

БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Филиал БНТУ «СОЛИГОРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНО-ХИМИЧЕСКИЙ
КОЛЛЕДЖ»

ОСНОВЫ ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Методические рекомендации

по изучению учебного предмета,
задания для контрольной работы и
рекомендации по ее выполнению
для учащихся заочной формы получения образования
специальности 2-36 07 01 Машины и аппараты химических производств и
предприятий строительных материалов
специальности 5-04-0714-10 «Техническая эксплуатация оборудования для
изготовления химических продуктов и строительных материалов»

Солигорск

Составитель: Дым Р.С., преподаватель филиала БНТУ «СГГХЖ»

Методические рекомендации и задания для контрольной работы рассмотрены на заседании цикловой комиссии естественно-математических предметов

протокол № _____ от _____ 20____ г.

Председатель цикловой комиссии _____ С.Н.Цыбулько

СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие методические указания	4
2. Тематический план	6
3. Таблица вариантов для контрольной работы	8
4. Вопросы и задания к контрольной работе	9
5. Методические указания к решению задач	17
Список используемых источников	29

1 ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Настоящие методические указания и контрольные задания составлены на основании примерного тематического плана, утвержденного Министерством образования РБ ст № 153 Д/тип от 06.07.2006г

Программой дисциплины «Основы химической технологии и технологии строительных материалов» предусматривается изучение основных закономерностей химико-технологических процессов, типовых методов интенсификации и управления ими, общих принципов построения химических производств, способов производства важнейших неорганических химических продуктов.

При изучении дисциплины следует обратить внимание на основные направления в развитии химической промышленности, особое внимание на вопрос охраны окружающей среды, на изучение мероприятий, направленных на предотвращение загрязнения водного и воздушного бассейнов.

Специфика заочного обучения предполагает самостоятельное освоение материала в межсессионный период. Учебный материал необходимо изучать в последовательности, указанной в тематическом плане. Изучая учебный материал, необходимо вести конспект, в котором кратко записывается основное содержание темы, оставляя поля для возможных дополнений. Все непонятные вопросы выясняются во время консультаций в межсессионный период. Отдельные темы, наиболее трудные для самостоятельной проработки, излагаются преподавателем во время сессий.

В результате изучения дисциплины учащиеся должны **знать на уровне представления:**

- основы производства химических продуктов;
- сущность технологических процессов;
- схемы и режимы производства;
- конструкцию и принцип действия типового оборудования;
- взаимосвязь отдельных производств

уметь:

- разбираться в технологических процессах;
- соблюдать требования по охране труда, охране окружающей среды.

По учебному плану дисциплины учащиеся должны выполнить одну домашнюю контрольную работу и предоставить ее в установленный учебным графиком срок в учебную часть заочного обучения для регистрации и рецензирования.

Задания на домашнюю контрольную работу составлены в 99 вариантах. Каждый вариант содержит четыре вопроса. Номера вариантов и перечень вопросов к ним приведены ниже. Номер варианта определяется по двум

последним цифрам шифра учащегося, например, у учащегося группы МА-19, шифр у которого 1922, то номер его варианта – 22.

Домашнюю контрольную работу следует выполнять в следующем порядке:

- выполнять в отдельной тетради в клеточку;
- на обложке тетради указать наименование предмета, ф.и.о. преподавателя, фамилию и инициалы учащегося, номер группы, название специальности, шифр учащегося;
- написать содержание вопроса в соответствии с указанным вариантом;
- изучить данный вопрос по учебной литературе, указанной в методическом пособии;
- изложить письменно полный ответ по существу;
- при необходимости ответы дополнить схемами, эскизами, чертежами, соблюдая требования СТП;
- в конце работы указать автора, наименование и год издания учебного пособия, которым пользовались при выполнении работы;
- в конце выполненной работы оставить чистые две страницы для рецензии преподавателя.

После получения зачетной работы следует рассмотреть все замечания и поправки рецензента и выполнить его указания. Если работа не зачтена, ее необходимо исправить и сдать повторно на рецензию вместе с незачтенной.

К практическим и лабораторным работам допускаются учащиеся, успешно выполнившие домашние контрольные работы.

Работы, выполненные не по своему варианту, не засчитываются и возвращаются учащемуся. Учащиеся, по тем или иным причинам не выполнившие практическую работу, к экзамену не допускаются.

Домашняя контрольная работа обязательно предъявляется преподавателю при сдаче экзамена.

2 ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

по предмету «Основы химической технологии и технологии строительных материалов» для специальности 5-04-0714-10 «Техническая эксплуатация оборудования для изготовления химических продуктов и строительных материалов»

Раздел, тема	Количество часов			
	Всего		В том числе	
	на предмет	на лекционные занятия	на лабораторные, практические	Дом. к.р.
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
Введение	2			
Раздел 1 Сырьевая и энергетическая базы химической промышленности	4	1		
1.1 Сырье и энергетика в химической промышленности	2			
1.2 Подготовка сырья к переработке	2			
Раздел 2 Теоретические основы химико-технологических процессов	6	2		
2.1 Понятие о химико-технологическом процессе				
Классификация химико-технологических процессов	2	1		
2.2 Закономерности протекания гомогенных, гетерогенных и высокотемпературных процессов	4	1		
Раздел 3 Технология неорганических веществ	16	6		
3.1 Синтез аммиака, азотной кислоты, аммонийной селитры	6	2		
3.2 Производство серной кислоты	6	2		
3.3 Производство минеральных удобрений	4	2		
Раздел 4 Химическая переработка топлива	4	1		
4.1 Нефть. Переработка нефти	4	1		
Раздел 5 Основы технологии строительных материалов	28	6	2	
5.1 Классификация и основные свойства строительных материалов и изделий	2			
5.2 Сырье для промышленности строительных материалов	2	1		
5.3 Способы измельчения и сортировки сырьевых материалов	6	3		

