса заключается в том, что с помощью режущего инструмента с заготовки удаляют в определенных местах так называемый припуск, последовательно приближая ее форму и размеры к требуемым, превращая ее в готовое изделие. Обработку резанием можно производить вручную и с помощью станков. При ручной обработке в качестве инструмента используют зубчатую пилу (ножовку), стамеску и долото, топор, рубанок и фуганок, резец, сверло, рашпиль и напильник, зубило, надфиль, метчик и плашку, абразивный брусок или наждачную бумагу; при станочной обработке – резец, фрезу, ножовку, ленточную или дисковую зубчатую пилу, сверло, протяжку и долбяк, метчик и плашку, абразивный круг и др.

Преимуществом обработки материалов резанием является возможность получения геометрической формы точных размеров с низкой шероховатостью поверхности при различном типе производства. Резанием обрабатывают различные материалы, свойства которых лежат в широком диапазоне: это пластичные и хрупкие материалы, металлические и неметаллические, природные и искусственные, твердые и мягкие. В

подавляющем большинстве случаев, чтобы обеспечить требуемую точность размеров и формы, расположения поверхностей детали, необходимо на заключительной стадии изготовления деталей применять обработку резанием. Выполненные при обработке размеры, форма и расположение поверхностей и их шероховатость определяют фактические зазоры и натяги в соединениях деталей машин и механизмов, влияющие на их качество, технические и экономические показатели продукции.

Для нормирования точности изготовления изделий установлены степени точности – квалитеты. **Квалитет** – это совокупность допусков, соответствующих одинаковой степени точности для номинальных размеров.

Номинальный размер – размер, который служит началом отсчета отклонения и относительно определяет предельные допустимые размеры (наибольший и наименьший). **Допуск** – это разница между наибольшим и наименьшим предельными размерами. На чертеже детали указывают номинальный размер и отклонения (верхнее и нижнее).

Для измерения и контроля размеров применяют мерительный инструмент и приборы. Простейшими и наиболее часто применяемыми инструментами являются: линейка, угломер, штангенциркуль, микрометр, глубиномер, нутромер, предназначенный для измерения внутренних размеров.

Шероховатость поверхности – это совокупность неровностей, образующих рельеф поверхности детали или заготовки, рассматриваемый в пределах базовой длины. Для численного определения величины шероховатости поверхности используют базовую линию, которая представляет собой среднюю линию профиля неровностей, относительно которой рассматривают и измеряют высоту выступов и глубину впадин. Для характеристики шероховатости часто используют параметр R_a – среднее арифметическое отклонение профиля в пределах базовой длины. Величина R_a может быть в пределах от 0,008 до 100 мкм; наименьшее значение шероховатости можно получить при полировке, наибольшее – при строгании. При измерении шероховатости грубо обработанных поверхностей применяют параметр R_z – сумма средних абсолютных значений высот пяти наибольших выступов профиля и глубин пяти наибольших впадин профиля в пределах базовой длины. Величина R_z может лежать в пределах от 0,025 до 1600 мкм.

Параметры шероховатости поверхности измеряют контактными методами с помощью щуповых приборов (профилографы, профилометры), приборов светового сечения, теневого сечения, растровых микроскопов, микроинтерферометров.

Наибольшее распространение получили следующие способы обработки материалов резанием: точение и растачивание, фрезерование, сверление, строгание, шлифование, протягивание, нарезка внутренней и внешней

резьбы, полирование. Для выполнения рабочих операций обработки резанием применяют универсальное (токарный, фрезерный или сверлильный станок), специализированное (долбежный станок) и специальное (резьбошлифовальный или зубофрезерный станок) оборудование.

Для изготовления металлоизделий резанием чаще всего используются штучные заготовки, которые получают в заготовительных цехах (литейных, кузнечных, штамповочных), или разделением сортовых профилей. На автоматах используют многоштучные заготовки в виде прутков, труб, бухты проволоки, которые подаются на рабочее место в состоянии поставки из металлургического предприятия. Часто обработка резанием деталей машин протекает в два этапа: обработка до операций металлоупрочнения (закалка, улучшение, хромирование) и абразивная обработка, с помощью которой достигают требуемой точности размеров и шероховатости поверхности.

Качество и производительность обработки материалов резанием во многом зависят от применяемого инструмента, материала конструкции режущей кромки резца, фрезы, сверла. Известно, что наивысшее качество обработки поверхностей обеспечивают твердосплавные, керамические и алмазные инструменты.

Методика расчета

При организации процесса обработки деталей с заданными параметрами точности часто встает вопрос выбора наиболее выгодного варианта обработки. Наиболее выгодным признается тот вариант обработки, у которого величина приведенных затрат на единицу продукции будет минимальной. Для выявления его необходимо определить приведенные часовые затраты на рассматриваемых рабочих местах.

Часовые приведенные затраты $C_{п.з}$ включают: текущие затраты по наиболее часто изменяющимся статьям (заработную плату операторам и наладчикам, расходы по содержанию и эксплуатации машин, а также приведенные к текущим затратам и часу работы капитальные вложения, относящиеся к данному рабочему месту, в оборудование и здание):

$$C_{п.з} = \frac{C_3}{M} + C_{ч.з} + E_n(K_c + K_3), \quad (1)$$

где C_3 – основная и дополнительная заработная плата с начислениями на социальное страхование и приработок, руб./ч; M – количество обслуживаемых одним рабочим станков, шт.; $C_{ч.з}$ – практические часовые затраты по эксплуатации рабочего места, руб./ч; E_n – нормативный

коэффициент экономической эффективности капитальных вложений ($E_n = 0,15$); K_c – удельные капитальные вложения в станок, руб./ч; K_3 – удельные капитальные вложения в здание, руб./ч.

Основная и дополнительная заработная плата с начислениями и приработком определяется по формуле

$$C_3 = 2,66C_{т.ф}K, \quad (2)$$

где 2,66 – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату, начисления на социальное страхование и приработок; $C_{т.ф}$ – часовая тарифная ставка сдельщика-станочника соответствующего разряда, руб./ч; K – коэффициент, учитывающий зарплату наладчика.

Практические часовые затраты по эксплуатации рабочего места можно рассчитать по формуле

$$C_{ч.з} = C_{ч.з}^{б.м} K_m, \quad (3)$$

где $C_{ч.з}^{б.м}$ – практические часовые затраты на базовом рабочем месте, руб./ч; K_m – коэффициент, показывающий, во сколько раз затраты, связанные с работой данного станка, больше затрат на базовом рабочем месте.

Удельные часовые капитальные вложения в станок и здание для серийного производства соответственно определяются:

$$K_c = \frac{\Pi}{\Phi_d \eta_3}; \quad (4)$$

$$K_3 = \frac{F \cdot 250000}{\Phi_d \eta_3}; \quad (5)$$

где Π – первоначальная балансовая стоимость станка, руб.; Φ_d – действительный фонд времени работы станка, ч; η_3 – коэффициент загрузки станка; F – производственная площадь, занимаемая станком с учетом проходов, м²; 250000 – средняя стоимость здания, приходящаяся на 1 м² производственной площади, руб.

Первоначальная балансовая стоимость станка

$$\Pi = P \cdot 1,1, \quad (6)$$

где P – оптовая цена станка по прейскуранту, руб.; 1,1 – коэффициент, учитывающий затраты на транспортирование станка и его монтаж.

Производственная площадь с учетом проходов

$$F = fK_f, \quad (7)$$

где f – площадь станка в плане, м²; K_f – коэффициент, учитывающий дополнительную площадь на проходы, проезды.

Технологическая себестоимость операции механической обработки по приведенным затратам рассчитывается по формуле

$$C_0 = \frac{C_{п.з} T_{шт.(шт-к)}}{60}, \quad (8)$$

где $T_{шт.(шт-к)}$ – штучное или штучно-калькуляционное время на выполнение операции, мин; 60 – коэффициент для перевода стоимости станко-часа в станко-минуты.

Величина приведенной годовой экономии от применения более экономичного варианта обработки определяется, руб.:

$$\Delta_r = (C'_0 - C''_0)N, \quad (9)$$

где C'_0, C''_0 – технологические себестоимости сравниваемых вариантов операций, руб.; N – годовая программа, шт.

Часовые тарифные ставки рабочих-станочников в рублях приведены в таблице 1.

Т а б л и ц а 1 – Часовые тарифные ставки рабочих

Тарифные разряды	1	2	3	4	5	6
Тарифные коэффициенты	1,0	1,6	2,0	2,15	2,49	2,89
Часовая тарифная ставка $C_{т.ф}$	299	478	598	658	747	867

В серийном производстве наладка станка осуществляется самим оператором и коэффициент, учитывающий зарплату наладчика, принимается $K = 1$. Количество станков, обслуживаемых одним рабочим, в данной лабораторной работе $M = 1$.

Практические часовые затраты на базовом рабочем месте для крупносерийного производства равны 44,6 руб./ч.

Основные сведения о металлорежущих станках и значения коэффициентов K_m приведены в таблице 2.

Коэффициент загрузки станков рекомендуется принимать для крупносерийного производства равным 0,8, а действительный годовой фонд времени $\Phi_d = 4015$ ч.

Производственная площадь, занимаемая станком, с учетом проходов не может быть меньше 6 м². Поэтому если произведение $F = fK_f$ окажется меньше этого значения, то производственную площадь принимают равной 6 м².

Площадь станка в плане определяется умножением габаритных размеров станка $B \times H$, m^2 . Значения коэффициента K_f в зависимости от величины площади станка в плане принимаются по таблице 3.

Т а б л и ц а 2 – **Оптовые цены, габариты и значения коэффициента K_m металлорежущих станков**

Наименование станка	Модель	Оптовая цена P , тыс. руб.	Габариты, $B \times H$, мм	K_m
Вертикально-сверлильный	2Н135	1500	1240 × 810	0,9
Бесцентрово-шлифовальный	3М184	11000	3500 × 2200	3,3
Горизонтально-протяжной	7Б55	11150	6000 × 1430	3,0
Внутришлифовальный	3К227В	15950	2300 × 1280	2,2
Вертикально-фрезерный	6Р10	2800	1720 × 1750	1,2
Вертикально-фрезерный	6Р11	2600	2100 × 1780	0,9
Вертикально-протяжной	7Б74	9000	2210 × 1435	2,5
Поперечно-строгальный	7Е35	3100	2470 × 1260	0,9
Плоскошлифовальный	3Г71М	2250	2500 × 1590	1,6
Плоскошлифовальный с круглым столом	3Д756	15000	2770 × 2305	2,3
Круглошлифовальный	3М151	13000	3100 × 2100	2,7
Токарно-винторезный высокой точности	16К04В	4000	2522 × 1166	1,2

Т а б л и ц а 3 – **Значения коэффициента K_f**

Площадь станка в плане, m^2	До 2	2–4	4–6	6–10	10–20	Св.20
K_f	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5

При анализе себестоимости сравниваемых операций для наглядности, рекомендуется построить в одинаковом масштабе соответствующие диаграммы.

