

<b>ОНДҮСТІК ҚАЗАҚСТАН</b> <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> <b>«Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ</b>	 <b>SOUTH KAZAKHSTAN</b> <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> <b>АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»</b>
<b>Кафедра фармацевтической и токсикологической химии</b>	<b>55/11/2025</b>
<b>Лекционный комплекс по дисциплине «Общая химическая технология»</b>	<b>стр. 1 из 24</b>

**ТУПНУСА**

## **ЛЕКЦИОННЫЙ КОМПЛЕКС**

**Дисциплина:**

**Общая химическая технология**

**Код дисциплины:**

**ОНТ 3203**

**Название и шифр ОП:**

**6В07201- «Технология фармацевтического производства»**

**Объем учебных часов/кредитов:**

**150 часов (5 кредитов)**

**Курс и семестр изучения:** **3/5**

**Объем лекции:** **10**

**Шымкент, 2025**

<b>ОНДҮСТІК ҚАЗАҚСТАН</b> <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> <b>«Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ</b>	 <b>SOUTH KAZAKHSTAN</b> <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> <b>АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»</b>
<b>Кафедра фармацевтической и токсикологической химии</b>	<b>55/11/2025</b>
<b>Лекционный комплекс по дисциплине «Общая химическая технология»</b>	<b>стр.2 из 24</b>

Лекционный комплекс разработан в соответствии с рабочей программой дисциплины (силлабусом) «Общая химическая технология» и обсужден на заседании кафедры

Протокол №25а от «26» .06.2025 г.

Заведующий кафедрой, профессор



Ордабаева С.К.

<b>ОНДҮСТІК ҚАЗАҚСТАН</b> <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> <b>«Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ</b>	 <b>SOUTH KAZAKHSTAN</b> <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> <b>АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»</b>
<b>Кафедра фармацевтической и токсикологической химии</b>	<b>55/11/2025</b>
<b>Лекционный комплекс по дисциплине «Общая химическая технология»</b>	<b>стр.3 из 24</b>

## Лекция №1

- 1. Тема 1.** Химическая технология как научная основа химического производства
- 2. Цель:** формирование у обучающихся знаний о химической технологии как научной основе химического производства, о важнейших технологических понятиях и определениях
- 3. Тезисы лекции**

План:

1. Химическая технология как научная основа химического производства.
2. Развитие химического производства.
3. Основные направления развития химической техники и технологии.
4. Проблемы обеспечения человечества и химической промышленности
5. Качество и себестоимость химической продукции.

Наука, изучающая способы и процессы переработка сырья в предметы потребления и средства производства, носит название **технология**. Под понятием «способы и процессы переработки» понимают ряд последовательных операций, проводимых с сырьем, в различных машинах и аппаратах с целью получения из него заданного продукта, непосредственно используемого человеком или же в свою очередь служащего сырьем для получения других продуктов или средств производства.

Человеческую деятельность можно разбить на две области. Одна из них направлена на духовное воспитание человека, а вторая - на удовлетворение его материальных потребностей. С развитием материальной базы социалистического общества человек все больше и больше внимания будет уделять духовной деятельности, однако в современных условиях основная часть времени еще затрачивается людьми на удовлетворение своих материальных

потребностей. Поскольку целью технологии является производство предметов потребления, то отсюда вытекает важный вывод о том, что в настоящее время технология является одной из основных научных дисциплин.

Для современной технологии характерны две области. Одна состоит в том, что технология изучает массовое производство, масштабы которого достигают огромных размеров; для этой цели строятся крупные высокопроизводительные установки и производственные комплексы.

Следует отметить, что такие важнейшие дисциплины, как математика, физика, теоретическая химия и некоторые другие, развиваются отвлеченно без тесной связи с технологией. Эти дисциплины устанавливали общие закономерности явлений, а технология, используя эти закономерности, разрабатывала оптимальные условия оформления и ведения того или иного технологического процесса. Однако характерная направленность современной науки - это углубляющийся и расширяющийся процесс органического ее срастания с промышленностью и техникой. Поэтому многие важнейшие технологические процессы сейчас разрабатываются совместно учеными и инженерами самых разнообразных специальностей: технологами, физиками, математиками, химиками и др.

При этом наиболее отчетливо проявляется ведущая роль технолога: он должен квалифицированно сформулировать задачу, а также успешно использовать полученные учеными результаты для оформления технологического процесса.

Технология делится на механическую и химическую.

Механическая технология изучает процессы, при которых изменяется форма, внешний вид или физические свойства материалов, а химическая

<b>ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН</b> <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> <b>«Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ</b>	 <b>SOUTH KAZAKHSTAN</b> <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> <b>АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»</b>
Кафедра фармацевтической и токсикологической химии	55/11/2025
Лекционный комплекс по дисциплине «Общая химическая технология»	стр.4 из 24

технология рассматривает процессы изменения химического состава и свойств материалов. Исходя из этого, можно дать такое определение: химическая технология - наука о способах и процессах химической переработки сырья.

Указанное деление в значительной степени условно, так как при механической переработке материала часто меняются и его - химические свойства. Так, например, некоторые металлы долгое время могут находиться на воздухе без заметного изменения. Однако, если их подвергнуть физическому воздействию и тонко измельчить, полученные металлические порошки самопроизвольно загораются на воздухе. Это объясняется тем, что с измельчением вещества увеличивается его поверхностная энергия, а следовательно, повышается, химическая активность вещества.

Современное химическое производство включает большое число разнообразных физических и химических операций, которые тесно связаны между собой, потому химическая технология изучает совокупность физических и химических процессов и пути их осуществления в промышленном масштабе.

#### Содержание химической технологии

Еще во времена глубокой древности человек использовал приемы химической технологии для переработки природного сырья в продукты и предметы потребления. На протяжении многих веков химические производства представляли собой разрозненные ручные ремесла, технологические особенности которых базировались преимущественно на опытных и случайных результатах.

