

Национальный банк Республики Беларусь
УО «Полесский государственный университет»

В.А. НЕМИРО

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Методические рекомендации для решения задач
для студентов экономических специальностей

Пинск
ПолесГУ
2010

УДК 658. 512
ББК 30
Н50

Р е ц е н з е н т ы:

кандидат технических наук, доцент В.Ф. Галковский;
кандидат технических наук, доцент А.В. Копытовских

У т в е р ж д е н о

научно-методическим советом ПолесГУ

Немиро, В.А.

Н50 Современные технологии: методич. рекомендации для решения задач /
В.А. Немиро / Пинск: ПолесГУ, 2009. – 31 с.

ISBN 978-985-516-080-0

В методических рекомендациях излагаются основные сведения об интегральных параметрах технологического процесса. Даны формулы по определению этих параметров и задачи с методикой решения. Приводится методика определения экономической эффективности внедряемого (нового) оборудования с примерами решения задач на конкретных ситуациях.

Предназначено для аудиторной и самостоятельной работы студентов экономических специальностей.

УДК 658. 512
ББК 30

ISBN 978-985-516-080-0

©УО «Полесский государственный
университет», 2010

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
Тема 1. Анализ технологического процесса с помощью параметров: себестоимость, прибыль, рентабельность.....	5
Тема 2. Анализ технологического процесса с помощью параметров: производственные фонды, амортизационные отчисления, капитальные затраты, удельные капитальные затраты.....	11
Тема 3. Определение экономической эффективности внедряемого (нового) оборудования.....	16
Тема 4. Материальный баланс.....	21
Литература.....	30

ВВЕДЕНИЕ

Основной задачей курса «Современные технологии» является формирование у студентов технологического мышления, основанного на общих закономерностях развития технологических процессов и их систем. Для получения полных и всесторонних знаний по курсу «Современные технологии» необходимо овладеть приемами и методами расчета основных параметров технологических процессов: себестоимость, прибыль, рентабельность, производственные фонды, амортизационные отчисления, капитальные затраты.

Цель данных методических рекомендаций – оказать методическую помощь студентам в осуществлении технико-экономических расчетов по определению основных параметров технологических процессов; научиться определять экономическую эффективность нового внедряемого оборудования и срок окупаемости дополнительных капитальных затрат; составлять материальные балансы.

Задачи составлены на реальных примерах, что позволяет студентам понять суть проведенных расчетов.

ТЕМА 1. АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА С ПОМОЩЬЮ ПАРАМЕТРОВ: СЕБЕСТОИМОСТЬ, ПРИБЫЛЬ, РЕНТАБЕЛЬНОСТЬ

Себестоимость – это совокупность всех затрат предприятия на изготовление и реализацию продукции в денежном выражении. Величина себестоимости зависит от многих факторов: правильно выбранное сырье; уровень технологии производства, который определяет затраты живого и прошлого труда, расходы энергии, что иногда составляет основную часть себестоимости; внепроизводственные расходы, куда входит реклама, расходы на сбыт, научно-исследовательские работы. В последние годы эти расходы имеют тенденцию к увеличению. Как установлено, себестоимость продукции зависит и от мощности предприятия. С увеличением мощности себестоимость продукции уменьшается.

Полную себестоимость C_{Π} единицы продукции принято определять по формуле:

$$C_{\Pi} = Z_{\text{м}} + Z + Z_{\text{э}} + A + P_{\text{ц}} + P_{\text{общ}} + P_{\text{в}}, \quad (1.1)$$

где $Z_{\text{м}}$ – материальные затраты (стоимость материалов, сырья, полуфабрикатов);

Z – заработная плата производственных рабочих с отчислениями на социальное страхование;

$Z_{\text{э}}$ – затраты на энергию;

A – амортизационные отчисления;

$P_{\text{ц}}$ – цеховые расходы;

$P_{\text{общ}}$ – общезаводские расходы;

$P_{\text{в}}$ – внепроизводственные расходы.

Чем ниже себестоимость выпускаемой продукции, тем выше прибыль и рентабельность предприятия.

Прибыль определяется по формуле:

$$P_{\text{р}} = C_{\text{о}} - C_{\Pi}, \quad (1.2)$$

где $C_{\text{о}}$ – оптовая цена выпускаемой продукции;

C_{π} – полная себестоимость продукции.

Рентабельность продукции рассчитывается по формуле:

$$P = \frac{\Pi_p}{C_{\pi}} \cdot 100 \%, \quad (1.3)$$

где Π_p – прибыль;

C_{π} – себестоимость продукции.

Зависимость между себестоимостью продукции и мощностью предприятия определяется по эмпирической формуле:

$$C_{\pi} = a \times N^B, \quad (1.4)$$

где C_{π} – себестоимость продукции (например, руб/т);

N – мощность предприятия, установки (например, т/год);

a и B – постоянные коэффициенты, зависящие от характера производства.

Капитальные затраты (K) – это стоимость основных производственных фондов предприятия, цеха, установки.

Удельные капитальные затраты (K_y) – это отношение капитальных затрат к годовой мощности предприятия, цеха, установки (N):

$$K_y = \frac{K}{N} \quad (1.5)$$

Как и себестоимость продукции, удельные капитальные затраты являются функцией мощности предприятия, цеха, установки.

