



МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГУМАНИТАРНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ЮУрГПУ»)

ФАКУЛЬТЕТ ЕСТЕСТВЕННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
КАФЕДРА ХИМИИ, ЭКОЛОГИИ И МЕТОДИКИ ОБУЧЕНИЯ ХИМИИ

**Изучение вопросов химического производства в школьном курсе
химии**

**Выпускная квалификационная работа по направлению
44.04.01 Педагогическое образование**

**Направленность программы магистратуры
«Естественно-географическое образование»
Форма обучения заочная**

Проверка на объем заимствований:
91,66 % авторского текста

Работа рекомендована к защите
рекомендована/не рекомендована

«03» декабрь 2021 г.
Зав. кафедрой Химии, экологии и
методики обучения химии
(название кафедры)

Ср Сутягин А.А.

Выполнила:
Студентка группы ЗФ-301-259-2-1
Вылегжанина Евгения Сергеевна Евг

Научный руководитель:
канд. хим. наук, доцент
Ср Сутягин Андрей Александрович

Челябинск
2021

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА 1. ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ СОДЕРЖАНИЕ ШКОЛЬНОГО КУРСА ХИМИИ И ПУТИ ЕГО РЕАЛИЗАЦИИ	7
1.1 Знания о производственных химических процессах в школьном курсе химии.....	7
1.2 Подходы к изучению некоторых вопросов химического производства в школьном курсе химии	24
Выводы по первой главе.....	36
ГЛАВА 2. МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ИЗУЧЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ В ШКОЛЬНОМ КУРСЕ ХИМИИ.....	38
2.1 Методические подходы к изучению вопросов химического производства	38
2.2 Формы организации работы при изучении химического производства.....	46
Выводы по второй главе.....	58
ГЛАВА 3. АНАЛИЗ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ И ВЫЯВЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЯЕМЫХ МЕТОДОВ	59
3.1 Анализ результатов диагностической работы обучающихся	60
3.2 Анализ результативности изучения процессов химического производства в девятом и одиннадцатом классах	64
Выводы по третьей главе.....	71
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	72
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	75
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Рисунки технологических схем производства серной кислоты и аммиака, демонстрирующиеся в школьных учебниках химии	84
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Технологическая схема переработки нефти, демонстрирующаяся в школьных учебниках химии	85

ПРИЛОЖЕНИЕ 3. Практическая работа «Получение аммиака и изучение его свойств»	86
ПРИЛОЖЕНИЕ 4. Проверочная работа «Серная кислота» 9 класс	88
ПРИЛОЖЕНИЕ 5. Проверочная работа «Азот. Аммиак»	89
ПРИЛОЖЕНИЕ 6. Контрольная работа по теме «Неметаллы» 9 класс	90
ПРИЛОЖЕНИЕ 7. Проверочная работа по теме «Скорость реакции, ее зависимость от различных факторов» 11 класс	94
ПРИЛОЖЕНИЕ 8. Проверочная работа «Химическое равновесие» 11 класс	95
ПРИЛОЖЕНИЕ 9. Контрольная работа по теме «Химические реакции» – 11 класс	96

ВВЕДЕНИЕ

В современном школьном образовании большое внимание уделяется формированию инженерной культуры обучающихся, что связано с требованиями производственных предприятий, основанными на экономических особенностях развития производственной среды современного общества. Решение этого вопроса во многом связано с необходимостью формирования практических навыков прикладного характера, как фундаментальной базы технологического образования. Необходимостью также становится ознакомление обучающихся с основами современных технологий, реализуемых в промышленной среде с использованием фундаментальных законов и закономерностей, в том числе, естественно-математических дисциплин. Важную роль в этом направлении играет знакомство в курсе химии с химико-технологическими процессами, как содержательной составляющей, раскрывающей основы химического производства для решения задач современно общества [2].

Потенциал содержания химического образования при формировании инженерной культуры очень высок. Овладение способами применения химических знаний при выполнении химического эксперимента и при решении химических задач способствует развитию навыков планирования и моделирования, умений выполнять расчеты, оперируя математическими операциями на основе взаимосвязей химических величин [52].

При изучении химии раскрывается роль естественных наук в совершенствовании технологий, способствующем прогрессивному и устойчивому развитию человеческого общества. Изучение химических производств необходимо вести на основе знаний о закономерностях течения химических реакций, что способствует осознанному восприятию материала: учащиеся не просто заучивают свойства веществ и условия течения химических процессов, а прогнозируют их на основе знания теории.

Несмотря на это, ряд методистов отмечает отсутствие в школьной программе системного изучения теоретических основ химических производств, в результате чего наблюдается неспособность выпускника школы определить назначение химии как науки и её роль в развитии промышленности [57].

Целью данной работы является рассмотрение возможностей и приемов изучения вопросов химического производства в школьном курсе химии и влияния использования этих приемов на повышение общей и качественной успеваемости.

Гипотеза: изучение тем школьного курса химии, связанных с химическим производством, а также включение в содержание различных тем школьного курса химии информации о химико-технологических процессах позволит повысить качество усвоения учебного материала обучающимися.

Для реализации поставленной цели и проверки гипотезы поставлены следующие **задачи**:

1. Обзор источников информации, связанных с разработкой и описанием подходов к изучению процессов химического производства в школьном курсе химии.
2. Анализ содержания тем школьного курса химии для включения в процесс их изучения вопросов, раскрывающих подходы к организации химического производства.
3. Апробирование приемов изучения отдельных тем школьного курса химии, посвященных исследованию конкретных химических производств.
4. Определение влияния изучения вопросов химического производства на изменение качественной и количественной успеваемости при изучении химии.

Для решения поставленных в исследовании задач использовались следующие методы:

- теоретические – анализ научной литературы по проблеме исследования, анализ результатов опытно-экспериментальной работы;
- эмпирические – педагогический эксперимент, диагностические и итоговые проверочные работы;
- метод статистической обработки данных по критерию хи-квадрат.

Предмет: процесс изучения химико-технологических процессов в школьном курсе химии.

Объект: включение материала о химико-технологических процессах в содержание школьного курса химии.

Сведения об апробации: по результатам работы опубликованы статьи в сборнике материалов Всероссийской научно-практической конференции учителей химии и преподавателей вузов «Актуальные проблемы химического образования» (Пенза, 2020 г.) [45] и в сборнике материалов VII Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы биологической и химической экологии» (Москва, 2021) [46].

Структура работы: Выпускная квалификационная работа состоит из введения, трех глав, заключения и выводов, списка литературы, приложений. Общий объём работы с приложениями 99 страниц.

База исследования: Опытнo-экспериментальная работа проводилась на базе Муниципального казенного образовательного учреждения «Уйская СОШ им. А.И. Тихонова». В исследовании приняло участие 81 обучающийся 9 и 11 классов.

Практическая значимость работы: разработан дидактический комплект тематического блока «Неметаллы» и «Химические реакции», состоящий из дифференцированных разноуровневых заданий, набора текстов для приёмов смыслового чтения, дифференцированных ситуационных задач и т.д.

ГЛАВА 1. ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ СОДЕРЖАНИЕ ШКОЛЬНОГО КУРСА ХИМИИ И ПУТИ ЕГО РЕАЛИЗАЦИИ

1.1 Знания о производственных химических процессах в школьном курсе химии

Вторая половина прошлого века характеризовалась активным внедрением в образовательный процесс информации химико-технологического характера. Так, в 50-е годы начали решаться серьезные методологические и методические вопросы: о соотношении общего и политехнического обучения, сочетании теоретического материала со знаниями о его практическом приложении. Переход к всеобщему восьмилетнему образованию в то время потребовал принципиального обновления программы по химии с целью, в том числе, обеспечения возможности успешного решения школой задач по совершенствованию политехнического образования при изучении химии. Основной задачей школы ставилась подготовка выпускников, способных к активной трудовой деятельности [22].

В связи с этим в 1956-1957 годах были подготовлены учебная программа, предусматривающая ознакомление учащихся с закономерностями химических процессов и использованием законов химии в практике, формирование представлений о химическом производстве как одной из главных отраслей социалистической индустрии. Работы С.Г. Шаповаленко, Д.А. Эпштейна, Л.А. Цветкова показывали, что знания о химическом производстве должны приобретаться системно и последовательно, при изложении курса химии, который ориентирован на экспериментальное изучение химических реакций, лежащих в основе химических производств [42].

Следующее десятилетие, характеризующееся научно-техническим прогрессом, а также внедрением всеобщего среднего образования, потребовало дальнейшего пересмотра программ. в том числе,

содержательного углубления изучаемого теоретического материала при еще более тесных связях науки с жизнью и с производством. Были внедрены в практику популярные учебники химии Ю.В. Ходакова и Л.А. Цветкова, характеризующиеся глубоким содержанием материала о химическом производстве. В школьную практику начали вводиться факультативные курсы, такие как «Химия в промышленности», «Химия в сельском хозяйстве», обеспечивающие углубление знаний о промышленных способах получения популярных неорганических и органических веществ, роли химии в решении сельскохозяйственных задач. Развивались навыки практического эксперимента, способствующие сближению теории с практикой. В учебных планах некоторых школ появился даже курс «Химическая технология», целью которого было ознакомление учащихся с научными принципами и особенностями управления процессами химического производства. При этом обеспечивалась тесная взаимосвязь со школьным курсом химии. В 1974 г. Л.А. Цветков, исходя из необходимости включения в содержание курса химии сведений о перспективных отраслях химической промышленности, дополняет свой учебник по органической химии разработкой содержания и методики изучения темы «Высокомолекулярные вещества». По мнению А.А. Кавериной «в настоящее время среди существующих учебников по химии нет ни одного, который бы превосходил учебник Л.А. Цветкова по логической стройности содержания, доступности, проблемной подаче учебного материала, безукоризненности методических решений [22].

Таким образом, к 80-м годам XX в. изучение химических производств считалось методически разработанной образовательной областью. Трудями многих методистов были заложены основы методики обучения химическим производствам в общеобразовательной школе и системе СПО на основе системного ознакомления с химическими процессами на производстве. В результате изучение этих процессов не

вызывала трудностей в обучении, в том числе, при дальнейшем освоении профессиональных дисциплин в вузах [27].

В настоящее время изучение основ химических производств в школьном курсе химии подвергается сокращению, что может быть связано не только с общим сокращением количества учебных часов, но значительным сокращением общего объёма химических производств. Одновременно с этим наблюдается сокращение внимания к проблеме экологической безопасности на химических предприятиях и, следовательно, химическому экологическому образованию учащихся [55].

В связи с этим, проблема формирования химико-технологических знаний у обучающихся школ приобретает новую актуальность. В настоящее время наблюдается наличие противоречия между требованиями КИМов по химии и фактическим содержанием учебного материала в учебниках. Так, в содержание ЕГЭ включены вопросы химического производства, затрагивающие не только установление химических реакций, лежащих в основе конкретных производств, но и устройство аппаратов, назначение тех или иных элементов химико-технологических производственных схем, установок, условия производственных процессов, а также применение частных продуктов органического и неорганического синтеза, изучению которых в школьном курсе химии отводится очень мало времени [26]. В результате, ежегодно в числе одних из самых сложных вопросов ЕГЭ по химии выделяются вопросы, связанные с химическим производством. Так, в аналитических материалах о результатах ЕГЭ 2020 г. отмечается, что задания, которые проверяют знания способов получения органических веществ, выполнены экзаменуемыми, особенно со слабой подготовкой, менее успешно, чем задания, ориентированные на проверку свойств веществ. По этим же данным с заданиями, связанными с блоком «Химия и жизнь» (базовый уровень сложности), включающими в себя, в том числе, вопросы химического производства, успешно справляется лишь 55 % участников ЕГЭ [18].

Первый уровень формирования системы политехнических понятий, в том числе, посредством знаний о химическом производстве, реализуется уже на самых первых этапах изучения химии в 8 классе. Здесь формируются понятия о химическом веществе, как системе, обладающей определенными свойствами, которые обуславливают его практическое применение. Представления о чистых химических веществах и смесях, а также о способах разделения смесей – основа знаний о способах подготовки промышленного сырья, а также о методах выделения целевого продукта из конечной смеси [28].

Формируются первые представления о превращениях веществ, которые способствуют развитию базиса для изучения химического производства как процессов превращения компонентов сырья в новые соединения с заданными свойствами путем химической реакции. Само понятие «сырье» также появляется на данном этапе, а в качестве важнейших сырьевых компонентов химического производства рассматриваются воздух, вода и природные минералы [14].

В дальнейшем на первом этапе обучающиеся знакомятся с важнейшими представителями основных классов неорганических соединений, производство которых им предстоит изучить при более глубоком погружении в предмет. На данном этапе впервые появляются важнейшие производственные понятия: катализатор и катализ, обратимая реакция, тепловой эффект химической реакции. Ознакомление с понятием теплового эффекта в совокупности с полученными ранее в курсе физики знаниями о тепловых явлениях позволяют дать первые представления о проблеме рационального использования энергетических ресурсов и о применении различных источников энергии. На это же направлено изучение процесса горения как одного из способов получения энергии в производственных процессах [32].

Одним из наиболее важных на данном этапе является знакомство с законом сохранения массы вещества, который лежит в основе составления

материального баланса химического производства. Это понятие, как основа экономических производственных расчетов, может быть введено гораздо позже, когда обучающиеся способны составить полную картину химических превращений в процессе. Но на данном этапе закладывается основа данных представлений, в том числе при выполнении расчетов по уравнениям химических реакций [42].

На этом же этапе начинают появляться представления о правилах работы с химическими веществами, технике безопасности, которая обеспечивает дальнейшее понимание условий проведения химико-технологических процессов, способствующих обеспечению как производственной, так и экологической безопасности.

В итоге, на первом этапе изучения химии (8 класс) не происходит непосредственное изучение химических производств, но осуществляется формирование базиса для изучения химико-технологических процессов на последующих этапах [32].

Второй этап (9 класс) связан с изучением химии элементов (металлов и неметаллов) и их соединений. На данном этапе затрагиваются некоторые особенности непосредственно химических производств [9].

При изучении свойств металлов рассматриваются основные способы их получения: пиро-, гидро- и электрометаллургия. Знакомство с этими вопросами проводится на основе изученных ранее представлений об активности металлов, их способности принимать участие в окислительно-восстановительных реакциях. Для выяснения возможности получения металла тем или иным способом ученик должен уметь использовать электрохимический ряд напряжения металлов и иметь представление о значении положения металла в данном ряду, как показателе активности элемента [32].

При изучении металлов в 9 классе вводится понятие о сплавах, рассматриваются их конкретные примеры (чугун, сталь, бронза). Формируются представления о черных и цветных металлах. Появляются

обозначения технологических установок и протекающих в них процессов, например, доменная печь (доменный процесс), строение которой достаточно подробно разбирается. При этом домна рассматривается не просто в качестве аппарата, в котором протекает процесс восстановления, а как сложная система, в которой в разных частях, характеризующихся различными температурными и окислительно-восстановительными условиями, протекает совокупность химических реакций, из которых складывается доменный процесс. Так формируется представление о сложности и многоступенчатости химико-технологического процесса, лежащего в основе химического производства. Другой технологический аппарат – кислородный конвертер, обеспечивает перевод чугуна в сталь, характеризующуюся лучшими технологическими характеристиками [32].

Внимание на этом этапе также уделяется ознакомлению с процессом коррозии металлов и способами защиты металлов от разрушительного действия среды. Начинает формироваться представление об электролизе, как важнейшем электрохимическом процессе, используемом в химической промышленности.

При изучении свойств соединений щелочноземельных металлов могут быть изучены производственные процессы получения гашеной и негашеной извести, а также конкретизировано понятие водоподготовки, как важного этапа производственных схем, на примере освобождения воды от солей жесткости – операция умягчения воды [55].

На примере соединений, встречающихся в природе, и содержащих в своем составе металлы, рассматривается понятие рудных минералов (прежде всего, соединений железа), выступающих в качестве сырья для производства металлов. Вводится понятие об обогащении сырья, как важнейшего этапа его подготовки для использования в промышленности. Как важнейший пример перевода природного сырья в состояние, пригодное для дальнейшего производства металла, рассматривается процесс обжига – перевода рудного сырья (как правило, сульфидного или

карбонатного) в оксидную форму. В итоге, производства металлов из рудного сырья рассматривается как процесс восстановления из окисленной формы [36].

Изучение соединений неметаллов – один из наиболее широких разделов неорганической химии, сопряженный с изучением процессов химического производства. Это, прежде всего, процессы производства неметаллов (водорода, фосфора, кремния, галогенов) из нерудного минерального сырья [36]. Конкретизируется понятие воздуха, как сырьевого ресурса азота и кислорода. Вводятся новые понятия технологических процессов разделения веществ: ректификация, перегонка, и рассматриваются аппараты для их проведения, например, ректификационная колонна, компрессоры. Изучение природных источников углерода конкретизирует процесс металлургического производства, в частности, за счет введения понятия о коксовании, как способе получения практически чистого углерода, используемого в доменном производстве, а также для производства фосфора и кремния.

На примере производства неметаллов демонстрируется важная особенность химического производства – его многонаправленность, при которой из одного вида сырья может быть получено несколько продуктов. Например, электролиз водного раствора хлорида натрия приводит одновременно к образованию водорода, хлора, твердого гидроксида натрия и его растворов. Хлор и водород в дальнейшем выступают как сырье для производства хлороводорода и соляной кислоты. В результате химическая промышленность функционирует на основе принципов рационального природопользования [59].

При изучении соединений неметаллов рассматриваются промышленные способы производства серной кислоты, аммиака и азотной кислоты, фосфорной кислоты, фосфорных и азотных минеральных удобрений, силикатных материалов. В данном разделе также конкретизируется понятие о природных минералах, как важнейшем

сырьевом ресурсе химического производства. При этом рассматривается еще одна особенность химической промышленности – возможность производства одного и того же продукта из различных видов исходного сырья. Например, серная кислота может быть получена из самородной серы, серного колчедана, сероводорода, а также серосодержащих газов, выступающих в качестве отходов производств (например, диоксид серы, образующийся при обжиге рудных сульфидов в процессе металлургического производства) [29].

При изучении данных процессов рассматриваются такие аппараты технологических установок, как печи для обжига, контактные аппараты, колонны синтеза, циклоны, электрофильтры, теплообменники, холодильники, сушильные башни, абсорбционные колонны [21].

На примере производства серной кислоты, на данном этапе рассматриваются некоторые физико-химические закономерности производства. Например, вводится понятие о принципе противотока, как подходе, обеспечивающем большую степень взаимодействия реагирующих компонентов. Указывается, что воздух, используемый для обжига колчедана, должен быть обогащен кислородом, что обеспечивает большую степень превращения. Показано, что важную роль играет степень распыления (дисперсности) твердого колчедана для повышения поверхности соприкосновения, чему способствует создание кипящего слоя [44].

При демонстрации процесса производства серной кислоты из серы демонстрируется роль агрегатного состояния в обеспечении степени превращения (серу расплавляют и распыляют в печах, обеспечивая гомогенность системы). При рассмотрении процесса контактного окисления показано, что данный процесс, являясь экзотермическим, обеспечивает дальнейший нагрев системы – реализации принципа использования энергии химических реакций для протекания химического процесса. При этом также демонстрируется и необходимость температурного контроля (принцип теплообмена) за протеканием реакции

(нагретый теплотой экзотермической реакции газ необходимо охлаждать до оптимальной температуры).

Еще один важнейший принцип, реализуемый в химической промышленности и демонстрируемый на примере производства серной кислоты – обеспечение циркуляционной схемы, при которой непрореагировавшие компоненты сырья после прохода всей схемы возвращаются обратно в процесс. Таким путем достигается большая степень превращения сырья в продукты, что обеспечивает соблюдение принципов рационального природопользования [29].

В дальнейшем принципы теплообмена, катализа, циркуляции демонстрируются на примере производства аммиака [40]. Как на примере серной кислоты, так и на примере производства аммиака вводится понятие о технологической схеме, как системе, объединяющей в себе различные аппараты с протекающими в них в разных условиях различными химическими, физическими и физико-химическими процессами, из которых складывается единый процесс получения конечного продукта из исходного сырья. В связи с этим, учебный материал параграфов учебников, посвященных этим вопросам, снабжен рисунками технологических схем и установок по производству неорганических соединений (приложение 1, рисунки 1.1, 1.2) [50].

В то же время, на данном этапе обучающиеся также еще недостаточно глубоко знакомы с принципами общей химии (кинетическими и термодинамическими закономерностями), лежащими в основе химического производства и построения технологических схем, в связи с чем на данном этапе изучение химико-технологических процессов демонстрируется на уровне уравнений химических реакций, лежащих в основе производства, а также обозначения последовательности и направления потоков вещества в данных процессах. Основные физико-химические закономерности конкретных производств в дальнейшем

должны стать примерами для конкретизации при изучении основных вопросов химической термодинамики и кинетики в старших классах.

Еще одной важнейшей группой производственных процессов, изучаемой в 9 классе, является производство силикатных материалов – большой группы соединений, включающих в себя как соединения кремния, так и бескремниевые соединения со сходными свойствами и практическим применением. Это один из важнейших видов промышленности, так как современный век характеризуется как кремниевый (большинство полупроводниковых материалов, используемых в современных технологиях, построены на основе силикатных материалов).

При изучении данных технологий расширяются представления об используемом природном сырье (песок, глины, известняки, гипс, сода). Вводятся новые представления о материалах: цемент, стекло, керамика, фарфор и фаянс, оптическое волокно. Расширяется производственный понятийный аппарат: связующие материалы, клинкер, варка, глазурирование.