Структурные элементы технологической себестоимости для каждого варианта определяются по формулам:

1 Доля зарплаты в технологической себестоимости операции, руб.,

$$C_{з.д} = \frac{C_з T_{шт-к}}{M \cdot 60} . \quad (10)$$

2 Доля затрат по эксплуатации рабочего места, руб.,

$$C_{ч.з.д} = \frac{C_{ч.з} T_{шт-к}}{60} . \quad (11)$$

3 Доля удельных капитальных вложений в станки, руб.,

$$K_{C_d} = \frac{E_n K_c T_{шт-к}}{60} \quad (12)$$

4 Доля удельных капитальных вложений в здание, руб.,

$$K_{з_d} = \frac{E_n K_з T_{шт-к}}{60} \quad (13)$$

По результатам расчетов делаются выводы о рациональности применения того или иного способа обработки детали.

Пример расчета

Требуется выбрать наиболее рациональный вариант механической обработки цилиндрической поверхности втулки (рисунок 1).

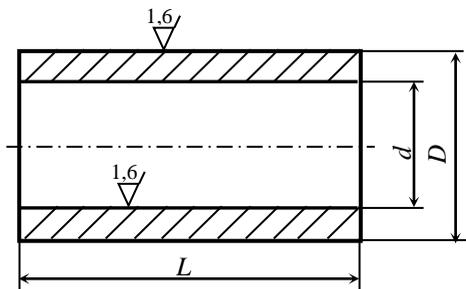


Рисунок 1 – Эскиз втулки

Варианты обработки поверхности приведены в таблице 4.

Т а б л и ц а 4 – **Варианты обработки цилиндрической поверхности втулки**

Размеры		Вариант	Метод обработки и модель станка	Разряд	$T_{шт.(шт-к)}$, мин
$d(D)$	L				
50 ^{+0,039}	40	1	Тонкое растачивание на станке 16К04В	3	1,86
		2	Шлифование на станке 3К227В	3	4,6

В качестве исходных данных принимается: материал втулки – сталь 40, 250 НВ, производство крупносерийное, объем выпуска – 20000 шт./год.

Произведем выбор варианта обработки в следующем порядке:

1 По формуле (2) определяется заработная плата по сравниваемым вариантам операций. Часовые тарифные ставки для расчетов принимаются на основании таблицы 1:

$$C_3^{раст} = 598 \cdot 2,66 \cdot 1 = 1590,7 \text{ руб./ч.}$$

$$C_3^{\text{шлиф}} = 598 \cdot 2,66 \cdot 1 = 1590,7 \text{ руб./ч.}$$

2 По формуле (3) определяем часовые затраты по эксплуатации рабочих мест. Значения коэффициента K_M принимаются на основании таблицы 2:

$$C_{\text{ч.з}}^{\text{раст}} = 44,6 \cdot 1,2 = 53,5 \text{ руб./ч,}$$

$$C_{\text{ч.з}}^{\text{шлиф}} = 44,6 \cdot 2,2 = 98,1 \text{ руб./ч.}$$

3 По формулам (6) и (4) определяем удельные капитальные вложения в станки. Стоимость станков принимается на основании таблицы 2:

$$Ц^{\text{раст}} = 4000 \cdot 1,1 = 4400 \text{ тыс. руб.,}$$

$$Ц^{\text{шлиф}} = 15950 \cdot 1,1 = 17545 \text{ тыс. руб.}$$

$$K_c^{\text{раст}} = \frac{4400}{4015 \cdot 0,8} = 1,37 \text{ тыс. руб./ч,}$$

$$K_c^{\text{шлиф}} = \frac{17545}{4015 \cdot 0,8} = 5,462 \text{ тыс. руб./ч.}$$

4 Удельные капитальные вложения в здание определяются по формулам (5) и (7). Габаритные размеры станков принимаются на основании таблицы 2. Значения коэффициента, учитывающего дополнительную площадь на проходы и проезды приведены в таблице 3:

$$F^{\text{раст}} = 2,522 \cdot 1,166 \cdot 3,5 = 10,3 \text{ м}^2,$$

$$F^{\text{шлиф}} = 2,300 \cdot 1,280 \cdot 3,5 = 10,3 \text{ м}^2.$$

$$K_3^{\text{раст}} = \frac{10,3 \cdot 250000}{4015 \cdot 0,8} = 801,8 \text{ руб./ч,}$$

$$K_3^{\text{шлиф}} = \frac{10,3 \cdot 250000}{4015 \cdot 0,8} = 801,8 \text{ руб./ч,}$$

5 По формуле (1) определяем часовые приведенные затраты по вариантам операций:

$$C_{\text{п.з}}^{\text{раст}} = \frac{1590,7}{1} + 53,5 + 0,15 \cdot (1370 + 801,8) = 1970 \text{ руб./ч,}$$

$$C_{\text{п.з}}^{\text{шлиф}} = \frac{1590,7}{1} + 98,1 + 0,15 \cdot (5462 + 801,8) = 2628 \text{ руб./ч.}$$

6 Определяем технологическую себестоимость вариантов операций (формула (8)):

$$C_{\circ}^{\text{раст}} = \frac{1970 \cdot 1,86}{60} = 61,07 \text{ руб.},$$

$$C_{\circ}^{\text{шлиф}} = \frac{2628 \cdot 4,6}{60} = 201,48 \text{ руб.}$$

На основании выполненных расчетов можно сделать вывод, что более рациональным вариантом обработки цилиндрической поверхности втулки является тонкое растачивание.

7 Определим годовой экономический эффект от применения более экономичного варианта операции (формула (9)):

$$\mathcal{E}_r = (201,48 - 61,07) \cdot 20000 = 2808200 \text{ руб.}$$

8 Для наглядности по формулам (10)–(13) определим величины структурных элементов технологической себестоимости сравниваемых операций.

Доля зарплаты в технологической себестоимости операции, руб.:

$$C_{\text{з.д}}^{\text{раст}} = \frac{1590,7 \cdot 1,86}{1 \cdot 60} = 49,29 ;$$

$$C_{\text{з.д}}^{\text{шлиф}} = \frac{1590,7 \cdot 4,6}{1 \cdot 60} = 121,95 .$$

Доля затрат по эксплуатации рабочего места, руб.:

$$C_{\text{ч.з.д}}^{\text{раст}} = \frac{53,5 \cdot 1,86}{60} = 1,66 ;$$

$$C_{\text{ч.з.д}}^{\text{шлиф}} = \frac{98,1 \cdot 4,6}{60} = 7,52 .$$

Доля удельных капитальных вложений в станки, руб.:

$$K_{C_{\text{д}}}^{\text{раст}} = \frac{0,15 \cdot 1370 \cdot 1,86}{60} = 6,37 ;$$

$$K_{C_{\text{д}}}^{\text{шлиф}} = \frac{0,15 \cdot 5462 \cdot 4,6}{60} = 62,81 .$$

Доля удельных капитальных вложений в здание, руб.:

$$K_{\text{з.д}} = \frac{0,15 \cdot 801,8 \cdot 1,86}{60} = 3,72 ;$$

$$K_{\text{з.д}} = \frac{0,15 \cdot 801,8 \cdot 4,6}{60} = 9,21 .$$

Построим диаграммы себестоимости и структурных элементов (рисунок

2). Анализ диаграммы показывает, что по всем структурным элементам себестоимости обработка цилиндрической поверхности втулки методом растачивания более рациональна. При этом наибольшая доля затрат в себестоимости обработки приходится на заработную плату рабочих.

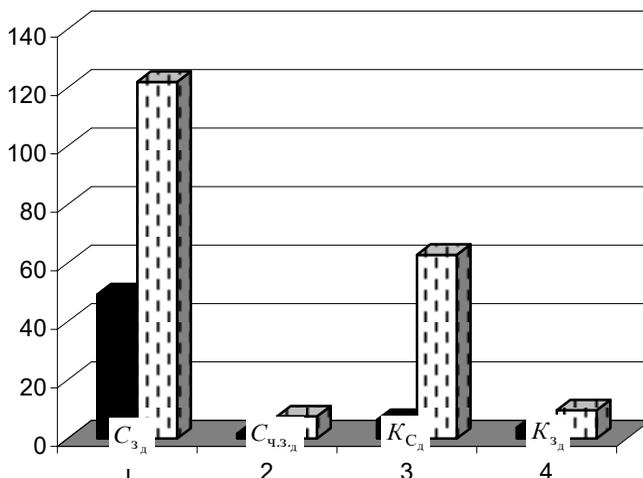


Рисунок 2 – Диаграмма структурных элементов себестоимости обработки детали

Контрольные вопросы

- 1 Из каких структурных элементов состоят приведенные часовые затраты?
- 2 Как определяется зарплата с начислениями?
- 3 Как определяются часовые затраты по эксплуатации рабочего места?
- 4 Как определяются удельные капитальные вложения в станки?
- 5 Как определяются удельные капитальные вложения в здание?
- 6 Как определяется технологическая себестоимость операции?
- 7 Как определяется годовой экономический эффект?
- 8 Как определяется производственная площадь, занимаемая станком?
- 9 Как определяется балансовая стоимость станка?

Лабораторная работа № 5

РАЗРАБОТКА ЭЛЕМЕНТОВ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ ЦЕПИ ПЕРЕВОЗКИ ГРУЗОВ

Цель работы: ознакомиться с технологическими особенностями доставки грузов от производителей к потребителям. Изучить основные критерии оценки экономической эффективности вариантов транспортировки грузов. Определить основные элементы логистической цепи перевозок грузов.

Сведения из теории

С позиции системного подхода транспорт представляет сложную адаптивную экономическую систему, состоящую из взаимосвязанных в едином процессе транспортного логистического обслуживания региональных материальных потоков.

Для обеспечения синхронизации работы транспорта и производства в хозяйственной деятельности компаний и фирм используется логистическая система «точно в срок».

Для доставки грузов точно в срок и с возможно меньшими затратами ресурсов должен быть разработан и осуществлен единый технологический процесс на основе интеграции производства, транспорта и потребления. Под *единым технологическим процессом* в данном случае понимается комплексная технология, в рамках которой на основе системного подхода осуществляется четкое взаимодействие всех элементов логистической системы.

Создание качественно новой, устойчивой по отношению к возмущениям внешней среды производственно-транспортной системы связано с целым рядом специфических проблем: изучение конъюнктуры рынка, прогнозирование спроса и производства, а следовательно, объема перевозок и мощности транспортной подсистемы, определение оптимальных величин заказов транспортных партий груза и уровней запасов сырья, топлива, материалов, комплектующих изделий, готовой продукции и транспортных средств.

Подход к транспорту как к составной части более крупной производственной системы привел к целесообразности рассмотрения всего процесса перевозки: от грузоотправителя до грузополучателя, включая грузопереработку, упаковку, хранение, распаковку и информационные потоки, сопровождающие доставку.

Так, во Франции в 1980-е годы были созданы логистические центры на железных дорогах, которые осуществляли анализ грузопотоков и распределение их на сети. На основе данных анализа делались предложения: по оптимизации грузопотоков на сети железных дорог и взаимосвязи с другими видами транспорта, распределению перевозок по видам транспорта в соответствии с их специфическими особенностями, комплектации и формированию отправок, порядку заключения договоров и т.д. Цель – качественное и полное удовлетворение спроса клиентуры на перевозки.