Химическая промышленность стала оформляться в XIX веке, когда бурный рост промышленности вызвал большой спрос на химическую продукцию. Этому также способствовало открытие выдающимися учеными важнейших закономерностей в области физики и химии. В начальный период оформления химической технологии большой вклад в ее развитие внесли русские ученые М. В. Ломоносов, А. М. Бутлеров, Д. И. Менделеев и многие другие.

Дальнейшее развитие химической промышленности характеризуется более глубоким использованием законов математики, физики и химии и других точных наук для совершенствования химико-технологических процессов. И в этот период всемирное признание в области химии и химической технологии получили труды советских ученых М. А. Ильинского, И. А. Каблукова, А. Е. Фаворского и многих других.

В середине нашего столетия были сделаны первые реальные шаги для того, чтобы с помощью точных математических методов вывести законы, объясняющие течение отдельных стадий химического процесса.

Глубокое проникновение математики в химическую технологию особенно интенсивно происходит в последние годы, чему способствует бурное развитие вычислительной техники и кибернетики. В результате этого химическая технология становится точной наукой; именно это является ее характерной чертой в настоящий период.

Число веществ, используемых человеком в своей практической деятельности, очень велико и беспрерывно возрастает, поскольку ежедневно открываются и синтезируются все новые вещества. В настоящее время насчитывается около 3 млн. веществ; около 300 тыс. неорганических и более 2,5 млн. органических, каждое из них отличается от другого своими свойствами. Многие из этих веществ получаются в результате химической переработки, поэтому число технологических процессов весьма велико. Отсюда следует, что химическая технология чрезвычайно многообразна и сложна.

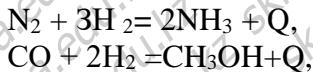
Химические производства можно разделить на две группы: на производства неорганических и органических веществ. Промышленность неорганических веществ включает:

- 1) производства основных химических веществ (кислоты, щелочи, соли, удобрения и др.);

<b>ОНДҮСТІК ҚАЗАҚСТАН</b> <b>MEDISINA</b> <b>АКАДЕМИЯСЫ</b> <b>«Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ</b>	 <b>SOUTH KAZAKHSTAN</b> <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> <b>АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»</b>
Кафедра фармацевтической и токсикологической химии	55/11/2025
Лекционный комплекс по дисциплине «Общая химическая технология»	стр.5 из 24

- 2) производство тонких неорганических продуктов (реактивы, редкие элементы, полупроводники, фармацевтические препараты и др.);
  - 3) электрохимические производства (хлор, щелочи, кислород, водород и др.);
  - 4) металлургия (черная, цветная, металлургия благородных и редких металлов и др.);
  - 5) производство силикатов (стекло, цемент, керамика и др.);
  - 6) производство минеральных красок и пигментов
- Промышленность органических веществ включает:
- 1) основной (тяжелый) органический синтез (спирты, кислоты, эфиры, переработка  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{CaH}$ ; и др.);
  - 2) производство полупродуктов и красителей;
  - 3) тонкий органический синтез (фармацевтические препараты, кино-фотореактивы и др.);
  - 4) производство высокомолекулярных веществ (пластические массы, искусственные и синтетические волокна, каучук и др.);
  - 5) переработка горючих материалов (нефти, угля, сланцев и др.);
  - 6) производство пищевых продуктов (сахар, жиры и др.).

С технологической точки зрения такое деление условно, так как процессы получения некоторых неорганических и органических вместе имеют много общего. Так, реакция получения аммиака неорганического продукта, и реакция получения метилового спирта (метанола) - органического продукта, очень сходны. Обе реакции



проходят с выделением тепла и уменьшением объема. Сходны и условия синтеза; аммиак получают при температуре около  $500^{\circ}\text{C}$  и давлении 30 МПа; синтез метилового спирта проводят при температуре около  $250^{\circ}\text{C}$  и давлении 25 МПа.

Из приведенных данных видно, что химическая технология устанавливает закономерности и изучает процессы не только основной химической промышленности, но и многих других важнейших отраслей техники, так как в основе практически любого производства лежат процессы, связанные с химическим взаимодействием. Действительно, теперь уже трудно указать отрасль промышленности, в которой не нашли бы применения методы и средства химической технологии. Без использования этих методов не были бы возможны успехи в современной атомно-ядерной технике, радиотехнике, электронике, космонавтике и во многих других областях техники.

Трудности, возникающие в этом направлении, обусловлены, с одной стороны, обилием химико-технологических процессов, а, с другой - недостаточной их изученностью. Вследствие этого для большинства химических процессов не установлена зависимость между отдельными параметрами и, следовательно, не могут быть составлены, математические описания. Последнее исключает возможность математического моделирования, являющегося эффективным средством установления оптимальных условий интенсификации процесса. Чтобы установить связь между параметрами технологического процесса, необходимо провести всесторонние теоретические и экспериментальные исследования, опытные работы, а также анализ действующих предприятий с целью глубокого изучения каждого химико-технологического процесса.

Основной задачей современной химической технологии становится не описание химических процессов в аппаратах, а установление точных данных, выражаемых в математической форме, о зависимости как отдельных стадий, так и всего процесса в целом от различных факторов, т.е. математическое описание химико-технологического процесса.

<b>ОНДҮСТІК ҚАЗАҚСТАН</b> <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> <b>«Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ</b>	 <b>SOUTH KAZAKHSTAN</b> <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> <b>АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»</b>
<b>Кафедра фармацевтической и токсикологической химии</b>	<b>55/11/2025</b>
<b>Лекционный комплекс по дисциплине «Общая химическая технология»</b>	<b>стр.6 из 24</b>

В настоящее время, в век научно-технического прогресса, химическая технология бурно развивается и совершенствуется, используя новейшие достижения в самых разнообразных областях науки и техники. Особый интерес представляют плазменнолимические процессы, при которых под действием высокой температуры исходные вещества превращаются в ионизированные газы и реагируют с образованием различных продуктов. Перспективы развития хитлической технологии на основе плазмохимических процессов весьма незначительны, так как в высокоионизированной плазме могут протекать, процессы, невозможные в других условиях.