Наиболее насыщенным с позиции рассмотрения производственных процессов остается модуль «Органическая химия», изучаемый в 10 классе [8]. В одних из первых тем этого модуля раскрываются представления о потенциале природных органических соединений как важнейшего сырьевого и энергетического потенциала химической промышленности. Природный газ, основным компонентом которого является метан, рассматривается как важнейшее природное топливо. В качестве важнейшего производственного процесса рассматривается нефтепереработка, посредством которой нефть выступает не только в качестве природного источника топлива, но и как сырьевой ресурс для получения широкого спектра органических соединений. При изучении процесса нефтепереработки рассматриваются и конкретизируются некоторые технологические операции, такие как фракционная перегонка,

или ректификация. Показано устройство ректификационной колонны и описан принцип ее работы (приложение 2, рисунок 2.1), описаны фракции нефти, на которые она разделяется при различных температурах. Как вариант нефтепереработки рассматривается процесс крекинга – термического расщепления природных углеводородов, в том числе, для получения высококачественного бензина.

Рассмотрение непредельных углеводородов технологически связано со способами получения полимерных материалов. Так, при изучении этиленовых углеводородов вводится понятие полимеризации, как реакции, приводящей к образованию высокомолекулярных соединений – основы полимерных материалов (полиэтилен, полипропилен). В дальнейшем это понятие конкретизируется при изучении диеновых углеводородов на примере получения каучука и резины, при этом вводится новый технологический термин – вулканизация, как процесс перевода каучука в резину с более качественными технологическими характеристиками. При изучении свойств ацетилена рассматривается возможность получения поливинилхлорида, как еще одного хозяйственно важного полимера. Рассматривается также процесс деполимеризации, то есть возможность получения из полимерного материала исходного сырья для его новых превращений (основа использования вторичного сырья – отходов потребления) [60].

В то же время, рассмотрение этих процессов, как правило, ограничено уравнениями химических реакций, описанием свойств получаемых продуктов и возможности их практического применения в народном хозяйстве. Закономерности протекающих процессов, условия их проведения в данном случае практически не рассматриваются.

В дальнейшем, при изучении отдельных классов органических соединений вопросы химического производства могут быть рассмотрены практически в любой теме. в то же время, даже для профильного уровня обучения, как правило ограничиваются химическими реакциями,

лежащими в основе получения соединений данного класса, не рассматривая конкретные производственные процессы, технологические схемы и условия проведения. Но данный материал дает основу для дальнейшего изучения химико-технологических процессов при завершении обучения химии. Таким образом, на данном этапе изучения ключевым является установление генетических связей между основными классами органических соединений, понимание которых способствует развитию представлений о производственных процессах, сырьевой базе химического производства и основных принципах, лежащих в основе построения технологических схем.

На заключительном этапе (11 класс) происходит конкретизация и обобщение изученных ранее химических законов и закономерностей, в том числе, лежащих в основе химического производства [10]. В данном случае изучение этих процессов происходит не просто на уровне констатации способов получения или конкретных реакций, лежащих в основе этого способа, а на уровне изучения закономерностей протекания процессов.

Например, на основе понятия «тепловой эффект химической реакции» рассматриваются принципы проектирования химического реактора, когда необходимо предусмотреть либо приток тепла к системе (эндотермическая реакция, требующая затрат энергии), либо отвод тепла из системы (экзотермический процесс, при котором происходит нагрев среды за счет выделяемой теплоты химической реакции).

При изучении вопросов химической кинетики раскрывается понятие «энергия активации» – энергетический барьер, который система должна преодолеть при переходе от исходного вещества в продукт реакции. Наличие этого барьера обуславливает необходимость обеспечения определенной температуры реакции или использования катализатора, обеспечивающего снижение этого барьера. Таким образом, конкретизируется функция катализатора – одной из важнейших составляющих большинства химических производств.

В дальнейшем раскрывается роль катализатора, как фактора, направляющего производственный процесс в нужном направлении – понятие о селективности катализатора. Так, при окислении аммиака преобладающим продуктом с позиции теплового эффекта должен быть азот. применение катализатора направляет процесс окисления к монооксиду азота, что делает возможным осуществление промышленного синтеза азотной кислоты из аммиака.

На данном этапе рассматриваются виды катализа (гомогенный, гетерогенный, ферментативный, или микрогетерогенный) и их особенности. Вводится понятие о каталитических ядах и отравлении катализатора. Затрагиваются вопросы перспектив катализа, в частности, переноса природных ферментативных процессов на производственные системы. Наряду с катализаторами рассматривается и понятие об ингибиторах – веществах, замедляющих химический процесс, и их использовании для подавления реакций, нежелательных в данной технологической схеме.

При изучении зависимости скорости реакции от агрегатного состояния реагирующих веществ, в частности, от площади поверхности соприкосновения в гетерогенных процессах, вновь возвращаются к широко используемому в производственных процессах методу «кипящего слоя», приводя в качестве примеров процессы обжига колчедана, каталитический крекинг нефтепродуктов, процессы регенерации катализаторов при их отравлении (например, закоксовании).

Изучение состояния химического равновесия и способов его смещения – тема, дающая большие возможности для раскрытия физико-химических закономерностей химического производства [5]. Синтез аммиака из азотно-водородной смеси является классическим примером для демонстрации этих закономерностей. Использование принципа Ла-Шателье – Брауна – основной прием, используемый для повышения выхода конечного продукта не только в данном процессе, но и в огромном

количестве химических реакций, лежащих в основе химического производства. Изучение основных термодинамических и кинетических закономерностей процессов, лежащих в основе важнейших производственных технологий, приводит обучающихся к выводу о возможности использования этих закономерностей для определения условий, в которых производственный процесс будет проходить с наибольшей эффективностью. Таким образом, раскрывается роль химии в решении задач рационального природопользования и устойчивого развития человеческого общества [3].

На более глубоком уровне в 11 классе рассматриваются вопросы металлургии и защиты металлических конструкций при эксплуатации. В данном случае процесс коррозии рассматривается с позиции его экономических последствий, как снижающий качество изделия, нарушающий эксплуатацию конструкций, приводящий к простоям производственного оборудования, дополнительным экономическим затратам и огромным материальным потерям. Отсюда возникает необходимость детального изучения видов и механизмов коррозии (химической, электрохимической) и поиска способов защиты от этого процесса (обработка поверхностей, легирование, различные виды защитных покрытий, анодная и катодная защита, использование ингибиторов коррозии) [49].

Более подробно на этом этапе рассматриваются способы - металлургического производства. Оно представляется как поэтапный процесс превращения рудного сырья в свободный металл или его сплав:

- перевод металлосодержащих компонентов в окисную форму при обжиге с последующим восстановлением при пирометаллургии или электролизом при электропирометаллургическом восстановлении;
- перевод компонентов минерала в раствор с последующим вытеснением одного металла другим, более активным, при

гидрометаллургическом восстановлении или электролизом при электрогидрометаллургии [49].

Возможность применения того или иного метода в данном случае рассматривается с позиции знаний о восстановительной активности металлов и их положения в электрохимическом ряду напряжений.

В дальнейшем электролиз рассматривается как важнейший производственный процесс, в котором, за счет окислительно-восстановительных реакций происходит преобразование энергии электрического тока в энергию химических связей. В качестве производственных примеров подробно рассматриваются физико-химические закономерности электролиза водного раствора хлорида натрия (способ получения хлора, водорода, щелочи), электрогидро- и электропирометаллургия, гальванопластика, рафинирование металлов и т.д. При этом, в данном случае внимание уделяется не производственным схемам, а физико-химическим закономерностям процессов [49].

При изучении электрохимических процессов уделяется внимание гальваническим и топливным элементам – химическим источникам электрического тока, являющимся, в том числе, альтернативными источниками энергии в производственных процессах.

В дальнейшем электрохимические процессы конкретизируются (без подробного рассмотрения технологий и закономерностей) на примерах получения щелочных и щелочноземельных металлов, алюминия, цинка, марганца. Пирометаллургические методы конкретизируются на примере получения меди, цинка, хрома, марганца. На примере черной металлургии конкретизировано представление о сплавах железа с углеродом – чугуны и стали.

Также конкретизируются способы промышленного получения неметаллов: водорода – конверсией природного газа и электролизом воды, хлора путем электролиза, кислорода и азота ректификацией жидкого воздуха, серы выплавкой и перегонкой из самородной серы или неполным

окислением сероводорода, фосфора – прокаливанием апатитов (природных фосфатов) с коксом и силикатным песком, кремния – высокотемпературным восстановлением из оксида коксом.

Рассмотрены способы получения сероводорода из нефти, природного и коксового газа, аммиака из азота и водорода, монооксида азота каталитическим окислением аммиака, а также его дальнейшее доокисление и абсорбция до азотной кислоты. Указывается на возможность использования азотной кислоты в промышленности для получения азотных и комплексных удобрений. Демонстрируются способы получения фосфорной кислоты сернокислотным разложением апатитов. Закрепляются знания о силикатных материалах: стекле, цементе, бетоне, керамических материалах.

В завершении к вышесказанному в 11 классе изучается отдельный раздел «Химия и производство». При его рассмотрении вводятся понятия «химическая промышленность» и «химическая технология», раскрываются задачи этого раздела химии, ведущим из которых является разработка на основе научных принципов материалов с заданными свойствами для конкретного практического применения. В данном разделе раскрываются ведущие научные принципы организации химических производств:

- оптимальные условия проведения процессов.
- полное и комплексное использование сырья.
- рациональное использование теплоты протекающих процессов.
- непрерывность процессов производства.
- экологическая безопасность производства.

С опорой на изученный материал рассматриваются частные принципы, которые обеспечивают соблюдение ведущих принципов: противоток и прямоток веществ, применение катализаторов, циркуляция, теплообмен, сопряжение производств, автоматизация, механизация, утилизация и т.д.

Далее подробно рассматриваются представления о сырье: минеральном (рудном и нерудном) и органическом. Как важнейший ресурс рассматривается вода, демонстрируется многообразие вариантов ее использования и вытекающая отсюда проблема водопользования и водопотребления. Описываются различные виды энергии, используемые в химическом производстве

Большое внимание в завершении обучения уделяется экологическим аспектам химического производства. Обучающимся демонстрируется ее несомненная опасность, негативное воздействие на окружающую среду, которого невозможно избежать, особенно, при возрастающих темпах производства. Но более важное значение играет изучение положительной роли химической науки, ее стремление обеспечить безопасность реализуемых процессов. В этом плане актуальность приобретает изучение безотходных производств, соблюдение нормативов предельно допустимых концентраций, циклические процессы. Рассматриваются способы очистки отходов методами фильтрации, обезвреживания, применения пуле- и газоуловителей, химической очистки, осаждения и т.д. В качестве примеров производств, обеспечивающих экологическую безопасность окружающей среды, рассматриваются технологические особенности производства аммиака и метанола. Построение технологических схем этих производств учитывает необходимость экологической безопасности [12].

В современные учебники в 11 классе также введено понятие зеленой химии – современного направления химии, связанного с любыми модификациями технологических процессов, направленных на снижение или прекращение негативного воздействия промышленности на окружающую среду. Перспективными направлениями исследований в этой области являются промышленный катализ, возможность использования в производстве нетоксичных компонентов, снижение потребления энергии. Синтез аммиака – важнейший пример зеленых технологий, предполагающий использование неограниченного и нетоксичного

природного ресурса – азота, при этом все исходные компоненты входят в состав конечного продукта. Кроме того, синтез аммиака – пример важнейшей технологии фиксации атмосферного азота, позволяющий переводить его из инертной формы в форму соединений, усваиваемых биологическими системами (аммиак, нитрат аммония и другие виды селитр). Это позволяет решать одну из задач концепции устойчивого развития – расширение возможностей сельского хозяйства для получения продовольственной продукции и удовлетворения потребностей человека в пище [51].

Таким образом, в 11 классе изучение вопросов химической технологии имеет обобщающий характер, связывая между собой представления о химических реакциях, свойствах химических соединений и общих закономерностях протекания физико-химических процессов.

В целом же содержание школьного курса химии обеспечивает все возможности для организации системного изучения вопросов химического производства, а само изучение этих процессов способствует более глубокому усвоению сложного химического материала, раскрывая роль химии в решении общественных задач.

1.2. Подходы к изучению некоторых вопросов химического производства в школьном курсе химии

Вопросы изучения химических производств могут быть внесены в изучение практически любой темы школьного курса химии. В то же время, это не означает, что любая тема должна включать в себя изучение технологических процессов химического производства. Для формирования инженерной культуры не требуется знания всех технологических процессов и всех существующих производств, а необходимо знание основ производств вообще, умение оперировать основными подходами и принципами при рассмотрении любого конкретного вида производства.

В связи с этим, логично выделить отдельные производства, которые должны быть наиболее подробно изучены для демонстрации основных технологических принципов, которые могут быть перенесены на другие виды производств. К таким наиболее важным примерам относятся производство аммиака и азотной кислоты, производство серной кислоты, производство метанола, металлургическое производство (на примерах доменного производства и производства алюминия). На примере этих производств могут быть подробно рассмотрены общие физико-химические закономерности процессов. Остальные же производства могут быть затронуты достаточно поверхностно при изучении конкретных тем на примерах химических реакций получения, например, получение многих простых веществ, получение удобрений и т.д.). Углубление же частных вопросов проводится при необходимости в рамках внеурочной работы или факультативных занятий [7].

Описание химического производства может быть проведено по определенному плану, разработанному учителем. Представим один из предлагаемых вариантов такого плана.

1. Продукт производства. Кратко описывается его химический состав, приводятся химические формулы основных составляющих компонентов, их количественные соотношения. Описываются основные свойства, обуславливающие применение. Обозначаются различные варианты способов получения и применения. Реализация данного пункта как правило проводится в виде беседы, часть материала (например, описание физических свойств, направлений практического использования) могут быть даны для самостоятельной подготовки рефератов, письменных отчетов либо для выступления на конференции [54].

2. Химические реакции, лежащие в основе изучаемого способа производства продукта, условия протекания этих реакций. Для выполнения проводится беседа, сопровождаемая демонстрацией

уравнений химических реакций и обсуждением условий проведения этих реакций.

3. Описание различных вариантов сырья, которые могут быть использованы для производства данного продукта, с указанием его распространенности, доступности, преимуществ и недостатков переработки. На этой стадии могут быть продемонстрированы коллекции минералов, горных пород, других компонентов, используемых в качестве сырья химического производства. Демонстрация может быть сопряжена с использованием атласов – определителей минералов и горных пород, демонстрацией слайдов, фотоальбомов и т.д. В этом же разделе проводится описание важнейших процессов и аппаратов, используемых для подготовки сырья к переработке. Их изучение может сопровождаться просмотром демонстраций аппаратов и установок в виде схем, фотографий и видеоснимков.

4. Постадийное изучение процесса производства. для этого могут быть использованы технологические схемы и модели аппаратов. Для каждой стадии обсуждаются в процессе беседы условия проведения химических и физико-химических процессов, базирующиеся на основе общих принципов производства и позволяющие в данном случае повысить интенсивность процесса.

5. Перспективы развития данной отрасли химической промышленности, возможности изменения технологий для достижения большей эффективности и снижения экологического риска (он должен быть также обозначен при изучении данного процесса) [20].

Как уже отмечалось в предыдущем разделе, изучение химико-технологических процессов начинается уже с самых первых моментов обучения химии (в 8 классе). На первом уровне изучения, когда основной задачей (с точки зрения изучения вопросов химической технологии) является получение знаний о веществах, смесях, способах их разделения действенными приемами являются работа с коллекциями минералов и

горных пород, демонстрации кинофильмов, описывающих состав и применение человеком воды и воздуха, выполнение лабораторных работ по разделению смесей и очистке веществ. На этом же этапе возможна демонстрация опытов, связанных с процессами горения, как источника получения энергии и одной из стадий химического производства (например, горение серы).

Изучение химического производства на следующем уровне (9 класс) дает основу для дальнейшего формирования научных принципов, лежащих в основе технологических процессов. В данном случае для более полного знакомства с химической сущностью протекающих процессов и условиями их проведения используются знаковые модели химических формул и уравнений реакций, экспериментальные доказательства излагаемых теоретических фактов.

Хорошие результаты дает использование соответствующих приборов и установок, моделирующих реальнее производственные аппараты. Такая демонстрация позволяет обучающимся легче понять принципы работы и устройство данных систем, направленные на повышение интенсивности производства и выхода продуктов. Важное значение на этом этапе ознакомления с производством играют демонстрации видеофрагментов, динамично показывающих работу и принцип действия отдельных аппаратов, их объединение в технологические схемы процессов, перемещение компонентов процесса (продуктов, полупродуктов, продуктов и отходов).

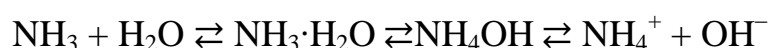
На заключительном этапе изучения химических производств обучающиеся, изучив общие закономерности протекания химических процессов, должны быть способны переносить эти знания на процессы химического производства. Эффективным приемом в этом случае может выступать составление химико-технологических схем, подготовка и сборка моделей, демонстрирующих реальное протекание химико-технологических процессов [4].

При изучении производства аммиака и связанного с ним производства азотной кислоты необходимо познакомить обучающихся с сущностью протекающих химических процессов, лежащих в основе этого производства: превращение азотно-водородной смеси, контактное окисление аммиака, доокисление монооксида азота в диоксид и диспропорционирование диоксида азота при абсорбции. При этом расширяются представления об условиях протекания химических процессов, способах регулирования направления химических реакций, их скорости и степени превращения исходных соединений в продукты. На данном примере комплексно закрепляются знания о научных принципах структурной организации химического производства, подчеркивается роль давления, как регулирующего фактора, катализа, как процесса направляющего и ускоряющего реакцию, принципа циркуляции, обеспечивающего эффективность использования сырья.

Приведем один из предполагаемых примеров плана изучения производства аммиака.

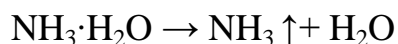
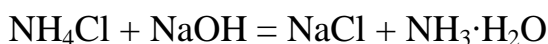
1. Молекулярный азот, его химические свойства. Необходимо продемонстрировать химическую инертность молекулы аммиака, обусловленную высокой энергией разрыва тройной связи в молекуле. Важно проанализировать реакцию азота с водородом с различных позиций: процесс экзотермический, обратимый, каталитический, реакция протекает с уменьшением объема. Исходя из агрегатного состояния реагентов процесс гомогенный. Но в отсутствие катализатора реакция практически не протекает, тогда, с учетом агрегатного состояния катализатора, процесс гетерогенный.

2. Свойства и значения аммиака, его применение в народном хозяйстве. Лабораторные способы получения аммиака. На этом этапе необходимо вспомнить, что чистый аммиак представляет собой газообразное соединение, хорошо растворимое в воде с образованием аммиачной воды:

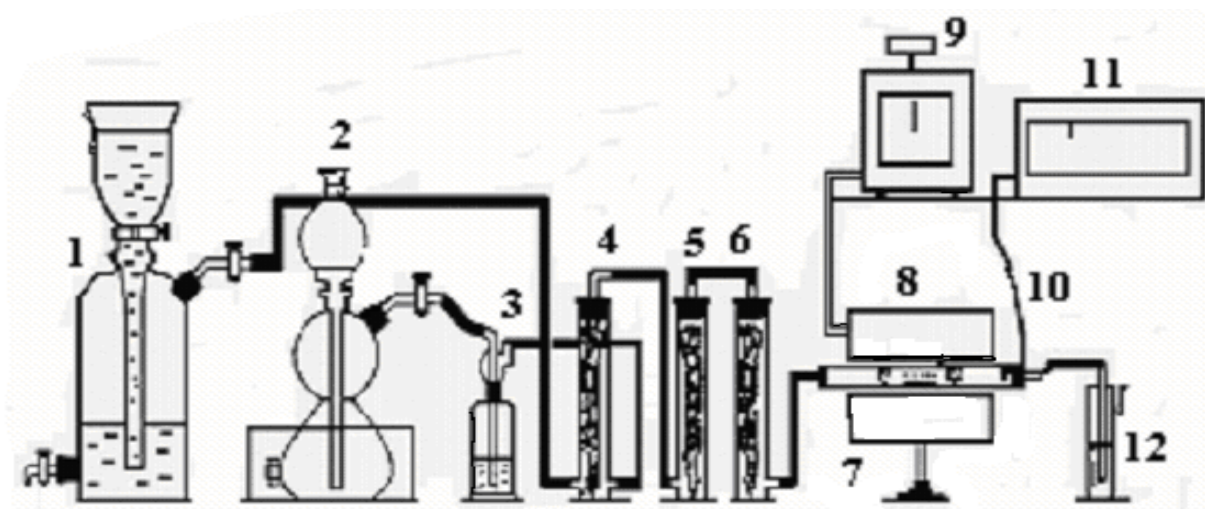


Важно напомнить, что равновесие этого процесса смещено, в сторону образования гидрата аммиака, именно в этой форме он преимущественно находится в растворе, благодаря чему проявляет свойства слабого электролита.

Лабораторный способ производства аммиака, как правило, демонстрируется на примере взаимодействия солей аммония со щелочами:



Для дальнейшего представления о производственной схеме может быть продемонстрирована работа лабораторной установки для производства аммиака (рисунок 1) [47]:



- 1) газометр, заполненный азотом; 2) аппарат Киппа для получения водорода;
- 3) промывная склянка Дрекслея с подкисленным раствором перманганата калия для очистки водорода; 4) смешивательная склянка со стекловолокном (смеситель для образования азотно-водородной смеси); 5) и 6) колонки с натронной известью (удаление из азотно-водородной смеси воды – каталитического яда); 7) кварцевая трубка с катализатором – платиновой проволокой (модель колонны синтеза);
- 8) электрическая трубчатая печь для обеспечения температуры процесса;
- 9) лабораторный автотрансформатор – регулятор напряжения; 10) термометр и
- 11) пирометр для измерения температуры процесса; 12) пробирка с водой и раствором фенолфталеина для фиксации выделяющегося аммиака.