Технологические процессы, протекающие в логистических цепях при доставке грузов потребителю, имеют свои особенности, зависящие от

транспортной характеристики груза (физико-механические и физико-химические свойства груза, его объем и масса, вид тары и упаковки), количества груза (массовые грузы, мелкопартионные грузы, грузы в пакетах, контейнерах, на поддонах), вида транспорта и его провозной способности, характера производственных объектов и др.

Поиски оптимальных решений, позволяющих экономике страны эффективно освоить необходимые объемы перевозок при возможно малых затратах средств, в настоящее время относятся к основным задачам стабилизации и дальнейшего подъема как промышленности, так и сельского хозяйства. Степень удовлетворения различными видами транспорта потребностей общества в грузовых и пассажирских перевозках неодинакова.

Освоение предъявляемых перевозок различными видами транспорта зависит от целого ряда факторов, основными из которых являются следующие:

- характер и уровень развития материально-технической базы конкретного вида транспорта, определяющие его возможности освоения предъявляемых перевозок;
- размещение транспортных средств и сети видов транспорта относительно предприятий и населенных пунктов;
- организация перевозочного процесса, регулярность перевозок, сроки доставки грузов и пассажиров.

Каждый вид транспорта обладает характерными, только ему присущими особенностями в размещении, техническом оснащении, провозных возможностях, разновидности подвижного состава и т.д. Для определения сфер экономически целесообразного использования того или иного вида транспорта необходимо учитывать как общехозяйственные, так и специфические транспортные факторы.

К общехозяйственным факторам относятся:

- размещение и размеры производства и потребления, определяющие объемы и направление перевозок и грузопотоков;
- номенклатура выпускаемой продукции, определяющая тип подвижного состава и ритмичность его работы;
- состояние запасов товарно-материальных ценностей, которое определяет срочность доставки грузов и т.д.

К специфическим транспортным факторам относятся:

- размещение сети путей сообщения;
- условия эксплуатационной работы, в том числе сезонность и ритмичность работы;
- пропускная и провозная способности;
- техническая вооруженность;
- система организации транспортного процесса.

При сравнении вариантов перевозок различными видами транспорта

основными показателями являются:

- уровень эксплуатационных расходов (себестоимость перевозок);
- капитальные вложения;
- скорости движения и сроки доставки;
- наличие провозной и пропускной возможностей;
- маневренность в обеспечении перевозок в различных условиях;
- надежность и бесперебойность перевозок, их регулярность;
- гарантии сохранности перевозимых грузов и багажа;
- условия эффективного использования транспортных средств, механизации и автоматизации погрузочно-разгрузочных работ.

Величина этих показателей на каждом виде транспорта различна. Она во многом зависит от мощности и структуры грузопотоков, дальности перевозок, величины отправок, типа подвижного состава, материально-технической базы вида транспорта и ряда других факторов.

Методика решения

Логистическая цепь – это четкая последовательность выполнения технологических операций в отдельных сечениях производственно-транспортной сети, перед которой ставится цель – достигнуть наибольшей эффективности при осуществлении производственных, распределительных и торговых процессов.

Функция логистической системы состоит в управлении материальными потоками при их движении от производителя к потребителю с целью доставки груза по заранее установленному графику.

Конечный продукт логистической системы – вовремя и в сохранности доставленный груз. Для реализации этой цепи необходима разработка комплексной технологии, в рамках которой осуществляется четкое взаимодействие элементов логистической системы.

Элементами логистической цепи являются транспортные и складские ресурсы, посредством которых организовывается продвижение продукции от производителя к потребителю.

Для выбора элементов логистической цепи необходимо:

- изучить физико-химические свойства перевозимого груза;
- определить основные технологические особенности производства и потребления продукции;
- изучить регион производства и потребления с позиции транспортного обслуживания;
- ознакомиться с производственно-транспортной инфраструктурой типовых предприятий данной отрасли;
- изучить технико-экономические особенности, характеризующие специфичность использования различных видов транспорта;
- оценить возможность и целесообразность складирования груза в процессе его транспортировки.

Основными элементами транспортно-технологической системы являются:

Элемент I – подготовка продукции к передаче на транспорт. Начинается с момента выпуска продукции и длится до погрузки в контейнеры или подвижной состав. Основными видами затрат на этом этапе являются эксплуатационные расходы и капитальные вложения на затаривание груза, формирование пакетов, приобретение поддонов или иных средств пакетирования и т.д.

Элемент II – подвоз грузов к терминалам магистрального транспорта.

Элемент III – транспортно-складские операции на этапе погрузки груза в магистральный транспорт. Затраты на данном этапе зависят от способа выполнения погрузочных работ и типа погрузочно-разгрузочного оборудования.

Элемент IV – перевозка грузов магистральными видами транспорта. Затраты определяются в зависимости от варианта транспортной схемы.

Элемент V – транспортно-складские операции на этапе выгрузки груза (затраты аналогичны элементу III).

Элемент VI – вывоз груза с терминала магистрального вида транспорта и доставка его на снабженческие базы (складские распределительные центры).

Элемент VII – доставка груза с базы потребителю.

На каждом этапе процесса перевозки грузов могут варьироваться технические средства (беспакетный способ перевозки, пакетный, контейнерный, использование автомобилей разных марок или другого вида транспорта), технология и организация перевозок.

Отдельные элементы транспортно-технологической схемы могут отсутствовать (например, элементы складирования при использовании перегрузки по прямому варианту).

С целью сокращения вариантов логистических схем транспортировки грузов на первом этапе осуществляется (на основе экспертного анализа, логических методов, использования типовых решений) отбор конкурентоспособных вариантов и убираются варианты, которые не могут быть реализованы по технологическим причинам (например, перевозка каменного угля авиатранспортом).

На следующем этапе разработки системы транспортировки производится построение всех возможных вариантов логистических цепей, отличающихся как составом, так и количеством элементов.

По каждому из рассматриваемых вариантов производится анализ и расчет временных и экономических затрат, связанных с доставкой груза от производителя к потребителю. Вариант с минимальными значениями затрат принимается за оптимальный и по нему производится детализированное описание выбранной схемы транспортировки.

Таким образом, при разработке элементов логистической цепи необходимо:

- привести описание количественных и качественных свойств

перевозимого сырья, указать регион его добычи;

- привести описание технологии переработки сырья, используемого технологического оборудования, основных операций технологического процесса и характеристик изготавливаемой продукции;
- определить виды транспорта, которые могут участвовать в перевозке сырья из региона добычи в регионы переработки, распределения и потребления продукции;
- определить основные элементы логистических затрат, связанных с транспортировкой груза;
- разработать варианты схемы по каждому этапу транспортировки (регион добычи – регион переработки; регион переработки – распределительные центры; распределительные центры – потребитель) с указанием технологических времен;
- из множества вариантов транспортировки на основании технологических и экономических критериев выбрать оптимальный вариант для каждого этапа перевозки и дать его подробное описание;
- для выбранного варианта доставки привести основные элементы затрат, связанных с транспортировкой груза.

Пример расчета

Требуется разработать логистическую схему транспортировки хлопка с хлопкозаготовительного предприятия (хлопкоочистительного завода) на текстильную фабрику.

Логистическая схема транспортировки хлопка состоит из элементов, рассмотренных в вышеприведенной методике решения.

Первым, обязательным, элементом логистической схемы является подготовка груза к перевозке. С этой целью хлопок фасуется в тюки.

Вторым элементом является подвоз груза к магистральным видам транспорта. Логистическая схема транспортировки хлопка может включать один или несколько видов транспорта.

На этапах транспортировки может использоваться и элемент складирования. В случае, если предприятие-отправитель имеет, например, свой подъездной путь, элемент складирования отсутствует.

Для транспортировки хлопка с региона добычи и переработки (предположительно южной части Украины) на текстильную фабрику Республики Беларусь можно использовать следующие виды транспорта:

- железнодорожный;
- автомобильный;
- речной.

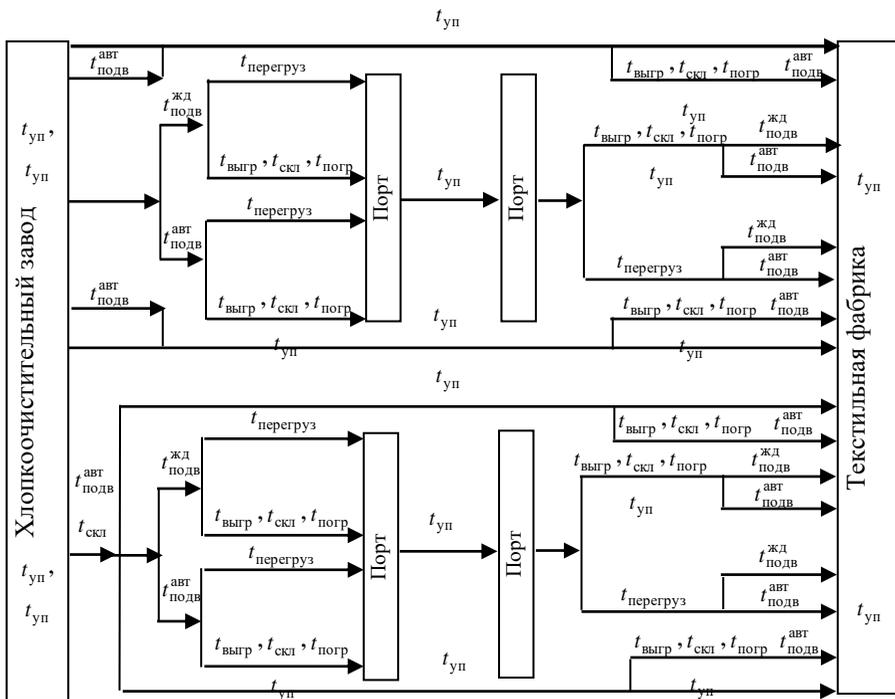
Использование воздушного транспорта не рассматривается в силу высокой стоимости транспортировки. Физические свойства хлопка не позволяют использовать и трубопроводный транспорт.

Транспортно-складские операции на этапе выгрузки груза (аналогично

элементу III) зависят от транспортной инфраструктуры предприятия-получателя груза.

Вывоз груза с магистрального вида транспорта и доставка на склад предприятия входят в логистическую схему, если у получателя отсутствует подъездной путь (при перевозке груза железнодорожным транспортом). В противном случае, или при доставке груза автотранспортом, эти элементы отсутствуют.

На рисунке 1 приведены варианты логистических схем транспортировки хлопка с региона заготовки на перерабатывающее предприятие.



