

5. Приведите примеры используемых в промышленности химических реакций получения металлов, с которыми вы ознакомились, изучая материал главы 7.

6. Приведите примеры используемых в промышленности химических реакций получения азотной и серной кислот, с которыми вы ознакомились, изучая материал главы 6.

7. На основе изученного в главах 6 и 7 материала предложите неорганические вещества, пригодные для борьбы с заболеваниями растений.

8. Гипс — один из важнейших строительных материалов. Помимо применения в изготовлении штукатурки, панелей и перегородок, его используют для получения слепков, декоративных элементов. Рассчитайте минимальный объём воды, которую нужно добавить к порошку полуводного сульфата кальция массой 1000 г для формирования двухводного кристаллогидрата и получения твёрдого прочного материала.

9. Для удаления ржавчины перед окраской деталей автомобиля их можно обработать фосфорной кислотой. Для этого рекомендуется к 100 г 85%-ной фосфорной кислоты добавить 1 дм³ воды. Определите массовую долю кислоты в полученном растворе и его молярную концентрацию. Плотность раствора принять равной 1,04 г/см³.

10. Гомельский химический завод выпускает комплексные гранулированные азотно-фосфорно-калийные удобрения различных марок. Одна из них характеризуется массовой долей аммонийного азота — 5 %, массовая доля общих фосфатов в пересчёте на P₂O₅ — 16,5 %, массовая доля общего калия в пересчёте на K₂O — 36 %.

Предположим, что вам необходимо приготовить такое удобрение путём смешивания трёх компонентов: NH₄H₂PO₄, (NH₄)₂HPO₄, KCl.

Рассчитайте, в каком массовом отношении надо смешать эти компоненты, чтобы получить удобрение с указанным составом питательных элементов.



§ 52. Химическая промышленность Республики Беларусь в интересах устойчивого развития страны

Химическая промышленность — важнейший сектор экономики Беларуси. Он обеспечивает функционирование других отраслей хозяйственного комплекса, экономическую безопасность, обороноспособность, а в итоге — устойчивое развитие страны и достойный уровень жизни населения.

Нашу страну часто называют «страной большой химии». Такой она стала в 60–70-е годы XX века, когда усилиями политиков и учёных, инженеров и строителей у нас в стране появились мощные химические предприятия, научно-исследовательские институты и высшие учебные заведения, готовящие химиков-исследователей и химиков-технологов.

Основные отрасли химической промышленности Беларуси — это горно-химическая (производство калийных удобрений), нефтехимическая (переработка нефти) и основная химия (производство минеральных удобрений,

химических волокон и нитей, синтетических смол и пластических масс, резинотехнических изделий и др.).

Химические вещества и химические технологии используются не только непосредственно в химической промышленности, но и в производстве стекла, керамики, бумаги, красок, металлических покрытий и во многих других промышленных процессах.

Крупнейшие химические предприятия Республики Беларусь

Открытое акционерное общество «Беларуськалий» (г. Солигорск) является одним из крупнейших производителей калийных удобрений. В состав каждого из четырёх рудоуправлений входит рудник, где добывают калийную руду, и обогатительная фабрика для её переработки и выпуска продукции (рис. 120).

Кроме калийных удобрений в виде хлорида калия с добавками, ОАО «Беларуськалий» производит технический хлорид натрия, поваренную соль NaCl , гипохлорит натрия NaClO для изготовления дезинфицирующих и отбеливающих средств, соляную кислоту (35 % HCl), гидроксид калия KOH .

Открытое акционерное общество «Нафтан» (г. Новополоцк) — крупный нефтеперерабатывающий и нефтехимический комплекс, выпускающий различные виды топлива, смазочные масла и битумы, ароматические углеводороды и продукты нефтехимии. В 2008 году ОАО «Нафтан» было реорганизовано путём присоединения к нему ОАО «Полимир» (рис. 121).