Рисунок 1 – Модель установки промышленного синтеза аммиака

3. Получение азотно-водородной смеси для производственного синтеза. В данном случае необходимо вспомнить возможные сырьевые ресурсы водорода: электролиз воды, производство водорода из метана.

Необходимо подчеркнуть сырьевую роль воздуха, как практически неисчерпаемого и экологически чистого источника азота.

4. Производственный синтез аммиака. В данном случае реакция азота с водородом рассматривается как обратимый каталитический процесс, оптимальные условия проведения которого определяются в соответствии с принципом Ла-Шателье-Брауна. Так как процесс экзотермический, то смещению равновесия в сторону образования аммиака должно соответствовать понижение температуры. Тогда оптимальная температура синтеза 400-450 °С – это температура, при которой активен железный катализатор. Так как при этой температуре равновесие реакции смещается в обратную сторону, основным параметром, регулирующим направление процесса, будет являться давление в системе. Для демонстрации установок промышленного синтеза, основным аппаратом которого является колонна синтеза, используются демонстрационные модели и видео-ресурсы.

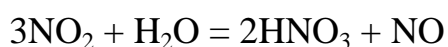
Дальнейшее изучение производства азотной кислоты предлагается также проводить последовательно.

1. Составление уравнений химических реакции, лежащих в основе производства азотной кислоты: каталитическое окисление аммиака до монооксида азота, окисление монооксида до диоксида, взаимодействие диоксида азота с водой.

2. Демонстрационные опыты окисления аммиака без катализатора, получения монооксида и диоксида азота взаимодействием меди с разбавленной и концентрированной азотной кислотой. Целью данных опытов является демонстрация невозможности получения монооксида окислением аммиака в отсутствие катализатора, а также легкость окисления монооксида азота в диоксид.

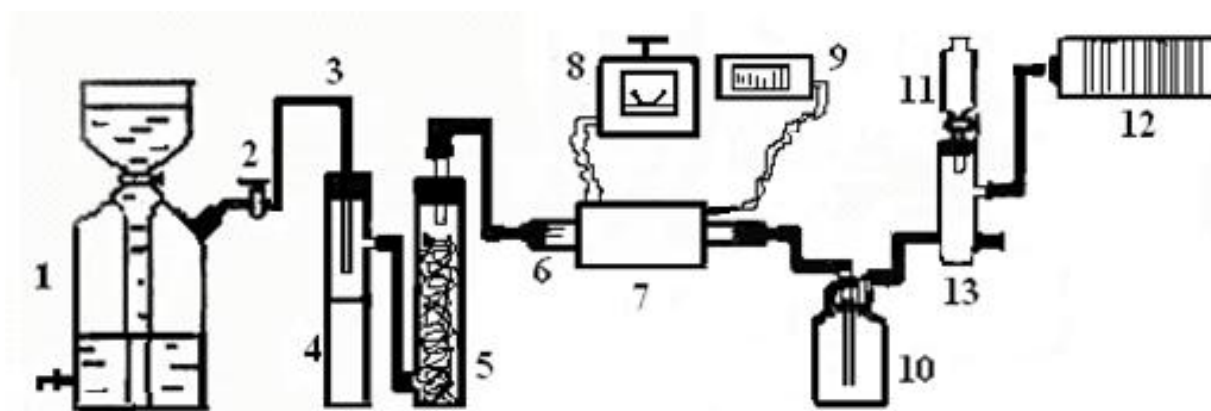
3. Рассмотрение физико-химических закономерностей протекания последовательных реакций, лежащих в основе практического получения азотной кислоты. На данном этапе важно еще раз уточнить, что

окисление аммиака без катализатора преимущественно протекает до азота, что является следствием принципа минимума энергии (реакция протекает с выделением большего количества теплоты). Применение катализатора дает возможность направить реакцию в сторону монооксида (повысить селективность окисления). Необходимо обратить внимание на изменение скорости окисления монооксида до диоксида: при повышении температуры она будет падать, что объясняется механизмом окисления, протекающим через стадию димеризации монооксида. Стадия абсорбции – яркий пример демонстрации принципа циркуляции. При рассмотрении реакции:



возникает кажущееся несоответствие: на 3 моль диоксида приходится 2 моль образующейся азотной кислоты. На самом деле, на практике это соотношение составляет 1:1, что достигается возвратом монооксида обратно в процесс и образованием из него «недостающего» 1 моль кислоты.

4. Демонстрация установки, моделирующей технологическую схему производства азотной кислоты из аммиака (рисунок 2) [47]:



- 1) газометр, заполненный воздухом; 2) выходной кран для регуляции тока воздуха; 3) продувная трубка (подвод воздуха); 4) склянка с раствором аммиака; 5) колонка со стекловатой (осушитель воздушно-аммиачной смеси); 6) кварцевая трубка с катализатором (реактор); 7) электрическая трубчатая печь (обеспечение температуры процесса контактного окисления); 8) лабораторный автотрансформатор – регулятор напряжения; 9) пирометрический гальванометр с термопарой – контроль за температурой процесса; 10) приемная склянка монооксида – доокислитель; 11) поглотительная колонка диоксида; 12) газоуловительная коробка – сбор отходящих газов; 13) сливной отросток поглотительной колонки для слива кислоты.

Рисунок 2 – Модель установки промышленного синтеза азотной кислоты

При изучении химических производств эффективность показали сравнительные методы. Так, О.С. Габриелян предлагает сравнивать между собой две технологические схемы: производство аммиака из азотно-водородной смеси и производство метилового спирта из синтез-газа (смесь угарного газа с водородом). Несмотря на то, что первый процесс относится к области неорганического синтеза, а второй – к производству органических соединений, обнаружение сходства в физико-химических закономерностях двух этих процессов приводит к пониманию ключевых принципов химической технологии:

- комплексное использование сырья и необходимость его подготовки;
- преобладание в промышленности каталитических процессов, обеспечивающих более мягкие условия проведения и селективность процессов;
- специальное устройство аппаратов, обеспечивающее достижение условий, необходимых для эффективного проведения процессов;
- подбор оптимальных условий, обеспечивающих наибольшую степень превращения сырья в продукты на основе кинетических и термодинамических закономерностей;
- принцип рационального использования энергии, при котором теплота экзотермических реакций может быть использована в данной технологической схеме;
- использование циркуляционных схем, при которых не прореагировавшая часть сырья возвращается обратно в процесс, обеспечивая максимальную степень превращения.

Решение проблемных ситуаций позволяет устанавливать связи между свойствами и применением веществ: понимать ключевые принципы, лежащие в основе выбора сырья для производства; выбирать оптимальные условия процессов на основе общих физико-химических

закономерностей, предлагать устройство аппаратов и приборов в зависимости от условий проведения [17].

В качестве проблемной задачи при изучении производства может выступать выбор оптимального сырья или создание устройства для производства, соответствующего обеспечению заданных параметров технологического процесса. Подобные задания могут выполняться на основе работ с учебными картами различного содержания: область применения продукта, сырьевые ресурсы, протекающие при производстве химические реакции и их характеристики, технологический режим, устройство реакторов и т.д. При анализе информации ученики могут выделить противоречия, сформулировать возникающие вопросы, на которые они будут отвечать самостоятельно или в составе рабочих групп [30].

Решение многих вопросов, связанных с изучением химического производства, может быть достигнуто при проведении конференций, в рамках которых обсуждается каждая проблемная ситуация в отдельности, а затем возможно проведение комплексного анализа этих ситуаций для получения обобщенной картины конкретного производства.

Другим эффективным приемом является решение задач химико-технологического содержания. Эти задачи могут иметь, расчетный характер (определение изменения скорости реакции в заданном производственном процессе, определение выхода продукта), качественное содержание (определение направления смещения равновесия при определенных воздействиях), а также включать в себя определенную производственную ситуацию. Ситуационные задачи позволяют наиболее эффективно использовать сочетание приемов анализа информации теоретического содержания и количественных показателей, что может привести к более глубокому пониманию сущности и закономерностей конкретного производственного процесса [13].

Особого внимания как форма проведения занятий, связанных с изучением химического производства, заслуживают экскурсии на

предприятия. В рамках реализации этой учебной формы деятельности обучающиеся наблюдают практическое приложение химических знаний о свойствах веществ и закономерностях их взаимодействия. Они знакомятся с реальными условиями протекания реакций в больших масштабах, с конструкцией аппаратов и установок, в том числе, инновационных. Большую роль при проведении экскурсий играет знакомство с профессиями и требованиями к уровню подготовки специалистов в данной области, что играет огромную роль в формировании инженерной культуры и профессионального самоопределения обучающихся [37].

В то же время, многие методисты отмечают излишнюю увлеченность некоторых учителей данной формой проведения занятий, что может привести к негативным последствиям снижения роли теоретического материала, необходимого для понимания наблюдаемых в рамках экскурсий процессов и явлений. В связи с этим должно соблюдаться общее требование: в рамках учебных занятий должны проводиться только экскурсии, конкретизирующие теоретический материал тем, предусмотренных учебной программой. Экскурсии на предприятия, включающие в себя элементы химического производства, но не затрагивающие тем школьного курса химии, могут реализовываться только в рамках программ факультативных курсов или во внеурочной работе с обучающимися [58].

В качестве объектов экскурсий могут выступать не только предприятия химической отрасли, которые не так распространены в отдельных регионах. Для этого могут быть использованы отдельные структурные подразделения, производственных объектов, включающие в технологические схемы химические операции (доменный цех металлургического производства, водоочистные сооружения предприятия, предприятия пищевой промышленности и т.д.) [37].

При выборе объектов экскурсий необходимо учитывать сложность технологических схем на данном производственном объекте, их

соответствие уровню подготовки обучающихся и содержанию школьной программы. Необходимо руководствоваться важностью данного производства для народного хозяйства, современностью применяемых технологий. Должно быть учтено время между изучением в школе материала и экскурсией, связанной с этим изучением: длительный перерыв между этими этапами может привести к снижению заинтересованности обучающихся [53].

В связи с задачами, которые ставит перед собой экскурсионная работа, могут реализовываться различные планы ее проведения. Один из предлагаемых вариантов на производство, связанное с получением химического соединения [37]:

- 1) общая характеристика изучаемого производства в целом: цели и задачи, история возникновения и формирования, перспективы развития;
- 2) характеристика продукта, области его применения;
- 3) используемое сырье, его доступность, подготовка сырья к производству;
- 4) химические реакции, лежащие в основе переработки сырья в готовый продукт, условия их протекания и управления ими;
- 5) стадии производственного процесса;
- 6) основные аппараты производства, их устройство, принцип работы;
- 7) проявление в протекающих процессах общих научно-технических принципов организации производства;
- 8) основные рабочие профессии, обеспечивающие данное производство, квалификационные требования, возможности получения профессии.

Проведению любой экскурсии должен предшествовать подготовительный этап, в рамках которого проводится изучение теоретического материала экскурсий на уроке, а также реализуется

самостоятельная работа обучающихся по изучению основных закономерностей данного производства [54].

В последнее время по различным причинам роль экскурсий в учебном процессе значительно снизилась. В итоге, одной из перспективных форм проведения учебных экскурсий становятся виртуальные экскурсии. Их потенциал очень высок в связи с тем, что такие экскурсии могут быть проведены в рамках урока в школе, а также в регионах, в которых отсутствует данный вид производства [15]. Кроме того, пространство сети Интернет позволяет как учителю, так и ученику самому создать виртуальную экскурсию, смоделировав протекающие в производстве процессы [1]. Такой прием может быть успешно использован при подготовке учебных проектов. Например, для выполнения химического моделирования производственных процессов предполагается использовать трехмерное пространство Second Life, разработанное компанией Linden Lab. Использование этого пространства позволяет ребенку в любое удобное для него время познакомиться с интересующим его производством. При этом он имеет возможность сам модернизировать объект или смоделировать новое производство [58].

Выводы по первой главе

Изучение химического производства является обязательным компонентом школьного химического образования, обеспечивающим связь изучаемого теоретического материала с практической деятельностью человека и демонстрирующей роль химической науки в обеспечении устойчивого развития человеческого общества.

Построение школьного курса химии и содержание школьного химического образования создают оптимальные условия для реализации системного подхода к изучению химико-технологических процессов и их закономерностей.

Сравнение различных химических производств приводит обучающихся к выводу, что все их многообразие объединяется едиными закономерностями оптимизации. При этом формируются фундаментальные технологические понятия, раскрываются актуальные проблемы химической технологии, сущность научных исследований производственных процессов, основные направления химизации современного общества.

ГЛАВА 2. МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ИЗУЧЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ В ШКОЛЬНОМ КУРСЕ ХИМИИ

2.1. Методические подходы к изучению вопросов химического производства

Целью изучения вопросов химических производств в школьном курсе химии является демонстрация возможностей использования достижений этой науки для практических нужд народного хозяйства. Необходимо показать, что химия как наука выступает в качестве движущей силы общественного производства и научно-технического прогресса. Огромное значение играет раскрытие экологической роли химии, ее значения в обеспечении экологической безопасности при соответствующем соблюдении научно обоснованных принципов организации производств, что раскрывает воспитательную функцию изучения химии в школе [6].

Решение образовательных задач при изучении основ химической промышленности реализуется через формирование системы химико-технологических понятий, развитие которых происходит по определенной схеме (рисунок 3) [56]:

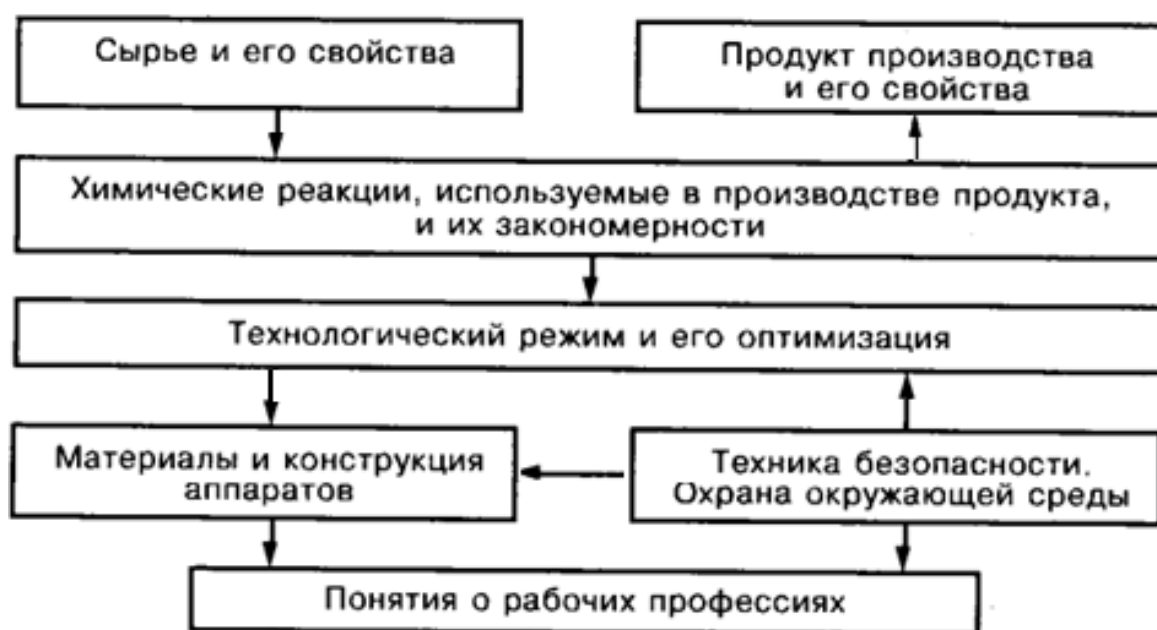


Рисунок 3 – Структура системы понятий о химическом производстве

Последовательность изучения указанных в схеме блоков понятий может варьировать в зависимости от изучаемого химического производства, а также от места изучаемой темы в общей структуре учебного курса (от содержания изученного ранее материала). Но при любой последовательности формирования понятий важно сохранить существующие между этими блоками причинно-следственные связи. Например, выбор оптимального технологического режима для конкретного производственного процесса обусловлен физико-химическими закономерностями протекающих в процессе производства химических реакций. Тогда очевидно, что представления о технологическом режиме не могут формироваться раньше, чем раскрыты понятия о протекающих в производстве химических реакциях. В свою очередь, параметры технологического режима определяют устройство и конструкцию аппаратов производства, их связь в единую технологическую схему [56].

При формировании понятий нужно оценить, какому из блоков необходимо уделить большее внимание, а какой из них может быть рассмотрен менее подробно. Очевидно, что с позиции изучения химии наибольшее внимание должно быть уделено химическим реакциям, их закономерностям и вытекающим из них условиям технологического режима. Устройство самих аппаратов может быть рассмотрено менее подробно, но оно необходимо, как прием обобщения изучаемого материала и развития мыслительной деятельности обучающихся. Не менее важно и формирование представлений о рабочих профессиях, связанных с данным производством, как механизм профессионального воспитания и развития инженерной культуры. Знакомство с этими блоками может происходить через решение проблемных и ситуационных задач, а также при проведении обучающих экскурсий на производственные объекты.

При изучении вопросов химического производства в новом контексте рассматривается понятие «вещество». Это не просто материальная система, обладающая в определенных условиях своими

строго определенными свойствами. Это компонент получения нового вещества – сырье, или продукт превращения – конечный результат химического производства. При этом конкретизируется понятие «химическая реакция», как направленный процесс изменения структуры и свойств исходных соединений. В основе выбора сырья и конечного продукта лежат физические и химические свойства вещества, обуславливающие возможности практического применения. Эти же свойства обуславливают способность к превращению в тех или иных условиях с оптимальным выходом, то есть приводят к выбору параметров технологического режима. Как правило, изучение способов производства конкретного химического соединения происходит задолго после изучения свойств данного соединения. Полученные ранее знания не должны «отрываться» от изучаемого материала, а должны выступать в качестве опорных знаний при изучении производственных процессов [56].

При изучении химико-технологических процессов должен соблюдаться принцип реализации межпредметных связей. Так, ключевое производственное понятие «энергия» рассматривается на основе изученных в курсе физики представлений об энергии как мере, демонстрирующей способность системы осуществлять работу. В данном случае реализуются так называемые третичные межпредметные связи, основанные на опоре ранее изучаемого материала. Курс физики при этом выступает как пропедевтический по отношению к изучаемой на его основе химии. При этом данное понятие углубляется с позиции изучения природы химической связи. Любая химическая реакция заключается в сочетании процессов разрыва химических связей (эндотермический, с поглощением энергии) и образования новых химических связей (экзотермический, с выделением энергии). Преобладание того или иного процесса обеспечивает общую энергетiku химического процесса. Взаимосвязь с физикой также реализуется при изучении агрегатных состояний вещества в

химическом процессе, при этом конкретизируются понятия об абсорбции, термофизических процессах, переносе вещества [33].

При изучении химического производства ярко проявляются возможности реализации вторичных межпредметных связей, направленных на выявление политехнической, экологической, экономической сторон химических знаний. Например, поиск ответа на вопрос, насколько необходимо получение конкретного продукта для общества, является начальной точкой для формирования вторичных связей при изучении любого химического производства, так как он приводит к пониманию необходимости организации технически, экономически и экологически рационального способа производства конкретного вещества. Поиск такого пути можно логично провести именно на основе реализации вторичных межпредметных связей [33].

Примером реализации вторичных межпредметных связей является изучение производства серной кислоты в 11 классе. Первый этап изучения данного производства требует организации повторения свойств вещества, через которые обучающиеся приходят к возможности его применения в тех или иных областях. Многонаправленность применения серной кислоты формирует представление о необходимости ее многотоннажного производства для народного хозяйства. Отсюда возникает понимание необходимости затрат большого количества сырьевых ресурсов, поиска наиболее дешевого и удобного для использования сырья. Анализируя географические особенности распределения сырьевых ресурсов, можно прийти к выводу о том, что доступность серосодержащего сырья в разных регионах мира разная. Отсюда возникает необходимость использования различных сырьевых источников, то есть создание разных технологий производства [33].

Дальнейшее рассмотрение этапов производства серной кислоты из различного сырья (серный колчедан, сера, сероводород, диоксид серы) приводит к выделению общих технологических этапов, объединяющих

данные виды производств в одну отрасль – производство серной кислоты. При этом разные виды производств объединяются едиными научными принципами, основанными на химических свойствах вещества и закономерностях протекания химических процессов. Общие подходы в итоге являются научными принципами химического производства, позволяющими интенсифицировать процессы, обеспечивать большую степень превращения сырья в требуемый продукт, увеличение его выхода при уменьшении затрат и удешевлении производства.

Одновременно с этим вводятся новые понятия, формирующиеся на основе изученных ранее [38]. Это оптимизация производства, его энергетика, рациональное использование сырья и энергии, комплексное использование сырья, безопасность производства. Формирование этих понятий происходит с учетом изучения основных принципов химического производства, обусловленных экономическими и экологическими требованиями общества: организация комбинированных производств, вторичная переработка отходов производства, обогащение сырья для возможности использования «бедных» сырьевых ресурсов, замена пищевого сырья непищевым, создание циркуляционных технологических схем. При этом новые понятия конкретизируют старые. Например, понятия «степень превращения сырья», «селективность процесса» конкретизируют представления о выходе продукта реакции, объясняя, почему в химическом процессе сложно достичь того количества готового продукта, которое теоретически рассчитывается по уравнению химической реакции [39].