Условные обозначения технологических времен:

$t_{\text{уп}}$ – упаковка

$t_{\text{скл}}$ – складирование

$t_{\text{тр}}^{\text{пт.тр}}$ – транспортировка промышленным транспортом

$t_{\text{перегруз}}$ – перегруз из одного вида транспорта в другой

$t_{\text{подв}}^{\text{жд}}$ – подвод груза железнодорожным к водному транспорту

$t_{\text{подв}}^{\text{авт}}$ – подвод груза автомобилями к магистральным видам транспорта

$t_{\text{выгр}}$ – выгрузка груза

$t_{\text{погр}}$ – погрузка груза

$t_{\text{тр}}^{\text{ж.д}}$ – перевозка груза железнодорожным транспортом
 $t_{\text{тр}}^{\text{авт}}$ – перевозка груза автомобильным транспортом
 $t_{\text{тр}}^{\text{вод}}$ – перевозка груза водным транспортом

Рисунок 1 – Варианты логистических схем транспортировки хлопка

В качестве окончательной предлагается использовать следующую схему транспортировки (на рисунке 1 выделена жирной линией).

Очищенный на хлопкоочистительном предприятии хлопок фасуется в тюки и сдается на хранение на склад предприятия. После накопления груза до размера отправочной партии производится его погрузка в вагон (предполагается, что предприятие имеет свой подъездной путь).

Доставка груза из региона заготовки в регион переработки осуществляется железнодорожным транспортом.

Прибывший вагон с грузом подается на подъездной путь предприятия-получателя и выгружается непосредственно на складе текстильной фабрики. В этом случае необходимо наличие у текстильной фабрики подъездного пути.

По сравнению с прямой доставкой груза автотранспортом, срок доставки по предлагаемой схеме несколько больше, однако, значительно ниже стоимость самой транспортировки.

Наличие подъездных путей у предприятий отправителя и получателя позволяет сократить количество перегрузов и ускорить доставку груза. При этом срок доставки сокращается за счет отсутствия операций хранения груза на складах общего пользования. Сокращение количества перегрузов параллельно повышает и сохранность самого груза.

При использовании предлагаемой схемы транспортировки у отправителя и получателя возникают дополнительные затраты по содержанию подъездных путей и складов предприятия.

В случае, если объемы перевозок незначительны, рекомендуется схема с использованием складов общего пользования железнодорожного транспорта.

Контрольные вопросы

- 1 Что понимается под термином «единый технологический процесс»?
- 2 От каких факторов зависит освоение предъявляемых перевозок различными видами транспорта?
- 3 Какие показатели характеризуют варианты организации перевозки грузов?
- 4 Что понимается под термином «логистическая цепь»?
- 5 Какова функция логистической системы?
- 6 Назовите основные элементы логистической системы.

Лабораторная работа № 6

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЗОН СКЛАДА

Цель работы: приобрести необходимые навыки в выполнении технологических расчетов, связанных с организацией работы общетоварного склада предприятия.

Сведения из теории

Одна из основных задач транспортных технологий – управление затратами по доведению материального потока от первичного источника сырья до конечного потребителя. Однако управлять затратами можно лишь в том случае, если они точно измеримы. Поэтому системы учета издержек производства и обращения участников транспортных процессов должны выделять затраты, возникающие в процессе реализации функций логистики, и формировать информацию о наиболее значимых затратах, а также о характере их взаимодействия друг с другом. При соблюдении названного условия появляется возможность использовать важный критерий выбора оптимального варианта логистической системы – минимум совокупных издержек на протяжении всей логистической цепи.

Склады – здания, сооружения и разнообразные устройства, предназначенные для приемки, размещения и хранения поступивших на них товаров, подготовки их к потреблению и отпуску потребителю.

Принципиальная схема склада предприятия оптовой торговли приведена на рисунке 1.

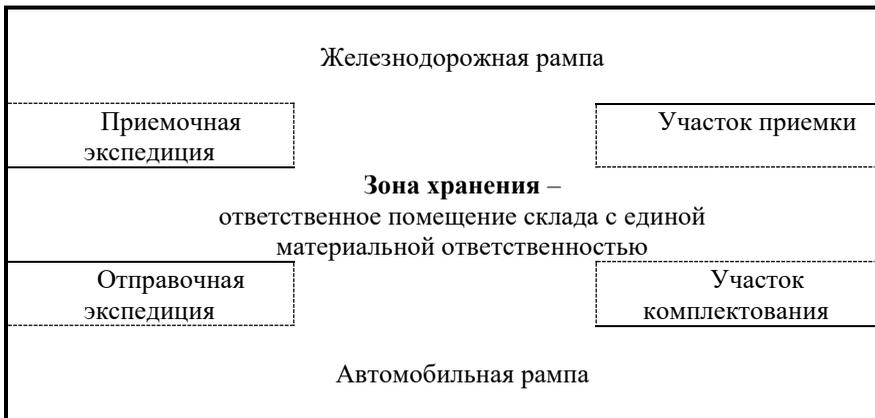


Рисунок 1 – Принципиальная схема склада

Объективная необходимость в специально обустроенных местах для

содержания запасов существует на всех стадиях движения материального потока – от первичного источника сырья до конечного потребителя. Поэтому в практике имеет место большое количество видов складов. Совокупность работ, выполняемых на различных складах, примерно одинакова. Это объясняется тем, что в разных логистических процессах склады выполняют следующие схожие функции:

- временное размещение и хранение материальных запасов;
- преобразование материальных потоков;
- обеспечение логистического сервиса в системе обслуживания.

Грузопоток – детали, товарно-материальные ценности, рассматриваемые в процессе приложения к ним различных логистических операций (разгрузка, погрузка, транспортировка, укладка в тару и распаковка, укладка на хранение и т.п.) и отнесенные к определенному временному интервалу.

Входящий грузопоток – грузопоток, поступающий на склад из внешней среды.

Внутренний грузопоток – грузопоток, образуемый в результате осуществления логистических операций внутри склада. Внутренний поток складывается из потоков на разных участках склада и, как правило, многократно превышает входящий поток.

Выходящий грузопоток – грузопоток, поступающий со склада во внешнюю среду. При сохранении запаса на складе за определенный период на одном уровне выходящий поток равен входящему.

Грузооборот склада – общепринятое название входящего на склад или выходящего со склада грузопотока за соответствующий период.

Рассмотрим технологический процесс на складе.

Прибывший железнодорожным транспортом товар выгружается из транспортного средства на участке разгрузки (на рисунке 1 – железнодорожная рампа).

Различают грузы, прибывшие в рабочее и нерабочее время. Если разгрузка происходит в нерабочее время, т. е. тогда, когда основной склад закрыт, груз поступает в приемочную экспедицию – помещение, отдельное от основного склада. Разгруженный в рабочее время груз направляется в основное помещение склада. При этом некоторые товары, например, сахар в стандартных мешках, сразу перемещаются на участок хранения. Другие товары направляются на участок приемки, для распаковки и проверки.

В дальнейшем весь поступивший на склад груз так или иначе сосредотачивается в зоне хранения основного помещения склада.

Отпускаемый со склада товар может проходить или не проходить операцию комплектования. Через участок комплектования склада проходит только товар, который упаковывается и отпускается вместе с другими товарами в общей транспортной таре.

Товар со склада предприятия оптовой торговли может доставляться

заказчику силами данного предприятия. Тогда в помещении, отдельном от основного склада, необходимо организовать отправочную экспедицию, которая будет накапливать подготовленный к отгрузке товар и обеспечивать его доставку покупателям. Завершает технологический процесс на складе операция погрузки, которая в нашем случае (см. рисунок 1) выполняется на автомобильной рампе.

Принципиальная схема грузопотоков на складе предприятия оптовой торговли приведена на рисунке 2.

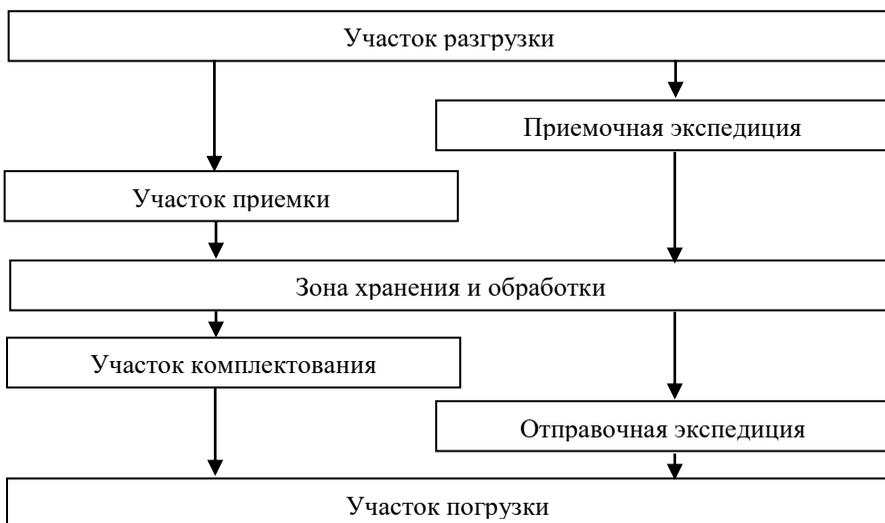


Рисунок 2 – Принципиальная схема грузопотока на складе

Перечислим основные логистические операции, выполняемые с грузом на отдельных участках рассматриваемого склада.

Участок разгрузки (в нашем случае – железнодорожная рампа):

- механизированная разгрузка транспортных средств;
- ручная разгрузка транспортных средств.

Приемочная экспедиция (размещается в отдельном помещении склада):

• приемка прибывшего в нерабочее время груза по количеству мест и его кратковременное хранение до передачи на основной склад. Грузы в приемочную экспедицию поступают с участка разгрузки.

Участок приемки (размещается в основном помещении склада):

• приемка товаров по количеству и качеству. Грузы на участок приемки могут поступать с участка разгрузки и из приемочной экспедиции.

Участок хранения (главная часть основного помещения склада):

- укладка груза на хранение;
- отборка груза из мест хранения.

Участок комплектования (размещается в основном помещении склада):

- формирование грузовых единиц, содержащих ассортимент товаров, подобранный в соответствии с заказами покупателей.

Отправочная экспедиция:

- кратковременное хранение подготовленных к отправке грузовых единиц, организация их доставки покупателю.

Участок погрузки (в нашем случае – автомобильная рампа):

- погрузка транспортных средств (ручная и механизированная).

Методика расчета

Технологические зоны общетоварного склада показаны на рисунке 1.

Общая площадь склада $S_{\text{общ}}$ определяется по формуле

$$S_{\text{общ}} = S_{\text{гр}} + S_{\text{всп}} + S_{\text{пр}} + S_{\text{км}} + S_{\text{р.м}} + S_{\text{п.э}} + S_{\text{о.э}}, \quad (1)$$

где $S_{\text{гр}}$ – грузовая площадь, т.е. площадь, занятая непосредственно под хранимыми товарами (стеллажами, штабелями и другими приспособлениями для хранения товаров);

$S_{\text{всп}}$ – вспомогательная площадь, т.е. площадь, занятая проездами и проходами;

$S_{\text{пр}}$ – площадь участка приемки;

$S_{\text{км}}$ – площадь участка комплектования;

$S_{\text{р.м}}$ – площадь рабочих мест, т.е. площадь в помещениях складов, отведенная для оборудования рабочих мест складских работников;

$S_{\text{п.э}}$ – площадь приемочной экспедиции;

$S_{\text{о.э}}$ – площадь отправочной экспедиции.