На ОАО «Полимир» осуществляется пиролиз углеводородного сырья (бензина и лёгких углеводородных фракций) с получением полиэтилена, акрилового волокна, продуктов органического синтеза и углеводородных фракций. Продукция предприятия находит применение в производстве кабеля и упаковочных материалов, изготовлении



ОАО «Беларуськалий»



Рис. 120. ОАО «Беларуськалий»



ОАО «Нафтан»



ОАО «Полимир»



Рис. 121. ОАО «Полимир»



Рис. 122. ОАО «Мозырский нефтеперерабатывающий завод»

ковров, текстильных тканей и трикотажных изделий, искусственного меха, а также бытовой химии и других продуктов. Ряд органических соединений, предлагаемых ОАО «Полимир», является также сырьём для дальнейшего синтеза разнообразных специальных химических продуктов.

Открытое акционерное общество «Мозырский нефтеперерабатывающий завод» производит экологически чистые автобензины, дизельное топливо для наземной и судовой техники, топочный мазут, сжиженные газы для коммунально-бытового потребления и других целей, нефтяные битумы (дорожный, кровельный, строительный), парафины, необходимые для изготовления моющих средств и белково-витаминных кормов, серную кислоту, техническую серу (рис. 122).

Открытое акционерное общество «Гродно Азот» — одно из ведущих химических предприятий, производящее азотные минеральные удобрения для сельского хозяйства (аммиак, карбамид, карбамидо-аммиачные смеси, сульфат аммония), а для химической отрасли страны — капролактан, необходимый для получения химических волокон и нитей, а также метанол, азотную и серную кислоты и другие виды продукции (рис. 123).

В состав ОАО «Гродно Азот» входит «Завод Химволокно» — одно из ведущих предприятий в СНГ по производству нитей технического назначения и кордных тканей из полиамида-6 и единственное в СНГ по изготовлению высокопрочных нитей (рис. 124).



ОАО «Мозырский нефтеперерабатывающий завод»



ОАО «Гродно Азот»



Рис. 123. ОАО «Гродно Азот»



Рис. 124. Филиал «Завод Химволокно»

Открытое акционерное общество «Гомельский химический завод» является крупнейшим в стране предприятием, выпускающим фосфорсодержащие минеральные удобрения (аммофос, азотно-фосфорно-калийные удобрения, аммонизированный суперфосфат), а также продукцию неорганического синтеза (серная кислота, сульфит натрия, фторид алюминия, криолит, аэросил, или диоксид кремния) (рис. 125).

Открытое акционерное общество «Могилёвхимволокно» представляет собой комплекс производств, связанных единым технологическим циклом — от получения исходного сырья (диметилтерефталата, полиэтилентерефталата) до выпуска готовой продукции (полиэфирные волокна, нити, нетканые полотна) и производства на их основе товаров народного потребления (рис. 126).



ОАО «Гомельский химический завод»



ОАО «Могилёвхимволокно»



Рис. 125. Гомельский химический завод



Рис. 126. ОАО «Могилёвхимволокно»



Рис. 127. ОАО «Светлогорск Химволокно»

Открытое акционерное общество «Светлогорск Химволокно». В состав предприятия входят завод искусственного волокна и завод полиэфирных текстильных нитей (рис. 127).

Завод искусственного волокна производит материалы технического назначения (углеродные и термостойкие, нетканые из полипропилена).

Завод полиэфирных текстильных нитей выпускает продукцию, которая применяется в изготовлении тканей различного назначения (плательные, костюмные, мебельные, технические, для спецодежды), текстильно-галантерейных изделий (гардинно-тюлевые изделия и кружева, перчатки, верёвки, шнуры, ленты), нетканых материалов, ковровых изделий, искусственного меха, трикотажного полотна для спортивных изделий и домашнего текстиля, различного обивочного материала для салонов автомобилей.

Открытое акционерное общество «Белшина» (г. Бобруйск) — одно из крупнейших предприятий в СНГ по производству шин для легковых, грузовых, большегрузных автомобилей, строительно-дорожных и подъёмно-транспортных машин, электротранспорта, автобусов, тракторов и сельскохозяйственных машин (рис. 128).