<i>Практическая работа № 1</i>				
<i>Составление технологических схем открытого и замкнутого циклов дробления и помола сырьевых материалов</i>			2	
5.4 Основы производства неорганических вяжущих веществ	8	1		
5.5 Основы строительной керамики	6	1		
5.6 Основы производства стекла	4			
Итого	60	12	2	1

3 ТАБЛИЦА ВАРИАНТОВ ДЛЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Номер варианта	Номера вопросов				Номер варианта	Номера вопросов			
01	2	25	79	116	51	52	75	92	130
02	3	26	80	117	52	53	76	93	131
03	4	27	81	118	53	54	77	94	132
04	5	28	82	119	54	55	1	95	133
05	6	29	83	120	55	56	2	96	134
06	7	30	84	121	56	57	3	97	135
07	8	31	85	122	57	58	4	98	136
08	9	32	86	123	58	59	5	99	137
09	10	33	87	124	59	60	6	100	138
10	11	34	88	125	60	61	7	101	139
11	12	35	89	126	61	62	8	102	140
12	13	36	90	127	62	63	9	103	141
13	14	37	91	128	63	64	10	104	142
14	15	38	92	129	64	65	11	105	143
15	16	39	93	130	65	66	12	106	144
16	17	40	94	131	66	67	13	107	145
17	18	41	95	132	67	68	14	108	146
18	19	42	96	133	68	69	15	109	147
19	20	43	97	134	69	70	16	110	148
20	21	44	98	135	70	71	17	111	149
21	22	45	99	136	71	72	18	112	150
22	23	46	100	137	72	73	19	113	115
23	24	47	101	138	73	74	20	114	116
24	25	48	102	139	74	75	21	78	117
25	26	49	103	140	75	76	22	79	118
26	27	50	104	141	76	77	23	80	119
27	28	51	105	142	77	1	24	81	120
28	29	52	106	143	78	2	25	82	121
29	30	53	107	144	79	3	26	83	122
30	31	54	108	145	80	4	27	84	123
31	32	55	109	146	81	5	28	85	124
32	33	56	110	147	82	6	29	86	125
33	34	57	111	148	83	7	30	87	126
34	35	58	112	149	84	8	31	88	127
35	36	59	113	150	85	9	32	89	128
36	37	60	114	115	86	10	33	90	129
37	38	61	78	116	87	11	34	91	130
38	39	62	79	117	88	12	35	92	131
39	40	63	80	118	89	13	36	93	132
40	41	64	81	119	90	14	37	94	133
41	42	65	82	120	91	15	38	95	134
42	43	66	83	121	92	16	39	96	135
43	44	67	84	122	93	17	40	97	136
44	45	68	85	123	94	18	41	98	137
45	46	69	86	124	95	19	42	99	138
46	47	70	87	125	96	20	43	100	139
47	48	71	88	126	97	21	44	101	140
48	49	72	89	127	98	22	45	102	141
49	50	73	90	128	99	23	46	103	142
50	51	74	91	129					

4 ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ

1. Значение химической промышленности для технического прогресса.

2. Основные направления развития химической техники и технологии.
3. Проблемы жизнеобеспечения и химическая промышленность.
4. Определение, классификация и требования к химическому сырью.
5. Ресурсы и рациональное, комплексное использование сырья.
6. Принципы обогащения сырья.
7. Вода и воздух как сырье химической промышленности. Характеристика воды, основные показатели ее качества. Обратная вода и ее использование.
8. Промышленная водоподготовка (стадии и методы очистки воды).
9. Подготовка химического сырья к переработке.
10. Виды энергии используемой в горно-химической промышленности.
11. Энергетические источники и ресурсы.
12. Вторичные энергетические ресурсы. Пути их использования.
13. Материальные и энергетические балансы, принципы и примеры их составления.
14. Рациональное использование энергии в химической промышленности.
15. Новые виды энергии в химической промышленности.
16. Понятие о химико-технологическом процессе. Основные стадии протекания процессов. Понятие о лимитирующих стадиях и областях протекания химико-технологического процесса.
17. Классификация химико-технологических процессов.
18. Гомогенные и гетерогенные химико-технологические процессы.
19. Основные технологические показатели: выход продукта, степень извлечения, степень концентрации, содержание ценного компонента.
20. Равновесные и неравновесные процессы. Равновесие в технологических процессах и его признаки. Основные параметры, влияющие на состояние равновесия. Принцип Ле-Шателье, его сущность.
21. Способы увеличения выхода продукта. Факторы, обеспечивающие повышение равновесного выхода и степени превращения.
22. Гомогенные процессы, их характеристика. Разновидность гомогенных процессов, скорость гомогенных процессов, основные формулы скорости гомогенных процессов.
23. Методы увеличения скорости гомогенных процессов.
24. Катализ, его сущность. Виды катализа. Особенности гомогенных каталитических процессов, скорость гомогенно-каталитического процесса и методы ее увеличения.
25. Классификация химико-технологических процессов. Характеристика гетерогенных процессов. Привести примеры промышленных гетерогенных процессов.
26. Скорость гетерогенных процессов для системы газ – жидкость, методы увеличения скорости для этих процессов.