Рассмотрим порядок расчета входящих в формулу (1) величин.

1 Грузовая площадь $S_{\text{гр}}$.

Формула для расчета грузовой площади склада

$$S_{\text{гр}} = \frac{QK_{\text{н}}Z}{254C_{\text{в}}K_{\text{и.г.о}}H}, \quad (2)$$

где Q – прогноз годового товарооборота, у.д.е./год;

$K_{\text{н}}$ – коэффициент неравномерности загрузки склада;

Z – прогноз величины товарных запасов, дней оборота;

254 – количество рабочих дней в году;

C_v – примерная стоимость одного кубического метра хранимого на складе товара, у.д.е./м³;

$K_{и.г.о}$ – коэффициент использования грузового объема склада;

H – высота укладки грузов на хранение, м.

Коэффициент неравномерности загрузки склада определяется как отношение грузооборота наиболее напряженного месяца к среднемесячному грузообороту склада. В проектных расчетах K_H принимают равным 1,1–1,3.

Коэффициент использования грузового объема склада $K_{и.г.о}$ характеризует плотность и высоту укладки товара и рассчитывается по формуле

$$K_{и.г.о} = \frac{V_{пол}}{S_{об}H}, \quad (3)$$

где $V_{пол}$ – объем товара в упаковке, который может быть уложен на данном оборудовании по всей его высоте, м³;

$S_{об}$ – площадь, которую занимает проекция внешних контуров несущего оборудования на горизонтальную плоскость, м².

Технологический смысл коэффициента $K_{и.г.о}$ заключается в том, что оборудование, особенно стеллажное, невозможно полностью заполнить хранимым товаром. Для того чтобы осуществлять его укладку и выемку из мест хранения, необходимо оставлять технологические зазоры между хранимым грузом и внутренними поверхностями стеллажей. Кроме того, груз чаще всего хранится на поддонах, которые, имея стандартную высоту 144 мм, также занимают часть грузового объема.

Расчет $K_{и.г.о}$ для стеллажей марки СТ-2М-II показал, что в случае хранения товаров на поддонах $K_{и.г.о} = 0,64$, при хранении без поддонов $K_{и.г.о} = 0,67$.

Примерная стоимость 1 м³ упакованного товара может быть определена на основе следующих данных:

- стоимость грузовой единицы;
- масса брутто грузовой единицы;
- примерная масса 1 м³ товара в упаковке).

Более точно масса 1 м³ хранимого на складе товара может быть определена посредством выборочных замеров, проводимых службой логистики предприятия оптовой торговли.

2 Площадь проходов и проездов $S_{всп}$.

Величина площади проходов и проездов определяется после выбора

варианта механизации и зависит от типа использованных в технологическом процессе подъемно-транспортных машин. Если ширина рабочего коридора работающих между стеллажами машин равна ширине стеллажного оборудования, то площадь проходов и проездов будет приблизительно равна грузовой площади.

3 Площади участков приемки и комплектования $S_{\text{пр}}$ и $S_{\text{км}}$.

Площади участков приемки и комплектования рассчитываются на основании укрупненных показателей расчетных нагрузок на 1 м² площади на данных участках. В общем случае в проектных расчетах можно сказать из необходимости размещения на каждом квадратном метре участков приемки и комплектования 1 м³ товара.

Площади участков приемки и комплектования рассчитываются по следующим формулам:

$$S_{\text{пр}} = \frac{QK_{\text{н}} A_2 t_{\text{пр}}}{C_{\text{р}} \cdot 254 q \cdot 100}, \quad (4)$$

$$S_{\text{км}} = \frac{QK_{\text{н}} A_3 t_{\text{км}}}{C_{\text{р}} \cdot 254 q \cdot 100}, \quad (5)$$

где A_2 – доля товаров, проходящих через участок приемки склада, %;

$t_{\text{пр}}$ – число дней нахождения товара на участке приемки;

$C_{\text{р}}$ – примерная стоимость одной тонны хранимого на складе товара, у.д.е./т;

q – укрупненные показатели расчетных нагрузок на 1 м² на участках приемки и комплектования, т/м²;

A_3 – доля товаров, подлежащих комплектованию на складе, %;

$t_{\text{км}}$ – число дней нахождения товара на участке комплектования.

4 Площадь рабочих мест $S_{\text{р.м}}$.

Рабочее место заведующего складом, размером в 12 м², оборудуют вблизи участка комплектования с максимально возможным обзором складского помещения. Площади рабочих мест приемосдатчиков и грузчиков включаются в площадь вспомогательных помещений.

5 Площадь приемочной экспедиции $S_{\text{п.э}}$.

Приемочная экспедиция организуется для размещения товара, поступившего в нерабочее время. Следовательно, ее площадь должна позволять разместить такое количество товара, которое может поступить в это время.

Размер площади приемочной экспедиции определяют по формуле:

$$S_{п.э} = \frac{Qt_{п.э}K_H}{C_p \cdot 365 q_э}, \quad (6)$$

где $t_{п.э}$ – число дней, в течение которых товар будет находиться в приемочной экспедиции;

$q_э$ – укрупненный показатель расчетных нагрузок на 1 м² в экспедиционных помещениях, т/м².

6 Площадь отправочной экспедиции $S_{о.э}$.

Площадь отправочной экспедиции используется для комплектования отгрузочных партий. Размер площади определяется по формуле

$$S_{о.э} = \frac{Qt_{о.э}A_4K_H}{C_p \cdot 254 q_э \cdot 100}, \quad (7)$$

где $t_{о.э}$ – число дней, в течение которых товар будет находиться в отправочной экспедиции.

Пример расчета

Торговая компания планирует расширить объем продаж. Анализ рынка складских услуг региона показал целесообразность организации собственного склада. Требуется определить размер склада при следующих исходных данных (таблица 1).

Т а б л и ц а 1 – Основные показатели, используемые при определении размеров технологических зон склада

Показатель	Величина показателя
Прогноз годового товарооборота Q , (у.д.е./год)·10 ⁶	5
Прогноз товарных запасов Z , дн. оборота	30
Коэффициент неравномерности загрузки склада K_H	1,2
Коэффициент использования грузового объема склада $K_{н.г.о}$	0,6
Примерная стоимость 1 м ³ хранимого на складе товара C_v , у.д.е./м ³	200
Примерная стоимость 1 т хранимого на складе товара C_p , у.д.е./т	550
Высота укладки грузов на хранение (на складе предусмотрен стеллажный способ хранения) H , м	5,5
Доля товаров, проходящих через участок приемки склада, A_2 , %	50
Доля товаров, подлежащих комплектованию на складе, A_3 , %	35
Доля товаров, проходящих через отправочную экспедицию, A_4 , %	65
Укрупненный показатель расчетных нагрузок на 1 м ² на участках приемки и комплектования q , т/м ²	0,5

Укрупненный показатель расчетных нагрузок на 1 м ² экспедиций q _э , т/м ²	0,6
Время нахождения товара на участке приемки t _{пр} , дн.	0,5
Время нахождения товара на участке комплектования t _{км} , дн.	2
Время нахождения товара в приемочной экспедиции t _{п.э} , дн.	1
Время нахождения товара в отправочной экспедиции t _{о.э} , дн.	2

Грузовая площадь склада определяется по формуле (2)

$$S_{гр} = \frac{5000000 \cdot 30 \cdot 1,2}{254 \cdot 200 \cdot 0,6 \cdot 5,5} = 1073,7 \text{ м}^2.$$

Площадь проходов и проездов $S_{всп}$ принимаем равной $S_{гр}$, т.е.
 $S_{всп} = 1073,7 \text{ м}^2.$

Площадь участков приемки и комплектования определяется по формулам (4) и (5):

$$S_{пр} = \frac{5000000 \cdot 1,2 \cdot 50 \cdot 0,5}{550 \cdot 254 \cdot 0,5 \cdot 100} = 21,5 \text{ м}^2,$$

$$S_{км} = \frac{5000000 \cdot 1,2 \cdot 35 \cdot 2}{550 \cdot 254 \cdot 0,5 \cdot 100} = 60,1 \text{ м}^2.$$

Площадь рабочих мест $S_{р.м}$ принимается равной 12 м².

Площадь приемочной экспедиции определяется по формуле (6)

$$S_{п.э} = \frac{5000000 \cdot 1 \cdot 1,2}{550 \cdot 365 \cdot 0,6} = 49,8 \text{ м}^2.$$

Площадь отправочной экспедиции определяется по формуле (7)

$$S_{о.э} = \frac{5000000 \cdot 2 \cdot 65 \cdot 1,2}{550 \cdot 254 \cdot 0,6 \cdot 100} = 93,1 \text{ м}^2.$$

Общая площадь склада согласно формуле (1)

$$S_{общ} = 1073,7 + 1073,7 + 21,5 + 60,1 + 12 + 49,9 + 93,1 = 2384 \text{ м}^2.$$

Экспликация технологических зон склада приведена в таблице 3.

Т а б л и ц а 3 – Экспликация технологических зон склада

Наименование технологической зоны	Размер площади зоны, м ²
Зона хранения (грузовая площадь)	1073,7
Зона хранения (площадь проходов и проездов)	1073,7
Участок приемки товаров	21,5
Участок комплектования товаров	60,1

Приемочная экспедиция	49,9
Отправочная экспедиция	93,1
Рабочее место заведующего складом	12
Общая площадь склада	2384

Контрольные вопросы

- 1 Дайте определение термину «склад». Какие функции присущи складу?
- 2 Дайте характеристику видам складских грузопотоков.
- 3 Из каких технологических участков состоит склад?
- 4 Поясните термин «экспликация технологических зон склада».
- 5 От каких параметров зависит грузовая площадь склада?

Лабораторная работа № 7

СКЛАДСКОЙ ГРУЗОПОТОК. РАСЧЕТ СТОИМОСТИ ГРУЗОПЕРЕРАБОТКИ НА СКЛАДЕ

Цель работы: рассчитать стоимость грузопереработки на складе и изучить возможности повышения функционирования склада за счет пооперационного учета логистических издержек.

Сведения из теории

Перемещение материальных потоков от производителей продукции к потребителям невозможно без концентрации в определенных местах необходимых запасов, для хранения которых предназначены соответствующие склады. Движение через склад связано с затратами живого и овеществленного труда, что увеличивает стоимость товара. В связи с этим проблемы, связанные с функционированием складов, оказывают значительное влияние на рационализацию движения материальных потоков в логистической цепи, использование транспортных средств и издержек обращения.

Современный крупный склад – это сложное техническое сооружение, которое состоит из многочисленных взаимосвязанных элементов, имеет определенную структуру и выполняет ряд функций по преобразованию материальных потоков, а также накоплению, переработке и распределению грузов между потребителями. При этом в силу многообразия параметров, технологических и объемно-планировочных решений, конструкций оборудования и характеристик разнообразной номенклатуры перерабатываемых грузов склады относят к сложным системам. В то же время склад сам является всего лишь элементом системы более высокого уровня – логистической цепи, которая и формирует основные и технические требования к складской системе, устанавливает цели и критерии ее оптимального функционирования, диктует условия переработки груза.