Новые широкие возможности открываются перед химической технологией в результате применения ультразвука, при котором происходит механическое воздействие упругих колебаний на обрабатываемую среду. Этот метод используется для диспергирования твердых и жидких веществ, коагуляции аэрозолей и эмульсий, обезвоживания, уменьшения кристаллообразования на стенках сосудов, снятия пересыщения, интенсификации некоторых гетерогенных процессов и т. д.

Большое применение в химической промышленности находят фотохимические, фотокаталитические и радиационно-химические процессы. Последним принадлежит особенно большое будущее, так как эти процессы протекают при воздействии ионизирующих излучений высоких энергий. При этом создается мощное воздействие на вещество, разрушаются связи между атомами и образуются свободные радикалы либо валентно-ненасыщенные атомы.

При массовом производстве химических продуктов исключительно важное значение приобретает повышение эффективности использования сырья и энергии, интенсификация процессов и разработка новых технологических схем, а также снижение содержания вредных примесей в сточных водах и отходящих газах путем совершенствования технологических процессов. Большое практическое значение имеет разработка энергетических процессов, при которых тепло химических реакций используется для получения энергии, потребляемой в самом процессе либо выдаваемой на сторону в виде электроэнергии или энергетического пара.

#### Значение химической промышленности в народном хозяйстве

Химическая промышленность является одной из основных отраслей народного хозяйства. Ассортимент выпускаемой ею продукции чрезвычайно велик и разнообразен: в настоящее время отечественная химическая промышленность выпускает около 50 000 наименований продукции. Важнейшими химическими продуктами являются удобрения, ядохимикаты, кислоты и щелочи, лаки и краски, синтетические волокна, пластические массы, синтетический каучук, многочисленные производные углеводородов и т. д. Огромное значение для народного хозяйства имеет химическая переработка каменного угля, нефти, природного газа, дерева и другого углеродсодержащего сырья. Велико значение химической промышленности в области производства атомной энергии, оборонной промышленности, освоения космоса и др.

Группу тепловых процессов составляют процессы нагревания, охлаждения, конденсации, выпаривания, теплообмена и другие, скорость которых определяется законами теплопередачи.

Группа диффузионных процессов связана с переносом вещества из одной фазы в другую.

К механическим относятся процессы дробления, измельчения, гранулирования и др.

<b>ОНДҮСТІК ҚАЗАҚСТАН</b> <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> <b>«Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ</b>	 <b>SOUTH KAZAKHSTAN</b> <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> <b>АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»</b>
<b>Кафедра фармацевтической и токсикологической химии</b>	<b>55/11/2025</b>
<b>Лекционный комплекс по дисциплине «Общая химическая технология»</b>	<b>стр. 7 из 24</b>

Наиболее важную и многообразную группу составляют химические процессы, связанные с изменением химического состава и свойств вещества, скорость протекания которых определяется законами химической кинетики.

Химическая технология - наука о наиболее экономичных и экологически обоснованных методах химической переработки сырых природных материалов в предметы потребления и средства производства.

Технология или учение о выгодных (т.е. поглощающих наименее труда людского и энергии природы) приемах переработки природных ресурсов в продукты, потребные (необходимые, или полезные, или удобные) для применения в жизни людей<sup>1</sup>, - так определил Д.И. Менделеев понятие «технологии».

Происхождение слова «технология» (от греческих слов «technos» - искусство, ремесло и «logos» - учение, наука) вполне отвечает его содержанию: учение об умении перерабатывать исходные вещества в полезные продукты.

В зависимости от основных приемов переработки исходных веществ и назначения продуктов различают: технологию металлов (их получение и обработка), технологию машиностроения (изготовление машин и аппаратов), пищевую технологию (получение продуктов питания) и т.д.

Химическая технология изучает процессы переработки, в которых превалируют химические и физико-химические явления, приводящие к коренному изменению состава, свойств и строения веществ. Химическую технологию можно классифицировать по различным признакам, например, по характеру применяемых технологических процессов, по используемому сырью или потребительским продуктам.

По отраслям, как они исторически сформировались в хозяйственной жизни, химическую технологию разделяют на две группы.

#### А. Неорганическая химическая технология:

- 1) основной неорганический синтез - производство кислот, щелочей, солей и минеральных продуктов;
- 2) тонкий неорганический синтез - производство неорганических препаратов, реактивов, редких элементов, материалов электроники, лекарственных веществ и др.;
- 3) ядерно-химическая технология - производство продуктов и материалов ядерно химического комплекса;
- 4) металлургия - производство черных и цветных металлов;
- 5) технология силикатов - производство вяжущих материалов, керамических изделий, стекла.

#### Б. Органическая химическая технология:

- 1) переработка нефти и газа - первичное разделение, очистка и облагораживание газообразных, жидких и твердых природных ископаемых углеводородов;
- 2) нефтехимический синтез - производство органических продуктов и полупродуктов из подвергнутых первичной переработке нефтепродуктов и оксидов углевода и водорода;
- 3) основной органический синтез - производство органических продуктов на основе, главным образом, углеводородного сырья;
- 4) биотехнология - производство кормовых дрожжей, аминокислот, ферментов, антибиотиков и других продуктов на основе биологических и биохимических процессов;
- 5) тонкий органический синтез - производство органических препаратов, реактивов, лекарственных веществ, средств защиты растений и др.;
- 6) высокомолекулярная технология - получение высокомолекулярных соединений (синтетический каучук, пластмассы, химические волокна, пленкообразующие вещества);

<b>ОНДҮСТІК ҚАЗАҚСТАН MEDISINA AKADEMIASY</b> <b>«Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ</b>	 <b>SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY</b> <b>АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»</b>
<b>Кафедра фармацевтической и токсикологической химии</b>	<b>55/11/2025</b>
<b>Лекционный комплекс по дисциплине «Общая химическая технология»</b>	<b>стр.8 из 24</b>

7) технология переработки растительного и животного сырья.