Демонстрация общности научных принципов в химическом производстве – важная методологическая сторона их изучения [11]. Термодинамические характеристики процесса обуславливают технологические условия его проведения: ускорение может быть достигнуто как путем нагрева системы, так и с использованием катализаторов. Основные кинетические и термодинамические закономерности лежат в основе создания технологических схем любого химического производства и

демонстрируют общие направления организации химико-технологических процессов. В результате, общие научные принципы химического производства выступают как основа связи химических, политехнических и экономических понятий, а любое химическое производство есть практически реализуемое решения научно-химических, технических, экономических и экологических проблем.

Завершающим этапом изучения любого химического производства должен стать анализ его продуктов (как основных, так и побочных), отходов производства и путей их дальнейшего применения. Образование отходов должно быть рассмотрено с позиции возможности их утилизации или возврата в производственные процессы (этот же, или другие), накопления этого отхода в окружающей среде как загрязнителя, что является важным аспектом экологического образования и воспитания. При выяснении экологического воздействия данного производства на окружающую среду должны быть рассмотрены варианты защиты среды от негативного воздействия.

На описанном выше примере продемонстрированы три ступени формирования вторичных межпредметных связей при изучении химического производства:

1) подготовительная – выяснение потребностей народного хозяйства продукта производства, областей его практического применения, основанных на химических свойствах продукта;

2) основная – определение сырьевых ресурсов, их оценка с позиции экономической рациональности, возможности комплексного использования, изучение основных стадий производства с учетом политехнических, экономических и экологических вопросов;

3) заключительная – анализ всех продуктов и отходов производства, возможностей их использования и решение вопросов целесообразности производства.

При изучении химических производств в школьном курсе химии не применяется термин «технологический режим процесса», определяемый особенностями протекающих химических реакций. В то же время, формирование этого термина происходит через рассмотрение условий производства как совокупности факторов, определяющих скорость реакции, смещение химического равновесия, которые в итоге приводят к повышению выхода готового продукта и его качества. При этом формируется важное представление о неидентичности двух понятий: химическая реакция и химический процесс. Последнее понятие является более широким, выступая как совокупность всех химических и физических превращений в системе. В связи с этим, оптимальные условия производства относятся именно к понятию технологического процесса, так как именно в нем может быть обеспечено выполнение ключевых принципов рационального использования сырья и энергии.

Именно из понятия химико-технологического процесса вытекают представления об устройстве аппаратов химического производства, объединяемых в технологические схемы. Изучение устройства аппаратов требует не только обобщения закономерностей протекания химических процессов, но и реализации межпредметных связей, прежде всего, с физикой, технологией, математикой. Кроме того, рассмотрение конструкций аппаратов позволяет глубже раскрыть подходы к обеспечению безопасности в химическом производстве, в том числе с экологических позиций [23]. В данном случае большое внимание уделяется описанию организации безотходных производств, устройств связывания отходящих газов, системам теплорегуляции и утилизации тепла процессов.

Важнейшим методологическим принципом, реализуемым при изучении химического производства, является демонстрация практической значимости химии, ее роли в решении проблем современного общества [11]. Наиболее ярко эти принципы проявляются при учете регионального

компонента и вопросов экологической безопасности [25]. Такой подход способствует развитию экологического мышления, умению оценить вред загрязнителей, поступающих в окружающую среду от производства, а также, на основе анализа протекающих технологических процессов, понять причины негативного воздействия производства и предполагать пути их снижения. При этом современное предприятие рассматривается как сложная социально-эколого-экономическая система (технобиогеоценоз), включенная в круговорот вещества и энергии во всех оболочках Земли [6].

Современным аспектом в данном случае является изучение вопросов «зеленой химии». Этот термин включен в программу современных учебников химии как перспективное направление, рассматривающее любые химические решения, направленные на снижение негативного промышленного воздействия на окружающую среду. Изучение этого направления позволяет по-новому раскрыть подходы к научной организации производственного процесса с позиции экологической защиты. Например, подходы к использованию сырья с позиции зеленой химии учитывают не столько его доступность и возможности использования в данном процессе, но и токсичность применяемых компонентов. В результате производство аммиака может быть рассмотрено как пример экологически чистой технологии использования экологически безопасного неограниченного сырья, при переработке которого все компоненты сырья переходят в конечный продукт [31].

В новом свете подходы зеленой химии представляют и использование катализаторов в промышленности. Они не просто обеспечивают возможность ускорения процессов, но и позволяют вводить в практику менее токсичные компоненты. Как правило, реакционно способные вещества обладают высокой токсичностью, но именно они могут быть успешно использованы в производстве по причине легкости перехода в готовые продукты. Для использования менее токсичных

веществ необходим их перевод в активные формы. Один из путей – повышение температуры, не соответствует принципам зеленой химии, так как на этот процесс необходимы затраты энергии, производство которой также связано с экологическим негативным воздействием на среду. Тогда, более рациональным представляется второй путь – использование катализатора, способного ускорить процесс с участием неактивного компонента. Таким образом, применение катализаторов еще глубже раскрывает экологическую роль производства аммиака из азота.

2.2. Формы организации работы при изучении химического производства

При изучении вопросов химического производства на разных этапах нами были использованы различные методы и формы работы, которые подбирались исходя из возраста обучающихся и задач, которые ставились на данном этапе изучения [26].

При рассмотрении вопросов производства в девятом классе основной задачей было ознакомление обучающихся с сырьевыми ресурсами и способами получения конкретного химического продукта на основе данного сырья. Для реализации этих задач могут быть выбраны любые темы курса, рассматривающие изучение свойств неорганических соединений. Наиболее полные возможности для этого дают вопросы, связанные с изучением аммиака, азотной и серной кислот, а производству этих соединений отведены отдельные уроки [40].

На данном этапе обучения ученики еще не владеют достаточной информацией о закономерностях химических процессов. Они имеют представление о скорости химической реакции, факторах, влияющих на скорость процесса, знают понятие катализа. Но изученной ранее информации не достаточно для проведения глубокого анализа научных принципов, которые лежат в основе построения химико-технологического

процесса. В связи с этим, основным приемом изучения в данном случае является демонстрация.

Самым распространенным при изучении способов производства серной кислоты является демонстрация популярной схемы «Производство серной кислоты контактным способом». Данная схема дает возможности статически демонстрировать основные стадии производства серной кислоты [34]:

- 1) обжиг пирита для получения обжигового газа;
- 2) контактное окисление диоксида серы;
- 3) абсорбцию диоксида серы.

При этом на схеме отражены не только аппараты, в которых реализуются основных стадий производства, но и дополнительные компоненты, обеспечивающие эффективность протекания процессов (системы очистки и терморегуляции). Благодаря этому, данная схема позволяет не только демонстрировать основные реакции, лежащие в основе производства серной кислоты, но и показать сложность технологических схем химического производства, объединяющих в единую систему химические и физические процессы, обеспечивающие эффективность производства.

Демонстрация данной схемы является основным приемом, используемым при изучении процесса производства серной кислоты. Ее изучение сопровождается составлением уравнений химических реакций, протекающих на каждой стадии производства, с описанием условий проведения и обозначением технологических принципов, обеспечивающих эффективность процесса. Так, при описании первой стадии концентрируется внимание на применении принципов противотока и «кипящего слоя», обеспечивающих большую поверхность соприкосновения твердых частиц пирита с воздухом – источником кислорода.

С целью реализации проблемного подхода сравниваются между собой метод производства серной кислоты из серы и из серного колчедана. Так, при изучении схемы ученикам предлагается объяснить, почему при получении печного газа из серы, в отличие от пиритного метода, не используют принцип «кипящего» слоя, а стадия очистки печного газа намного короче. При анализе производственной схемы и на основе материала учебника они приходят к выводу о том, что при производстве печного газа из серы в реакцию она вступает не в твердом, а в газообразном состоянии. Тогда процесс горения становится гомогенным (нет необходимости использовать «кипящий» слой), а получаемый газ не будет содержать пыли огарка, то есть нуждается в меньшей очистке.

При рассмотрении второй стадии вводится представление о контактном аппарате как сложной системе, в которой протекает химическая реакция. В данной системе реализуются основные принципы массообмена (последовательные реакции на нескольких слоях катализатора) и теплообмена (поглощение тепла экзотермической реакции между слоями катализатора). Именно многоступенчатая структура контактного аппарата обеспечивает высокую степень превращения диоксида серы [43].

Обязательно обращается внимание на тот факт, что не прореагировавший диоксид не выбрасывается в окружающую среду, а возвращается обратно в процесс (принцип циркуляции, обеспечивающий полноту превращения и экологическую безопасность).

При изучении стадии абсорбции также демонстрируется принцип противотока (сорбент подается навстречу газу). Проблемная ситуация возникает при выяснении природы сорбента – при получении серной кислоты сорбентом является раствор серной кислоты. Опираясь на ранее изученный материал, ученики вспоминают, что растворение серной кислоты в воде, а также серного ангидрида в воде, приводит к сильному

выделению теплоты. Поэтому поглощать триоксид серы водой нельзя из-за образования сернокислотного тумана [43].

Аналогично рассматривается технологическая схема, демонстрирующая производство аммиака. Уже при изучении состава исходной смеси для производства возникает проблемная ситуация, связанная с решением вопроса: почему исходная смесь для производства аммиака уже содержит аммиак? Решение этой проблемы находится в ходе рассмотрения технологической схемы, основанной на соблюдении принципа циркуляции – возврата в процесс не прореагировавшей азотно-водородной смеси, вместе с которой в исходную систему возвращается часть образующегося аммиака (циркуляционный газ) [34].

Основной аппарат технологической схемы – колонна синтеза, в которой газовая смесь проходит над нагретым катализатором. Процесс экзотермический, при этом обязательно обращается внимание на использование теплоты реакции на нагрев азотно-водородной смеси до необходимой температуры, что является яркой демонстрацией принципа энергоэффективности производства.

Схемы производств являются статическими моделями. Для большего представления организации технологического процесса после изучения схем производства демонстрировались видеофильмы «Химическая технология производства серной кислоты» и «Производство аммиака». В процессе демонстрации на примере динамических процессов обучающиеся получали подтверждение предположений, к которым они приходили при изучении статических схем [23].

Большое внимание при изучении большинства тем школьного курса химии уделяется химическому эксперименту. Рот изучении вопросов химического производства проведение экспериментальных работ, связанных с моделированием непосредственно производственной технологической схемы, достаточно трудоемко и требует наличия оборудования, не всегда имеющегося в наличии (дуговые печи,

электрофилтры и т.д.). Кроме того, проведение таких опытов достаточно долговременно, а получение готового продукта требует доказательства. В связи с этим, логично демонстрировать не весь технологический процесс, а его отдельные этапы, наиболее наглядно демонстрирующие процессы производства [19].

Например, при изучении производства серной кислоты выполняется демонстрационный эксперимент «Сжигание серы в кислороде», как демонстрация стадии получения обжигового газа из возможного вида сырья – элементарной серы. При наблюдении за процессом горения серы обращается внимание учеников на изменение агрегатного состояния серы в процессе горения: расплавление твердой серы и ее испарение. На этом примере еще раз конкретизируется роль создания гомогенной системы для обеспечения полноты сгорания серы и достижения максимальной степени использования сырья [48].

Взаимодействие образующегося диоксида серы с водой – демонстрация экологической проблемы формирования кислотных смогов при производстве серной кислоты, а также при процессах, связанных со сжиганием сурусодержащего сырья. При демонстрации данного процесса задействован региональный компонент, на основе которого создана проблема. В Челябинске на первых этапах работы цинкового завода в атмосферу осуществлялись выбросы большого количества диоксида серы, что приводило к негативному воздействию. Например, в зоне действия цинкового завода до сих пор растет большое количество деревьев с обожженными листьями или без листьев. Это демонстрация действия диоксида серы, который выступает как дефолиант [16].

В настоящее время количество выбросов диоксида серы в атмосферу значительно снижено, что связано с развитием сернокислотного производства, сопряженного с производством цинка. В данном случае производство серной кислоты выступает как экозащитная технология по отношению к электрометаллургическому производству: диоксид серы,

образующийся при обжиге сульфида цинка (первая стадия электрометаллургического производства цинка) направляется на производство серной кислоты, что предотвращает его выбросы в атмосферу. Использование подобной технологии позволило решить экологические проблемы «черной точки» планеты – города Карабаша, когда технологию сернокислотного производства связали с технологией производства меди.

Для закрепления темы «Производство аммиака» проведена практическая работа, связанная с лабораторным способом получения аммиака взаимодействием гашеной извести с хлоридом аммония (приложение 3). Данная работа позволяет обучающимся вспомнить свойства аммиака, например, его агрегатное состояние и растворимость в воде, и продемонстрировать возможность получения в промышленном процессе как газообразного аммиака, так и его водного раствора (аммиачной воды). Кроме того, в ходе практической работы конкретизируются некоторые химические свойства аммиака, в частности, его основные свойства и взаимодействие с кислотами, что в дальнейшем может быть использовано при изучении способов получения азотных удобрений [35].

В 11 классе обучающиеся владеют достаточным объемом знаний о свойствах веществ и закономерностях протеканию химических реакций. Поэтому на этом этапе задачей становится не столько изучение возможностей производства вещества, сколько определение условий проведения отдельных стадий технологического процесса на основе изучаемых термодинамических и кинетических закономерностей. В связи с этим, на данном этапе изучение химического производства происходило не только в рамках тем, связанных со свойствами и способами получения соединений, но и в рамках других тем, связанных с изучением химических процессов. Так, для включения в содержание материала о химических

производства были отобраны темы «Скорость химической реакции» и «Химическое равновесие и его смещение».

В 11 классе выполнение химического эксперимента приобретает еще большую роль как форма работы, не только способствующая демонстрации теоретически изученного материала, но и позволяющая глубже понять изучаемые закономерности, делая на их основе предположения и выводы. В дальнейшем наблюдаемые в эксперименте закономерности, сформулированные в виде общих принципов, могут быть перенесены на частные производства отдельных химических соединений для определения условий проведения процессов.

Эффективность проведения любого химического процесса, лежащего в основе химического производства, определяется скоростью протекания химической реакции. В связи с этим обучающиеся выполняли лабораторную работу «Факторы, влияющие на скорость химической реакции», в ходе которой они познакомились с приемами, используемыми в химическом производстве для ускорения процесса.

На примере взаимодействия железа разной степени раздробленности (железный гвоздь и железный порошок) с сульфатом меди обучающиеся определяют влияние на скорость гетерогенной реакции площади поверхности соприкосновения.

При сравнении скорости взаимодействия твердой щелочи с раствором соляной кислоты и раствора щелочи с раствором кислоты они приходят к выводу о том, что скорость гомогенных процессов выше, чем гетерогенных.

При сравнении скорости выпадения в осадок серы при реакции растворов тиосульфата натрия разной концентрации с серной кислотой школьники приходят к выводу о том, что увеличение концентрации реагента приводит к возрастанию скорости реакции. На примере этой же реакции, проведенной с раствором тиосульфата одной концентрации, но

при различных температурах, подтверждается правило Вант-Гоффа о влиянии температуры на скорость реакции.

Проведение реакции разложения пероксида водорода в присутствии оксида марганца – яркий пример гомогенного каталитического процесса, широко используемого в химической промышленности.

На основе выполненных экспериментальных исследований ученики проводят обобщение, выраженное в форме опорной обобщающей таблицы (таблица 1).

Таблица 1 – Шаблон обобщающей таблицы «Влияние различных факторов на скорость химической реакции»

Фактор, влияющий на изменение скорости химической реакции	Уравнение реакции, на примере которой демонстрируется фактор	Вывод
Агрегатное состояние системы		
Степень дисперсности		
Концентрация реагирующих веществ		
Температура реакции		
Наличие катализатора		

Смещение химического равновесия в сторону образования основного продукта реакции или в сторону исходных веществ для подавления побочных реакций – важнейшее условие эффективного поведения большинства химико-технологических процессов. Это может быть продемонстрировано при проведении лабораторной работы в рамках изучения темы «Химическое равновесие и его способы его смещения».

При проведении лабораторных работ на примере реакции хлорида железа (III) с роданидом калия школьники убеждаются в том, что повышение концентрации реагирующих веществ приводит к смещению равновесия в сторону продуктов реакции. Увеличение концентрации продукта приводит к смещению равновесия в сторону обратной реакции (следовательно, обратное воздействие – уменьшение концентрации продукта, приведет к смещению равновесия в сторону образования

продукта). От этого наблюдения они приходят к важному условию организации технологического процесса: обеспечение требуемых концентраций действующего вещества в сырье (обогащение сырья) или снижение концентрации продукта (удаление его из сферы реакции).

Другой опыт демонстрирует влияние pH среды на смещение химического равновесия. Классическим примером этой реакции является переход дихромата калия в хромат в щелочной среде и обратный переход в кислой среде (рисунок 4):

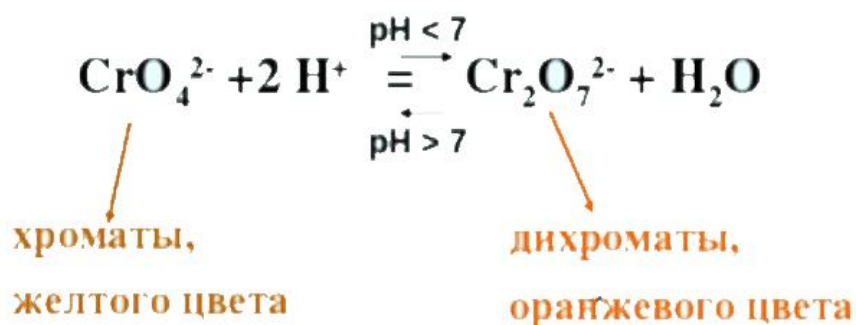


Рисунок 4 – Взаимные переходы дихромата в хромат в зависимости от pH среды

Важнейшими условиями, регулирующими смещение химического равновесия в требуемое направление, являются температура и давление. Демонстрацию этого воздействия хорошо показывает эксперимент «Димеризация диоксида азота», описанный в учебнике О.С. Габриеляна. Аналитическим сигналом при переходе мономера в димер является изменение окраски системы (рисунок 5):

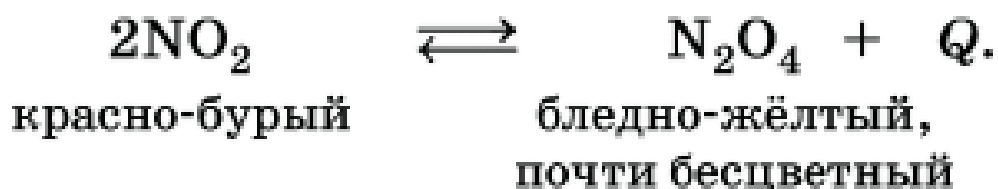


Рисунок 5 – Изменение окраски при димеризации диоксида азота

На примере данного опыта обучающиеся наблюдают проявление принципа Ла-Шателье – Брауна, который используется в производстве как основной подход, обеспечивающий эффективность протекания процессов.

Кроме того, данный пример – одна из стадий получения азотной кислоты контактным окислением аммиака. Именно получение 100 %-ого димера диоксида азота дает возможность получать в производстве концентрированную азотную кислоту без дополнительных операций обезвоживания.

Наблюдения и выводы, сделанные при выполнении эксперимента, в дальнейшем дают возможности для решения ситуационных задач, раскрывающих содержание химико-технологических процессов и конкретизирующих на их примере закономерности, изученные в рамках эксперимента [38].

Например, после выполнения лабораторной работы «Факторы, влияющие на скорость химической реакции» школьникам предполагается решить несколько задач.

1. Правило Вант-Гоффа позволяет в первом приближении оценить влияние температуры на скорость химической реакции. Используя данное правило, объясните, как изменится скорость химической реакции при повышении температуры от 20 °С до 60 °С, если температурный коэффициент равен 2.

Данная задача не несет какой-либо проблемы, но она раскрывает производственные возможности применения правила Вант-Гоффа: температура процесса, обеспечивающая оптимальную скорость его протекания, может быть рассчитана на основе теоретических закономерностей. В данном случае важно объяснить школьнику значение фразы «в первом приближении»: реальный производственный процесс очень сложная многокомпонентная система, на которую одновременно воздействует множество факторов. Правило Вант-Гоффа учитывает только влияние температуры, не учитывая другие факторы. Поэтому теоретический расчет дает только приближенные результаты, которые на практике могут оказаться отличными от расчетов.

2. Одним из современных научных разделов химии, демонстрирующих роль химии в защите окружающей среды, является зеленая химия. Важнейшее направление зеленой химии – использование катализаторов в химической промышленности. Выскажите свои предположения о том, почему катализаторы не просто ускоряют химический процесс, но и способствуют обеспечению экологической безопасности химического производства [24].

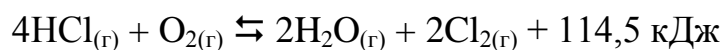
Ответом на данный вопрос является пример производства аммиака, в котором применение катализатора дает возможность использовать экологически безопасный газ, связывая все исходные компоненты в состав одного конечного продукта – аммиака. При этом, активация химически инертного газа – азота, не требует высоких температур, а достигается с помощью катализатора. Именно поэтому Фриц Габер был удостоен Нобелевской премии по химии за разработку промышленного синтеза аммиака [35].