Поэтому склад должен рассматриваться не изолированно, а как интегрированная составная часть логистической цепи. Только такой подход позволит обеспечить успешное выполнение основных функций склада и достижение высокого уровня рентабельности. При этом необходимо иметь в виду, что в каждом отдельно взятом случае, для конкретного склада, параметры складской системы значительно отличаются друг от друга, так же как ее элементы и сама структура, основанная на взаимосвязи этих элементов. При создании складской системы нужно руководствоваться следующим основным принципом: лишь индивидуальное решение с учетом всех влияющих факторов может сделать ее рентабельной. Предпосылкой этого является четкое определение функциональных задач и основательный анализ переработки груза как внутри, так и вне склада. Разброс гибких возможностей необходимо ограничить благоразумными практически выгодными показателями. Это означает, что любые затраты должны быть экономически оправданными, т. е. внедрение любого технологического и технического решения, связанное с капиталовложениями, должно исходить из рациональной целесообразности, а не из модных тенденций и предлагаемых технических возможностей на рынке.

Основное назначение склада – концентрация запасов, их хранение и обеспечение бесперебойного и ритмичного выполнения заказов потребителей. К основным функциям склада можно отнести следующие.

1 Преобразование производственного ассортимента в потребительский в соответствии со спросом – создание необходимого ассортимента для выполнения заказов клиентов. Особое значение данная функция приобретает в распределительной логистике, где торговый ассортимент включает огромный перечень товаров различных производителей, отличающихся функционально, по конструктивности, размеру, форме, цвету и т.д. Создание нужного ассортимента на складе содействует эффективному выполнению заказов потребителей и осуществлению более частых поставок и в том объеме, который требуется клиенту.

2 Складирование и хранение позволяет выравнивать временную разницу между выпуском продукции и ее потреблением и дает возможность осуществлять непрерывное производство и снабжение на базе создаваемых товарных запасов. Хранение товаров в распределительной системе необходимо также и в связи с сезонным потреблением некоторых товаров.

3 Унификация и транспортировка грузов. Многие потребители заказывают со складов партии «меньше чем вагон» или «меньше чем трейлер», что значительно увеличивает издержки, связанные с доставкой таких грузов. Для сокращения транспортных расходов склад может осуществлять функцию объединения (*унификацию*) небольших партий

грузов для нескольких клиентов, до полной загрузки транспортного средства.

4 Предоставление услуг. Очевидным аспектом этой функции является оказание клиентам различных услуг, обеспечивающих фирме высокий уровень обслуживания потребителей. Среди них:

- подготовка товаров для продажи (фасовка продукции, заполнение контейнеров, распаковка и т.д.);
- проверка функционирования приборов и оборудования, монтаж;
- придание продукции товарного вида, предварительная обработка (например, древесины);
- транспортно-экспедиционные услуги и т. д.

От функций, которые выполняет каждый конкретный склад, напрямую зависят издержки предприятия, связанные с переработкой грузопотока, содержанием участков склада, технологической задержкой его продвижения в логистической цепи. *Стоимостью грузопереработки на складе* будем называть суммарные затраты, связанные с выполнением основных функций склада. Следовательно, каждому складу должен соответствовать такой функциональный состав, который обеспечит максимальную экономическую эффективность предприятия.

Выбор состава операций с грузом производится на основании критерия минимума затрат на грузопереработку. Максимально снизить расходы можно, направляя товар из зоны хранения в зону погрузки. Но это означает отказ от операций подбора ассортимента на участке комплектования, а также от доставки товара покупателям (отправочная экспедиция). При этом следует иметь в виду, что отказываясь от предоставления дополнительных услуг, предприятие снижает свою конкурентоспособность, а это сопряжено с экономическими потерями.

Поиск приемлемого варианта возможен при налаженной системе учета издержек.

Методика решения

На складах предприятий грузопотоки рассчитывают для отдельных участков или по отдельным операциям (например, внутрискладское перемещение грузов, ручная переработка груза на участках приемки и комплектации и т.д.). При этом суммируют объемы работ по всем операциям на данном участке или в рамках данной операции.

Суммарный внутренний грузопоток склада определяется сложением материальных потоков, проходящих через отдельные участки и между участками.

Величина суммарного грузопотока на складе зависит от того, по какому

пути пойдет груз на складе, будут или не будут с ним выполняться те или иные операции. В свою очередь, маршрут грузопотока определяется значениями факторов, перечисленных в таблице 1.

Объем работ по отдельной операции, рассчитанный за определенный промежуток времени, представляет собой поток по соответствующей операции.

Величина суммарного грузопотока на складе определяется сложением величин потоков, сгруппированных по признаку выполняемой логистической операции, либо по признаку места выполнения операции. При расчете величины суммарного грузопотока используется понятие «группа грузопотока», содержание которого варьируется в зависимости от конкретных участков склада или операций.

Первая группа грузопотоков – грузы, рассматриваемые в процессе внутрискладского перемещения.

Т а б л и ц а 1 – **Факторы объема складской грузопереработки**

Обозначение фактора	Наименование фактора	Значение, %
A1	Доля товаров, поставляемых на склад в нерабочее время и проходящих через приемочную экспедицию	
A2	Доля товаров, проходящих через участок приемки склада	
A3	Доля товаров, подлежащих комплектованию на складе	
A4	Уровень централизованной доставки, т.е. доля товаров, попадающих на участок погрузки из отправочной экспедиции	
A5	Доля доставленных на склад товаров, не подлежащих механизированной выгрузке из транспортного средства и требующих ручной выгрузки с укладкой в поддоны	
A6	Доля товаров, загружаемых в транспортное средство при отпуске со склада вручную (из-за неспособности транспортного средства покупателя к механизированной загрузке)	
A7	Кратность обработки товаров на участке хранения	

Перемещение грузов (в нашем случае – механизированное, в контейнерах или на поддонах) осуществляется с участка на участок, а суммарный грузопоток по данной группе равен сумме выходных грузовых потоков всех участков, без последнего:

$$\begin{aligned}
 & T && \text{(с участка разгрузки)} \\
 + & TA_1 / 100 && \text{(из приемочной экспедиции)} \\
 + & TA_2 / 100 && \text{(с участка приемки)} \\
 + & T && \text{(из зоны хранения)} \\
 + & TA_3 / 100 && \text{(с участка комплектования)}
 \end{aligned} \tag{1}$$

$$+ \frac{TA_4}{100} \quad (\text{из отправочной экспедиции})$$

$$= P_{п.г}$$

Здесь T – грузооборот склада, тыс. т/год; в скобках помечены соответствующие участки склада, из которых выходит поток.

Вторая группа грузопотоков – грузы, рассматриваемые в процессе выполнения операций на участках разгрузки и погрузки. Грузопоток при ручной разгрузке груза.

Операции разгрузки и погрузки могут выполняться вручную или с применением машин и механизмов.

Ручная переработка необходима, если груз прибыл от поставщика не уложенным на поддоны. В этом случае для того, чтобы выгрузить товар из транспортного средства и затем поместить на один из участков склада, товар необходимо предварительно вручную уложить на поддоны.

Грузопоток при ручной разгрузке, т/год,

$$P_{р.р} = \frac{TA_5}{100}. \quad (2)$$

Остальная разгрузка является механизированной. Грузопоток при механизированной разгрузке груза, т/год,

$$P_{м.р} = T(1 - \frac{A_5}{100}). \quad (3)$$

Ручная погрузка необходима в том случае, если поданное транспортное средство нельзя загрузить с помощью средств механизации. Тогда груз будет подвезен автопогрузчиком к борту транспортного средства, а затем вручную в него погружен.

Грузопоток при ручной погрузке груза, т/год,

$$P_{р.п} = \frac{TA_6}{100}. \quad (4)$$

Грузопоток при механизированной погрузке груза, т/год,

$$P_{м.п} = T(1 - \frac{A_6}{100}). \quad (5)$$

Третья группа потоков – грузы, рассматриваемые в процессе ручной переборки при приемке товаров, т/год,

$$P_{пр} = \frac{TA_2}{100}. \quad (6)$$

Четвертая группа потоков – грузы, рассматриваемые в процессе ручной переборки при комплектации заказа покупателей, т/год,

$$P_{\text{км}} = \frac{TA_3}{100}. \quad (7)$$

Пятая группа грузопотоков – грузы, рассматриваемые в процессе выполнения операций в экспедициях.

Если груз поставлен в рабочее время, то он сразу поступает на участок приемки или в зону хранения. Если же груз прибыл в нерабочее время (например, в выходной день), то он разгружается в экспедиционном помещении и лишь в ближайший рабочий день подается на участок приемки или в зону хранения. Следовательно, в приемочной экспедиции появляется новая операция, которая увеличивает суммарный грузопоток на величину, т/год,

$$P_{\text{п.э}} = \frac{TA_1}{100}. \quad (8)$$

Если на предприятии оптовой торговли имеется отправочная экспедиция, то в ней появляется новая операция, которая увеличивает суммарный грузопоток на величину, т/год,

$$P_{\text{о.э}} = \frac{TA_4}{100}. \quad (9)$$

Итого операции в экспедициях увеличивают совокупный материальный поток на, т/год,

$$P_{\text{эк}} = P_{\text{п.э}} + P_{\text{о.э}} = \frac{T(A_1 + A_4)}{100}. \quad (10)$$

Шестая группа грузопотоков – операции в зоне хранения.

Весь поступивший на склад товар сосредоточивается в местах хранения, где выполняются следующие обязательные операции:

- укладка груза на хранение;
- выемка груза из мест хранения.

Объем работ за определенный период по каждой операции равен грузообороту склада за этот же период (при условии сохранения запаса на одном уровне). Таким образом, минимальный материальный поток в зоне хранения равен $2T$.

Если при хранении товара осуществляется перекладка запасов с верхних на нижние ярусы стеллажей, то к совокупному материальному потоку добавляется еще какая-то часть T . В процессе отборки часть груза может быть возвращена в места хранения, что также увеличивает совокупный материальный поток.

В результате всех операций в зоне хранения возникает группа

материальных потоков, т/год, величина которой

$$P_{\text{хр}} = \frac{TA_7}{100}. \quad (10)$$

Величина суммарного грузопотока на складе, т/год, определяется по следующей формуле:

$$P = P_{\text{п.г}} + P_{\text{р.р}} + P_{\text{м.р}} + P_{\text{р.п}} + P_{\text{м.п}} + P_{\text{пр}} + P_{\text{км}} + P_{\text{п.э}} + P_{\text{о.э}} + P_{\text{хр}}. \quad (11)$$

Стоимость грузопереработки определяется:

- объемом работ по той или иной операции;
- удельной стоимостью выполнения операции.

Удельные стоимости выполнения операций на складе представлены в таблице 2. Эти данные позволяют представить общую стоимость грузопереработки в виде суммы затрат на выполнение отдельных операций.