27. Катализаторы. Механизм действия катализаторов. Основные характеристики катализаторов. Способы увеличения сроков службы катализаторов.
28. Промышленные катализаторы, состав контактных масс. Основные требования, предъявляемые к промышленным катализаторам. Производительность катализаторов.
29. Реакторы для проведения химико-технологических процессов. Классификация реакторов.
30. Реакторы для осуществления гомогенных процессов. Привести эскизы таких реакторов и дать краткую характеристику.
31. Реакторы для системы газ – жидкость. Привести эскизы таких реакторов и дать краткую характеристику.
32. Процессы и реакторы для системы газ – твердое вещество.
33. Типы контактных аппаратов для гетерогенных каталитических процессов.
34. Реакторы с кипящим слоем катализатора, их преимущества.
35. Химические соединения азота и их значение для народного хозяйства. Методы связывания атмосферного азота.
36. Получение аммиака. Сырье. Химическая и принципиальная схемы производства.
37. Технологическая схема производства аммиака. Выбор схемы. Совершенствования аммиачного производства.
38. Аппаратурное оформление процесса синтеза аммиака: колонна синтеза аммиака, ее устройство и режим работы. Привести эскиз колонны синтеза. Выбор конструкционных материалов аппаратов в производстве аммиака.
39. Хранение и транспортировка жидкого аммиака. Техника безопасности. Охрана окружающей среды в производстве аммиака.
40. Физико-химические свойства азотной кислоты, значение ее для народного хозяйства. Перспективы развития производства азотной кислоты.
41. Сырье для производства азотной кислоты. Общая схема азотно-кислого производства.
42. Физико-химические основы синтеза азотной кислоты из аммиака.
43. Производство разбавленной азотной кислоты.
44. Концентрирование разбавленной азотной кислоты.
45. Прямой синтез концентрированной азотной кислоты.
46. Технологические свойства серной кислоты. Ее применение.
47. Сырье для производства серной кислоты. Товарные сорта серной кислоты. Совершенствование сернокислого производства.
48. Производство серной кислоты из флотационного колчедана.
49. Производство серной кислоты из серы и сероводорода.
50. Охрана окружающей среды в производстве серной кислоты.

51. Агротехническое значение минеральных удобрений. Классификация, ассортимент и масштабы производства минеральных удобрений.
52. Типовые процессы солевой технологии.
53. Производство калийных удобрений.
54. Производство азотных удобрений.
55. Производство фосфорных и комплексных удобрений и фосфорной кислоты.
56. Производство комплексных минеральных удобрений.
57. Нефть, ее происхождение и состав. Важнейшие нефтепродукты.
58. Общая схема переработки нефти. Подготовка нефти к переработке.
59. Первичная переработка нефти. Крекинг нефтепродуктов. Каталитический риформинг нефтепродуктов.
60. Очистка нефтепродуктов. Коксование нефтяных остатков.
61. Охрана окружающей среды при нефтепереработке.
62. Основные виды строительных материалов. Физические, механические и химические свойства.
63. Горные породы, применяемые в строительстве.
64. Измельчение твердых материалов. Общие сведения. Способы, виды измельчения. Ситовая классификация (сортировка, грохочение).
65. Классификация машин, применяемых для измельчения (включая дробление). Сравнительная характеристика основных (щековая, валковая и молотковая дробилки, барабанные мельницы).
66. Классификация и сортировка материалов. Назначение, виды, аппаратное оформление.
67. Смешение твердых материалов. Назначение. Смесители.
68. Добыча и обработка природных каменных материалов. Свойства и виды природных каменных материалов и изделий.
69. Керамические материалы. Классификация материалов и изделий. Сырье для производства керамических материалов и изделий.
70. Производство керамических материалов и изделий.
71. Производство стекла. Изделия из стекла.
72. Ситаллы. Производство ситаллов.
73. Общая характеристика и классификация вяжущих материалов. Производство строительной воздушной извести.
74. Гипсовые и магнезиальные вяжущие вещества. Производство.
75. Жидкое стекло и кислотоупорный цемент, гидравлическая известь. Их производство.
76. Портландцемент. Основные компоненты, разновидности, марки. Производство.
77. Специальные цементы. Область применения. Транспортирование и хранение цементов.

Задачи на определение технологических показателей

78. Рассчитать выход никелевого концентрата, содержащего 10% никеля. На фабрику поступает руда с содержанием никеля 3,2%. Извлечение никеля в концентрат 82%.
79. Определить, сколько тонн концентрата в сутки выдает фабрика. Если выход концентрата 3%, а производительность фабрики 1500 т руды в сутки.
80. Найти выход концентрата и хвостов, если фабрика перерабатывает руду с содержанием меди 1,5%, а после обогащения получается два продукта: концентрат с содержанием меди 20% и хвосты с содержанием меди 0,1%.
81. Рассчитать выход и извлечение свинца в концентрат, если фабрика перерабатывает в сутки 20000 т руды с содержанием свинца 2,5% и получает 900 т концентрата с содержанием свинца 50%.
82. Найти производительность фабрики по руде, если фабрика выдает в сутки 1000 т концентрата при выходе 2,5%.
83. Определить содержание полезного компонента в хвостах, если из 1000 т руды с содержанием полезного компонента 0,8% в процессе обогащения получено 13 т концентрата при извлечении 90%.
84. Определить выход хвостов, если из 1000 т руды получено 10 т концентрата.
85. Установить потери (извлечение) никеля в медном концентрате, если содержание никеля в нем 1% и выход медного концентрата 10%. Содержание никеля в исходной руде 3%.
86. Вычислить, сколько тонн свинцового концентрата в сутки выдаст обогатительная фабрика, если ее суточная производительность по руде 5000 т, содержание свинца в руде 1,8%, а в концентрате 60%. Извлечение свинца в концентрат 92%.
87. Определить извлечение цинка в концентрат, если при суточной производительности фабрики 5000 т получают 150 т концентрата. Содержание цинка в руде 2%, а в концентрате 60%.
88. Рассчитать, сколько хвостов в сутки будет выбрасывать фабрика, если выход концентрата 5%, а суточная производительность по руде 5000 т.
89. Определить потери (извлечение) меди и цинка в хвостах, если извлечение меди и цинка в медном концентрате соответственно 90 и 5%, а в цинковом – 6 и 85%.
90. Рассчитать извлечение полезного компонента в концентрат, если фабрика перерабатывает руду с содержанием полезного компонента 20%, а получает концентрат с содержанием его 50% и хвосты с содержанием 2%.
91. Рассчитать выход концентрата и извлечение из него полезного компонента, если из 1000 т руды с содержанием полезного компонента 0,8% в процессе