Установлено, что в довольно широком интервале изменения мощности (N) удельные капитальные затраты изменяются по следующей зависимости:

$$K_y = a \times N^{-0.4} \quad (1.6)$$

a – коэффициент, зависящий от характера производства.

Примеры решения задач

Задача 1. Рассчитать затраты (в рублях) на сырье и материалы на производство 1 т латекса на основании данных табл. 1, если удельный расход бутадиена составляет 0,2275 т, метилстирола – 0,107 т, канифоли – 0,0114 т.

Таблица 1

Сырье и материалы	Отпускная цена поставщика, руб.	Наценка снабженческой организации, руб.	Транспортные расходы, руб.	Расходы предприятия на разгрузку, руб.
Бутадиен	780,5	-----	8,95	2,25
Метилстирол	500,75	0,13	6,56	4,20
Канифоль	1200,2	0,18	6,23	3,85

Решение. Плановая заготовительная цена бутадиена составляет $780,50 + 8,95 + 2,25 = 791,70$.
Метилстирола $500,75 + 0,13 + 6,56 + 4,20 = 511,64$.
Канифоли $1200,20 + 0,18 + 6,23 + 3,85 = 1210,46$.
Удельные затраты на сырье и материалы на 1 т латекса:

Бутадиена – $0,2275 \cdot 791,70 = 180,11$;

Метилстирола – $0,107 \cdot 511,64 = 54,74$;

Канифоли – $0,0114 \cdot 1210,46 = 13,79$.

Общие затраты составляют $180,11 + 54,74 + 13,79 = 248,64$.

Задача 2. Выпуск латекса достигает 52980 т в год. Затраты на сырье и материалы такие же, как и в задаче 1. Удельный расход электроэнергии 6,24 КВт/ч, стоимость 1КВт/ч равна 0,123 р. Удельные затраты на электроэнергию составляют $6,24 \times 0,123 = 0,76$ р. Удельный расход пара – 2,64 т. Стоимость 1 т пара – 3,7 р., тогда удельные затраты на пар составляют $3,7 \times 2,64 = 9,76$ р.

Годовой фонд заработной платы производственных рабочих отделения с отчислениями на социальное страхование составляет 62000 р., плановые цеховые расходы за год – 195414 р. Из сметы общезаводских расходов на данное отделение приходится 115225 р.

Внепроизводственные расходы составляют 75231 р. Составить калькуляцию себестоимости 1 т латекса.

Решение. Удельный расход заработной платы производственных рабочих составляет: $62000:52980=1,17$ р.

Цеховые общезаводские и внепроизводственные расходы составляют: $195414: 52980=3,68$ р; $115225:52980=2,17$ р; $75231:52980=1,42$ р соответственно.

Результаты расчета сводим в таблицу 2.

Таблица 2

Статья расходов	Цена: 1 т, 1 квт.ч (в руб.)	Расходы на калькуляционную единицу	Сумма (в руб.)
Сырье и основные материалы:			
Бутадион	791,7	0,2275	180,11
Метилстирол	511,64	0,107	54,74
Канифоль	1210,46	1,0114	13,79
ИТОГО:			248,64
Затраты энергии:			
Электроэнергии	0,123	6,24	0,76
Пара	3,7	2,64	9,76
ИТОГО:			10,52
Заработная плата производственных рабочих с отчислениями на социальное страхование:	—	—	1,17 3,68
Цеховые расходы	—	—	264,01
Цеховая стоимость	—	—	2,17
Общезаводские расходы			266,01
Производственная себестоимость			1,42 267,6
Внепроизводственные расходы			
Полная себестоимость 1т			

Определить прибыль и рентабельность, если оптовая цена 1 т латекса равна 320,6 р.

Прибыль определяем по формуле 1.2.

$$П_p = (320,6 - 267,6) \times 52980 = 2807940 \text{ р.}$$

Рентабельность определяем по формуле 1.3.

$$P = \frac{2807940}{267,5 \cdot 52980} 100\% = 17,79\%$$

Задача 3. Определить, во сколько раз уменьшится себестоимость 1 т латекса при увеличении мощности установки в 2 раза, принимая $b = -0.2$, и на сколько процентов увеличится рентабельность производства латекса.

Решение. Согласно уравнению 1.4.определяем:

$$C_{n1} = a \times N_1^b \quad C_{n2} = a \times N_2^b \quad N_2 = 2N_1.$$

Тогда:

$$\frac{C_{n1}}{C_{n2}} = \frac{aN_1^{-0.2}}{a(2N_1)^{-0.2}} = \frac{1}{2^{-0.2}} = 2^{0.2} = 1.15 \text{ раза.} \quad C_{n2} = C_{n1} : 1,15$$

Определим новую себестоимость 1 т латекса:

$$C_n = 267.6 \times 1.15 = 232,7 \text{ р.}$$

Учитывая, что выпуск увеличился в 2 раза, а себестоимость уменьшилась до 232,7 р., определим новую рентабельность производства латекса.

$$P = \frac{(320,6 - 232,7) \cdot 52980 \cdot 2}{232,7 \cdot 52980 \cdot 2} \cdot 100\% = 37,78\%;$$

Следовательно, рентабельность увеличилась на $(37,78 - 17,79) = 19,99 \%$

Задачи для самостоятельного решения

1. Определите себестоимость 1 т товарной продукции (C_n), прибыль предприятия (Π_p) и рентабельность (P), если известно, что предприятие в год выпускает 1700 т продукции. Оптовая цена продукции 4860 р. Удельные затраты следующие (р.):

Сырье и основные материалы	2250
Вспомогательные материалы	124
Энергия	138
Отчисления на социальное страхование	189
Амортизационные отчисления	90
Цеховые отчисления	119
Общезаводские расходы	104
Внепроизводственные расходы	76

Примечание. Во втором варианте все исходные цифры умножаются на 1,1, в третьем – на 1,2, в четвертом – на 1,3 и т.д.