Т а б л и ц а 2 – Группы грузопотоков на складе

Наименование группы материальных потоков	Условное обозначение группы	Удельная стоимость работ	
		Условное обозначение	Величина, у.д.е./год
Внутрискладское перемещение грузов	$P_{\text{п.г}}$	S_1	0,6
Операции в экспедициях	$P_{\text{эк}}$	S_2	2,0
Операции с товаром в процессе приемки и комплектации	$P_{\text{пр}}, P_{\text{км}}$	S_3	5,0
Операции в зоне хранения	$P_{\text{хр}}$	S_4	1,0
Ручная разгрузка и погрузка	$P_{\text{р.р}}, P_{\text{п.р}}$	S_5	4,0
Механизированные разгрузка и погрузка	$P_{\text{м.р}}, P_{\text{м.п}}$	S_6	0,8

Выбор состава операций с грузом производится на основании критерия минимума затрат на грузопереработку.

Суммарная стоимость грузопереработки, у.д.е., может быть определена по формуле

$$C_{\text{Груз}} = S_1 P_{\text{п.г}} + S_2 P_{\text{эк}} + S_3 (P_{\text{пр}} + P_{\text{км}}) + S_4 P_{\text{хр}} + S_5 (P_{\text{р.р}} + P_{\text{п.р}}) + S_6 (P_{\text{м.п}} + P_{\text{м.р}}). \quad (12)$$

Анализ компонентов и суммарной стоимости грузопереработки позволяет определить перечень мероприятий по снижению экономических потерь предприятия.

Пример расчета

Необходимо рассчитать величину суммарного грузопотока на складе и стоимость грузопереработки с целью разработки перечня мероприятий по снижению расходов на хранение.

Грузооборот рассматриваемого склада составляет 5000 тонн в год. Значения факторов, влияющих на величину суммарного материального потока на складе, приведены в таблице 3. Значения удельной стоимости работ по складским группам принимаются согласно таблице 2. Расчеты производятся согласно методике, изложенной выше. Результаты расчетов сведены в итоговую таблицу (таблица 4).

Анализ стоимости грузопереработки на складе показывает, что на основную деятельность склада (хранение) приходится менее 15 % суммарных затрат (10000 из 70750 у.д.е.). Наиболее значительными факторами, влияющими на стоимость грузопереработки на складе, являются внутрискладские перемещения (около 15 %), ручная выгрузка (17 %) и работы по комплектации заказов (25 %).

Т а б л и ц а 3 – Факторы объема грузопереработки рассматриваемого склада

Обозначение фактора	Наименование фактора	Значение, %
A1	Доля товаров, поставляемых на склад в нерабочее время и проходящих через приемочную экспедицию	15
A2	Доля товаров, проходящих через участок приемки склада	20
A3	Доля товаров, подлежащих комплектованию на складе	70
A4	Уровень централизованной доставки, т.е. доля товаров, попадающих на участок погрузки из отправочной экспедиции	40
A5	Доля доставленных на склад товаров, не подлежащих механизированной выгрузке из транспортного средства и требующих ручной выгрузки с укладкой в поддоны	60
A6	Доля товаров, загружаемых в транспортное средство при отпуске со склада вручную (из-за непригодности транспортного средства покупателя к механизированной загрузке)	30
A7	Кратность обработки товаров на участке хранения	2,0

Т а б л и ц а 4 – Расчет величины суммарного грузопотока и стоимости его переработки на складе

Наименование грузопотоков	Условное обозначение	Значение фактора, %	Величина потока, т/год	Удельная стоимость работ, у.д.е./т	Стоимость работ, у.д.е./год
Внутрискладское перемещение грузов	$P_{п.г}$	-	17250	0,6	10350
Ручная разгрузка грузов	$P_{р.р}$	60	3000	4,0	12000

Механизированная разгрузка грузов	$P_{м.р}$	40	2000	0,8	1600
Ручная погрузка грузов	$P_{п.р}$	30	1500	4,0	6000
Механизированная погрузка грузов	$P_{м.п}$	70	3500	0,8	2800
Грузопоток на участке приемки	$P_{пр}$	20	1000	5,0	5000
Грузопоток на участке комплектации заказов	$P_{км}$	70	3500	5,0	17500
Грузопотоки в экспедициях	$P_{эк}$	55	2750	2,0	5500
Грузопоток в зоне хранения	$P_{хр}$	2	10000	1,0	10000
Суммарный внутренний грузопоток	P	-	44500	-	70750

Для повышения экономической эффективности функционирования склада рекомендуется реализовать следующий перечень организационных мероприятий:

- повысить уровень механизированной разгрузки грузов за счет повышения доли приема товара от поставщиков, предварительно уложенного в поддоны;

- сократить внутрискладские перемещения грузов за счет организации прямого перегруза товара из одного транспортного средства в другое (например из автомобиля в вагон минуя склад);

- сократить грузопоток на участке комплектации путем рационализации операций подбора ассортимента и календарного планирования поступления товаров на склад предприятия.

Реализация данных мероприятий позволит существенно снизить складские расходы. При этом следует отметить, что, отказываясь от предоставления части услуг, предприятие может потерять свои позиции на рынке. Поэтому вопрос об сокращении складских расходов должен рассматриваться в совокупности с другими издержками технологии транспортировки грузов.

Контрольные вопросы

- 1 Какова роль складирования в логистической цепи?
- 2 Из каких технологических зон состоит склад?
- 3 Какие услуги могут предоставляться складом предприятия?
- 4 В каких случаях применяется ручная разгрузка и выгрузка груза?
- 5 Какие операции производят в зоне комплектации?
- 6 Какие факторы влияют на стоимость переработки груза на складе?

Лабораторная работа № 8
**РАСЧЕТ ЧИСЛА ПОДАЧ-УБОРОК
НА ПУНКТЫ МЕСТНОЙ РАБОТЫ ГРУЗОВОЙ СТАНЦИИ**

Цель работы: изучить методику расчета и основные факторы, влияющие на число подач-уборок и график подач грузовой станции.

Сведения из теории

В основе работы грузовой станции лежит типовая технология. Технологический процесс работы грузовой станции должен основываться на прогрессивных методах труда, достижениях науки и техники, обеспечивать рациональное взаимодействие всех видов транспорта.

Цель технологического процесса – своевременное выполнение плана перевозок грузов, сокращение простоя вагонов, полное использование технических средств станции, грузового двора и подъездных путей, снижение себестоимости продукции и обеспечение экономической эффективности работы коллектива.

Типовая технология предусматривает взаимодействие работы грузовой станции с промышленным, водным и автомобильным транспортом, а также обеспечение безопасности движения при перевозке грузов, переработке грузов на местах общего пользования, работы товарной конторы и ряд других вопросов.

Технология грузовой работы совершенствуется разработкой и использованием твердых графиков развоза местного груза и введением единого диспетчерского руководства в узле, своевременным вывозом грузов автопредприятиями, увеличением сменности работы грузовых объектов грузового двора и подъездных путей, созданием автоматизированной системы управления.

С целью обеспечения равномерности и ритмичности выполнения грузовых операций на грузовом дворе подача и уборка вагонов осуществляется по внутростанционному графику. На подъездные пути вагоны подаются в соответствии с договором на эксплуатацию подъездного пути или подачу и уборку вагонов.

Обычно подача вагонов на грузовые объекты совмещается с их уборкой. Информация о готовности вагонов к уборке (номер и род вагона, род груза и станция назначения) сообщается приемосдатчиком станции ДСП, и сменному инженеру по грузовой и коммерческой работе. В форме уведомлений о готовности вагонов к уборке локомотивом железной дороги с подъездных путей поступает информация ДСП.

Руководствуясь планом отправления передаточных поездов, ДСЦ управляет процессом уборки вагонов с грузовых пунктов на пути накопления грузовой станции. Работники СТЦ составляют натурный лист поезда и подбирают документы на основе информации об убираемых вагонах. Для сокращения простоя составов под обработкой по отправлению на путях накопления можно проводить технический осмотр и ремонт вагонов.

По окончании накопления состава или к заданному моменту времени, определяемому технологией работы станции и графиком движения передаточных поездов в узле, формируется состав.

Основной рациональной технологии обслуживания грузовых пунктов на грузовых, участковых и сортировочных станциях с большой местной работой является комплексная информация о местных вагонах со всех подходов и внутриузловых станций, графики передаточного и вывозного движения в узле, внутростанционный график обслуживания пунктов местной работы, постоянный номерной учет текущего наличия и расположения местных вагонов на путях сортировочного парка и грузовых фронтах.

Местные вагоны поступают в адрес грузовых фронтов общего пользования, расположенных на грузовых, сортировочных и участковых станциях, обычно небольшими группами почти со всеми разборочными поездами, и простаивают под накоплением в интервалах между очередными подачами и уборками. Число подач на грузовые фронты определяется из условия технико-экономической целесообразности. Уменьшение числа подач сокращает затраты локомотиво-часов на обслуживание грузовых фронтов, но увеличивает число вагонов в подачах, а следовательно, и затраты времени на ожидание подачи вагонов к грузовым фронтам. Поэтому при технико-экономическом анализе станционных процессов возникает необходимость нахождения минимума функции, математически описывающей основные виды затрат.

Расчеты показывают, что особенно резко изменяются затраты вагоно-часов на накопление при изменении числа подач с одной до шести в сутки. При этом параметр накопления местных вагонов на состав подачи C_m за длительный период времени достигает 8–10 ч.

Время простоя вагонов непосредственно на грузовом фронте с изменением числа подач тоже меняется. Оно зависит от числа вагонов в составе подачи, а также от числа погрузочно-разгрузочных механизмов и при отсутствии простоя в ожидании уборки определяется суммарной производительностью последних. С изменением числа вагонов в составе подачи меняются потребная длина грузового фронта, группировочных путей и продолжительность времени на подачу и уборку. Однако расчеты показывают, что изменение состава подачи в пределах 5–20 вагонов на

время подачи и уборки на данный грузовой фронт влияет незначительно; для практических целей в большинстве случаев его можно считать постоянным.

Таким образом, сокращение простоя местных вагонов на станциях может быть осуществлено как за счет интенсификации технологических операций, так и за счет увеличения числа подач и уборок вагонов на местные пункты.

Число подач и уборок вагонов, рассчитанное и откорректированное в соответствии с разложением разборочных поездов и графиком накопления, закладывают в план-график местной работы станции. Сроки подач и уборок (передач) вагонов согласовывают с графиком движения и планом формирования поездов. На основании рассчитанного и откорректированного числа подач вагонов разрабатывают календарные графики обслуживания грузовых фронтов и местных пунктов грузовых, участковых и сортировочных станций.

Основа технологии работы грузовых станций и местной работы участковых и сортировочных станций – рациональное взаимодействие станционных процессов между собой и с графиком движения передаточных и других поездов. График движения устанавливает не только время прибытия и отправления внутриузловых передаточных поездов, но и определяет оптимальную продолжительность внутрисканционных технологических операций. Чтобы обеспечить взаимодействие технологии грузовой и технической работы станции с графиком движения поездов и другими видами транспорта, принимающими участие в перевозочном процессе, необходимо соблюдать следующие условия:

1 Оптимальное число подач и уборок вагонов на местные пункты станции, в пункты перевалки, на подъездные пути и т. д. надо рассчитывать исходя из технико-экономической целесообразности или заданной нормы простоев вагонов и уточнять в зависимости от подхода местных вагонов с разборочными поездами и процесса их накопления.