обогащения получено 13 т концентрата с содержанием полезного компонента 60%.

92. Установить, сколько тонн железного концентрата в сутки выдаст обогатительная фабрика, если ее суточная производительность по руде 15000 т, содержание железа в руде 28%, в концентрате 63%. Извлечение железа в концентрат 90%.

93. Определить извлечение цинка в концентрат, если содержание цинка в руде 2%, в концентрате 50%, в хвостах 0,5%.

94. Рассчитать, сколько руды нужно переработать для получения 500 т концентрата, если его выход составляет 5%.

95. Вычислить потери меди (извлечение) с цинковым концентратом, если выход цинкового концентрата 5%, а содержание меди в нем 2%. Содержание меди в исходной руде 1,2%.

96. Рассчитать, сколько нужно переработать руды с содержанием меди 1% для получения 100 т концентрата, содержащего 20% меди. Содержание меди в хвостах 0,1%.

97. Определить содержание компонентов в хвостах, если извлечение его в концентрат 90%, выход хвостов 95%, содержание в исходном 1%.

98. Найти содержание металла в хвостах при обогащении монометаллической руды с содержанием металла 2%, если извлечение в концентрат 90% при выходе 3,6%.

99. Вычислить содержание металла в исходной руде, если выход концентрата 8%, извлечение 90% и содержание металла в нем 60%.

100. Определить потери (извлечение) меди в цинковом концентрате, полученном при обогащении медно-цинковой руды с содержанием меди 1%, если выход цинкового концентрата 4,5%, содержание меди в нем 4%.

101. Установить количество свинца, потерянного в хвостах при флотации 6000 т руды с содержанием свинца 4%, если извлечение его в концентрат 85%.

102. Найти содержание железа в концентрате, если при обогащении железной руды с содержанием железа 20% выход концентрата 30%, а извлечение 90%.

103. Определить извлечение и содержание золы в хвостах, если при обогащении извлечение золы в концентраты различных сортов составляет 7% при выходе их 70%. Содержание золы в исходной руде 20%.

104. Вычислить выход и извлечение P_2O_5 в концентрат, который получают при обогащении апатитовой руды, содержащей 20% P_2O_5 , если содержание P_2O_5 в концентрате 34,5% и хвостах 1%.

105. Определить содержание молибдена в концентрате, если при обогащении руды с содержанием молибдена 0,1%, выход концентрата 0,15% при извлечении в него молибдена 80%.

106. Найти выход концентрата и потери полезного компонента в хвостах (извлечение), если из 2000 т руды с содержанием полезного компонента 0,8% в процессе обогащения получено 26 т концентрата с содержанием полезного компонента 48%.

107. Установить выход концентрата и извлечение в него полезного компонента, если на фабрику поступает руда с содержанием полезного компонента 15%, а после обогащения получают концентрат и хвосты с содержанием полезного компонента в них соответственно 45 и 5%.

108. Определить выход медного концентрата, содержащего 20% меди, если в концентрат извлекают 92% меди. Рассчитать также потери, т.е. извлечение, меди в хвостах, если фабрика перерабатывает медную руду с содержанием в ней меди 1%.

109. Рассчитать выход концентрата и извлечение в него марганца, если фабрика обогащает марганцевую руду с содержанием марганца 18%. Производительность фабрики по руде 300 т/ч, из данной руды получают 60 т/ч концентрата с содержанием марганца 45%.

110. Установить, сколько тонн свинцового концентрата отгружает обогатительная фабрика, если ее суточная производительность по руде 5000 т; содержание свинца в исходной руде 2%, в концентрате 60%, а извлечение свинца в концентрате 90%.

111. Узнать, сколько нужно переработать руды для получения 1 т концентрата, если выход его составляет 4%. Рассчитать выход хвостов.

112. Вычислить извлечение металла в концентрат, если фабрика после обогащения 1000 т руды с содержанием металла 0,5% получила 10 т концентрата с содержанием металла 45%.

113. Установить, сколько нужно переработать руды с содержанием меди 1% для получения 100 т концентрата, содержащего 18% меди. Содержание меди в хвостах 0,1%.

114. Найти содержание металла в хвостах при обогащении руды с содержанием металла 2%, если извлечение его в концентрат 88%, а выход концентрата 4%.

115. – 124. Составить материальный баланс процесса окисления аммиака на платиновом катализаторе. Исходные данные: производительность по 100%-ной азотной кислоте Q , кг/ч; концентрация аммиака в аммиачно-воздушной смеси – V , об.%; степень контактирования – K , %; степень окисления азота – 100%; степень абсорбции – a , %.