2. Определите, на сколько процентов снизится себестоимость серной кислоты с увеличением мощности установки в два раза, принимая в выражении:

$$C = a \cdot N^b, \text{ где } b = -0,2.$$

3. Стоимость 20 т полимера, полученного на установке мощностью 5 т/год, составляет 2000 р. Определить стоимость такого же количества этого полимера, полученного на установке мощностью 20 т/год, принимая $b = -0,3$.

ТЕМА 2. АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА С ПОМОЩЬЮ ПАРАМЕТРОВ: ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ФОНДЫ, АМОРТИЗАЦИОННЫЕ ОТЧИСЛЕНИЯ, КАПИТАЛЬНЫЕ ЗАТРАТЫ, УДЕЛЬНЫЕ КАПИТАЛЬНЫЕ ЗАТРАТЫ

Производственные фонды – это орудия и предметы труда, используемые в промышленном производстве. В зависимости от формы участия в создании стоимости продукции производственные фонды делятся на основные и оборотные.

К основным производственным фондам (ОПФ) относятся здания, сооружения, энергетические и силовые установки, рабочие машины и аппараты, транспортные средства, инструменты, производственный и хозяйственный инвентарь.

Соотношение стоимости отдельных видов ОПФ характеризуют их структуру, прогрессивность которой определяется отношением их активной части (рабочие машины, установки, станки, аппараты и т.д.) к общей стоимости. В процессе производства ОПФ изнашиваются и стоимость их износа по частям включается в стоимость готового продукта.

Оборотные фонды – часть производственных фондов предприятий, целиком потребляемых в одном производственном цикле и полностью переносящих свою стоимость на производимый продукт. Они состоят из предметов труда, запасов сырья и незавершенной продукции. Эти средства находятся в состоянии непрерывного кругооборота и полностью потребляются в одном производственном цикле. Их стоимость также полностью переходит на стоимость готового продукта. Для экономического возмещения физического и морального износа ОПФ часть их стоимости включается в затраты на производство продукции в течение всего срока функционирования основных фондов в виде норм амортизационных отчислений.

Средняя норма амортизационных отчислений рассчитывается по формуле:

$$A_n = \frac{\Phi_n + 3_p + 3_m - C_n}{T_a \times 4\Phi_n} \times 100\%, \quad (2.1)$$

где – $\Phi_{\text{п}}$ – первоначальная стоимость ОПФ;
 $З_{\text{р}}$ – затраты на ремонт;
 $З_{\text{м}}$ – затраты на модернизацию;
 $С_{\text{л}}$ – ликвидная стоимость основных фондов после их износа;
 $T_{\text{а}}$ – нормативный срок службы объекта или продолжительность амортизационного периода.

Годовые амортизационные отчисления вычисляются по формуле:

$$A = \frac{\Phi_{\text{ср.г.}} \times A_{\text{н}}}{100}, \quad (2.2)$$

где $\Phi_{\text{ср.г.}}$ – среднегодовая стоимость основных фондов.

Удельные амортизационные отчисления определяются по формуле:

$$A_{\text{ур}} = A : B_{\text{г}}, \quad (2.3)$$

где $B_{\text{г}}$ – годовой выпуск продукции.

Эффективность использования основных производственных фондов характеризуются показателем фондоотдачи, т.е. выпуском продукции на 1 р. среднегодовой стоимости ОПФ:

$$\Phi = B_{\text{г}} : \Phi_{\text{ср.г.}} \quad (2.4)$$

Задача 1. Определить среднюю норму амортизационных отчислений ($A_{\text{н}}$) и удельные амортизационные отчисления на 1 т (в рублях) ($A_{\text{уд}}$) при готовом выпуске продукции в цехе 150000 т. Первоначальная стоимость ОПФ цеха составляла 978000 р, среднегодовая – 1050000 р. Амортизационный период длится 8,5 года. Затраты на капитальный ремонт ОПФ составили 250600 р., на модернизацию – 123800 р., ликвидная стоимость ОПФ – 105000 р.

Решение. Средняя норма амортизационных отчислений определяется по формуле 2.1.

$$A_{\text{н}} = \frac{978000 + 250000 + 12800 - 105000}{8,5 \cdot 978000} \cdot 100\% = 15$$

Амортизационные отчисления на годовой выпуск продукции определим по формуле 2.2.

$$A = \frac{1050000 \cdot 15}{100} = 157500$$

Удельные амортизационные отчисления на 1 т продукции определим по формуле 2.3.

$$A_{yd} = \frac{157500}{150000} = 1,05$$

Задача 2. Определить стоимость колонного аппарата (в рублях) за вычетом износа к концу третьего года эксплуатации, если его первоначальная стоимость составила 11640 р., а затраты на монтажные работы – 3150 р. В середине третьего года на модернизацию израсходовано 2700 р. Средняя норма амортизации по колонным аппаратам – 11,5 %.