3. Первой стадией производства серной кислоты из серы является процесс взаимодействия серы с кислородом. Предположите, какой прием, реализуемый на практике, позволяет увеличить скорость реакции горения серы и повысить степень ее сгорания для обеспечения экономичности процесса и его экологической безопасности.

Ответ на этот вопрос требовал внимательного наблюдения за реакцией горения серы в кислороде. Именно перевод серы в парообразное состояние (обеспечение гомогенности процесса) приводит к его ускорению и обеспечению более полного выгорания серы.

Прием решения ситуационных задач был также использован после выполнения лабораторной работы «Химическое равновесие и его способы его смещения».

1. Для производства хлора на заводе используется метод Дикона, заключающийся в окислении хлороводорода кислородом воздуха. Процесс каталитический, реакция протекает по уравнению:



На данный момент времени при высокой температуре и умеренном давлении устанавливаются равновесные концентрации веществ (моль/л): $[\text{HCl}] = 0,2$; $[\text{O}_2] = 0,3$; $[\text{H}_2\text{O}] = 0,1$; $[\text{Cl}_2] = 0,1$.

- а) охарактеризуйте данную реакцию по различным признакам;
- б) оцените эффективность производства хлора в данных условиях, как долю хлороводорода (в %), превратившуюся в хлор;
- в) предположите, какие внешние факторы и как необходимо изменить, чтобы увеличить выход хлора. Свой ответ обоснуйте теоретически.

Ответ на этот вопрос требует анализа реакции, обобщения влияния различных факторов на смещение равновесия, а также владения мышлением и умением проводить расчеты. Так, ответ на второй вопрос требует от ученика понимания того, что в начальной системе не присутствовали продукты реакции, поэтому их содержание в равновесной смеси дает возможность определить начальную концентрацию хлороводорода, количество прореагировавшего газа и степень превращения.

2. Вторая стадия производства серной кислоты – контактное окисление диоксида серы, приводящая к образованию триоксида серы. Реакция обратимая и экзотермическая, поэтому, согласно принципу Ле-Шателье – Брауна, для смещения равновесия в сторону триоксида необходимо понижать температуру. Но в производственном процессе температуру вначале повышают, причем поднимают меньше, чем это необходимо. Предположите, почему?

Ответ на этот вопрос требует не только представлений о влиянии факторов на смещение равновесия, но и соотнесения их с факторами, влияющими на скорость химической реакции. В данном случае ученики приходят к вводу о разнонаправленном действии одного и того же фактора по отношению к скорости реакции (кинетический фактор) и к состоянию

химического равновесия (термодинамические факторы). В данном случае повышение температуры приводит к смещению равновесия в сторону обратной реакции. Но этот прием способствует увеличению скорости процесса. Поэтому систему сначала нагревают до определенной температуры, обеспечивая работу катализатора и начало реакции. Дальнейший нагрев идет за счет теплоты экзотермической реакции. Такой прием очень часто используется в производстве: реакцию проводят при температуре и катализаторе, обеспечивающих процесс с нужной скоростью, а оптимальная степень превращения достигается циркуляцией потоков.

Применение указанных приемов позволило изучить вопросы химического производства в 9 классе на примере серной кислоты и аммиака, а также включить вопросы химического производства с содержанием тем «Скорость химической реакции» и «Химическое равновесие» в 11 классе.

Выводы по второй главе

Изучение химических производств необходимо вести, опираясь на базовые знания о свойствах химических соединений, а в старших классах – с опорой на кинетические и термодинамические закономерности протекания химических процессов, что способствует осознанному восприятию материала. Важнейшими методологическими требованиями к изучению вопросов химического производства является реализация системно-деятельностного подхода, межпредметных связей, регионального компонента и экологического подхода [25].

Технологические процессы рассматриваются как при изучении тем, непосредственно связанных с химическим производством, так и путем включения производственных вопросов в содержание тем, изучающих закономерностей протекания химических процессов. Эффективными приемами изучения химического производства является демонстрация, сопряженная с экспериментом и решением ситуационных задач.

ГЛАВА 3. АНАЛИЗ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ И ВЫЯВЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЯЕМЫХ МЕТОДОВ

Педагогический эксперимент по вопросам изучения химического производства в школе проходил на базе МКОУ «Уйская СОШ имени А.И. Тихонова» с.Уйское, Челябинской области. В данном эксперименте приняли обучающиеся девятых и одиннадцатых классов в составе 81 человек. Осуществление педагогического эксперимента проходило в несколько этапов:

I. Подготовительный этап:

- а) разработка дидактических комплектов к урокам по главам «Неметаллы» для 9-х классов и «Химические реакции» для 11-х;
- б) формирование контрольной и экспериментальной групп на основе результатов диагностической работы;

II. Экспериментальный этап:

- а) проведение уроков, включающих содержание о химическом производстве, с использованием дидактических комплектов и дополнительного материала;
- б) проведение тематической контрольной работы по пройденному материалу;
- в) выявление динамики общей и качественной успеваемости в исследуемых группах.

III. Обработка полученных данных – выявление влияния процесса изучения химического производства на изменение общей и качественной успеваемости обучающихся.

На подготовительном этапе происходила подготовка дидактических материалов: ситуационные задачи, карточки с проверочными работами, дифференцированные контрольные работы; отбирались наглядные пособия и видеоматериалы, демонстрирующие технологические схемы химического производства; проводился отбор химических экспериментов,

демонстрирующих фрагменты химического производства и необходимые свойства сырьевых компонентов и получаемых химических соединений для выполнения лабораторных и практических работ. Составлена диагностическая работа для выявления первоначального уровня подготовки учеников. На основе полученных результатов были сформированы экспериментальные и контрольные классы.

Экспериментальный этап предполагал проведение уроков по изучению вопросов химического производства, либо с включением в их содержание вопросов химического производства. При проведении уроков реализованы различные формы работы, раскрывающие информацию о химико-технологических процессах: работа с технологическими схемами, просмотр видеофрагментов, наблюдение за демонстрационными экспериментами, выполнение лабораторных и практических работ, решение ситуационных задач. По материалам каждой темы выполнялись промежуточные проверочные работы, выявлявшие изменение качественной и количественной успеваемости на каждом этапе. По завершению изучения тем проведены тематические контрольные работы по разделу, демонстрирующие изменение общей и качественной успеваемости. В ходе эксперимента контрольные и экспериментальные классы менялись местами.

На итоговом этапе происходила обработка полученных данных – выявление результативности применимых приемов и форм занятий.

3.1 Анализ результатов диагностической работы обучающихся

Диагностическая работа проводилась перед изучением главы «Неметаллы» для параллели девятых классов и перед изучением главы «Химические реакции» для обучающихся одиннадцатых классов. Содержание работа было направлено на выявление уровня первоначальных знаний по данным темам, а также умения выполнять задания разного уровня сложности.

Задания диагностической работы были сформированы по трем видам – уровням сложности:

– уровень А – минимальный, или репродуктивный, предполагает выполнение заданий базового стандарта;

– уровень В – аналитико-синтаксический, при выполнении которого исполнитель руководствуется приемами умственной деятельности для решения задач на применение знаний;

– уровень С – творческий, на котором выполняются задания, требующие логического обоснования.

Задания уровня «А» предполагают многократность повторения и умение выделять смысловые группы. Предполагается, что данные задания должен уметь выполнить каждый ученик, прежде чем приступить к заданиям следующих уровней.

На рисунке 6 приведены результаты выполнения заданий уровня А.



Рисунок 6 – Сформированность умения выделять смысловые группы у обучающихся девятого и одиннадцатых классов

Анализ результатов показывает наличие двух классов 9Б и 9В с одинаковой сформированностью анализируемых умений: около 70 % обучающихся успешно выполняют задания репродуктивного уровня. Результаты обучающихся одиннадцатых классов находятся примерно на

одном уровне: в 11А классе с заданиями данного уровня справляются 83 % учеников, в 11Б – 79 %.

Задания уровня В предполагают приемы умственной деятельности, которые необходимы для решения задач на применение теоретических знаний. В задачи данного уровня, кроме конкретной информации, требующей применения конкретных знаний, вводятся дополнительные сведения, расширяющие материал уровня А.

Анализ результатов работы показывает, что к выполнению заданий данного уровня приступили практически все обучающиеся. Результаты выполнения приведены на рисунке 7.

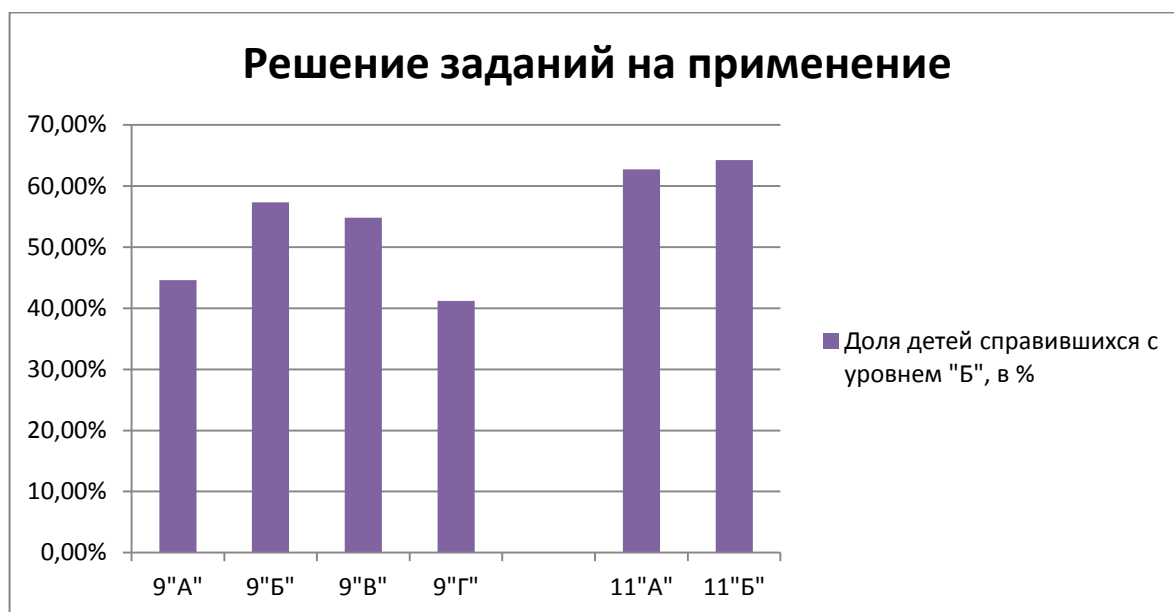


Рисунок 7 – Сформированность умения применять теоретические знания у обучающихся девярых и одиннадцатых классов

Среди обучающихся девярых классов близкие результаты, как и в первом случае показали 9Б и 9В классы (57 % и 54 % соответственно). Среди обучающихся одиннадцатых классов с заданиями справилось соответственно 63 % и 64 % учеников.

Задания уровня С выводят учеников на уровень осознанного, творческого применения знаний. В них предусмотрены сведения, углубляющие материал, а ответы требуют логического обоснования. К данной группе заданий приступили не многие. Полученные результаты приведены на рисунке 8.



Рисунок 8 – Сформированность умения логического обоснования у обучающихся девятого и одиннадцатых классов

В данном случае с заданиями справились 40 % обучающихся 9Б и 37 % – 9В классов. Среди обучающихся 11А и 11Б – классов выполнение составило, соответственно, 43 % и 45 %.

На основе полученных результатов были рассчитаны значения общей и качественной успеваемости обучающихся девятого и одиннадцатых классов на момент начала эксперимента. Результаты приведены на рисунке 9.

Анализ результатов диагностики показал, что два класса 9Б и 9В обладают примерно одинаковым уровнем подготовки. В результате эти классы выбраны для проведения эксперимента. Общая успеваемости в данных классах составила 88 % и 91 % при качественной успеваемости 58 и 56%. Результаты диагностики 11 классов также показали близкий уровень подготовки. Общая успеваемость составляла 92 % и 91 % при качественной успеваемости 73 % и 69 %.

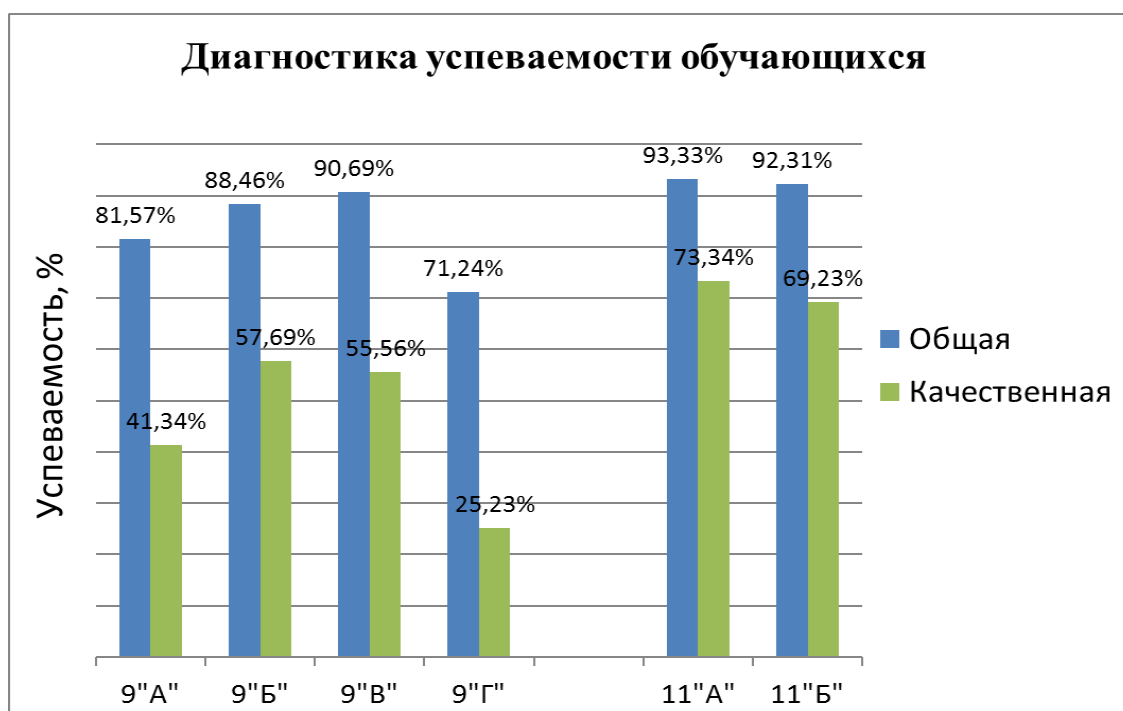


Рисунок 9 – Общая и качественная успеваемость у обучающихся девярых и одиннадцатых классов на основе диагностического контроля

3.2 Анализ результативности изучения процессов химического производства в девятом и одиннадцатом классах

На подготовительном этапе отобраны темы, изучаемые в девятом и одиннадцатом классах, направленные на изучение вопросов химического производства или дающие возможности для включения в содержание изучаемого материала вопросов химического производства. В девятом классе это темы «Аммиак» и «Серная кислота», при изучении которых непосредственно изучаются вопросы промышленного производства данных соединений. В одиннадцатом классе выбраны темы «Скорость химической реакции» и «Химическое равновесие», которые предполагают возможность демонстрации физико-химических закономерностей на примере конкретных технологических процессов.

В девярых классах при изучении серы и ее соединений отдельный урок отводится на изучение темы «Серная кислота», в рамках которого изучаются вопросы ее производства. При изучении данной темы ученики в каждом классе выполняли работу с классической схемой,

иллюстрирующей этапы и технологические установки производства серной кислоты из серного колчедана. По мере рассмотрения схемы для каждой стадии составлялись уравнения протекающих реакций.

В экспериментальном классе дополнительно проведен эксперимент «Сжигание серы в кислороде», как демонстрация стадии получения обжигового газа из возможного вида сырья – элементарной серы. После этого демонстрировался видеофильм «Химическая технология производства серной кислоты».

По результатам изучения темы выполнялась проверочная работа «Серная кислота» (приложение 4). Анализ ее результатов показал, что общая успеваемость экспериментальной группы составила 89 % при качественной успеваемости 68 %. В контрольной группе данные показатели составили 78 % и 37 %, соответственно (рисунок 10).

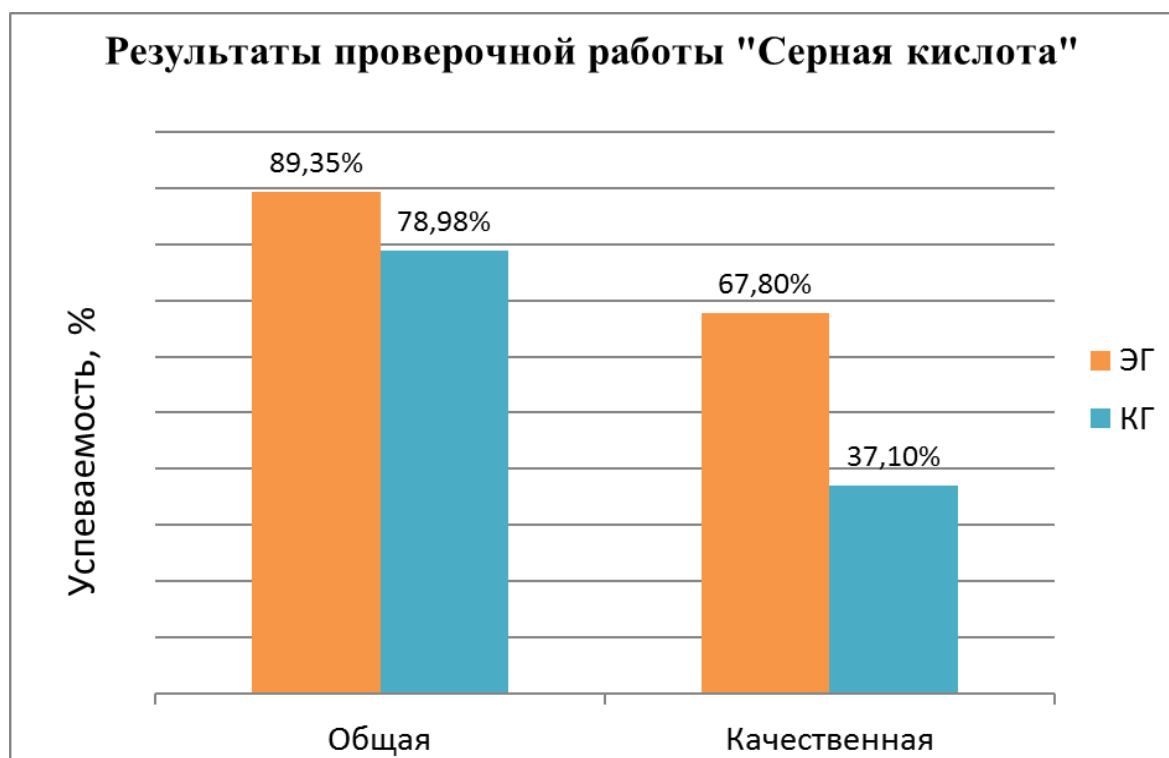


Рисунок 10 – Общая и качественная успеваемость у обучающихся девярых классов при изучении темы «Производство серной кислоты»

Таким образом, использование динамической демонстрации производства серной кислоты и демонстрационного эксперимента,

связанного с одной из стадий производства привели к повышению общей успеваемости в 1,2 раза, а качественной успеваемости в 2,1 раза.

Для подтверждения эффективности использования данных приемов они были повторены при изучении темы «Производство аммиака». При этом классы поменяли местами: экспериментальным стал класс, который выполнял при изучении темы «Серная кислота» функцию контрольного. В обоих классах с помощью плаката рассмотрены стадии и установки, используемые при получении аммиака в промышленности. В экспериментальном классе кроме этого просмотрен учебный видеофильм «Производство аммиака» и выполнена практическая работа «Получение аммиака и изучение его свойств». На рисунке 11 приведены результаты проверочной работы, проведенной после изучения темы (приложение 5).