Рис. 128. ОАО «Белшина»



ОАО «Светлогорск
Химволокно»



ОАО «Белшина»



Рис. 129. ОАО «Лакокраска»



Рис. 130. Борисовский завод пластмассовых изделий

Открытое акционерное общество «Лакокраска» (г. Лида) — ведущее предприятие в Республике Беларусь по изготовлению лакокрасочных материалов различного назначения: эмалей, лаков, грунтов, красок для разметки дорог, водно-дисперсионных красок, фасадных красок (рис. 129).

Открытое акционерное общество «Борисовский завод пластмассовых изделий» (рис. 130) выпускает изделия из пластмасс производственного назначения, товары народного потребления, полиэтиленовую плёнку, полиэтиленовые и полипропиленовые трубы.

Кроме перечисленных крупных химических производств, в Республике Беларусь успешно функционируют предприятия, занимающиеся изготовлением бытовой химии — моющих, чистящих и косметических средств. Среди них ОАО «Брестский завод бытовой химии», «Белита-Витэкс», «Модум» (г. Минск) и другие.

На основе химической и биохимической технологий в нашей стране широкое развитие получила фармацевтическая отрасль, связанная с исследованием, разработкой, массовым производством лекарственных препаратов, предназначенных для профилактики и лечения болезней. Основные предприятия фармацевтической промышленности Республики Беларусь — РУП «Белмедпрепараты» (г. Минск), ОАО «Борисовский завод медпрепаратов», ОАО «Несвижский завод медицинских препаратов», СП ООО «Фармлэнд» (г. Минск), СООО «Лекфарм» (г. Логойск). На фармацевтических предприятиях страны производится около 1,6 тысячи разных лекарственных средств.



ОАО «Лакокраска»



ОАО «Борисовский завод пластмассовых изделий»

Развитие любого промышленного химического производства невозможно без научного сопровождения, инновационных разработок и фундаментальных исследований. Этим в нашей стране занимаются научно-исследовательские институты Национальной академии наук Беларуси, отраслевые научно-исследовательские институты и профильные кафедры высших учебных заведений.

Химическая промышленность — важнейший сектор экономики Республики Беларусь.

К основным отраслям химической промышленности Республики Беларусь относятся горно-химическая (получение калийных удобрений), нефтехимическая (переработка нефти) и основная химия (производство минеральных удобрений, химических волокон и нитей, синтетических смол и пластических масс, резинотехнических изделий).

Вопросы, задания, задачи

1. Почему нашу страну называют «страной большой химии»?
2. Назовите химические предприятия Республики Беларусь, на которых производят бензин, минеральные удобрения, полимерные плёнки, искусственное волокно.
3. Назовите предприятия Республики Беларусь, на которых изготавливают лекарственные препараты, бытовые химикаты.
4. Приведите известные вам сведения о промышленном получении хлороводорода, соляной и фосфорной кислот, а также соответствующие уравнения химических реакций.
5. На каком предприятии в Беларуси производится азотная кислота? В основе этого производства лежит получение аммиака, из которого затем синтезируют азотную кислоту. Приведите возможные уравнения химических реакций.
6. Приведите известные вам сведения о промышленном получении минеральных удобрений в Республике Беларусь, а также соответствующие уравнения химических реакций.
7. Сульфат аммония может быть получен с использованием сульфата кальция, газобразных аммиака и CO_2 . Приведите возможные уравнения химических реакций.
8. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения: $\text{P} \rightarrow \text{P}_2\text{O}_5 \rightarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \rightarrow \text{CaHPO}_4 \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4$.
9. В ОАО «Гродно Азот» в производстве аммиака используются агрегаты мощностью 1650 т аммиака в сутки. Рассчитайте минимальные объёмы азота и природного газа (н. у.), которые потребуются для получения такого количества аммиака. Конверсию метана с образованием водорода и угарного газа считать полной (см. с. 160).
10. В процессе изготовления жидких азотных удобрений используют водные растворы солей. К числу таких удобрений относятся смеси концентрированных растворов карбамида $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ и аммиачной селитры NH_4NO_3 . Рассчитайте массы 80%-ного раствора карбамида и 70%-ного раствора селитры, которые нужно взять, чтобы приготовить одну тонну жидкого удобрения, если массовая доля $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ в нём должна составлять 29,48 %, а NH_4NO_3 — 39,77 %. Определите массовую долю азота в таком удобрении.