Решение. Амортизационные отчисления за три года составят (по формуле 2.2).

$$A = \frac{(11640 + 3150) \cdot 11,5}{100} \cdot 2 + \frac{[14790 + (14790 + 2700)] \cdot 11,5}{100} = 5257,8$$

Стоимость аппарата к концу третьего года за вычетом износа (вычетом амортизационных отчислений) будет равняться:

$$C = 11640 + 3150 + 2700 - 5257,8 = 12232,2 \text{ р.}$$

Задача 3. Определить изменение фондоотдачи (%) на установке, если в отчетном году продукции было выработано на 7560000 р., при среднегодовой стоимости основных фондов установки 1976800 р. и фондоотдаче в базовом году 3 р. 55 к. на 1 р. среднегодовой стоимости ОПФ.

Решение. Величину фондоотдачи в отчетном году определим по формуле 2.4:

$$\Phi_{cp.g} = \frac{7560000}{1976800} = 3,824$$

Определим, на сколько процентов увеличилась фондоотдача:
3,55 – 100 %

3,82 – X %

$$X = \frac{3,82 \cdot 100}{3,55} = 107,6\%$$

Фондоотдача увеличилась на 7,6 %.

Задачи для самостоятельного решения

1. Рассчитать удельные амортизационные отчисления на единицу продукции в цехах шинного завода по данным таблицы 3.

Таблица 3

Показатель	Цех			
	Подготови- тельный	Каландро- вый	Сборочный	Вулканизаций
Стоимость ОПФ, тыс. р.:				
Первоначальная	7100	5500	560	3200
Среднегодовая	7536	6166	630	3882
Ликвидационная	1500	1200	120	600
Затраты, тыс.р.:				
На капитальный ремонт	105	210	32	270
На модернизацию	160	150	45	120
Амортизационный период, годы	8	10	11	7

Ответ. Удельные амортизационные отчисления по цехам составляют— 5,4; 0,009; 0,11; 1,07 р. соответственно.

2. Определить коэффициент обновления и выбытия ОПФ завода по производству синтетических моющих средств после его реконструкции, проведенной в целях выпуска более качественных видов продукции и увеличения объема производства. До реконструкции завода ОПФ оценивалась в 62 млн. р., после реконструкции – 71,5 млн. р. В процессе реконструкции были введены в действие ОПФ на сумму 14,3 млн. р. и ликвидированы на сумму 4,8 млн. р.

Ответ. Коэффициент обновления – 0,2; коэффициент выбытия – 0,077.

3. Цех латекса был модернизирован в отчетном году. Определить среднегодовую стоимость ОПФ, если их полная первоначальная стоимость до начала года составляла 6000 тыс. р; стоимость оборудования, введенного в марте и августе, – 1500 и 750; стоимость оборудования, демонтированного в феврале и июле, – 300 и 450 тыс. р. соответственно.

Ответ. Стоимость ОПФ равна 8062,5 р.

Полесгау

ТЕМА 3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕДРЯЕМОГО (НОВОГО) ОБОРУДОВАНИЯ

Эффективность внедряемого оборудования, технологии определяется путем сравнения основных показателей нового и базового технологического процесса. Механизация и автоматизация производственных процессов сокращает расходы, обеспечивает экономию производственных ресурсов при выпуске одной и той же продукции. Годовой экономический эффект (Эг) от проведенных мероприятий рассчитывают по разности приведенных затрат (приведенные затраты: $Z = C + E_n K$):

$$\mathcal{E}_r = [(C_1 + E_n K_1) - (C_2 + E_n K_2)] B_2, \quad (3.1)$$

где C_1 и C_2 – себестоимость единицы продукции до и после внедрения новой техники;

E_n – коэффициент сравнительной эффективности капитальных вложений, равный 0,15;

K_1 и K_2 – удельные капитальные затраты до и после внедрения новой техники и технологии;

B_2 – проектируемый годовой выпуск продукции после внедрения.

Годовой экономический эффект от производства и использования новых и усовершенствованных предметов труда (материалы, сырье, топливо) рассчитывается по формуле:

$$\mathcal{E}_{г.п.т.} = Z_1 \frac{Y_1}{Y_2} + \frac{(I_1 - I_2) - E_n (K_2 - K_1)}{Y_2} - Z_2 A_2, \quad (3.2)$$

где Z_1 и Z_2 – приведенные затраты предметов труда, р.;

Y_1 и Y_2 – удельные расходы в расчете на единицу продукции (работы), произведенной потребителем, в натуральных единицах;

I_1 и I_2 – затраты на единицу продукции, выпускаемой потребителем, при использовании базового и нового предметов труда, р.;

K_1 и K_2 – сопутствующие капитальные вложения потребителя при использовании им базового и нового предмета труда в расчете на единицу продукции, производимой с применением нового материала (сырья, топлива и др.), р.;

A_2 – годовой объем производства нового предмета труда в расчетном году, в натуральных единицах.

Срок окупаемости дополнительных затрат ($T_{ок}$) на внедрение новых технологий за счет экономии от снижения себестоимости продукции и дополнительной прибыли определяют по формуле:

$$T_{ок} = K_{д}/\mathcal{E}_{у.г.}, \quad T_{ок} = K_{д}/\Pi_{д}, \quad (3.3)$$

где $K_{д}$ – общая сумма дополнительных затрат на внедрение;

$\mathcal{E}_{у.г.}$ – удельный годовой эффект;

$\Pi_{д}$ – дополнительная прибыль, получаемая от внедрения

Задача 1. Определить годовой экономический эффект (в рублях) от внедрения новой техники и срок окупаемости от дополнительных капитальных затрат (в годах).