№	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124
Q , кг/ч	1150	1160	1170	1180	1190	1200	1210	1220	1230	1240
V , об.%	10	11,5	12	12,5	13	13,5	8	8,5	9	9,5
K , %	96	96,5	97	97,5	98	98,5	99	99,2	96,3	97,8

$a, \%$	97	97,5	98	98,5	99	96	96,3	97	98	98,5
---------	----	------	----	------	----	----	------	----	----	------

125. – 134. В каких массовых соотношениях необходимо смешать фосфоритовую муку, сульфат аммония и хлористый калий, чтобы получить Q , кг комплексного минерального удобрения, в котором массовое отношение $N:P_2O_5:K_2O$ будет равно $X:Y:Z$. Задачу решить при условии, что фосфоритовая мука содержит $a, \%$ масс. P_2O_5 ; сульфат аммония содержит $b, \%$ масс основного вещества; галургический хлористый калий содержит $v, \%$ масс KCl .

№	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134
Q , кг	500	600	700	800	900	1000	1100	550	650	700
$X:Y:Z$	1:1:1	1:2:1	1:2:2	1:2:1	2:2:1	1:2:1	1:1:1	1:2:1	1:2:1	1:2:1

Продолжение таблицы

$a, \%$	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
$b, \%$	90	91	92	93	94	95	96	95,3	96,5	97
$v, \%$	90	90,5	91	92	93	94	95	96	95,5	92

135. – 144. Рассчитать расход серного колчедана для получения Q , т/ч серной кислоты в моногидрате, если известно, что массовая доля серы в серном колчедане составляет $a, \%$, а степень использования серы - $b, \%$.

№	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144
Q , т/ч	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$a, \%$	30	35	40	45	50	55	30	35	45	50
$b, \%$	88	89	90	90	91	92	93	94	90	91

145. – 150. Составить материальный баланс колонны аммиака. На процесс синтеза подано V , м³/ч газа следующего состава (в % объемных): $C(N_2)$; $C(H_2)$; $C(Ar + CH_4)$; $C(NH_3)$. В процессе синтеза образуется Q , кг/ч аммиака.

№	V , м ³ /ч	$C(N_2)$	$C(H_2)$	$C(Ar + CH_4)$	$C(NH_3)$	Q , кг/ч
145	660000	20,6	62,9	13,6	2,9	56900
146	650000	20,8	62,8	13,4	3,0	56500
147	655000	20,4	61,2	14,0	4,4	56700
148	665000	21,0	63,2	13,2	2,6	56500
149	645000	20,9	62,7	13,5	2,9	56000
150	655000	20,9	63	13	3,1	20500

5 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ

Задачи на определение технологических показателей

Для характеристики и оценки технологического процесса применяют технологические показатели: извлечение, выход, содержание.

1. Извлечение полезного компонента в продукт обогащения обозначается греческой буквой ϵ (эпсилон) и выражается в процентах.
2. Выход продукта обогащения обозначается греческой буквой γ (гамма) и выражается в процентах.

3. Содержание полезного компонента (любого другого компонента руды) в исходной руде обозначается греческой буквой α (альфа) и выражается в процентах.

4. Содержание полезного компонента (любого другого компонента руды) в продуктах обогащения обозначается греческой буквой β (бэтта) и выражается в процентах.

В практике обогащения калийных руд содержание в исходном сырье, например, хлористого калия, принято обозначать α_{KCL} ; в продуктах обогащения соответственно – β_{KCL} ; $\beta_{\text{НО}}$. Извлечение полезного компонента в продукт обогащения – ε_{KCL} ; $\varepsilon_{\text{НО}}$.

Извлечение (ε) – это отношение массы компонента, перешедшего в процессе обогащения в продукт, к его массе в руде, выраженное в %.

Содержание (β) – это масса компонента в продукте к массе самого продукта, выраженное в %.

Выход (γ) – это отношение массы полученного продукта обогащения к массе переработанной руды, выраженное в %.

Технологические показатели рассчитываются на основе уравнения баланса продуктов, согласно которому при установившемся процессе обогащения масса полезного компонента в руде, поступающей на обогащение, равна суммарной массе полезного компонента в получаемых продуктах обогащения.

В случае получения из руды трех продуктов обогащения (концентрат, хвосты и шламы) введем следующие обозначения:

$Q_{\text{Р}}$, $Q_{\text{К-ТА}}$, $Q_{\text{ХВ-ТЫ}}$, $Q_{\text{ШЛ}}$ – масса руды, концентрата, хвостов, шламов; т/ч или т

$\gamma_{\text{Р}}$, $\gamma_{\text{К-ТА}}$, $\gamma_{\text{ХВ-ТЫ}}$, $\gamma_{\text{ШЛ}}$ – выход руды, концентрата, хвостов, шламов; %

По условию баланса (т\ч или т) продуктов обогащения:

$$Q_{\text{Р}} = Q_{\text{К-ТА}} + Q_{\text{ХВ-ТЫ}} + Q_{\text{ШЛ}} \text{ или в \%}$$

$$\gamma_{\text{Р}} = 100 = \gamma_{\text{К-ТА}} + \gamma_{\text{ХВ-ТЫ}} + \gamma_{\text{ШЛ}}$$

Извлечение (%) полезного компонента или нерастворимого остатка балансируется следующим образом:

$$\varepsilon_{\text{руда}}^{\text{KCL}} = \varepsilon_{\text{К-Т}}^{\text{KCL}} + \varepsilon_{\text{ХВ}}^{\text{KCL}} + \varepsilon_{\text{ШЛ}}^{\text{KCL}}$$

$$\varepsilon_{\text{руда}}^{\text{НО}} = \varepsilon_{\text{К-Т}}^{\text{НО}} + \varepsilon_{\text{ХВ}}^{\text{НО}} + \varepsilon_{\text{ШЛ}}^{\text{НО}}$$

Уравнение взаимосвязи технологических показателей имеет следующий вид:

$$\varepsilon = (\beta \cdot \gamma) \cdot \alpha, \%$$

Выход продукта определяется:

$$\gamma = Q_{\text{пр}} / Q_{\text{руды}} \cdot 100\%$$

115. – 124. Составить материальный баланс процесса окисления аммиака на платиновом катализаторе. Исходные данные: производительность по 100%-ной азотной кислоте Q , кг/ч; концентрация аммиака в аммиачно-воздушной смеси – V , об.%; степень контактирования – K , %; степень окисления азота – 100%; степень абсорбции – a , %.