§ 53. Охрана окружающей среды от вредного воздействия химических веществ. «Зелёная химия»

Борьба с загрязнениями окружающей среды

Достижения науки и технологии позволили создать комфортные условия для жизни людей. Однако неоправданно высокие темпы роста потребления привели к чрезмерным нагрузкам на окружающую среду, к её загрязнению и истощению природных ресурсов.

К основным видам загрязнений, влияющих на естественную окружающую среду относят:

- отходы — бытовые и промышленные, побочные продукты производств (радиоактивные элементы, пластики, тяжёлые металлы с плотностью более 5 г/см^3);

- отработанные газы — выхлопные газы автомобилей (NO , NO_2 , CO , углеводороды — продукты неполного сгорания топлива, отходящие газы), технологических установок (CO_2 , CO , SO_2 , NO , NO_2 , O_3) тепловых электростанций, предприятий металлургии, химической промышленности и производств строительных материалов;

- бытовые, хозяйственные и промышленные сточные воды, с которыми в окружающую среду поступают фосфаты (моющие и чистящие средства, фосфорные удобрения и др.), нитраты и другие азотсодержащие соединения (минеральные удобрения, экскременты человека и животных), другие соли (хлориды, сульфаты), тяжёлые металлы, поверхностно-активные вещества (ПАВ), пестициды.

Загрязнения влияют на состояние окружающей среды, опасны для людей, являются причиной различных болезней и генетических мутаций. Тем не менее современной цивилизации не обойтись без химической промышленности. Проблема состоит не в создании химиками «вредных веществ», а в том, что люди не всегда рационально используют синтезированные вещества и химические технологии. Следовательно, именно химики должны найти пути снижения вреда, приносимого промышленными предприятиями и другими источниками загрязнения нашей планеты. В связи с этим возможны два пути:

- 1) отслеживать поступление вредных веществ в окружающую среду и обезвреживать или уничтожать их, что является задачей экологической химии;

- 2) предотвращать загрязнение среды, уменьшая выработку природных богатств, что является задачей «зелёной химии».

Следуя по первому пути, химики-аналитики и экологи разрабатывают эффективные методы мониторинга водоёмов, почв, воздуха. Учёные и инженеры-разработчики изобретают, а химическая промышленность выпускает многочисленные сорбенты, поглотители, ионообменные смолы для очистки промышленных и сточных вод, поглощения вредных газов и пыли, выделяемых предприятиями. Химики разрабатывают методы утилизации промышленных и бытовых отходов путём их безопасного уничтожения или переработки с целью повторного использования. Д. И. Менделеев в своё время писал: «В химии нет отходов, а есть неиспользованное сырьё».

В качестве примеров утилизации различных отходов в Республике Беларусь можно привести переработку металлолома на Белорусском металлургическом заводе. Сегодня в промышленных масштабах перерабатывают макулатуру, изделия из пластмасс и стекла. Шлак литейного производства применяют для изготовления стройматериалов (кирпича, черепицы). На белорусских нефтеперерабатывающих предприятиях имеются установки по преобразованию сероводорода, выделяющегося в процессе переработки нефти в атмосферу, в полезный продукт — серную кислоту.

На Гомельском химическом заводе фтороводород, возникающий в процессе разложения апатитового (фосфоритового) концентрата преобразуют в H_2SiF_6 , AlF_3 , Na_3AlF_6 .