Для увеличения выпуска продукции и снижения ее себестоимости предусмотрена установка нового оборудования. Затраты на приобретение и монтаж оборудования составили 15000 р, на эксплуатацию – 2500 р. в год. Выпуск продукции до ввода оборудования составил 6000 т, а после ввода – 6500 т., эксплуатационные затраты составили 384000 р. Стоимость основных производственных фондов – 260000 р. Оптовая цена 1 т продукции – 80 р.

Решение. Себестоимость 1 т продукции до установки оборудования составляет (эксплуатационные затраты, деленные на объем выпуска):

$$384000:6000 = 64 \text{ р. за т.}$$

$$\text{После установки оборудования: } (384000+2500) : 6500 = 59,46.$$

Удельные капитальные затраты до внедрения оборудования составили: (стоимость основных фондов, деленная на объем выпуска): $260000:6000 = 43,33$.

$$\text{После внедрения оборудования: } (260000+15000) : 6500 = 42,3.$$

Дополнительная прибыль за счет внедрения оборудования:

$$(80-59,46)\times 6500 - (80-64)\times 6000 = 37510.$$

Срок окупаемости дополнительных капитальных затрат:
 $15000:37510=0,4$ года.

Задача 2. Определить основной экономический эффект (в рублях) от внедрения новой технологии при годовом объеме производства 100000 т. Себестоимость продукции по старой технологии 1 т составляет 3,4 р. при удельных капитальных вложениях – 900 р. Себестоимость продукции по новой технологии 1 т составляет 1,2 р. при удельных капитальных вложениях – 350 р.

Решение. Годовой экономический эффект определяем по формуле 3.1:

$$\mathcal{E}_r = [(3,4 + 0,15 \cdot 900) - (1,2 + 0,15 \cdot 350)] \cdot 100 = 8470000$$

Задача 3. Определить срок окупаемости капитальных затрат производства продукции, если объем производства продукции в год составляет 454000 т, капиталовложения на строительство объекта – 16500000 р., полная себестоимость 1 т продукции – 27 р. Плановая прибыль достигает 20 % от себестоимости.

Решение. В год выпускают продукции на сумму: $454000 \times 27 = 12258000$ р.

Плановая годовая прибыль определяется: $12258000 \times 0,2 = 2451600$ р.

Затраты окупаются через: $16500000:2451600 = 6,7$ года.

Задача 4. На основании данных таблицы 4 определить наиболее экономически выгодный вид сырья для производства этилена.

Вид сырья	Расход сырья на 1 т этилена	Себестоимость 1 т сырья, р.	Удельные капиталовложения на производство 1 т сырья, р.
Пропан	2,27	53,4	118,0
Бензин	3,15	38,0	137,4
Нефть	4,15	34,6	142,3
Газойль	3,53	21,0	139,0

Решение. Определим приведенные затраты по каждому виду сырья:

$$Z_{\text{п}} = C + E_{\text{н}} K,$$

где C – себестоимость сырья на 1 т этилена.

На 1 т этилена:

1) $2,27 \times 53,4 + 0,15 \times 118,0 = 138,92$

2) $3,15 \times 38,0 + 0,15 \times 137,4 = 140,31$

3) $4,15 \times 34,6 + 0,15 \times 142,3 = 164,93$

4) $3,53 \times 21,0 + 0,15 \times 139,0 = 94,98$

Ответ. Газойль

Задачи для самостоятельного решения

1. На основании данных таблицы 5 установить, нефть какого месторождения экономически более целесообразно использовать для производства бензина каталитическим крекингом.

Таблица 5

Показатель	Месторождение нефти	
	Туймазинские	Озек-Суатское
Удельные капиталовложения в добычу 1 т нефти, р.	82,3	87,1
Удельные капиталовложения в строительство трубопровода на 1 т нефти, р.	7,0	5,8
Себестоимость добычи 1 т нефти, р.	6,0	5,9
Себестоимость транспортировки 1 т нефти на расстояние 800 км, р.	0,3	0,25
Расход нефти на 1 т бензина, т.	3,085	3,41
Удельные капиталовложения в производство 1 т бензина, р.	142,3	128,0
Затраты на переработку при производстве 1 т бензина, р.	36,3	34,4

Ответ. Озек-Суатское месторождение.

2. Проектными организациями разработаны три варианта строительства завода синтетического каучука. Какой из трех указанных в таблице 6 вариантов наиболее эффективен?

Определить экономическую эффективность всех трех вариантов.

Таблица 6

Показатель	Варианты		
	1	2	3
Годовой объем производства, тыс. т.	100,0	100,0	100,0
Себестоимость 1 т каучука, р.	613	630	615
Отпускная цена 1 т каучука, р.	1030	1030	1030
Капиталовложения в строительство завода, млн. руб.	8,5	8,2	8,0
Распределение капиталовложений по годам строительства, млн. р:			
1-й	2,5	3,0	3,0
2-й	2,5	4,0	5,0
3-й	1,5	1,2	—
4-й	2,0	—	—

Ответ. 3-й вариант; экономическая эффективность для вариантов 1,2,3 составляет 4,05; 4,16; 4,89 соответственно.