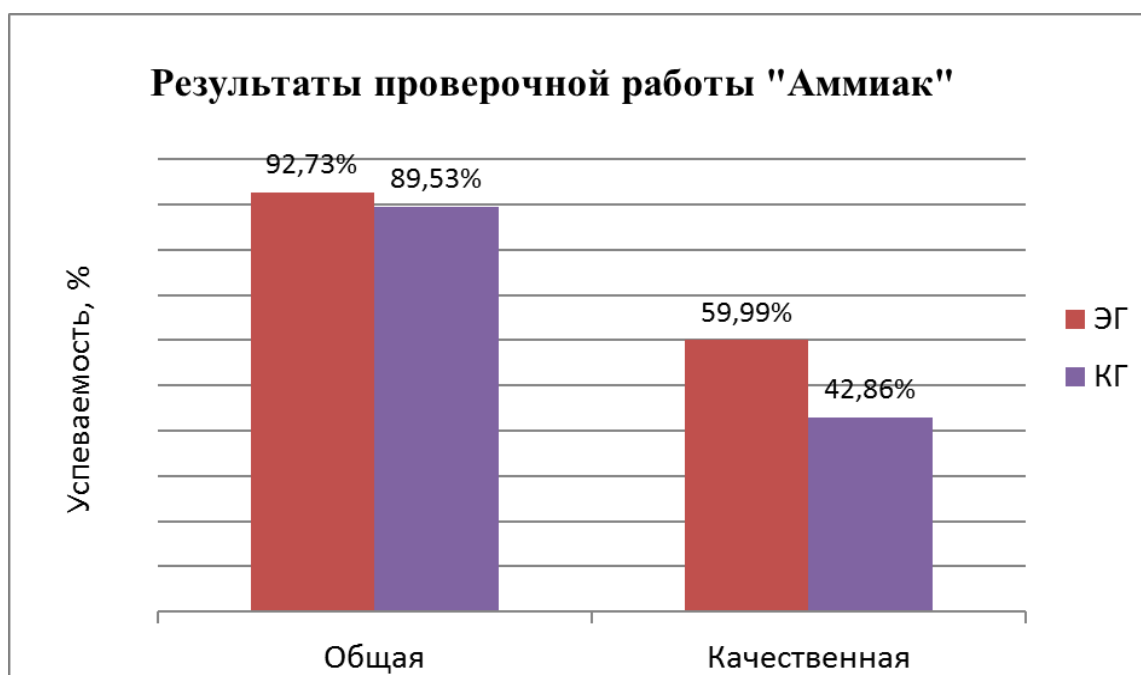


Рисунок 11 – Общая и качественная успеваемость у обучающихся девятых классов при изучении темы «Производство аммиака»

Анализ результатов проверочной работы показал, что общая успеваемость экспериментальной группы составила 93 % при качественной успеваемости 60 %. В контрольной группе данные показатели составили 90 % и 43 %, соответственно. Таким образом, дополнительное использование динамической демонстрации производства аммиака и выполнение практической работы, связанной с его получением, привели к

незначительному повышению общей успеваемости, а качественная успеваемость возросла в 1,4 раза. Возможно, в данном случае меньшие изменения связаны с вкладом химического эксперимента: если в случае изучения производства серной кислоты демонстрационный эксперимент был непосредственно связан со стадией производства, то в случае производства аммиака лабораторный способ не был непосредственно связан с производственными процессами.

По итогам изучения данных тем проведена тематическая контрольная работа, структура которой аналогичная диагностической работе (приложение 6). Анализ показал, что в одном из классов произошло повышение как общей, так и качественной успеваемости в 1,2 раза. Во втором классе общая успеваемость осталась на прежнем уровне, но произошло повышение количественной успеваемости в 1,2 раза (рисунок 12).

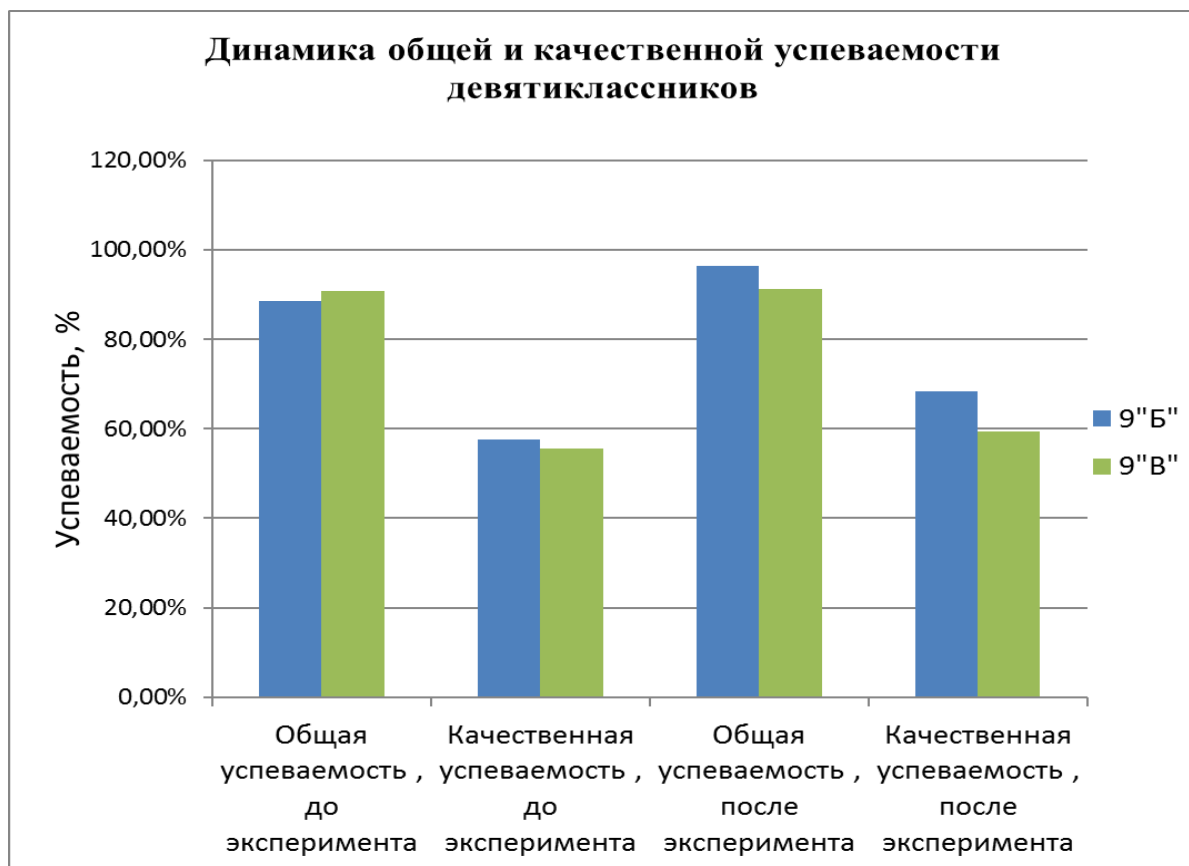


Рисунок 12 – Динамика общей и качественной успеваемости у обучающихся девятых классов

В 11 классе при изучении темы «Скорость химической реакции» ученики экспериментального класса выполняли лабораторную работу «Зависимость скорости химической реакции от различных факторов». После ее выполнения им предлагалось решить ситуационные задачи, включающие технологическое содержание. В контрольном классе выполнялся демонстрационный эксперимент по данной теме.

Анализ проведенной проверочной работы (приложение 7) показал, что в контрольном классе общая успеваемость составила 77 % при качественной успеваемости 38 %, а в экспериментальном классе соответствующие значения составили 93 % и 73 % (рисунок 13). Таким образом, использование ситуационных задач с производственным содержанием привело к росту общей успеваемости в 1,2 раза, а качественной успеваемости – в 1,9 раза.

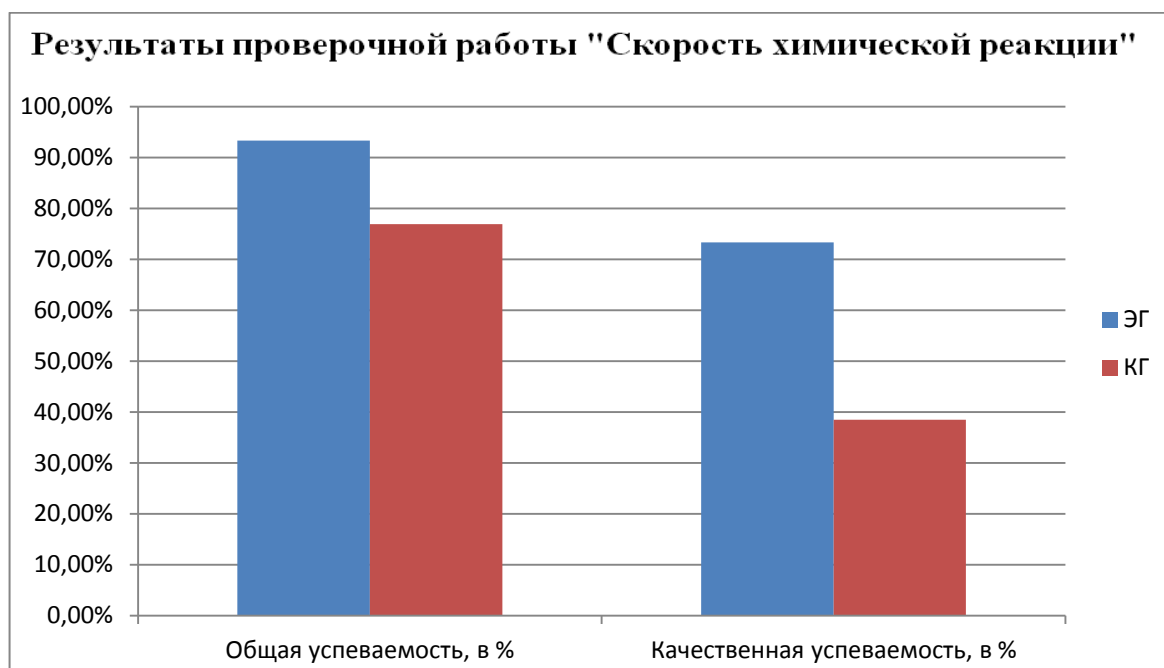


Рисунок 13 – Общая и качественная успеваемость у обучающихся одиннадцатых классов при изучении темы «Скорость химической реакции»

Для проверки влияния ситуационных задач на изменение успеваемости аналогичный эксперимент проведен при изучении темы «Химическое равновесие», при этом, как и в эксперименте с девятым классом, контрольный и экспериментальный классы поменяли местами.

В обоих классах обучающиеся знакомятся с принципом Ле-Шателье – Брауна, изучаются факторы, влияющие на смещение химического равновесия. В экспериментальном классе выполнялась лабораторная работа «Факторы смещения химического равновесия», в контрольном классе выполнялся демонстрационный эксперимент. По окончании лабораторной работы в экспериментальном классе ученикам предлагалось решить ситуационные задачи.

Результаты проверочной работы (приложение 8) показали, что в экспериментальном классе общая успеваемость составила 77 % при качественной успеваемости 49 %. Соответствующие значения в контрольном классе составили 71 и 39 % (рисунок 14). Таким образом, применение ситуационных задач привело к росту общей успеваемости в 1,1 раза и качественной успеваемости – в 1,3 раза, что близко к значениям, полученным при изучении темы «Скорость химической реакции».

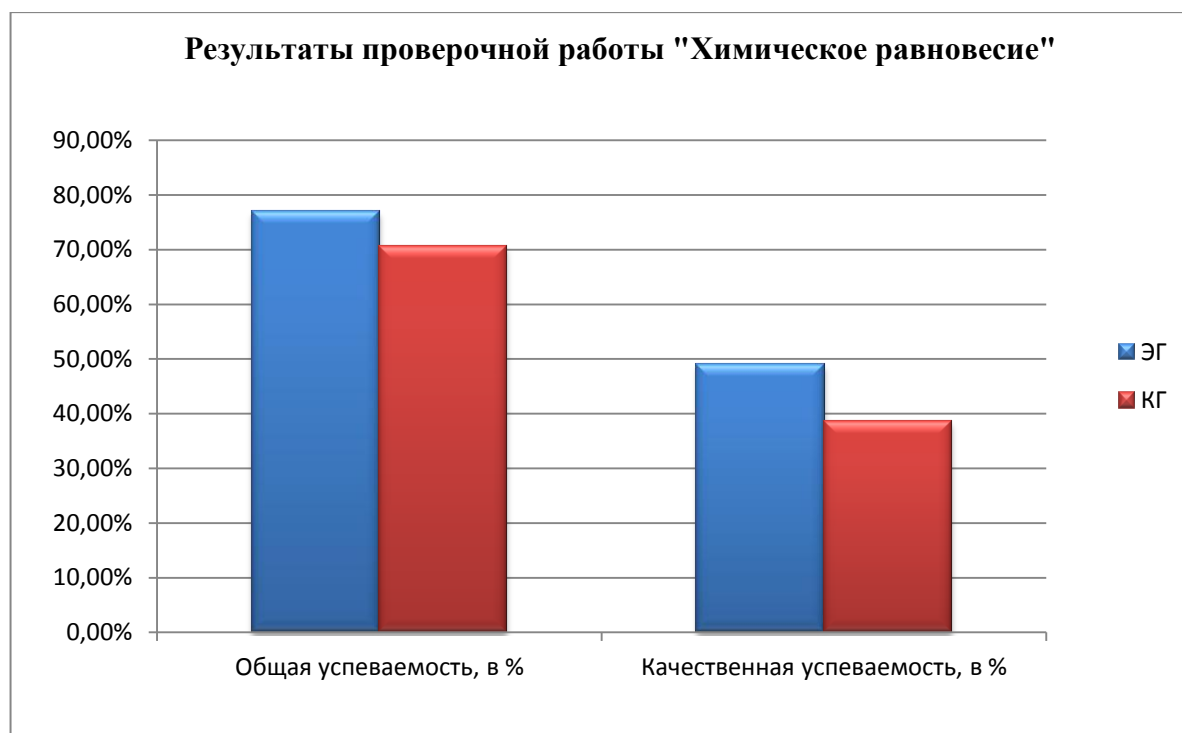


Рисунок 14 – Общая и качественная успеваемость у обучающихся одиннадцатых классов при изучении темы «Химическое равновесие»

По итогам изучения тем проведена обобщающая контрольная работа (приложение 9), анализ которой показал, что в одном из классов общая успеваемость возросла с 92 до 98 %, а качественная – с 69 до 83 %. Во

втором классе произошло незначительное возрастание как общей, так и качественной успеваемости (рисунок 15).

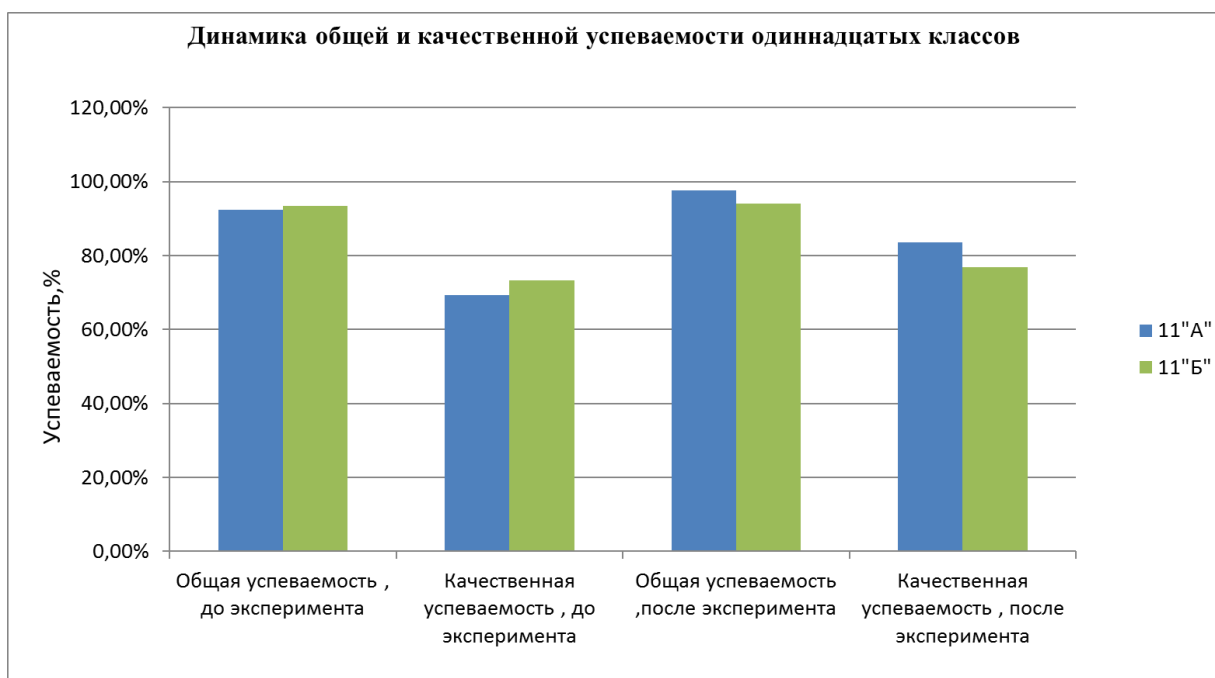


Рисунок 15 – Динамика общей и качественной успеваемости одиннадцатых классов

Таким образом, включение ситуационных задач производственного содержания в темы «Скорость химической реакции» и «Химическое равновесие» в целом привело к повышению общей и качественной успеваемости.

Для подтверждения эффективности применения используемых методов проводилась статистическая обработка данных по расчету критерия однородности Хи-квадрат [41]. Определили эмпирическое значение $\chi^2_{\text{эмп}}$ по формуле (1):

$$\chi^2 = \frac{1}{n_3 \cdot n_k} \sum_{i=1}^c \frac{(n_3 \cdot K_i - n_k \cdot \mathcal{E}_i)^2}{\mathcal{E}_i + K_i} = \frac{1}{n_3 \cdot n_k} \left[\frac{(n_3 \cdot K_1 - n_k \cdot \mathcal{E}_1)^2}{\mathcal{E}_1 + K_1} + \frac{(n_3 \cdot K_2 - n_k \cdot \mathcal{E}_2)^2}{\mathcal{E}_2 + K_2} + \frac{(n_3 \cdot K_3 - n_k \cdot \mathcal{E}_3)^2}{\mathcal{E}_3 + K_3} \right] \quad (1)$$

где: n_3 и n_k – число членов экспериментальной и контрольной групп; K_{1-3} и \mathcal{E}_{1-3} – число членов контрольной и экспериментальных групп, достигших соответствующего показателя.

Характеристики экспериментальной и контрольной групп принимаются на уровне значимости 0,05. Число уровней равно трем (не

выполнили задание, выполнили задание с оценкой «удовлетворительно» и выполнили задание с оценками «хорошо» и «отлично»), следовательно, $L=3-1=2$, для данного значения критическое значение составляет $\chi^2_{0,05} = 5,9$. Вычисленное значение $\chi_{\text{эмп}} = 5,895$, что практически совпадает с критическим значением. Следовательно, можно с равной вероятностью говорить о том, что применяемые методы как влияют, так и не влияют на наблюдаемые количественные изменения успеваемости.

Выводы по третьей главе

На основе результатов диагностической работы в 9 и 11 классах в каждой параллели были сформированы две группы: экспериментальная и контрольная. По итогам проведенных уроков проведены промежуточные проверочные работы и диагностические контрольные работы, которые показали, что применяемые методы изучения вопросов химического производства и включение ситуационных задач химико-технологического содержания в темы, сопряженные с изучением вопросов химического производства, приводит к росту качественной и количественной успеваемости. Результаты статистической обработки показывают, что применяемые методы с вероятностью 50 % оказывают влияние на изменение показателей качественной и количественной успеваемости.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Используя информационные источники, нами проанализировано состояние вопроса изучения химического производства в школьном курсе химии, а также применяемых для этого методов и приемов. Показано, что содержание школьного химического образования дает широкие возможности для изучения этого вопроса, раскрытию производственных процессов и способов получения веществ посвящены отдельные параграфы учебников 8-11 классов. В то же время, отмечается отсутствие системного подхода при изучении вопросов химического производства в школьном курсе химии.

При выполнении экспериментальной части отобраны методы и приемы для изучения процессов химического производства на примере аммиака и серной кислоты в 9 классе. Эффективными приемами изучения являются показ видеофильмов, демонстрирующих в динамике производственные процессы, а также выполнение химических экспериментов, демонстрирующих элементы данного химического производства. Подготовлены ситуационные задачи химико-технологического содержания для их включения в учебный процесс при изучении тем «Скорость химической реакции» и «Химическое равновесие» в 11 классе как демонстрации практического применения основных закономерностей протекания химических процессов.

После реализации на практике отобранных приемов и форма работы были проведены промежуточные проверочные работы итоговые контрольные работы, которые предполагали проверку знаний и умений обучающихся контрольной и экспериментальной групп.

Анализ промежуточных проверочных работ показал, что изучение вопросов химического производства в экспериментальном и контрольном классах приводит к практически одинаковым результатам общей успеваемости, но качественная успеваемость в экспериментальном классе

в 1,5 раза выше, чем в контрольном. В 11 классе общая успеваемость в экспериментальном классе незначительно выше, чем в контрольном, при этом качественная успеваемость экспериментального класса выше в 1,8 раза.

По итогам контрольной работы после изучения вопросов химического производства общая успеваемость обучающихся как девятых, так и одиннадцатых классов осталась на том же уровне, а качественная успеваемость выросла в 1,2 раза. Таким образом, полученные результаты демонстрируют положительный вклад изучения вопросов химического производства в качественную подготовку обучающихся по химии.

Выводы

1. Анализ литературного материала показывает, что содержание школьного курса химии дает возможность для системного изучения вопросов химического производства в школьном курсе химии как путем изучения конкретных производств, так и за счет включения информации химико-технологического содержания в отдельные темы.

2. Анализ содержания тем школьного курса химии показал, что вопросы химико-технологического содержания могут конкретизировать и раскрывать содержание тем «Скорость химической реакции» и «Химическое равновесие», изучение которых позволяет с опорой на базовые знания осознанно воспринимать материал о закономерностях и условиях проведения процессов.

3. Использование на уроках, связанных с изучением вопросов химического производства видеоматериалов, демонстрирующих в динамике протекание производственных процессов, а также химического эксперимента, демонстрирующего отдельные элементы химического производства, приводит к увеличению качественной успеваемости по данной теме в 1,5 раза.

4. Включение в содержание тем, изучающих закономерности протекания химических процессов, ситуационных задач производственного содержания, приводит к росту качественной успеваемости по данной теме в 1,8 раз.

5. При изучении вопросов химических производств произошло увеличение качественной успеваемости по предмету в целом у обучающихся 9 и 11 классов в 1,2 раза по сравнению с начальными значениями.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Аминов, Г.Х. Инновационный подход к изучению химического производства на уроках химии 9 класса [Текст] / Г.Х. Аминов, Н.И. Меланьина, Н.В. Приходько, А.Х. Машарипов // Актуальные проблемы науки, производства и химического образования : Сборник материалов IX Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Астрахань : Издательский дом «Астраханский университет», 2019. – С. 62-65.