Процесс синтеза азотной кислоты из аммиака протекает в несколько стадий, каждая из которых включает несколько химических реакций:

- контактное окисление аммиака на платиновом катализаторе:



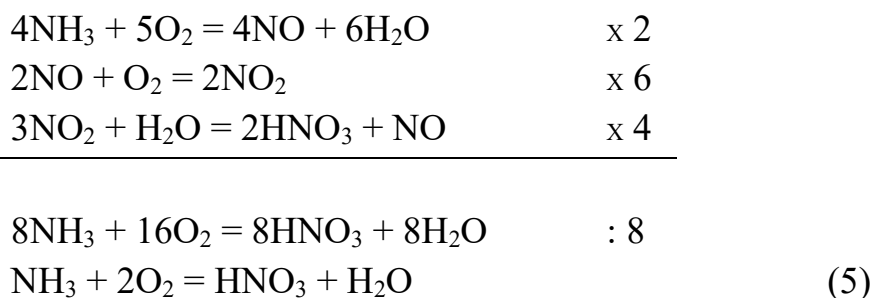
- окисление NO до NO₂:



- абсорбция диоксида азота водой с образованием разбавленной азотной кислоты:



Для количественных расчетов процесса целесообразно пользоваться итоговым уравнением, полученным суммированием уравнений реакций каждой стадии после соответствующих операций умножения и деления их:



В процессе получения азотной кислоты подаются следующие вещества: аммиак, кислород и азот (аммиачно-воздушная смесь); образуются - оксид азота (II), кислород, который не прореагировал, азот, водяные пары.

Порядок расчета материального баланса:

1) Рассчитать количество аммиака, который расходуется при получении Q, кг/ч азотной кислоты. В соответствии с уравнением реакций (5) на 1 кмоль HNO₃ расходуется 1 кмоль NH₃: на Q, кг/ч безводной кислоты необходимое количество аммиака:

$$Q(\text{NH}_3) = M(\text{NH}_3) \cdot Q / M(\text{HNO}_3), \text{ кг},$$

где M(NH₃), M(HNO₃) – молярные массы NH₃ и HNO₃ соответственно, кг/кмоль.

С учетом того, что аммиак частично расходуется на получение азота (это учитывается степенью контактирования), количество необходимого аммиака будет больше и составит:

$$Q(\text{NH}_3)_{\text{общ}} = (Q(\text{NH}_3) \cdot 100 / \kappa) \cdot (100/a), \text{ кг},$$

где κ – степень контактирования, %;

a – степень абсорбции полученных оксидов, %.

Количество кмоль расходуемого аммиака определяется:

$$n(\text{NH}_3) = Q(\text{NH}_3) / M(\text{NH}_3), \text{ кмоль}$$

2) Рассчитать количество воздуха (кислорода и азота) расходуемых в технологическом процессе.

Концентрация аммиака в аммиачно-воздушной смеси – V , об. %

Следовательно, на долю воздуха приходится:

$$w_{\text{(воздух)}} = (100 - V), \%$$

Необходимое количество воздуха:

$$n_{\text{(возд)}} = n(\text{NH}_3) \cdot w_{\text{(воздух)}} / V,$$

где $n_{\text{(возд)}}$ – количество кмоль воздуха, кмоль;

$n(\text{NH}_3)$ – количество кмоль аммиака, кмоль.

Учитывая состав воздуха: $C(\text{O}_2)$ – 21%; $C(\text{N}_2)$ – 79%, определяется количество кислорода и азота:

$$n(\text{O}_2)_{\text{в}} = n_{\text{(возд)}} \cdot C(\text{O}_2) / 100, \text{ кмоль}; Q(\text{O}_2) = n(\text{O}_2) \cdot M(\text{O}_2), \text{ кг}$$

$$n(\text{N}_2)_{\text{в}} = n_{\text{(возд)}} \cdot C(\text{N}_2) / 100, \text{ кмоль}; Q(\text{N}_2) = n(\text{N}_2) \cdot M(\text{N}_2), \text{ кг},$$

где $M(\text{O}_2)$, $M(\text{N}_2)$ – молярная масса кислорода и азота, кг/моль

3) Определить количество образующегося оксида азота. По реакции (1) из 1 кмоль NH_3 образуется 1 кмоль NO , а при степени контактирования κ , % количество образовавшегося NO составит:

$$n(\text{NO}) = n(\text{NH}_3) \cdot \kappa / 100, \text{ кмоль}, \text{ или } Q(\text{NO}) \cdot M(\text{NO}), \text{ кг},$$