3. На основании данных таблицы 7 определить годовой экономический эффект от внедрения каталитического риформинга для получения высокоактивного бензина (бензин АИ-93 взамен А-76).

Таблица 7

Показатель	Бензин А-76	Бензин АИ-93
Годовой объем производства, тыс. т.	—	800
Себестоимость производства 1 т бензина, р.	25	39,0
Удельные капиталовложения и предпроизводственные затраты, р.	40,0	70,0
Удельный расход бензина на 100 км, кг.	10,55	9,6
Текущие затраты потребителя на 1 т расходуемого бензина, р.	35	20
Удельные капитальные затраты потребителя на 1 т расходуемого бензина, р.	50	22

Ответ. 226434 р.

ТЕМА 4. МАТЕРИАЛЬНЫЙ БАЛАНС

Для количественной оценки ТП, сравнения отдельных способов производства, выбора оборудования составляются балансы: материальный, энергетический, экономический.

Балансы определяют количественные изменения, происходящие в процессе, и позволяют определить его параметры, например, расходный коэффициент по сырью, выход продукта и др.

Основой материального баланса являются законы сохранения масс вещества и стехиометрических отношений.

Материальный баланс можно представить уравнением

$$\sum C_i = P_{\text{ц}} + \sum P_i,$$

где $\sum C_i$ – сумма сырья;

$P_{\text{ц}}$ – целевой продукт;

$\sum P_i$ – сумма побочных продуктов.

Материальный баланс составляют на единицу массы основного (целевого) продукта (кг, т) или на единицу времени (ч/сут).

Определение массы вводимого сырья и полученных продуктов производятся отдельно для твердой, жидкой и газообразной фаз, согласно уравнению:

$$C_{\text{г}} + C_{\text{ж}} + C_{\text{т}} = P_{\text{г}} + P_{\text{ж}} + P_{\text{т}}$$

В процессе не всегда присутствуют все фазы. В одной фазе может содержаться несколько веществ, что приводит к упрощению или усложнению уравнения.

Теоретический материальный баланс рассчитывают на основе стехиометрического уравнения реакции. Для его составления достаточно знать уравнение реакции и молекулярные массы компонентов.

Практический материальный баланс учитывает состав исходного сырья и готовой продукции, избыток одного из компонентов сырья, степень превращения, потери сырья и готового продукта и т.д.

Результаты расчетов сводят в таблицу, в левой части которой размещают приход, а в правой – расход.

Таблица 8

Приход			Расход		
С	кг	Кг/ч	П _с	кг	Кг/ч
	C ₁			П _ц	
	C ₂			П _і	
	∑C _і			П _ц +∑П _і	

При несовпадении прихода и расхода рассчитывается неувязка баланса, которая не должна превышать 0,5 %.

$$H = \frac{\sum C_i - (P_{\text{ц}} + \sum P_i)}{\sum C_i} \times 100\%$$

При составлении балансов на единицу времени обязательно учитывают длительность остановок на планово-предупредительные, средние и капитальные ремонты, величины которых зависят от длительности эксплуатации оборудования. Число рабочих дней в году для непрерывных производств рассчитывают по формуле:

$$D = 365 - B_T - B_c - B_k,$$

где B_T – время на текущий ремонт (7 – 9 сут.);

B_c – время на средний ремонт (5 – 6 сут.);

B_k – время на капитальный ремонт (14 – 20 сут.).

На основе материального баланса составляют тепловой и энергетический баланс.

Тепловой и энергетический балансы в химико-технологических процессах, как правило, составляются на основе закона сохранения энергии: количество теплоты, поступившей на технологическую операцию, должно равняться его расходу в той же операции.

Примеры задач на составление материального баланса

1. Составить материальный баланс печи для сжигания серы производительностью 60 т/сут. Степень окисления серы 0,95 (остальная сера возгоняется и сгорает вне печи). Коэффициент избытка воздуха: $a = 1,5$. Расчет вести на производительность печи по сжигаемой сере в кг/ч.

Решение. Процесс сгорания серы описывается уравнением $S + O_2 = SO_2$. Производительность печи $60 \times 10^3 / 24 = 25$ кг/ч.

Масса серы:

Окисленной до O_2 $2500 \times 0,95 = 2375$ кг.

Неокисленной $2500 - 2375 = 125$ кг.

Израсходованного кислорода:

На окисление $2375 \times 22,4 / 32 = 1663$ м³ с учетом a $1663 \times 1,5 = 2495$ м³ или $2495 \times 32 / 22,4 = 3560$ кг.

Поступило с кислородом азота:

$2495 \times 79 / 21 = 9380$ м³ или $9380 \times 28 / 22,4 = 11700$ кг.

Образовалось O_2 по реакции:

$2375 \times 64 / 32 = 4750$ или $4750 \times 22,4 / 64 = 1663$ м³.

Осталось неизрасходованного кислорода:

$1663 \times 0,5 = 832$ м³ или $832 \times 32 / 22,4 = 1185$ кг.

Примечание. Состав воздуха – приблизительно 79 % азота и 21 % кислорода.

Согласно закону Авогардо 1 грамм/моль газа занимает объем 22,4 л.