2. Антонова, С.С. Прикладная направленность обучения химии в основной школе [Текст] / С.С. Антонова // Проблемы и приоритеты современного образования : Сборник научных трудов. – Москва : ИОСО РАО, 2002. – С. 98-102.

3. Байдалина, О.В. О прикладном аспекте химических знаний [Текст] / О.В. Байдалина // Химия в школе. – 2005. – № 5. – С. 45-47.

4. Бердикулов, Р.Ш. Возможности компьютерных технологий при изучении основ технологических процессов химического производства [Текст] / Р.Ш. Бердикулов, Ф.А. Алимова, Ш.М. Миркамилов // Вопросы гуманитарных наук. – 2010. – № 2 (46). – С. 207-211.

5. Борисевич, И.С. Методические особенности изучения вопросов химической кинетики в школьном курсе химии [Текст] / И.С. Борисевич, Е.Я. Аршанский // Біялогія і хімія. – Серія: У дапамогу педагогу. – 2013. – № 6. – С. 11-16.

6. Валеева, Е.А. Пути интеграции химических и экологических знаний в процессе изучения химии [Текст] / Е.А. Валеева // Современные вопросы науки и образования – XXI век : Сборник науч. трудов по материалам междунар. заоч. науч.-практ. конф. – Тамбов : ООО «Консалтинговая компания Юком», 2012. – С. 31-33.

7. Вотчель, М.А.. Семинар по теме «Производство серной кислоты» [Текст] / М.А. Вотчель // Химия в школе. – 2011. – №7. – С. 29-35.

8. Габриелян, О.С. Химия. 10 класс. Базовый уровень [Текст] : учеб. для общеобразоват. учреждений / О.С. Габриелян. – Москва : Дрофа, 2013. – 191 с.

9. Габриелян, О.С. Химия. 9 класс [Текст] : учеб. пособие для общеобразоват. организаций / О.С. Габриелян, И.Г. Остроумов, С.А. Сладков. – Москва : Просвещение, 2018. – 223 с.

10. Габриелян, О.С. Химия. Углубленный уровень. 11 класс [Текст] : учебник / О.С. Габриелян, Г.Г. Лыскова. – Москва : Дрофа, 2015. – 397 с.

11. Гильманшина, С.И. Методологические и методические основы преподавания химии в контексте ФГОС ОО [Текст] : учебное пособие / С.И. Гильманшина, С.С. Космодемьянская. – Казань : Отечество, 2012. – 104 с.

12. Глазкова, О.В. Развитие экологических понятий в системе обучения школьников химии [Текст] / О.В. Глазкова, О.П. Сажина // Непрерывное химическое образование. Тенденции и направления развития : Материалы Четвертого Прикамского съезда преподавателей химии – Пермь : Издательский центр Пермского гос. нац. исслед. ун-та, 2019. – С. 25-27.

13. Горбачева, И.Е. Использование химических производств при выполнении различных заданий по химии [Текст] / И.Е. Горбачева // Актуальные проблемы науки, производства и химического образования : Сборник материалов IX Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Астрахань : Издательский дом «Астраханский университет», 2019. – С. 69-70.

14. Грибакина, Л.В. Развитие химико-технологических понятий при изучении химических производств [Текст] / Л.В. Грибакина, К.Н. Булгакова // Международный журнал экспериментального образования. – 2015. – №4. – С. 85-86.

15. Грибанова, К.Е. Возможности использования виртуальных экскурсий в профильной ориентации учащихся [Текст] / К.Е. Грибанова // Профильная школа. – 2009. – №3. – С. 9-16.

16. Громов, А.П. Экологические аспекты производства серной кислоты [Текст] / А.П. Громов // Экология и промышленность России. – 2001. – № 12. – С. 25-36.
17. Дежина, Л.В. Практико-ориентированные задачи как средство активации учебной деятельности [Текст] / Л.В. Дежина // Химия в школе. – 2020. – №1. – С. 15-25.
18. Добротин, Д.Ю. Методические рекомендации для учителей, подготовленные на основе анализа типичных ошибок участников ЕГЭ 2020 года по химии [Текст] / Д.Ю. Добротин, М.Г. Снастина // Педагогические измерения. – 2020. – № 3. – С. 61-90.
19. Еременко, Е.И. Методика изучения производства неорганических веществ в школьном курсе химии с использованием компьютерных технологий [Текст] / Е.И. Еременко, Н.П. Безрукова, О.В. Гончарова // Проблемы и перспективы развития химического образования : Материалы всерос. науч.-прак. конф. – Челябинск : ЮУрГГПУ, 2003. – С. 169-171.
20. Золотова, О.М. Экологические аспекты изучения химических дисциплин [Текст] / О.М. Золотова, Е.Ю. Сухарева // Наука и Образование. – 2020. – Т. 3. – № 4. – С. 339.
21. Ильченко, И.В. Изучение оборудования химических производств с помощью средств компьютерного моделирования [Текст] / И.В. Ильченко // Современные наукоемкие технологии. – 2010. – № 3. – С. 38-39.
22. Каверина, А.А. Школьная химия и ее творцы (вторая половина XX в. и первое десятилетие XXI в.) [Текст] / А.А. Каверина // Отечественная и зарубежная педагогика. – 2018. – Т.2, - № 1(47). – С.102–117.
23. Каримова, Д.А. Использование технических средств при изучении химических производств [Текст] / Д.А. Каримова, Э.Ш. Жумаева,

З.У. Каримова // Фундаментальные и прикладные исследования в современном мире. – 2018. – Т. 21-1. – С. 33-35.

24. Клементьева, А.В. Изучение проблемы экологической безопасности в курсе неорганической химии средней школы при освоении тем, связанных с химическими производства [Текст] / А.В. Клементьева, Е.Б. Семенова, Л.А. Кривенцева // Актуальные проблемы науки, производства и химического образования : Материалы X Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Астрахань : Издательский дом «Астраханский университет», 2020. – С. 39-41.

25. Конакова, В.В. Использование элективных курсов при изучении химических особенностей региона [Текст] / В.В. Конакова, Л.Ф. Зюзина // Материалы X науч. конф. молодых ученых, аспирантов и студентов Мордовского гос. ун-та имени Н. П. Огарева. – Саранск : НИ Мордовский гос. ун-т им. Н.П. Огарёва, 2005. – С. 127-128.

26. Концепция преподавания учебного предмета «Химия» в образовательных организациях Российской Федерации, реализующих основные общеобразовательные программы [Текст] / Химия в школе. – 2020. – №2. – С. 2-12.

27. Королев, А.В. Организация профориентационной работы с использованием предметных знаний [Текст] / А.В. Королев, С.О. Пустовит // Химия в школе. – 2020. – №3. – С. 63-70.

28. Космодемьянская, С.С. Методика обучения химии : [Текст] учебное пособие / С.С. Космодемьянская, С.И. Гильманшина. – Казань : ТГГПУ, 2011. – 136 с.

29. Курочкина, О.С. Реализация экологического аспекта образования при изучении серы и ее соединений [Текст] / О.С. Курочкина, Н.В. Жукова // Актуальные проблемы естественно-технологического образования : сборник науч. трудов по материалам междунар. науч.-практ. конф. – Саранск : Мордовский гос. пед. ин-т им. М.Е. Евсевьева, 2019. – С. 185-189.

30. Лисичкин, Г.В. Химики изобретают [Текст] / Г.В. Лисичкин, В.И. Бетанели. – Москва : Просвещение, 1990. – 112 с.
31. Матвеева, Э.Ф. Особенности изучения химических производств с позиции зеленой химии в средних общеобразовательных организациях [Текст] / Э.Ф. Матвеева, Е.И. Тупикин // Вестник Московского государственного областного университета. – Серия: Педагогика. – 2017. – №4. – С. 45-55.
32. Матвеева, Э.Ф. Формирование системы химико-технологических знаний учащихся 8-9-х классов школы [Текст] / Э.Ф. Матвеева, Е.И. Тупикин, Рогожин О.В. // Известия Южного федерального университета. Педагогические науки – 2012. – № 8. – С. 84-90.
33. Минченков, Е.Е. Обучение учащихся реализации межпредметных связей [Текст] / Е.Е. Минченков, Ю.В. Сурин // Педагогическое образование и наука. – 2019. – № 6. – С. 49-57.
34. Минченков, Е.Е. Проблемы наглядности в обучении химии [Текст] / Е.Е. Минченков // Научный результат. Педагогика и психология образования. – 2017. – Т. 3. – №1. – С. 38-45.
35. Мочаев, А.С. Экологические аспекты производства аммиака [Текст] / А.С. Мочаев, А.В. Шестопалов // Экология и промышленность. – 2012. – №3 (32). – С. 27-30.
36. Нахова, Н.А. Проблемы и перспективы изучения химии минералов в школьном курсе химии [Текст] / Н.А. Нахова // Интеграция науки и образования : Сборник статей междунар. науч.-прак. конф. – Уфа : ООО «Омега Сайнс», 2014. – С. 65-68.
37. Окуневич, С.А. Экскурсия как форма внеаудиторной работы на этапе довузовской подготовки [Текст] / С.А. Окуневич // Актуальные проблемы довузовской подготовки : Материалы 1-й науч.-метод. конф. преподавателей факультета профориентации и довузовской подготовки. – Минск : Белорусский гос. мед. ун-т, 2017. – С. 128-131.

38. Пак, М.С. Теория и методика обучения химии : [Текст] учебник для вузов / М.С. Пак. – Санкт-Петербург : Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2015. – 306 с.

39. Пак, М.С. Химическая безопасность в содержании образования [Текст] / М.С. Пак // Актуальные проблемы химического и экологического образования : Материалы 50-й всерос. науч.-прак. конф. химиков с междунар. участием. – Санкт-Петербург : изд-во Политехнического ун-та, 2011. – С. 5-7.

40. Панова, А.Г. Урок – путешествие по теме «Производство аммиака» [Текст] / А.Г. Панова // Химия в школе. – 2008. – №9. – С. 34-38.

41. Петров, П.К. Математико-статистическая обработка и графическое представление результатов педагогических исследований с использованием информационных технологий [Текст] : учеб. пособие / П.К. Петров. – Ижевск : «Удмуртский ун-т», 2013. – 179 с.

42. Попова, Т.А. Взаимосвязь курсов общей и неорганической химии в области изучения химического производства в средней школе [Текст] / Т.А. Попова, Ц.М. Юлдашева // Актуальные проблемы науки, производства и химического образования : Материалы X Всерос. науч.-прак. конф. с междунар. участием. – Астрахань : Издательский дом «Астраханский университет», 2020. – С. 49-51.

43. Соколов, Р.С. Химическая технология : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений [Текст] Т. 1. Химическое производство в антропогенной деятельности. Основные вопросы химической технологии. Производство неорганических веществ / Р.С. Соколов. – Москва : Владос, 2000. – 368 с.

44. Соколова, А. Бережливое производство как инструмент ресурсосбережения в химическом производстве [Текст] / А. Соколова // Логистика и экономика ресурсоэнергосбережения в промышленности (МНПК «ЛЭРЭП-8-2014») : Сборник науч. трудов по материалам VIII

междунар. науч.-практ. конф. – Москва : Саратовский гос. техн. ун-т имени Гагарина Ю.А., 2014. – С. 33-36.

45. Сутягин, А.А. Задачи химико-технологического содержания при изучении вопросов химической кинетики и химического равновесия [Текст] / А.А. Сутягин, Е.С. Вылегжанина // Актуальные проблемы химического образования : Материалы Всерос. науч.-практ. конф. учителей химии и преподавателей вузов. – Пенза : Пензенский гос. ун-т, 2020. – С. 16-19.

46. Сутягин, А.А. Экологическое содержание при изучении химико-технологических процессов в школьном курсе химии [Текст] / А.А. Сутягин, Е.С. Вылегжанина // Актуальные проблемы биологической и химической экологии : Материалы VII Междунар. науч.-практ. конф. – Москва : ИИУ МГОУ, 2021. – С. 598-603.

47. Сутягин, А.А. Сборник лабораторных работ по прикладной химии [Текст] / А.А. Сутягин, Н.А. Бахарев. – Челябинск : изд-во ЧГПУ, 2007. – 92 с.

48. Сутягин, А.А. Демонстрационный эксперимент при обобщении знаний [Текст] / А.А. Сутягин, В.В. Меньшиков, И.Г. Карпенко // Химия в школе. – 2020. – №5. – С. 62-68.

49. Тупикин, Е.И. Изучение химических производств на примере получения черных металлов [Текст] / Е.И. Тупикин, Э.Ф. Матвеева, Л.В. Корженевская // Образовательная среда сегодня и завтра : Материалы XI междунар. науч.-практ. конф. – Москва : НОУВО «Московский технологический институт», 2016. – С. 91-94.

50. Тыльдсепп, А.А. Актуальные проблемы современной дидактики химии [Текст] / А.А. Тыльдсепп // Химия в школе. – 2012. – № 1. – С. 27-30.

51. Фадеев, Г.Н. Новый этап развития экологической химии – зеленая химия [Текст] / Г.Н. Фадеев, С.А. Фадеева // Актуальные проблемы химического и экологического образования : Материалы 50-й всерос. науч.-

прак. конф. химиков с междунар. участием. – Санкт-Петербург : изд-во Политехнического ун-та, 2011. – С. 7-11.

52. Фадеев, О.П. Формирование инженерного мышления обучающихся при изучении химии [Текст] / О.П. Фадеев // Электронное обучение в непрерывном образовании 2019 : Сборник научных трудов VI междунар. науч.-прак. конф., посвященной памяти Александра Николаевича Афанасьева. – Ульяновск : Ульяновский гос. тех. ун-т, 2019. – С. 146-149.

53. Фоминых, О.И. Виртуальная экскурсия – альтернативный метод обучения химии в условиях дистанционного образования [Текст] / О.И. Фоминых // Химическая наука и образование Красноярья : Материалы X юбилейной межрегион. науч.-прак. конф., посвященной 85-летию КГПУ им. В.П. Астафьева. – Красноярск : Красноярский гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева, 2017. – С. 234-237.

54. Фролова, С.С. Организация самостоятельной работы учащихся при изучении тем производственного содержания в рамках школьного курса химии [Текст] / С.С. Фролова, Н.В. Жукова // Современные проблемы теоретической и экспериментальной химии : Межвуз. сборник науч. трудов XI Всерос. конф. молодых ученых с междунар. участием. – Саратов : Изд-во «Саратовский источник», 2016. – С. 192-194.

55. Харченко, Г.Ю. Изучение основ химических производств в школьном курсе химии [Текст] / Г.Ю. Харченко, С.И. Алферова // Территориальная организация общества и управление в регионах : Материалы XI Всерос. науч.-прак. конф. с междунар. участием. – Воронеж : Издательско-полиграфический центр «Научная книга», 2016. – С. 231-232.

56. Чернобельская, Г.М. Методика обучения химии в средней школе [Текст] : учеб. для студ. высш. учеб. заведений / Г.М. Чернобельская. – Москва : Владос, 2000. – 336 с.

57. Шуваев, А.В. Системность подхода к решению учебных вопросов и задач при изучении химических дисциплин [Текст] / А.В. Шуваев // Модернизация отечественного высшего образования: расчеты и просчеты :

Материалы междунар. науч.-метод. конф. – Новосибирск : Сибирский гос. ун-т путей сообщения, 2015. – С. 188-192.

58. Шумилова, Э.Ш. Виртуальная экскурсия на предприятие как один из методов интерактивного обучения студентов [Текст] / Э.Ш. Шумилова : Сборник научных трудов SWorld. – 2014. – Т. 12. – № 2. – С. 14-15.

59. Юлдашева, Ш.М. Модульный подход к изучению химического производства на примере соединений неметаллов [Текст] / Ш.М. Юлдашева, М.З. Закирова, Ш.М. Махмудова // Современные векторы устойчивого развития общества: роль химической науки и образования : Материалы I Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, посвященной 150-летию со дня открытия Периодического закона химических элементов Д.И. Менделеевым. – Астрахань : Издательский дом «Астраханский университет», 2019. – С. 127-129.

60. Юнусов, Х.Б. Особенности экологического образования при изучении процессов и аппаратов химических технологий [Текст] / Х.Б. Юнусов, С.Л. Захаров // Вестник Московского государственного областного университета. – Серия: Педагогика. – 2015. – № 1. – С. 108-112.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Рисунки технологических схем производства серной кислоты и аммиака, демонстрирующиеся в школьных учебниках химии

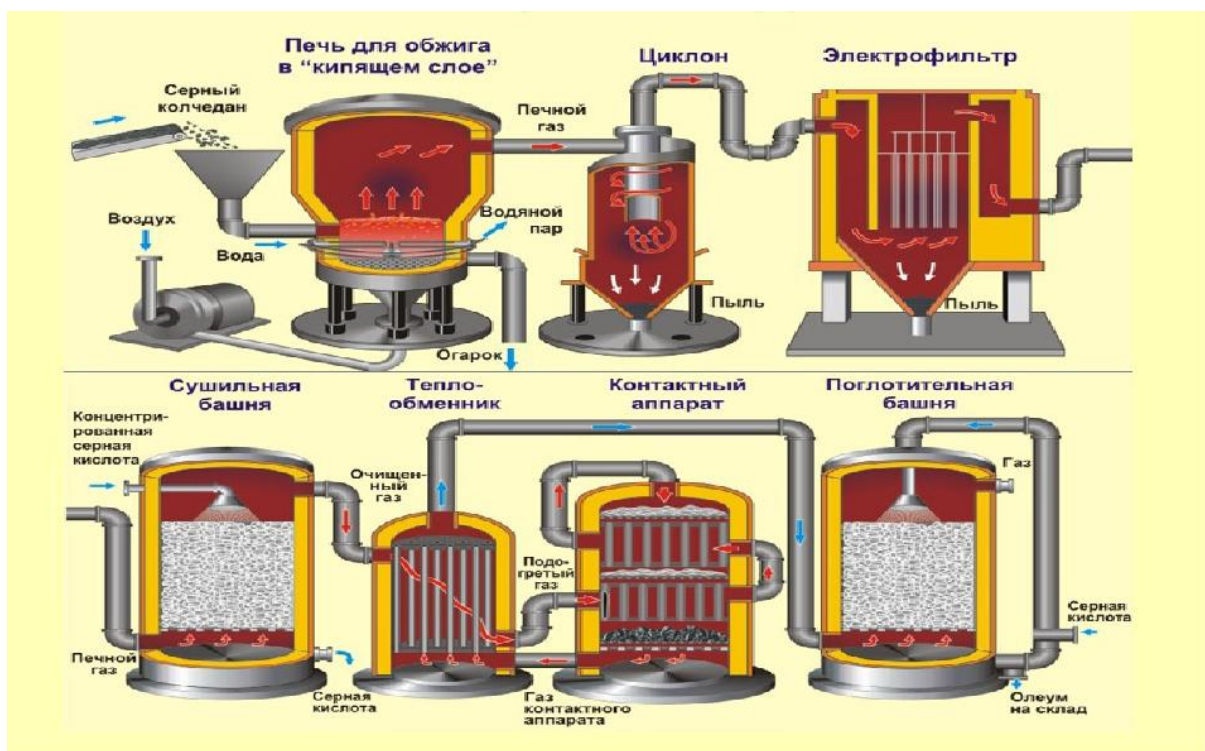


Рисунок 1.1 – Производство серной кислоты

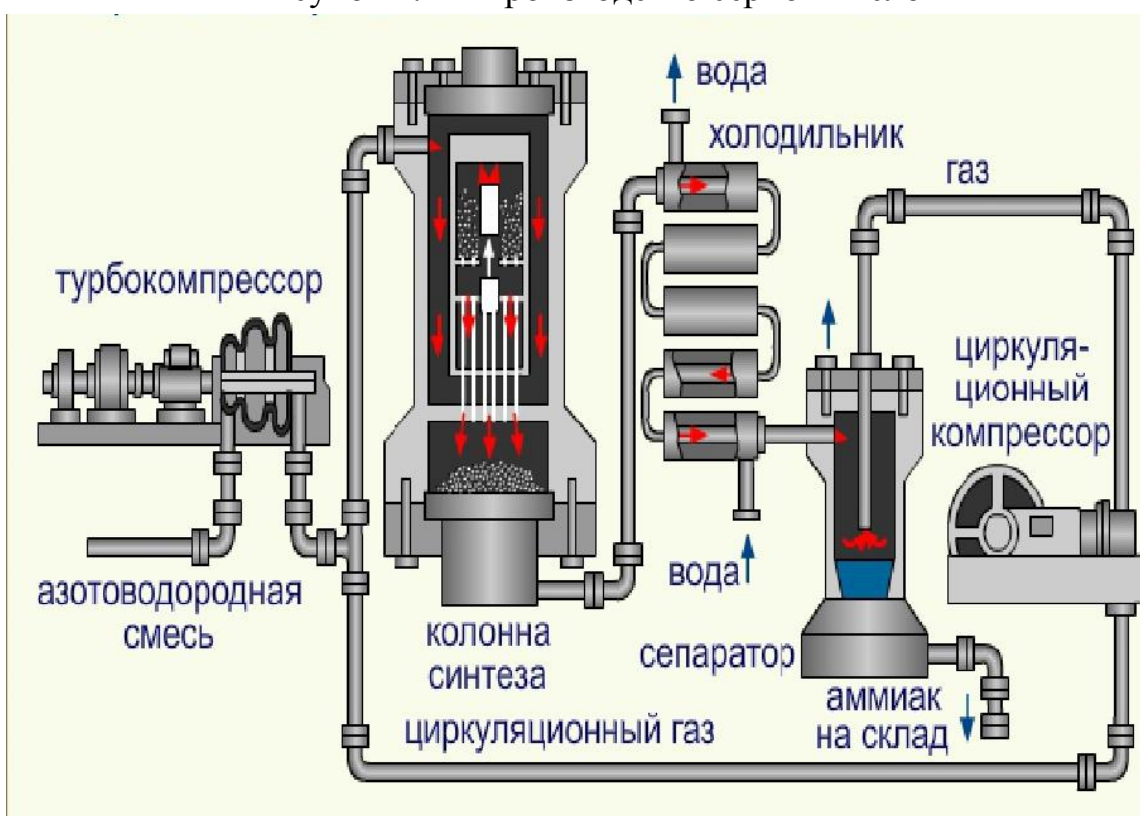


Рисунок 1.2 – Производство аммиака

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Технологическая схема переработки нефти, демонстрирующаяся в школьных учебниках химии