Наряду с первоначальным и основным определением химической технологии как науки, этот термин стал использоваться и в других значениях: как способа получения или производства определенного продукта (технология серной кислоты, технология аммиака, технология газов) или как метода переработки сырья (мембранные технологии, плазменная технология и др.).

#### **4. Иллюстративный материал:**

- таблицы;
- презентация Microsoft Power Point.

#### **5. Литература:**

##### **основная:**

##### **на русском языке:**

- 1.Жакирова, Н. К. Основы фармацевтической биотехнологии: учеб. пособие / Н. К. Жакирова, Н. К. Байзоданов, З. Б. Сакипова. - Алматы: Изд-во КазНМУ, 2008. - 256 с.
- 2.Жакирова, Н. К. Общая химическая технология: учеб. пособие/ Н. К. Жакирова., Рек. Учеб.-методич. Советом ун-та им. С. Д. Асфендиярова. - Алматы: Эверо, 2013. - 119 с.
- 3.Асильбекова А.Д., Ордабаева С.К. Промышленные способы получения лекарственных средств. Лабораторный практикум-Шымкент,- 2016-200с.

##### **на казахском языке:**

- 1.Химиялық технология негіздері: оқулық / Ү. Қ. Тойбаев [ж. б.]; ҚР БФМ. - Алматы: ЖШС РПБК "Дәуір", 2011.-296 бет. - (ҚР Жоғары оқу орындарының қауымдастыры).
- 2.Химия өндірісінің негізгі процесстері мен аппараттары: Зертханалық практикум: оқу құралы / Ш. Ш. Нұрсейітov. - Алматы: Эверо, 2014. - 140 бет. с.
3. Ордабаева С.К., Асильбекова А.Д. Дәрілік заттарды алудың өндірістік әдістері. - Зертханалық практикум. - Шымкент. - 2019 ж. -180б.

##### **на английском языке:**

- Seitmagzimova, G. M. General chemical technology: textbook / G. M. Seitmagzimova. - Almaty: Association of higher educational institutions of Kazakhstan, 2016. - 292 p.

##### **электронные ресурсы:**

- 1.Усманова, М. Б. Жалпы химия [Электронный ресурс]: оку құралы / М. Б. Усманова. - Электрон.текстовые дан. (19,1 МБ). - Өскемен: "Мультимедия зертханасы", 2007. - эл. опт. диск (CD-ROM).
- 2.Асильбекова А.Д., Ордабаева С.К. Промышленные способы получения лекарственных средств. Лабораторный практикум-Шымкент.-2016-Электрон.текстовые дан.(4,00 Mb).2021.-200с
- 3.Ордабаева С.К., Асильбекова А.Д., Дүйсебаев Ш.Е. Дәрілік заттарды алудың өндірістік әдістері. - Зертханалық практикум. - Шымкент. - 2019 ж. - Электрон.текстовые дан.(4,00 Mb).2021.180б.

##### **Электронные ресурсы БИЦ**

- Электронная библиотека ЮКМА - <https://e-lib.skma.edu.kz/genres>
- Республикаанская межвузовская электронная библиотека (РМЭБ) – <http://rmebrk.kz/>
- Цифровая библиотека «Aknurpress» - <https://www.aknurpress.kz/>
- Электронная библиотека «Эпиграф» - <http://www.elib.kz/>
- Эпиграф - портал мультимедийных учебников <https://mbook.kz/ru/index/>

<b>ОНТУСТІК ҚАЗАҚСТАН MEDISINA АКАДЕМИЯСЫ</b> <b>«Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ</b>	 <b>SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY</b> <b>АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»</b>
Кафедра фармацевтической и токсикологической химии	55/11/2025
Лекционный комплекс по дисциплине «Общая химическая технология»	стр.9 из 24

- ЭБС IPR SMART <https://www.iprbookshop.ru/auth>
  - информационно-правовая система «Зан» - <https://zan.kz/ru>
  - Cochrane Library - <https://www.cochranelibrary.com/>
- 6. Контрольные вопросы** (обратная связь Feedback):
1. Технология и ее виды.
  2. Значение химического производства для технического процесса.
  3. Основные направления развития химической технологии и техники.
  4. Повышение интенсивности ХТС и отдельных аппаратов.
  5. Повышение производительности аппаратов.
  6. Механизация.
  7. Комплексная автоматизация.
  8. Замена периодических процессов на непрерывные
  9. Уменьшение энергетических затрат и полное использование энергий химических реакций.
  10. Уменьшение стадий производства.
  11. Создание безотходных технологий.
  12. Какие основные технико-экономические показатели используют для определения эффективности проведения технологического процесса?
  13. Какой величиной характеризуют полноту превращения исходных веществ?
  14. Достаточно ли при проведении сложной реакции знать степень превращения исходного реагента, чтобы судить об эффективности прохождения процесса?
  15. Из каких основных статей складывается себестоимость продукции химической промышленности?

## Лекция №2

**1. Тема 2:** Содержание химико-технологического процесса.

**2. Цель:** формирование у обучающихся знаний о содержании химико-технологического процесса, факторах, определяющих скорость гомогенных и гетерогенных реакций, факторах, определяющих протекание химико-технологических процессов и важнейших способах их регулирования.

### 3. Тезисы лекции

#### План лекции:

1. Понятие о химико-технологическом процессе.
2. Факторы, определяющие скорость гомогенных и гетерогенных реакций.
3. Факторы, определяющие протекание химико-технологических процессов и важнейшие способы их регулирования.

Всякий химико-технологический процесс (ХТП) должен отвечать определенным требованиям. Прежде всего ХТП стремится проводить в таких условиях, которые позволяют получить максимальный выход продукта, - т.е. наибольшее количество продукта из взятого количества сырья. Очень важно, чтобы условия проведения процесса обеспечивали высокую скорость его протекания. Чем выше скорость процесса, тем больше исходных веществ можно переработать в аппарате в продукты за один час, т.е. с повышением скорости процесса увеличивается производительность аппаратуры. И, наконец, не менее важно, чтобы получаемый продукт был дешевым и обладал высоким качеством.