Предотвращение загрязнений окружающей среды

Химики, разделяя тревогу человечества за ухудшение состояния окружающей среды, выработали новую стратегию организации химических производств, которая получила название «зелёная химия».

«Зелёная химия» — это стратегия производства и применения химических продуктов и процессов, предусматривающая уменьшение или исключение использования и образования вредных веществ.

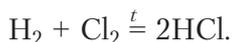
Рассмотрим, как в рамках «зелёной химии» предлагается решать экологические проблемы.

1. Чтобы избежать попадания химических веществ в окружающую среду и снизить потери природных ресурсов, требуется разрабатывать химические процессы, которые исключают образование побочных продуктов. Например, в известном вам традиционном лабораторном методе синтеза хлороводорода по реакции



теоретически только 2 из 9 атомов реагентов входят в состав нужного продукта. Так называемая атомная эффективность этого процесса составляет 22 %.

На ОАО «Беларуськалий» хлороводород получают прямым взаимодействием хлора и водорода, при этом все атомы реагентов входят в состав продукта:



Значит, эффективность процесса составляет 100 %.

2. Необходимо использовать технологические процессы, в которых *как исходные вещества, так и продукты или отходы не наносят вреда* окружающей среде и персоналу предприятий. Например, отбеливание целлюлозы хлором при производстве бумаги приводит к образованию и поступлению в окружающую среду токсичных веществ — диоксинов. Чтобы этого избежать, предпочтительнее проводить отбеливание целлюлозы пероксидом водорода, который не представляет такой опасности. При попадании в окружающую среду он быстро разлагается:



Известно о вреде, который наносят всему живому выброшенные полимерные упаковки, пакеты, бутылки из пластика. Однако полный переход на бумажную упаковку приведёт к необходимости увеличения производства бумаги, а следовательно, дополнительной вырубке лесов. Поэтому предлагается перейти на изготовление упаковочного материала из биоразлагаемых материалов, произведённых, например, из молочной кислоты или производных целлюлозы. Для изготовления бутылок лучше использовать стекло, которое можно использовать повторно либо переплавлять и получать новые изделия.

3. Большинство химико-технологических процессов протекает в растворах. Использованные водные или неводные растворители с содержащимися в них примесями должны проходить процесс очистки. Это дорогостоящий процесс. К тому же полной очистки, как правило, не происходит. Растворители с содержащимися в них опасными химическими реагентами в виде сточных вод сбрасываются в реки. Выходом из этой ситуации является *отказ от использования растворителей или выбор таких, которые не загрязняют окружающую среду*.

Например, в качестве растворителя предлагают использовать углекислый газ, сжатый до состояния, при котором он приближается по плотности к жидкости. Такой растворитель уже сегодня используют для экстракции кофеина из кофейных зёрен, эфирных масел из растений и в некоторых химических реакциях. После проведения экстракции раствор достаточно нагреть и весь CO_2 испарится.

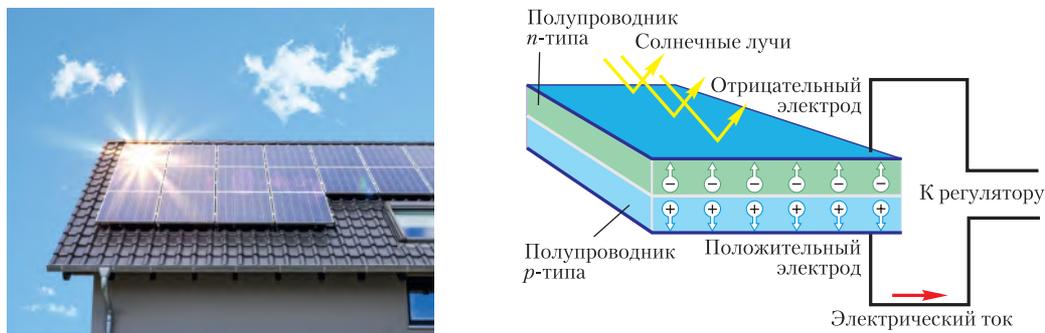


Рис. 131. Солнечная панель на крыше дома и схема конструкции солнечного элемента

4. Чтобы предотвратить истощение природных ресурсов, необходимо *создавать производства или осуществлять процессы, в которых используются возобновляемые виды сырья* — растительные масла, целлюлоза, бытовой мусор, углекислый газ.