СХЕМА ПЕРВИЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ НЕФТИ

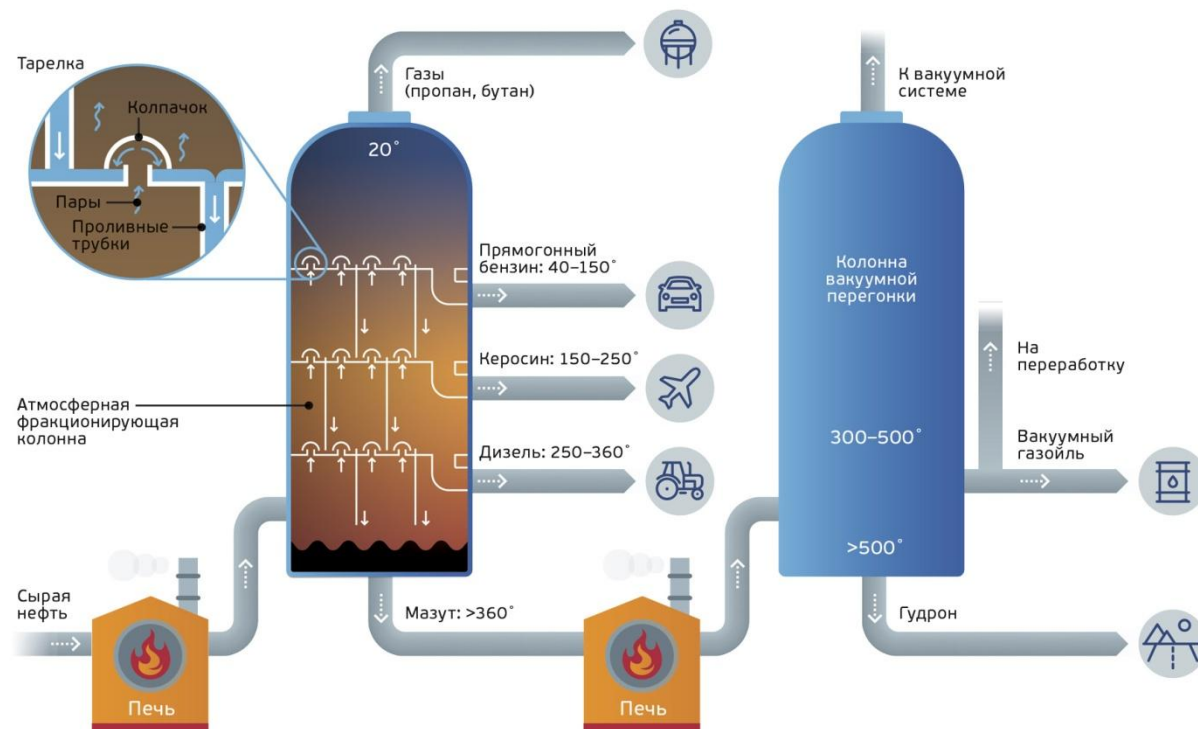


Рисунок 2.А – Схема переработки нефти

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Практическая работа «Получение аммиака и изучение его свойств»

Опыт №1. Получение аммиака

На лист бумаги или в небольшую фарфоровую чашку (можно ступку) насыпьте хлорид аммония и гидроксид кальция объемом по одной ложечке. Смесь перемешайте стеклянной палочкой и высыпьте в сухую пробирку. Закройте ее пробкой с газоотводной трубкой и укрепите в лапке штатива так, как показано на рисунке 1.1.

При укреплении прибора в лапке штатива обратите внимание на наклон пробирки относительно ее отверстия. На газоотводную трубку наденьте сухую пробирку для собирания аммиака.

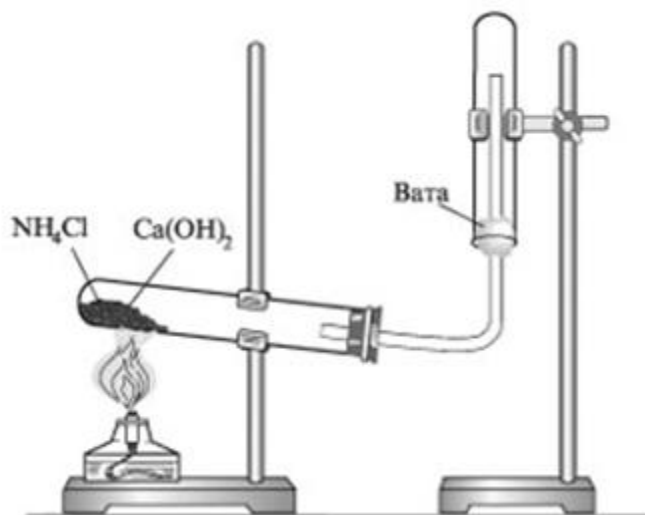


Рисунок 1.1 – Прибор для получения аммиака

Почему пробирка для сбора аммиака размещается вверх дном?

Пробирку со смесью хлорида аммония и гидроксида кальция прогрейте сначала всю (2-3 движения пламени), а затем нагрейте в том месте, где находится смесь.

Составьте уравнение реакции, протекающей при нагревании смеси. Предложите способ определения того, что в результате реакции выделяется аммиак.

Не переворачивая пробирку для сбора аммиака, быстро опустите её в чашку с водой отверстием вниз, подержите так до окончания заполнения водой, прибавьте в раствор каплю фенолфталеина. Опишите свои наблюдения. Какое вещество мы получили?

Опыт 2. Дым без огня

Одну пробирку сполосните концентрированным раствором аммиака и закройте пробкой.

Аналогично, вторую пробирку сполосните концентрированной соляной кислотой и заткните пробкой.

Поднесите обе пробирки горлом друг к другу и быстро откройте пробки.

Опишите наблюдаемое явление. Какое вещество образуется при соприкосновении отверстий двух пробирок? Составьте уравнение протекающей реакции. Приведите пример использования протекающей реакции (или подобной ей реакции) в химической промышленности.

Опыт 3. Изучение свойств водного раствора аммиака

1. Налейте в пробирку 2 мл водного раствора аммиака. Прибавьте 2 капли фенолфталеина. Отметьте происходящие изменения и объясните их.

2. К полученному раствору прибавляйте по каплям раствор соляной кислоты до наблюдаемых изменений окраски. Объясните это изменение, составьте уравнение реакции, обусловившей его.

3. К раствору хлорида алюминия по каплям прибавляйте раствор гидроксида аммония до наблюдения изменений в растворе. Объясните происходящие изменения, составьте уравнение обусловившей их реакции.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Проверочная работа «Серная кислота» 9 класс

Вариант 1

Задание №1

Напишите уравнение реакции первой стадии получения серной кислоты.

Задание №2

Как называется аппарат используемый, на последней стадии получения серной кислоты?

Задание №3

С какими из веществ: O_2 , Na , Al_2O_3 , CO_2 , H_2SiO_3 , K_3PO_4 , SiO_2 , Au , $Fe(OH)_3$ взаимодействует разбавленная серная кислота? Составьте уравнения реакций в молекулярном и ионном виде, назовите все вещества.

Вариант 2

Задание №1

Напишите уравнение реакции второй стадии получения серной кислоты.

Задание №2

Почему при производстве серной кислоты на стадии контактного окисления используют теплообменники?

Задание №3

С какими из веществ: N_2 , K , $Zn(OH)_2$, $AlCl_3$, H_2S , Li_3PO_4 , SO_2 , Ag , $Ba(NO_3)_2$ взаимодействует разбавленная серная кислота? Составьте уравнения реакций в молекулярном и ионном виде, назовите все вещества.

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Проверочная работа «Азот. Аммиак»

Вариант 1

- Молекулярная формула аммиака
а) NH_4 б) NH_3 в) NH_2
- Молекулы аммиака (сжиженного) связываются друг с другом благодаря связи
а) водородной б) ковалентной в) ионной
- Найдите способы обнаружения аммиака:
а) по появлению резкого запаха б) по покраснению влажной лакмусовой бумаги в) по посинению влажной лакмусовой бумаги г) по появлению белого дыма от соляной кислоты
- Допишите схемы реакций, укажите условия их протекания:
а) $\text{N}_2 + \text{Al} \rightarrow$
б) $\text{N}_2 + \text{O}_2 \rightarrow$
- Расставьте степени окисления атомов элементов в соединениях:
а) Ca_3N_2 б) N_2O_5

Вариант 2

- Внутри молекулы аммиака связь N-H
а) ковалентная полярная б) ковалентная неполярная в) ионная г) водородная
- Аммиак - это
а) бесцветный легкий газ с приятным запахом, плохо растворимый в воде
б) бесцветный тяжелый газ без запаха, хорошо растворимый в воде
в) бесцветный легкий газ с резким запахом, очень хорошо растворимый в воде
- 10%-й раствор аммиака - это
а) «нашатырный спирт» б) «аммиачная вода» в) «известковая вода»
- Допишите схемы реакций, укажите условия их протекания:
а) $\text{N}_2 + \text{H}_2 \rightarrow$
б) $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{NaOH} \rightarrow$
- Расставьте степени окисления атомов элементов в соединениях:
а) HNO_2 б) NH_3

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

Контрольная работа по теме «Неметаллы» 9 класс

Уровень А

Выберите один правильный ответ.

- Какой заряд ядра атома кремния:
 - +14
 - +28
 - +3
 - +4
- Количество валентных электронов атома углерода:
 - 2
 - 4
 - 6
 - 12
- Возможная валентность серы:
 - только II
 - только II и IV
 - только II, IV, VI
 - II, IV, VI, VIII
- Возможная валентность атома фосфора:
 - I
 - только III
 - III и V
 - I, III, V, VII
- Степень окисления атома углерода, которую он может проявлять в составе оксида:
 - +2; -2
 - +2 и +4
 - только +4

- d. только +2
6. Может быть красным или белым:
- a. кислород
 - b. азот
 - c. сера
 - d. фосфор
7. Основной компонент воздуха:
- a. кислород
 - b. азот
 - c. хлор
 - d. углекислый газ
8. Графит и алмаз состоят из: атомов
- a. фосфора
 - b. кремния
 - c. углерода
 - d. водорода
9. Формула оксида углерода (II):
- a. CO
 - b. H_2CO_3
 - c. CO_2
 - d. C_2H_2
10. Явление аллотропии не свойственно:
- a. сере
 - b. азоту
 - c. фосфору
 - d. углероду
11. Формула летучего водородного соединения азота:
- a. N_2
 - b. NH_3
 - c. NH_4

d. NO

12. Формула сильного окислителя, который обугливает органические вещества:

a. H_2SO_4

b. H_2S

c. H_2SO_3

d. SO_2

13. Ядовитое вещество, светится в темноте, воспламеняется при 40°

C:

a. Пластическая сера

b. Красный фосфор

c. Белый фосфор

d. Озон

14. Формула оксида кремния IV:

a. Si

b. SiO_2

c. H_2SiO_3

d. SiO

15. Какой газ нельзя собрать в сосуд методом вытеснения воды:

a. водород

b. кислород

c. азот

d. аммиак

16. Формула соды:

a. CaCO_3

b. Na_2CO_3

c. K_2CO_3

d. H_2CO_3

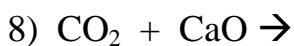
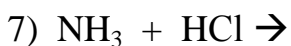
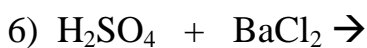
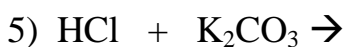
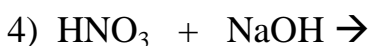
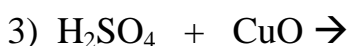
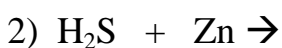
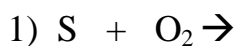
Уровень В

Допишите правильный ответ

1. Какое вещество используют в медицине, для приведения человека в чувства _____
2. Для получения газированной воды используют _____ газ.
3. Это газообразное соединение углерода является сильным ядом _____.
4. Вещества, образующиеся при взаимодействии аммиака с кислотами называются _____.
5. Самый твердый природный минерал - _____.
6. Основные отрасли силикатной промышленности – это _____.

Уровень С

1. Допишите уравнения реакций



2. Составьте уравнения реакций по схеме:



Запишите уравнение реакции по схеме в молекулярном и ионном виде:

ПРИЛОЖЕНИЕ 7

Проверочная работа по теме «Скорость реакции, ее зависимость от различных факторов» 11 класс

1. Скорость реакции азота с водородом понизится при:
 - а) уменьшении температуры б) увеличении концентрации азота
 - в) использовании катализатора г) увеличении давления
2. Какое утверждение относительно катализаторов неверно?
 - а) Катализаторы участвуют в химической реакции
 - б) Катализаторы смещают химическое равновесие
 - в) Катализаторы изменяют скорость реакции
 - г) Катализаторы ускоряют как прямую, так и обратную реакцию
3. На скорость химической реакции $2\text{NH}_3(\text{г}) = \text{N}_2(\text{г}) + 3\text{H}_2(\text{г})$ не влияет изменение
 - а) концентрации аммиака б) давления в) концентрации водорода г) температуры
4. Реакция протекает по уравнению $\text{A} + 2\text{B} = 2\text{C}$ (все вещества газообразные). Во сколько раз и как измениться скорость реакции :
 - а) при увеличении концентрации вещества А в 3 раза?
 - б) При увеличении концентрации вещества В в 3 раза?
 - в) при увеличении давления в 3 раза?
5. Реакция протекает по уравнению $2\text{A} + \text{B} = 2\text{C}$. В начале реакции концентрация реагирующих веществ одинаковы и равны 1 моль/л, через 1 мин концентрация вещества В стала 0,6 моль/л. Какой стала концентрация А.и.С? Какова скорость этой реакции по веществу В?

ПРИЛОЖЕНИЕ 8

Проверочная работа «Химическое равновесие» 11 класс

Вариант №1

1. Как сместится химическое равновесие при изменении параметров в системах:

а) $\text{NH}_{3(\text{r})} + \text{O}_{2(\text{r})} \leftrightarrow \text{NO}_{(\text{r})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{r})} + Q$, при уменьшении температуры, увеличении давления, увеличении концентрации аммиака?

б) $\text{HCl}_{(\text{r})} \leftrightarrow \text{H}_2_{(\text{r})} + \text{Cl}_{2(\text{r})} - Q$, при уменьшении давления, уменьшении температуры, уменьшении концентрации хлороводорода?

2. Дать характеристику данным реакциям по всем изученным признакам.

Вариант №2

1. Как сместится химическое равновесие при изменении параметров в системе:

а) $\text{C} + \text{S}_{2(\text{r})} + \text{H}_2\text{S}_{(\text{r})} \leftrightarrow \text{CH}_{4(\text{r})} + \text{S}_{(\text{тв.})} + Q$, при уменьшении концентрации метана, увеличении давления, увеличении концентрации серы?

б) $\text{NO}_{2(\text{r})} \leftrightarrow \text{NO}_{(\text{r})} + \text{O}_{2(\text{r})} - Q$, при увеличении давления, увеличении температуры, увеличении концентрации оксида азота (IV)?

2. Дать характеристику реакциям по всем изученным признакам.

Вариант №3

1. Как сместится химическое равновесие при изменении параметров в системе:

а) $\text{HNO}_{3(\text{ж})} \leftrightarrow \text{NO}_{(\text{r})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})} + \text{O}_2 - Q$, при увеличении температуры, уменьшении давления, уменьшении концентрации азотной кислоты?

б) $\text{NO}_{(\text{r})} + \text{SO}_{2(\text{r})} \leftrightarrow \text{N}_2\text{O}_{(\text{r})} + \text{SO}_{3(\text{r})} + Q$, при уменьшении давления, увеличении температуры, увеличении концентрации оксида серы (VI)?

2. Дать характеристику реакциям по всем изученным признакам.

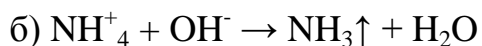
ПРИЛОЖЕНИЕ 9

Контрольная работа по теме «Химические реакции» – 11 класс

1. Дайте характеристику реакции по всем изученным классификационным признакам: $3\text{N}_2 + \text{H}_2 \leftrightarrow 2\text{NH}_3 + \text{Q}$

2. Рассмотрите уравнение: $\text{Cu} + \text{HNO}_3 (\text{p}) \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$ с точки зрения ОВР.

3. Составьте молекулярные уравнения реакций, сущность которых выражают следующие сокращённые ионные уравнения:

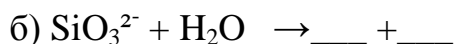
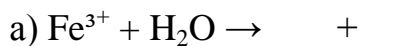


4. Какие из следующих жидкостей проводят электрический ток: формалин, раствор медного купороса, этанол, соляная кислота? Дайте обоснованный ответ.

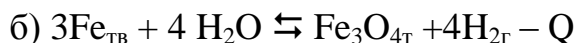
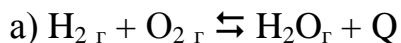
5. Укажите среду водных растворов следующих солей: а) карбоната калия; б) хлорида натрия; в) нитрата цинка; Напишите уравнение реакции гидролиза соли, имеющей кислую среду

6. Напишите уравнение реакции гидролиза метилацетата.

7. Допишите краткие ионные уравнения реакций гидролиза солей:



8. В каком направлении произойдёт смещение равновесия в системах



в случаях повышения концентрации водорода, повышении давления и понижении температуры?

9. Пара ионов, которая может одновременно находиться в растворе:



10. Формула вещества, образующего при диссоциации сульфат-ионы:

а) Na_2S б) SO_3 в) Na_2SO_4 г) BaSO_4

11. К реакциям ионного обмена относится реакция между:

а) натрием и водой;

б) железом и серой;

в) магнием и соляной кислотой;

г) раствором хлорида бария и раствором сульфата натрия.

12. При взаимодействии растворов каких веществ образуется осадок:

а) LiNO_3 и Na_2CO_3 ;

б) Na_2CO_3 и HNO_3 ;

в) $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ и K_3PO_4 ;

г) AgNO_3 и HF ;

13. Укажите сумму коэффициентов в полном ионном уравнении реакции взаимодействия карбоната натрия с серной кислотой:

а) 11 б) 12 в) 13 г) 14

14. Окислительные свойства серы проявляются в реакциях с

а) с кислородом б) фтором в) металлами г) водородом

15. Сумма коэффициентов в уравнении реакции между водными растворами нитрата хрома(III) и сульфида натрия равна

а) 11 б) 22 в) 6 г) 12

16. В четырех пробирках находятся водные растворы перечисленных ниже солей. Раствор какой соли можно отличить от других с помощью лакмуса?

а) бромид алюминия; б) сульфат цинка; в) нитрат свинца; г) силикат калия

17. Установите соответствие между формулой вещества и степенью окисления углерода

<i>ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА</i>	<i>СТЕПЕНЬ ОКИСЛЕНИЯ</i>
А) CH ₄	1) +4
Б) HCHO	2) +2
В) CCl ₄	3) 0
Г) HCOOH	4) -2
	5) -4

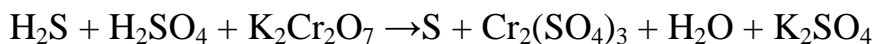
18. Установите соответствие между уравнением реакции и веществом окислителем, участвующим в данной реакции

<i>УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ</i>	<i>ОКИСЛИТЕЛЬ</i>
А) 2 NO + 2 H ₂ = N ₂ + 2 H ₂ O	1) H ₂
Б) 2 NH ₃ + 2 Na = 2 NaNH ₂ + H ₂	2) NO
В) H ₂ + 2 Na = 2 NaH	3) N ₂
Г) 4 NH ₃ + 6 NO = 5 N ₂ + 6 H ₂ O	4) NH ₃
	5) Na

19. Установите соответствие между схемой окислительно-восстановительной реакции и числом электронов, которые отдает атом восстановителя.

<i>СХЕМА РЕАКЦИИ</i>	<i>ЧИСЛО ЭЛЕКТРОНОВ</i>
1) NH ₃ + O ₂ = NO + H ₂ O	А) 1
2) Na + H ₂ O = NaOH + H ₂	Б) 4
3) S + H ₂ SO ₄ = SO ₂ + H ₂ O	В) 2
4) Pb + HNO ₃ = Pb(NO ₂) ₂ + NO ₂ + H ₂ O	Г) 5
	Д) 3
	Е) 6

20. В молекулярном уравнении реакции



коэффициенты перед формулами окислителя и воды равны соответственно ___ и _____

21. Составьте уравнение окисления пероксида водорода перманганатом калия в сернокислом растворе. Вычислите объем выделившегося в реакции газа (н.у.), если при этом образовалось 9,06 г сульфата марганца (II).