Цель химической технологии - провести процесс как можно выгоднее, наиболее полно превратить исходное сырье в продукты реакции, получить максимальное количество продукта из взятого сырья, повысить выработку продукта в реакторе в единицу времени,

<b>ОНДҮСТІК ҚАЗАҚСТАН</b> <b>MEDISINA</b> <b>АКАДЕМИЯСЫ</b> <b>«Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ</b>	 <b>SOUTH KAZAKHSTAN</b> <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> <b>АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»</b>
<b>Кафедра фармацевтической и токсикологической химии</b>	<b>55/11/2025</b>
<b>Лекционный комплекс по дисциплине «Общая химическая технология»</b>	<b>стр. 10 из 24</b>

т. е. увеличить скорость переработки сырья. При этом стараются получить продукт высокого качества и свести к минимуму все виды затрат при его производстве.

Химико-технологический процесс представляет собой совокупность операций, позволяющих получить целевой продукт из исходного сырья. Все эти операции входят в состав трех основных стадий, характерных практически для каждого химико-технологического процесса.

На первой стадии проводят операции, необходимые для подготовки исходных реагентов к проведению химической реакции. Реагенты переводят, в частности, в наиболее реакционноспособное состояние. Например, известно, что скорость химических реакций сильно зависит от температуры, поэтому часто реагенты до проведения реакции нагревают. Газообразное сырье для повышения эффективности процесса и уменьшения размеров аппаратуры подвергают компримированию до определенного давления. Чтобы устранить побочные явления и получить продукт высокого качества, исходное сырье подвергают очистке от посторонних примесей, пользуясь методами, основанными на различии физических свойств (растворимость в различных растворителях, плотность, температуры конденсации и кристаллизации и т. д.). При очистке сырья и реакционных смесей широко применяют явления тепло- и массообмена, гидромеханические процессы. Могут быть использованы и химические методы очистки, основанные на химических реакциях, в результате которых ненужные примеси превращаются в легко отделимые вещества.

Соответствующим образом подготовленные реагенты на следующей стадии подвергают хемическому взаимодействию, которое может, в принципе, состоять из нескольких этапов. В промежутках между этими этапами иногда необходимо вновь использовать тепло-массообменные и другие физические процессы.

В результате химических реакций получают смесь продуктов (целевых, побочных, попутных) и непрореагировавших реагентов. Заключительные операции последней стадии связаны с разделением этой смеси, для чего вновь применяют гидромеханические, тепло- и массообменные процессы, например фильтрование, центрифugирование, ректификацию, абсорбцию, экстракцию и т. д. Продукты реакции направляют на склад готовой продукции или на дальнейшую переработку; непрореагировавшее сырье вновь используют в процессе, организуя его рецикл.

На всех этапах, а особенно на заключительных, проводят также рекуперацию вторичных материальных и энергетических ресурсов. Потоки газообразных и жидких веществ, попадающих в окружающую среду, подвергают очистке и обезвреживанию от опасных примесей. Твердые отходы либо направляют на дальнейшую переработку, либо размещают для хранения в безопасных для окружающей среды условиях.

Таким образом, химико-технологический процесс в целом - это сложная система, состоящая из единичных связанных между собой процессов (элементов) и взаимодействующая с окружающей средой.

Элементами химико-технологической системы являются перечисленные выше процессы тепло- и массообмена, гидромеханические, химические и т.д. Их рассматривают как единичные процессы химической технологии.

Важной подсистемой сложного химико-технологического процесса является химический процесс.

<b>ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН</b> <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> <b>«Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ</b>	 <b>SOUTH KAZAKHSTAN</b> <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> <b>АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»</b>
<b>Кафедра фармацевтической и токсикологической химии</b>	<b>55/11/2025</b>
<b>Лекционный комплекс по дисциплине «Общая химическая технология»</b>	<b>стр.11 из 24</b>

Химический процесс представляет собой одну или несколько химических реакций, сопровождаемых явлениями переноса теплоты, массы и импульса, оказывающих влияние как друг на друга, так и на протекание химической реакции.

Анализ единичных процессов, их взаимного влияния позволяет разработать технологический режим.

Технологическим режимом называется совокупность технологических параметров (температуры, давления, концентраций реагентов и т. д.), определяющих условия работы аппарата или системы аппаратов (технологической схемы).

Оптимальные условия ведения процесса - это сочетание основных параметров (температуры, давления, состава исходной реакционной смеси и т. д.), позволяющее получить наибольший выход продукта с высокой скоростью или обеспечить наименьшую себестоимость при соблюдении условий рационального использования сырья и энергии и минимизации возможного ущерба окружающей среде.

Единичные процессы протекают в различных аппаратах - химических реакторах, абсорбционных и ректификационных колоннах, теплообменниках и т. д. Отдельные аппараты соединены в технологическую схему процесса.

Технологическая схема - рационально построенная система единичных аппаратов, соединенных различными видами связей (прямых, обратных, последовательных, параллельных), позволяющая получить заданный продукт заданного качества из природного сырья или полуфабрикатов.

Технологические схемы бывают открытыми и закрытыми, могут содержать безопасные (обводные) потоки и рециклы, позволяющие повышать эффективность функционирования химико-технологической системы в целом.

Разработка и построение рациональной технологической схемы - важная задача химической технологии.

В современной химии известно большое число различных химических реакций. Многие из них осуществляются в промышленных химических реакторах и, следовательно, становятся объектом изучения химической технологии.

Чтобы облегчить изучение близких по природе явлений, в науке принято их классифицировать по общим признакам. В зависимости от того, какие признаки взяты при этом за основу, существует несколько видов классификации химических реакций.

Важным видом классификации является классификация по механизму осуществления реакции. Различают простые (одностадийные) и сложные (многостадийные) реакции, в частности параллельные, последовательные и последовательно-параллельные.

Простыми называют реакции, для осуществления которых требуется преодоление лишь одного энергетического барьера (одна стадия).

Сложные реакции включают в себя несколько параллельных или последовательных стадий (простых реакций).