где $M(\text{NO})$ – молярная масса оксида азота (II), кмоль

4) Определить количество образующегося N_2

По реакции (2) из 1 кмоль NH_3 образуется 0,5 кмоль азота N_2 . В этой реакции участвует $(100 - \kappa)\%$ аммиака от начального количества. Количество образующегося азота по реакции (2) составит:

$$n(\text{N}_2) = (n(\text{NH}_3) \cdot 0,5 \cdot (100 - \kappa))/100, \text{ кмоль},$$

$$\text{или } Q(\text{N}_2) = n(\text{N}_2) \cdot M(\text{N}_2), \text{ кг},$$

где $M(\text{N}_2)$ – молярная масса азота, кг/кмоль

5) Рассчитать количество образующихся водяных паров. Согласно уравнениям реакции (1), (2) из 4 кмоль NH_3 образуется 6 кмоль H_2O . Суммарное количество паров воды по двум реакциям составит:

$$n(\text{H}_2\text{O}) = n(\text{NH}_3) \cdot 6/4, \text{ кмоль},$$

$$\text{или } Q(\text{H}_2\text{O}) = n(\text{H}_2\text{O}) \cdot M(\text{H}_2\text{O}), \text{ кг},$$

где $M(\text{H}_2\text{O})$ – молярная масса воды, кг/кмоль

6) Определить количество оставшегося кислорода в нитрозных газах (отходящих газах). По реакции (1) на 4 кмоль NH_3 вступает в реакцию 5 кмоль кислорода:

$$n(\text{O}_2)1 = (n(\text{NH}_3) \cdot (\kappa/100) \cdot (5/4)), \text{ кмоль}$$

По реакции (2) на 4 кмоль NH_3 вступает в реакцию 3 кмоль кислорода:

$$n(\text{O}_2)2 = (n(\text{NH}_3) \cdot (100 - \kappa)/100) \cdot (3/4), \text{ кмоль}$$

Всего вступает в реакцию кислорода:

$$n(\text{O}_2) = n(\text{O}_2)1 + n(\text{O}_2)2, \text{ кмоль}.$$

В нитрозных газах кислорода остается:

$$n(\text{O}_2)_{\text{вых}} = n(\text{O}_2)_{\text{в}} - n(\text{O}_2), \text{ кмоль},$$

$$\text{или } Q(\text{O}_2) = n(\text{O}_2)_{\text{вых}} \cdot M(\text{O}_2), \text{ кг},$$

где $M(\text{O}_2)$ – молярная масса кислорода, кг/кмоль

7) Определить количество азота в нитрозных газах. К количеству азота, содержащегося в воздухе, добавляется азот, образованный по реакции (2).

Результаты расчета материального баланса сводим в таблицу.

Таблица 1 – Материальный баланс на Q , кг/ч 100%-ной HNO_3

Приход				Расход			
статья	кмоль	об.%	кг	статья	кмоль	об.%	кг

Аммиак				Оксид азота			
Кислород				Кислород			
Азот				Азот			
				Водяные пары			
итого				итого			

125 – 134. В каких массовых соотношениях необходимо смешать фосфоритовую муку, сульфат аммония и хлористый калий, чтобы получить Q , кг комплексного минерального удобрения, в котором массовое отношение $N:P_2O_5:K_2O$ будет равно $X:Y:Z$. Задачу решить при условии, что фосфоритовая мука содержит $a, \%$ мас. P_2O_5 ; сульфат аммония содержит $b, \%$ мас. основного вещества; галургический хлористый калий содержит $v, \%$ мас. KCl .

Введем следующие обозначения:

X_1 – масса фосфоритовой муки, кг;

X_2 – масса сульфата аммония, кг;

X_3 – масса хлористого калия, кг

Тогда по условию задачи можно составить первое уравнение материального баланса:

$$X_1 + X_2 + X_3 = Q$$

Для составления уравнений материального баланса с учетом массовых соотношений компонентов комплексного удобрения необходимо определить массовую долю целевого компонента в химическом соединении удобрения.

Фосфоритовая мука содержит a , (мас.долей) P_2O_5 (целевого компонента). Тогда количество P_2O_5 вносимого с фосфоритовой мукой равно:

$$X_1 \cdot (a/100\%), \text{ кг}$$

В удобрении сульфата аммония $(NH_4)_2SO_4$ содержится b ,% мас.основного вещества. Тогда $(NH_4)_2SO_4$ содержится:

$$X_2 \cdot (b/100\%), \text{ кг}$$

Но так как в условии задачи массовое соотношение азота (N_2), то необходимо определить массовую долю N_2 в $(NH_4)_2SO_4$.

$$C(N_2) = M(N_2)/M((NH_4)_2SO_4),$$

где $M(N_2)$, $M((NH_4)_2SO_4)$ – молекулярная масса соответствующих веществ, г/моль.

Тогда N_2 содержится в сульфате аммония:

$$X_2 \cdot (b/100\%) \cdot C(N_2), \text{ кг}$$

В галургическом хлористом калии содержится основного вещества (KCl) v ,% мас. KCl . Тогда масса KCl в галургическом хлористом калии равна:

$$X_3 \cdot (v/100\%), \text{ кг}$$

Массовое соотношение задано с учетом массы K_2O (целевой компонент удобрения), следовательно, необходимо определить массовую долю K_2O в KCl .

$$C(K_2O) = M(K_2O)/2M(KCl)$$

Тогда масса K_2O в галургическом хлористом калии равна:

$$X_3 \cdot (b/100\%) \cdot C(K_2O), \text{ кг}$$

Учитывая массовое соотношение целевых компонентов, составим два уравнения:

$$m(P_2O_5)/m(K_2O) = X:Y:Z$$

$$m(P_2O_5)/m(K_2O) = X:Y$$

$$(X_1 \cdot (a/100\%))/(X_2 \cdot (b/100\%) \cdot C(N_2)) = X:Y$$

$$m(P_2O_5)/m(K_2O) = X:Z$$

$$(X_1 \cdot (a/100\%))/(X_3 \cdot (b/100\%) \cdot C(K_2O)) = X:Z$$

Подставив исходные данные необходимо решить следующую систему уравнений:

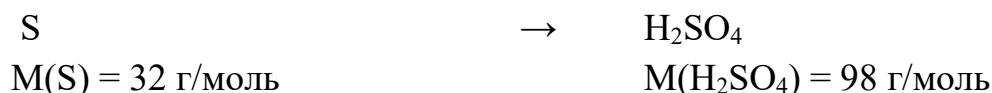
$$X_1 + X_2 + X_3 = Q$$

$$(X_1 \cdot (a/100\%))/(X_2 \cdot (b/100\%) \cdot C(N_2)) = X:Y;$$

$$(X_1 \cdot (a/100\%))/(X_3 \cdot (b/100\%) \cdot C(K_2O)) = X:Z$$

135 – 144. Рассчитать расход серного колчедана для получения Q , т/ч серной кислоты в моногидрате, если известно, что массовая доля серы в серном колчедане составляет $a, \%$ а степень использования серы – $b, \%$.

Серная кислота получается из серы серного колчедана по следующей схеме:



По данному соотношению из 32 кг серы образуется 98 кг серной кислоты.

Примем общую массу серного колчедана за X . С учетом заданной массовой доли основного вещества $a, \%$ масса серы в колчедане составит:

$$X \cdot (a/100\%), \text{ кг}$$

Так как по условию задачи не вся сера переходит в кислоту (степень использования серы – $b, \%$), то тогда масса серы, перешедшей в серную кислоту будет равна:

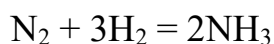
$$X \cdot (a/100\%) \cdot (b/100\%), \text{ кг}$$

Для определения массы серного колчедана X необходимо составить пропорцию следующего вида:

$$\begin{array}{lcl} \text{На } 32 \text{ кг S} & - & 98 \text{ кг H}_2\text{SO}_4 \\ X \cdot (a/100\%) \cdot (b/100\%), \text{ кг} & - & Q, \text{ кг/ч} \end{array}$$

145 – 150. Составить материальный баланс колонны синтеза аммиака. На процесс синтеза подано V , м³/ч газа следующего состава (в% объемных): C(N₂); C(H₂); C(Ar + CH₄); C(NH₃). В процессе синтеза образуется Q , кг/ч аммиака.

Синтез аммиака протекает по следующему уравнению реакции:



В колонну синтеза аммиака поступает газ, содержащий азот N₂, водород H₂, аргон Ar, метан CH₄, аммиак NH₃.

Для образования аммиака расходуется азот и водород, а аргон и метан – инертные компоненты. Содержание аммиака в выходящем газе увеличивается за счет полученного по химической реакции аммиака.

Необходимо определить объем и массу компонентов исходной газовой смеси по следующим формулам:

$$V'(N_2) = V \cdot C(N_2)/100\%, \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$Q'(N_2) = V'(N_2) \cdot M(N_2)/ 22,4, \text{ кг/ч},$$

где V – объем газовой смеси;

$C(N_2)$ – объемная доля (%) азота в газовой смеси, %;

$M(N_2)$ – молярная масса азота, кмоль.

По аналогичным формулам определяются объем и масса остальных компонентов смеси.

Расход водорода и азота на образование Q , кг/ч аммиака определяется по следующим пропорциям:

- расход азота:

на $M(N_2)$	приходится	$2 \cdot M(NH_3)$
$m(N_2)$, кг/ч	–	Q , кг/ч NH_3

- расход водорода:

на $3 \cdot M(H_2)$	приходится	$2 \cdot M(NH_3)$
$m(H_2)$, кг/ч	–	Q , кг/ч NH_3

Состав газа на выходе из колонны изменится следующим образом:

$$Q''(N_2) = Q'(N_2) - m(N_2), \text{ кг/ч}$$

$$V''(N_2) = Q''(N_2) \cdot 22,4/ M(N_2), \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$Q''(H_2) = Q'(H_2) - m(H_2), \text{ кг/ч}$$

$$V''(H_2) = Q''(H_2) \cdot 22,4/ M(H_2), \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$Q''(NH_3) = Q'(NH_3) + Q, \text{ кг/ч}$$

$$V''(NH_3) = Q''(NH_3) \cdot 22,4/ M(NH_3), \text{ м}^3/\text{ч}$$

На основании полученных расчетов составляем таблицу материального баланса колонны синтеза аммиака:

Таблица материального баланса колонны синтеза аммиака

Приход			Расход		
Статьи прихода	кг/ч	м ³ /ч	Статьи прихода	кг/ч	м ³ /ч
Газ на входе в колонну:			Газ на выходе из колонны:		
N_2			N_2		
H_2			H_2		

Ar + CH ₄ NH ₃			Ar + CH ₄ NH ₃		
всего			всего		

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Сороко В.Е., Вечная С.В., Попова Н.Н. Основы химической технологии. – Л.: Химия, 1986
- 2 Кутепов А.М., Бондарева Т.И., Беренгартен М.Г. Общая химическая технология. – М.: Академкнига, 2004
- 3 Кондауров Б.П., Александров В.И., Артёмов А.В. Общая химическая технология. М.: Академия, 2005
- 4 Соколов Р.С. Химическая технология. Том1,2 – М.: Владос, 2003
- 5 Игнатенков В.И., Бесков В.С. Примеры и задачи по общей химической технологии. – М.: Академкнига, 2006

- 6 Позин М.Е. Технология минеральных удобрений. – Л. Химия, 1974
- 7 Попов Л.Н. Строительные материалы и детали. _ М.: Стройиздат, 1986
- 8 Позин М.Е., Копылев Б.А., Бельченко Г.В., Терещенко Л.Я. Расчеты по технологии неорганических веществ. _ М.: Химия , 1966