2 Для сокращения простоев в ожидании подачи интервал подачи на каждый местный пункт должен быть равен или меньше времени накопления вагонов на оптимальный состав.

3 Средний интервал прибытия составов или групп вагонов под погрузку должен быть равен или больше периода накопления на складе необходимого количества продукции, равного вместимости состава или группы вагонов.

4 Суммарное время на выполнение всех грузовых операций (выгрузки, перестановки, погрузки, перевески и т. д.) при наличии одного фронта работы на данном грузовом пункте должно быть равно или меньше интервала подачи.

5 Производительность погрузочно-разгрузочных механизмов должна соответствовать количеству тонн груза в подаче, деленному на заданное

время выполнения грузовых операций с оптимальной партией вагонов в подаче.

6 При централизованном ввозе и вывозе грузов автотранспортом и работе по прямому варианту (автомобиль – вагон и вагон – автомобиль) интервал подачи автомобилей к грузовому фронту должен быть равен времени перегрузки или опережать его.

7 Темп транспортировки грузов автотранспортом к местам погрузки-выгрузки должен быть равен темпу загрузки в вагоны или выгрузки из вагонов или больше него.

Необходимо установить экономически целесообразные границы применения каждого из условий взаимодействия, учитывая возможность отклонений от нормальных (средних) условий работы, вызываемых различного рода неравномерностью. Для обеспечения взаимной согласованности в работе большого технологического комплекса разных видов транспорта, погрузочно-разгрузочных фронтов, складов, средств механизации на основе технико-экономических обоснований разрабатываются так называемые комплексные контактные графики.

Для координации работы между грузовыми станциями в транспортных узлах создаются координационные советы и автоматизированные диспетчерские центры. Контактный график является технологической основой диспетчерского управления, увязывает в единое целое работу станции, автопредприятия и механизированной дистанции погрузочно-разгрузочных работ. Основу его составляет график прибытия передаточных поездов на станцию и поступления подач на грузовой двор. Контактный график используется для установления основных сквозных показателей работы станции, механизированной дистанции погрузочно-разгрузочных работ и автопредприятия.

Методика решения

Оптимальное число подач-уборок вагонов на пункты местной работы исходя из технико-экономической целесообразности определяется по формуле

$$x_{\text{пу}} = \sqrt{\frac{n_{\text{м}} e_{\text{в}} (c_{\text{м}} + 24 + B n_{\text{м}})}{A e_{\text{л}}}}, \quad (1)$$

где $n_{\text{м}}$ – суточное число местных вагонов, прибывающих на данный грузовой пункт; $e_{\text{в}}$, $e_{\text{л}}$ – стоимости одного вагоно-часа и маневрового локомотиво-часа; $c_{\text{м}}$ – параметр накопления местных вагонов на подачу, равный 10–12 ч; B , A – нормативные коэффициенты, значения которых рассчитывают суммированием отдельных нормативов времени \bar{b} и a на

выполнение операций, составляющих время подачи-уборки местных вагонов.

Рассчитанное число подач-уборок проверяется:

- по длине грузового фронта:

$$x_{пу} \geq \frac{n_M l_B}{l_{фр}}, \quad (2)$$

где l_B – длина вагона; $l_{фр}$ – длина грузового фронта;

- производительности погрузочно-разгрузочных механизмов:

$$x_{пу} \leq \frac{t_p}{T_{гр}}, \quad (3)$$

где t_p – продолжительность работы грузового фронта в сутки (например 12 или 24 ч); $T_{гр}$ – продолжительность грузовых операций с одной группой вагонов, подаваемой на фронт.

При несоблюдении первого условия необходимо увеличивать длину грузовых фронтов, второго – увеличивать продолжительность работы грузовых фронтов (при $t_p < 24$ ч) или применять погрузочно-разгрузочные механизмы с более высокой производительностью.

При заданном нормативном простое местных вагонов число подач-уборок должно быть:

$$x_{пу} \geq \frac{c_M + 24}{t_M + \sum t}, \quad (4)$$

где t_M – заданный простой местного вагона; $\sum t$ – суммарное время выполнения всех технических операций с местными вагонами (прибытие, расформирование, подача, расстановка, уборка, накопление, формирование и отправление).

Число подач и уборок вагонов, рассчитанное и откорректированное в соответствии с разложением разборочных поездов и графиком накопления, закладывают в план-график местной работы станции.

Пример расчета

Требуется определить оптимальное количество подач-уборок на пункты местной работы грузовой станции при следующих исходных данных: $n_M = 100$ вагонов, $e_B = 1073$ руб., $e_L = 56120$ руб., $c_M = 10$ ч, $A = 2,5$ и $B = 0,05$.

Длина грузового фронта в данном примере равна 500 м, а сумма времени на выполнение всех технологических операций с местными

вагонами от момента их прибытия до отправления, кроме операций, входящих в цикл подачи-уборки вагонов, $t_{тн} = 3$. Грузовой фронт работает в круглосуточном режиме.

Согласно формуле (1) число подач и уборок составит:

$$x_{пу} = \sqrt{\frac{100 \cdot 1073 \cdot (10 + 24 + 0,05 \cdot 100)}{2,5 \cdot 56120}} = 5,46 .$$

Предварительно принимаем число подач уборок равным 5.

Проверим рассчитанное число подач уборок по длине грузового фронта и производительности погрузочно-разгрузочных машин (см. формулы (2) и (3)).

$$x_{пу} \geq \frac{100 \cdot 15}{500} = 3 ; x_{пу} \leq \frac{24}{3} = 8 .$$

Проведенные расчеты показали, что число подач-уборок на рассматриваемый грузовой фронт должно быть в пределах от 3 до 8. В нашем случае оптимальное число подач-уборок $x_{пу} = 5$ попадает в данный интервал и принимается для построения графика подач-уборок.

Определим необходимое число подач-уборок, обеспечивающее выполнения заданного простоя местного вагона $t_m = 14$ часов (см. формулу (4)),

$$x_{пу} = \frac{10 + 24}{14 + 3} = 2 .$$

То есть для обеспечения заданного простоя местных вагонов на станции достаточно организовывать две подачи-уборки в сутки.

Построим график изменения числа подач-уборок при изменении прибытия вагонов в границах от 80 до 120 (расчеты производятся согласно формуле (1)). Результаты расчетов сведем в таблицу 1.

Т а б л и ц а 1 – Зависимость числа подач-уборок от размеров прибытия вагонов

n_m	80	90	100	110	120
$x_{пу}$	4,82	5,15	5,46	5,76	6,06

На основании данных таблицы 1 построим график (рисунок 1).

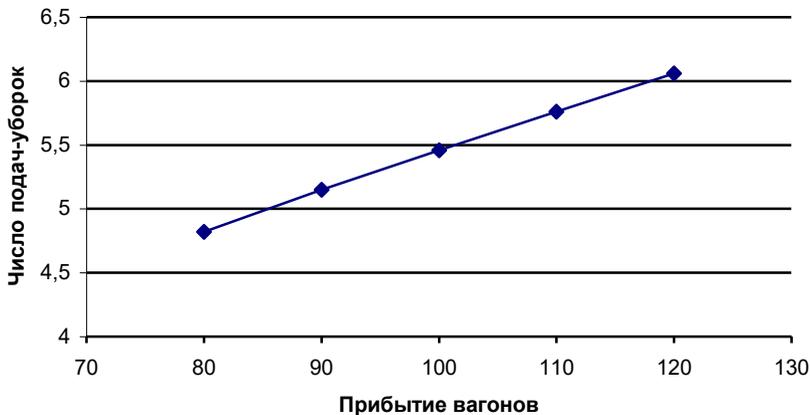


Рисунок 1 – График изменения числа подач-уборок при изменении прибытия вагонов

Анализ графика показывает, что число подач-уборок на грузовые пункты напрямую зависит от количества прибывающих вагонов.

Контрольные вопросы

- 1 Какова цель технологического процесса работы станции?
- 2 Какие документы регламентируют технологию работы станции?
- 3 Какие параметры влияют на оптимальное число подач-уборок вагонов на пункты местной работы?
- 4 По каким параметрам проверяется рассчитанное число подач-уборок?
- 5 Какие условия должны выполняться, чтобы обеспечить взаимодействие технологии грузовой и технической работы станции с графиком движения поездов и другими видами транспорта?

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ И РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Геллер, Ю. А. *Материаловедение* / Ю. А. Геллер, А. Г. Рахштадт. – М.: Металлургия, 1984. – 383 с.
- 2 Зеньков, В. С. *Технология производства* / В. С. Зеньков. – Мн., 1996. – 126 с.
- 3 Комар, А. Г. *Строительные материалы и изделия* / А. Г. Комар. – М.: Высш. шк., 1985. – 345 с.
- 4 *Логистика: учеб.* / под ред. проф. Б.А. Аникина. – 2-е изд, перераб. и доп. – М.: ИНФРА-М, 2000. – 352 с.
- 5 *Основы технологии важнейших отраслей промышленности: учеб. пособие для вузов. В 2 ч.* / И. В. Ченцов [и др.]; под ред. И. В. Ченцова. – 2-е изд., перераб. и доп. – Мн.: Высш. шк., 1989. – 523 с.
- 6 *Основы химической технологии* / И. П. Мухленов [и др.]. – М.: Высш. шк.,

1983. – 420 с.

7 Производственные технологии (общие основы): учеб.-практ. пособие. В 2 ч. / М. В. Самойлов. [и др.]. – Мн.: БГЭУ, 2003. – 96 с.

8 Промышленная логистика / под ред А. А. Колобова. – М.: МГТУ им. Баумана, 1997. – 204 с.

9 Сычев, Н. Г. Производственные технологии: учеб. пособие / Н. Г. Сычев. – Мн.: Равноденствие, 2004. – 153 с.

10 Сборник практических работ по технологии машиностроения: учеб. пособие / А. И. Медведев [и др.]; под ред. И.П. Филонова. – Мн.: БНТУ, 2003. – 486 с.

11 Управление эксплуатационной работой и качеством перевозок на железнодорожном транспорте: учеб. для вузов / под ред. *П. С. Грунтова*. – М.: Транспорт, 1994. – 543 с.

Учебное издание

ЕРОФЕЕВ Александр Александрович

Производственные технологии
Лабораторный практикум

Редактор *М. П. Дежко*

Технический редактор *В. Н. Кучерова*

Корректор *Т. М. Ризевская*

Компьютерный набор и верстка – *А. А. Ерофеев*

Подписано в печать 28.06.2006 г. Формат 60 × 84 1/16.
Бумага газетная. Гарнитура Таймс. Печать на ризографе.
Усл. печ. л. 3,02. Уч.-изд. л. 3,02. Тираж 150 экз.
Зак. № Изд. №.4243

Издатель и полиграфическое исполнение
Белорусский государственный университет транспорта:
ЛИ № 02330/0133394 от 19.07.2004 г.
ЛП № 02330/0148780 от 30.04.2004 г.
246653, г. Гомель, ул. Кирова, 34.