Реальные одностадийные реакции встречаются чрезвычайно редко. Однако некоторые сложные реакции, проходящие через ряд промежуточных стадий, удобно считать формально простыми. Это возможно в тех случаях, когда промежуточные продукты реакции в условиях рассматриваемой задачи не обнаруживаются.

<b>ОНДҮСТІК ҚАЗАҚСТАН</b> <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> <b>«Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ</b>	 <b>SOUTH KAZAKHSTAN</b> <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> <b>АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»</b>
<b>Кафедра фармацевтической и токсикологической химии</b>	<b>55/11/2025</b>
<b>Лекционный комплекс по дисциплине «Общая химическая технология»</b>	<b>стр.12 из 24</b>

Классификация реакций по молекулярности учитывает, сколько молекул участвует в элементарном акте реакции; различают моно-, би- и тримолекулярные реакции.

Вид кинетического уравнения (зависимости скорости реакции от концентраций реагентов) позволяет проводить классификацию *по порядку реакции*. Порядком реакции называется сумма показателей степеней у концентраций реагентов в кинетическом уравнении. Существуют реакции первого, второго, третьего, дробного порядков.

Химические реакции различают также *по тепловому эффекту*. При протекании экзотермических реакций, сопровождающихся выделением теплоты ( $Q>0$ ), происходит уменьшение энталпии реакционной системы (ЛЖО); при протекании эндотермических реакций, сопровождающихся поглощением теплоты ( $Q<0$ ), происходит увеличение энталпии реакционной системы ( $H>0$ ).

Для выбора конструкции химического реактора и способов управления проведением процесса существенное значение имеет фазовый состав реакционной системы.

В зависимости от того, одну или несколько фаз образуют исходные реагенты и продукты реакции, химические реакции делят на гомофазные и гетерофазные.

Гомофазными называют реакции, в которых исходные реагенты, стабильные промежуточные вещества и продукты реакции находятся в пределах одной фазы.

Гетерофазными называют реакции, в которых исходные реагенты, стабильные промежуточные вещества и продукты реакции образуют более чем одну фазу.

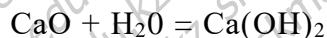
В зависимости от зоны протекания реакции делятся на гомогенные и гетерогенные.

Понятия «гомогенная» и «гетерогенная» реакции не совпадают с понятиями «гомофазный» и «гетерофазный» процессы. Гомогенность и гетерогенность реакции отражает в определенной степени ее механизм: протекает ли реакция в объеме какой-то одной фазы или на поверхности раздела фаз. Гомофазность и гетерофазность процесса позволяют лишь судить о фазовом составе участников реакции.

В случае гомогенных реакций реагенты и продукты находятся в одной фазе (жидкой или газообразной) и реакция протекает в объеме этой фазы. Например, окисление оксида азота кислородом воздуха в производстве азотной кислоты - газофазная реакция, а реакции этерификации (получение эфиров из органических кислот и спиртов) - жидкофазные.

При протекании гетерогенных реакций по меньшей мере один из реагентов или продуктов находится в фазовом состоянии, отличающемся от фазового состояния остальных участников, и при анализе обязательно должна учитываться поверхность раздела фаз.

Например, нейтрализация кислоты щелочью - это гомофазный гомогенный процесс. Каталитический синтез аммиака - это гомофазный гетерогенный процесс. Окисление углеводородов в жидкой фазе газообразным кислородом представляет собой гетерофазный процесс, но протекающая химическая реакция является гомогенной. Гашение извести



<b>ОНТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН MEDISINA AKADEMIASY</b> <b>«Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ</b>	 <b>SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY</b> <b>АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»</b>
<b>Кафедра фармацевтической и токсикологической химии</b>	<b>55/11/2025</b>
<b>Лекционный комплекс по дисциплине «Общая химическая технология»</b>	<b>стр.13 из 24</b>

при котором все три участника реакции образуют отдельные фазы, а реакция идет на границе раздела воды и оксида кальция, является гетерофазным гетерогенным процессом.

В зависимости от того, применяются или не применяются для изменения скорости реакции специальные вещества - катализаторы, различают катализитические и некатализитические реакции и соответственно химико-технологические процессы. Подавляющее большинство химических реакций, на которых основаны промышленные химико-технологические процессы, - это катализитические реакции.

#### Стехиометрия химических реакций

Для описания химических реакций, лежащих в основе промышленных химико-технологических процессов, используют основные законы химии - законы стехиометрии, химического равновесия, химической кинетики.

**Стехиометрия** - это учение о соотношениях масс или объемов реагирующих веществ. В основе стехиометрии лежат законы сохранения массы, эквивалентов, Авогадро, Гей-Люссака, постоянства состава, кратных соотношений.

Соотношения, в которых вещества вступают в реакцию, называют стехиометрическими. Законы стехиометрии в химии могут быть использованы в расчетах, связанных с формулами веществ, а также с нахождением теоретически возможных масс получающихся продуктов реакции.

Следует иметь в виду, что для стехиометрических расчетов и составления стехиометрических балансов не имеет значения, является реакция обратимой или необратимой. Стехиометрический расчет ведется в предположении, что реакция, в принципе, может пройти до конца.

Стехиометрические балансы позволяют решить задачу о количестве независимых реакций в случае протекания сложных многостадийных реакций. При анализе механизма протекания таких реакций важно выделить независимые реакции, которые не могут быть получены простым алгебраическим суммированием двух или большего количества отдельных стадий.

#### 4.Иллюстративный материал:

- таблицы;
- презентация Microsoft Power Point.

#### 5.Литература:

##### основная:

##### на русском языке:

- 1.Жакирова, Н. К. Основы фармацевтической биотехнологии: учеб. пособие / Н. К. Жакирова, Н. К. Байзолданов, З. Б. Сакипова. - Алматы: Изд-во КазНМУ, 2008. - 256 с.
- 2.Жакирова, Н. К. Общая химическая технология: учеб. пособие/ Н. К. Жакирова.; Рек. Учеб.-методич. Советом ун-та им. С. Д. Асфендиярова. - Алматы: Эверо, 2013. - 119 с.
- 3.Асильбекова А.Д., Ордабаева С.К. Промышленные способы получения лекарственных средств. Лабораторный практикум-Шымкент.- 2016-200с.