Материальный баланс печи (1ч):

Таблица 9

Приход	кг	М ³	Расход	кг	М ³
S	2500		S	125	
O ₂	3560	2495	SO ₂	4750	1663
N ₂	11700	9380	O ₂	1185	832
			N ₂	11700	9380
Итого:	17760	11875	Итого:	17760	11875

2. Составить материальный баланс производства оксида этилена прямым каталитическим окислением этилена воздухом. Состав исходной газовой смеси, % (об.): этилен – 3, воздух – 97. Степень окисления этилена 0,5. Расчет вести на 1 т оксида этилена.

Решение. Оксид этилена – один из важнейших полупродуктов различных форм синтеза: получение этиленгликоля, полигликолей, лаковых растворителей, пластификаторов, этаноламинов, эмульгирующих и моющих средств. Соединения, синтезируемые из оксида этилена, находят применение в производстве синтетических волокон, каучуков и др. продуктов. Применяют два метода получения оксида этилена:

1. Гиперхлорирование этилена с последующим отщеплением хлороводорода от получающегося этиленхлоргидрида.

2. Прямое каталитическое окисление этилена. При пропускании смеси воздуха с этиленом (нижний предел взрываемости этиленовоздушной смеси – 3,4 % C_2H_4) на серебряном катализаторе при 250 – 280°C образуется оксид этилена $2CH_2=CH_2 + O_2 = 2(CH_2)_2O$, который выделяют из газовой смеси водной абсорбацией; остаточный газ направляют во 2-й контрактный аппарат.

Расход этилена на 1 т оксида этилена по реакции $28 \times 1000 / 44 = 640$, с учетом степени окисления: $640 / 0,5 = 1280$ кг или $1280 \times 22,4 / 28 = 1020$ м³. Объем воздуха в этиленовоздушной смеси: $1020 \times 97 / 3 = 33000$ м³, в том числе кислорода $33000 \times 0,21 = 6800$ м³ или $6800 \times 32 / 22,4 = 9700$ кг, азота $33000 \times 0,79 = 26200$ м³ или $26200 \times 28 / 22,4 = 32500$ кг.

Израсходовано кислорода на окисление: $1020 \times 0,5 / 2 = 255$ м³.

Содержание кислорода в продуктах окисления: $6800 - 255 = 6545$ или $6545 \times 32 / 22,4$ кг.

Материальный баланс на 1 т оксида этилена:

Таблица 10

Приход	кг	М ³	Расход	кг	М ³
Этилен	1280	1020	Оксид этилена	1000	510
Кислород	9700	6800	Этилен	640	510
Азот	32500	26200	Кислород	9340	6545
			Азот	32500	26200
Итого:	43480	34020	Итого:	43480	33765

3. Составить материальный баланс получения аммиачной селитры (в килограммах) массой 1000 кг с массой долей NH_4NO_3 100 %. Исходные данные: азотная кислота с массой долей HNO_3 48 % и аммиак с массовой долей NH_4NO_3 66 %. Массовая доля потерь аммиака на всех стадиях производства равна 0,3 %, азотной кислоты – 0,75 % от выхода NH_4NO_3 .

Решение. Согласно уравнению $\text{NH}_3 + \text{HNO}_3 = \text{NH}_4\text{NO}_3 + 145,8$ кДж теоретический расход 100 % азотной кислоты равен:

$$C_{\text{HNO}_3} = \frac{63 \times 1000}{80} = 787,5 \text{ кг},$$

а 100 %-го аммиака

$$C_{\text{NH}_3} = \frac{17 \times 1000}{80} = 212,5 \text{ кг}$$

Расход азотной кислоты с учетом потерь:

$$C^1_{\text{HNO}_3} = 787,5 + \frac{0,75 \times 1000}{100} = 795,0 \text{ кг}$$

или в пересчете на 48 %-ную азотную кислоту:

$$C^1_{\text{HNO}_3} = \frac{795 \times 100}{48} = 1656,0 \text{ кг}$$

Расход аммиака с учетом потерь

$$C_{\text{NH}_3} = 212,5 + \frac{0,3 \times 1000}{100} = 215,2 \text{ кг}$$

Или в пересчете на 97 %-ный газообразный аммиак

$$C^1_{\text{NH}_3} = \frac{215,2 \times 100}{97} = 222,0 \text{ кг}$$

Содержание инертных газов в аммиаке: $222,0 - 215,2 = 6,8$.

Вводимая азотная кислота, нейтрализуемая аммиаком. Определим массу образующейся 100 %-ной NH_4NO_3 :

$$C_{\text{NH}_4\text{NO}_3} = \frac{795 \times 80}{63} = 1009,7 \text{ кг}$$

Масса 66 %-ного раствора аммиачной селитры, полученного в нейтрализаторе (включая потери раствора), составляет:

$$C_{\text{NH}_4\text{NO}_3} = \frac{1009,7 \times 100}{66} = 1529,8 \text{ кг},$$

а с учетом потерь раствора

$$C_{\text{NH}_4\text{NO}_3} = \frac{1000 \times 100}{66} = 1515,1 \text{ кг}$$

Потери 66 %-ного раствора аммиачной селитры составляют

$$1529,8 - 1515,1 = 14,7$$

На образование 1009,7 кг NH_4NO_3 100 %-ного аммиака расходуется

$$C_{\text{NH}_3} = \frac{1009,7 \times 17}{80} = 214,5 \text{ кг}$$

Потери 100 %-ного аммиака с паром равны $215,5 - 214,5 = 1,0$. Выход испаренной воды (включая инертные газы и потери газообразного аммиака) составляет $1656,0 + 222,0 - 1529,8 = 348,2$, в том числе масса собственно водяного пара $348,2 - 6,5 - 1,0 = 340,7$.