Такой подход лежит в основе получения метиловых эфиров жирных кислот — биотоплива из рапсового масла.

Химики работают над созданием материалов для солнечных батарей, которые преобразуют неисчерпаемую энергию Солнца в электрическую (рис. 131).

5. Уменьшить попадание выхлопных газов автомобилей в атмосферу и *снизить парниковый эффект* можно путём замены двигателей внутреннего сгорания углеводородов на электродвигатели. Для этого химики работают над созданием новых химических источников тока, в частности, над разработкой эффективных топливных элементов, преобразующих энергию беспламенного окисления водорода кислородом в электрическую.

Большой шаг в снижении степени загрязнения атмосферы — применение автомобильных катализаторов — устройств в выхлопной системе автомобиля. Они предназначены для снижения токсичных выбросов в атмосферу путём восстановления оксидов азота и окисления угарного газа, а также недогоревших углеводородов.

В настоящее время для устойчивого развития цивилизации человечество должно направлять свою деятельность не только на устранение вредных последствий, но и на предотвращение их появления, действовать по принципу «не навреди себе, обществу, природе». Такая деятельность возможна в условиях развития химической науки, разработки на её основе ресурсо-, энерго- и экологически безопасных технологий, новых материалов и веществ.

Задачи экологической химии — отслеживая поступление вредных веществ в окружающую среду, обезвреживать или уничтожать их, ограничивать их распространение.

«Зелёная химия» — это стратегия производства и применения химических продуктов и процессов, предусматривающая уменьшение или исключение использования и образования вредных веществ.

Вопросы, задания, задачи

1. Каковы причины экологических проблем? Как вы понимаете выражение: «Возникновение экологических проблем — это следствие чрезмерного потребления»?
2. Назовите вещества — основные загрязнители воздуха и их источники.
3. Какие неорганические вещества могут быть обнаружены в воде из колодца, если:
а) она является жёсткой; б) неподалёку расположен коровник; в) рядом находится удобряемое поле?
4. Оцените плюсы и минусы использования в качестве упаковки полиэтилена и бумаги.
5. Назовите возможные пути уменьшения загрязнения окружающей среды химическими предприятиями. Как эти задачи предлагает решать «зелёная химия»?
6. Признано, что дешевле предотвратить образование загрязнений, чем ликвидировать их последствия. Приведите примеры воплощения этой идеи в организацию современных химических производств.
7. Предложите способы поглощения выделяющегося в производственном процессе:
а) хлороводорода; б) сероводорода; в) сернистого газа.
8. На основании известных вам реакций с участием металлов предложите метод извлечения меди из отработанного раствора гальванического меднения, содержащего сульфат меди.
9. У транспортных магистралей с интенсивным движением автотранспорта ощущается запах диоксида азота. Объясните источник его возникновения. Примите к сведению, что в бензине не содержатся соединения азота, а в цилиндре автомобильного двигателя достигается высокое давление и температура. Ощущение запаха NO_2 начинается при его содержании 8 мг/м^3 в воздухе. Рассчитайте объёмную долю NO_2 , соответствующую этой его концентрации.
10. По нормам зоогигиены предельно допустимая концентрация (ПДК) вредных газов на свиной ферме в объёмных долях составляет: NH_3 — 0,026 % и H_2S — 0,01 %. Известно, что запах аммиака ощущается человеком при концентрации 35 мг/м^3 , а запах сероводорода — при концентрации $1,4\text{--}2,8 \text{ мг/м}^3$. Можно ли с помощью обоняния определить ПДК указанных газов на свиной ферме? Ответ обоснуйте расчётом.