##### на казахском языке:

- 1.Химиялық технология негіздері: оқулық/ ҮІ. К. Тойбаев [ж. б.]; КР БФМ. - Алматы: ЖШС РПБК "Дәүір", 2011.-296 бет. - (КР Жоғары оқу орындарының қауымдастырылған).
- 2.Химия өндірісінің негізгі процесстері мен аппараттары: Зертханалық практикум: оқу құралы / Ш. Ш. Нұрсейітов. - Алматы: Эверо, 2014. - 140 бет. с.
3. Ордабаева С.К., Асильбекова А.Д. Дәрілік заттарды алудың өндірістік әдістері. - Зертханалық практикум. - Шымкент. - 2019 ж. -180б.

<b>ОНТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН</b> <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> <b>«Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ</b>	 <b>SOUTH KAZAKHSTAN</b> <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> <b>АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»</b>
<b>Кафедра фармацевтической и токсикологической химии</b>	<b>55/11/2025</b>
<b>Лекционный комплекс по дисциплине «Общая химическая технология»</b>	<b>стр.14 из 24</b>

### на английском языке:

Seitmagzimova, G. M. General chemical technology: textbook / G. M. Seitmagzimova. - Almaty: Association of higher educational institutions of Kazakhstan, 2016. - 292 p.

### электронные ресурсы:

- 1.Усманова, М. Б. Жалпы химия [Электронный ресурс]: оқу құралы / М. Б. Усманова. - Электрон.текстовые дан. (19,1 МБ). - Өскемен: "Мультимедия зертханасы", 2007. - эл. опт. диск (CD-ROM).
- 2.Асильбекова А.Д., Ордабаева С.К. Промышленные способы получения лекарственных средств. Лабораторный практикум-Шымкент.-2016-Электрон.текстовые дан.(4,00 Mb).2021.-200c
- 3.Ордабаева С.К., Асильбекова А.Д., Дәрілік заттарды алудың өндірістік әдістері. - Зертханалық практикум. - Шымкент. - 2019 ж. - Электрон.текстовые дан.(4,00 Mb).2021.1806.

### Электронные ресурсы БИЦ

- Электронная библиотека ЮКМА - <https://e-lib.skma.edu.kz/genres>
- Республикаанская межвузовская электронная библиотека (РМЭБ) – <http://rmebrk.kz/>
- Цифровая библиотека «Aknurpress» - <https://www.aknurpress.kz/>
- Электронная библиотека «Эпиграф» - <http://www.elib.kz/>
- Эпиграф - портал мультимедийных учебников <https://mbook.kz/ru/index/>
- ЭБС IPR SMART <https://www.iprbookshop.ru/auth>
- информационно-правовая система «Зан» - <https://zan.kz/ru>
- Cochrane Library - <https://www.cochranelibrary.com/>

### 6.Контрольные вопросы (обратная связь Feedback):

1. Какие основные технико-экономические показатели используют для определения эффективности проведения технологического процесса?
2. Какой величиной характеризуют полноту превращения исходных веществ?
3. Достаточно ли при проведении сложной реакции зиать степень превращения исходного реагента, чтобы судить об эффективности прохождения процесса?
4. Из каких основных статей складывается себестоимость продукции химической промышленности?

### Лекция №3

**1. Тема:** Характеристика основных видов и ресурсов сырья.

**2. Цель:** формирование у обучающихся знаний о характеристике основных видов и ресурсов сырья, о воде, как сырье химической промышленности.

### 3.Тезисы лекции

#### План лекции:

1. Сырьевые ресурсы.
2. Классификация сырья.
3. Энергетические ресурсы химического производства.
4. Вода в химическом производстве.

**Сырье** (переменный компонент производства) - вещества и материалы, подвергшиеся ранее воздействию труда и предназначенные для дальнейшей переработки.

<b>ОНДҮСТІК ҚАЗАҚСТАН</b> <b>MEDISINA</b> <b>АКАДЕМИЯСЫ</b> <b>«Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ</b>	 <b>SOUTH KAZAKHSTAN</b> <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> <b>АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»</b>
<b>Кафедра фармацевтической и токсикологической химии</b>	<b>55/11/2025</b>
<b>Лекционный комплекс по дисциплине «Общая химическая технология»</b>	<b>стр.15 из 24</b>

Это определение можно пояснить на примере: нефть, прежде чем использовать ее в качестве сырья, необходимо добывать из месторождения.

**Сырьевые ресурсы** - источники сырья для переработки в промышленном производстве.

Источниками сырья для химической промышленности являются природные материалы, полуфабрикаты и вторичное сырье.

Источником природных материалов является окружающая нас среда - земные недра, гидросфера и атмосфера; растительный и животный мир.

Промышленные природные материалы классифицируют:

По происхождению: минеральные, растительные и животные;

Минеральное сырье - добываемые из земных недр полезные ископаемые для дальнейшей переработки в промышленности в требуемые продукты. Они залегают в литосфере на глубине до 10 км и представляют собой различные минеральные ассоциации в виде осадочных, изверженных и метаморфических горных пород. Многие элементы входят в химический состав литосфера, но лишь восемь из них слагают основную массу.

Минеральное сырье принято делить на три вида: рудные,нерудные и горючие ископаемые.

Рудное минеральное сырье представляет собой горные породы и минералы, содержащие извлекаемые металлы. В ходе переработки многих видов рудного сырья наряду с металлами производят также химические продукты. Классический пример - получение серной кислоты при производстве меди, пинка, никеля из серосодержащих руд.

Нерудное минеральное сырье - не содержащие металлы горные породы, или содержащие в количествах, не пригодных для получения этих металлов заводским путем. Из этого вида сырья производят используемые в производстве химические, строительные и другие материалы.