Таким образом, на 1 т 100 %-ной аммиачной селитры расходуется 0,215 т 100 %-ного газообразного аммиака и 0,795 т 100 %-ной азотной кислоты.

По полученным результатам составим материальный баланс (табл. 11).

Приход	кг	Расход	кг
Азотная кислота (100 %-ная)	795,0	Аммиачная селитра (100 %-ная)	1000,0
Вода	861	Вода	515,1
Аммиак газообразный (100 %-ный)	215,5	Потери аммиачной селитры (100 %-ной)	9,7
Инертные газы	6,5	Выход чистого водяного пара	340,7
		Выход 100 %-ного аммиака с паром	1,0
		Инертные газы	6,5
Итого:	1878,0	Итого:	1878,0

4. Аммофос получают насыщением 50 %-ного раствора фосфорной кислоты аммиаком. Вычислить массу аммиака и фосфорной кислоты (в тоннах), необходимых для получения вторичного аммофоса массой 6 т, если потери исходных веществ составляют 4 %.

Решение. По уровню реакции $\text{H}_3\text{PO}_4 + 2\text{NH}_3 = (\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ рассчитаем массу 100 %-ной фосфорной кислоты:

$$C_{\text{H}_3\text{PO}_4} = \frac{6 \times 98}{132} = 4,455 \text{ кг},$$

где 98 и 132 – относительные молекулярные массы H_3PO_4 и $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$, и массу 50 %-ной фосфорной кислоты:

$$C^1_{\text{H}_3\text{PO}_4} = \frac{4,455 \times 100}{50} = 8,91 \text{ кг}$$

Для получения аммофоса массой 6 т аммиака потребуется

$$C_{\text{NH}_3} = \frac{6 \times 2 \times 17}{132} = 1,545 \text{ кг},$$

где 17 – относительная молекулярная масса аммиака.

С учетом 4 % потерь исходных веществ необходимо серной кислоты

$$C_{\text{H}_3\text{PO}_4} = \frac{8,91 \times 100}{96} = 9,28 \text{ кг},$$

а аммиака

$$C_{\text{NH}_3} = \frac{1,545 \times 100}{96} = 1,6 \text{ кг}$$

5. Вычислить массу испаряющейся воды (в килограммах) на 1 т NH_4NO_3 , получающегося при нейтрализации газообразным аммиаком 47 %-ной азотной кислоты, если из аппарата вытекает 64%-ный раствор NH_4NO_3 . Небольшие потери реагентов с паром не учитываются. Составить материальный баланс по следующей схеме (табл. 12).

Таблица 12

Приход	кг	Расход	кг
$\text{HNO}_3(100\%)$	787	NH_4NO_3	1000
H_2O	888	H_2O	562
NH_3	213	Соковый пар	326
Итого:	1888	Итого:	1888

Решение. По уравнению реакции найдем массу 100%-ной азотной кислоты:

$$C_{\text{HNO}_3} = 1000 \times 63 / 80 = 787$$

и 47%-ной

$$C^1_{\text{HNO}_3} = (787 \times 100) / 47 = 1675.$$

Таким образом, в азотной кислоте масса воды CH_2O составляет $1675 - 787 = 888$, а масса аммиака, необходимого для получения 1000 HNO_3 , $C_{\text{NH}_3} = 1000 - 787 = 213$.

В вытекающем из аппарата растворе NH_4NO_3 массой 1000 кг содержится воды

$$C_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{1000 \times 36}{64} = 562,$$

а испаренной воды (сокового пара) $C_{\text{исп.воды}} = 888 - 562 = 326$.

Задачи для самостоятельного решения

1. Оксид кальция массой 14 кг обрабатывается NH_4NO_3 массой 35 кг.

Составить материальный баланс по следующей схеме:

Приход	кг	Расход	кг
Оксид кальция			
Азотная кислота			
Итого:		Итого:	

2. Оксид железа(III) массой 130 г нагревали в токе оксида углерода (II) объем $0,031 \text{ м}^3$ (при н.у.). Составить материальный баланс в восстановления оксида железа (III) по следующей схеме:

Приход	г	Расход	г
Оксид железа (III)		Железо	
Оксид углерода (III)		Оксид углерода (IV)	
Итого:		Оксид углерода (II)	
		Итого:	

ЛИТЕРАТУРА

1. Паневчик, В.В. Современные технологии: практикум / В.В. Паневчик, Н.П. Кохно. – Минск: БГЭУ, 1988.
2. Производственные технологии: учебник / под ред. В.В. Садовского. – Минск: БГЭУ, 2008.

ПолескУ

Учебное издание

Немиро Владимир Александрович

Современные технологии

Методические рекомендации для решения задач

Ответственный за выпуск *П.С. Кравцов*

Редактор *Ю.Л. Купченко*

Корректор *Т.Т. Шрамук*

Компьютерный дизайн *А.А. Пресный*

Подписано в печать 24.02.2010 г. Формат 60x84/16.

Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс». Ризография.

Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 0,8.

Тираж 115 экз. Заказ № 956.

Отпечатано в редакционно-издательском отделе

Полесского государственного университета

225710, г. Пинск, ул. Днепровской флотилии, 23.