**Горючее минеральное сырье** содержит в своем составе углерод, поэтому его также называют углеродсодержащим. К этому виду сырья относят угли, нефть, горючие сланцы, природный газ. Они способны сгорать в кислородсодержащей среде и потому служат источниками тепловой энергии. Из-за этого их также называют топливным сырьем. Горючее минеральное сырье - основа для очень широкой гаммы продуктов химических производств. Нефть - смесь предельных и непредельных, алициклических и ароматических и др. углеводородов - является сырьевой базой для группы химических производств, вырабатывающих бензин, мазут, моторное и дизельное топливо, обобщенно называемых нефтепереработкой. Природный газ используется как сырье в производстве удобрений, пластических масс и других продуктов химической промышленности. Уголь, природный газ, сланцы перерабатывают в разнообразные промежуточные продукты для процессов органического синтеза и других химических производств. Значительный интерес в последнее время вызван к углю как сырью, альтернативному нефти, разработаны методы его превращения в жидкие углеводороды (их смесь иногда называют «искусственная нефть»), моторное топливо.

**Воздух и вода.** Не только литосфера является сырьевой базой химической промышленности. Условно принимают, что земная кора включает атмосферу до высоты 15 км, гидросферу и литосферу, поэтому воздух атмосферы и вода гидросферы также являются сырьем химической промышленности. Компоненты воздуха - азот (его содержание около 79%) и кислород (около 21%) используют для производства аммиака, а также во многих окислительных процессах. Вода не только непосредственно является реагентом во многих химических процессах, но и служит источником получения водорода и кислорода. Из высококонцентрированных соляных растворов (рапы) морских заливов (лагун) получают йод и бром. Также воду применяют как вспомогательный материал для

<b>ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН MEDISINA АКАДЕМИЯСЫ</b> <b>«Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ</b>	 <b>SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY</b> <b>АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»</b>
<b>Кафедра фармацевтической и токсикологической химии</b>	<b>55/11/2025</b>
<b>Лекционный комплекс по дисциплине «Общая химическая технология»</b>	<b>стр.16 из 24</b>

приготовления растворов твердых, жидких и газообразных веществ, в качестве абсорбента при очистке газов.

**Растительное и животное сырье** имеет происхождение, соответствующее их названию. Растительное включает древесину, картофель, подсолнечник, сахарную свеклу, хлопок, лен, коноплю, отходы первичной обработки сельскохозяйственной продукции (подсолнечная, хлопковая лузга). Животное представляет собой шерсть, кожу, жиры. Растительное сырье претерпевает следующие превращения: переработка его высокомолекулярных компонентов в неизменном или модифицированном виде (производство пластмасс, волокон); пиролиз с получением газообразных и жидких продуктов (оксид углерода, водород, масляные фракции); каталитическое, в частности, ферментативное, расщепление полимерных компонентов с образованием органических продуктов (этанол, фурфурол, фенолы, кормовой белок и др.). Растительное и животное сырье перерабатывают в продукты питания (пищевое сырье), в бытовые и технические продукты.

**Невозобновимое сырье** не восстанавливается совсем или восстанавливается значительно медленнее, чем расходуется. К нему относится минеральное сырье, использование которого неизбежно приводит к его исчерпыванию. Уже сейчас очевидно истощение ресурсов природной нефти в ближайшие десятилетия при ее добыче современными темпами. Практически исчерпаны природные запасы селитры как источника связанныго азота, с начала столетия его получают из свободного азота воздуха в виде аммиака.

Возобновимое сырье включает в себя и растительное и животное, некоторые виды минерального сырья (например, соли, осаждающиеся в озерах и морских лагунах).

**Полупродукты** - вещества и материалы, являющиеся продуктом в одном производстве и исходным в другом.

Например, продукт производства аммиака может выступать в качестве *продукта потребления* - удобрения, непосредственно вносимого в почву, так и *полупродукта* - сырья для производства азотной кислоты. В свою очередь, азотная кислота может быть продуктом потребления, например, в текстильной промышленности, и полупродуктом - сырьем в производстве селитры.

Бензол, продукт переработки нефти или угля, является полупродуктом - сырьем в производстве алкилбензолов.

Масла, извлекаемые из растительного сырья, в дальнейшем используют в производстве мыла, лакокрасочных материалов, вспомогательных веществ для легкой промышленности.

Нефть как сложная многокомпонентная смесь углеводородов является самым многоассортиментным минеральным сырьем. Продукты нефтепереработки - исходные вещества для многочисленных технологических процессов нефтехимической промышленности и производств органического синтеза.

В абсолютном большинстве производств исходными веществами являются полупродукты. Поэтому обычно и природные материалы, и полупродукты называют первичным сырьем.

**Вторичное сырье** - исходные в производстве вещества и материалы, являющиеся отходами других производств и потребления. Их источниками являются отходы производства и отходы потребления.

**Отходы производства** - остатки сырья и вспомогательных материалов, которые утратили свои первоначальные качества, а также продукты, не являющиеся целью производственного процесса.

<b>ОНДҮСТІК ҚАЗАҚСТАН</b> <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> <b>«Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ</b>	 <b>SOUTH KAZAKHSTAN</b> <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> <b>АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»</b>
<b>Кафедра фармацевтической и токсикологической химии</b>	<b>55/11/2025</b>
<b>Лекционный комплекс по дисциплине «Общая химическая технология»</b>	<b>стр.17 из 24</b>

*Отходы потребления* - бывшие в употреблении вещества и изделия, восстановление которых экономически нецелесообразно.

Основные пути использования отходов производства и потребления в промышленном производстве следующие:

- 1) регенерация неирореагированного сырья и материалов с последующим возвратом в производство;
- 2) извлечение ценных компонентов как продуктов производства;
- 3) выделение компонентов и приданье им с помощью специальных операций товарной ценности;
- 4) использование отходов в качестве вторичного сырья в других производствах или других отраслях промышленности.

Во всех случаях предполагается одно из двух назначений вторичного сырья как исходного компонента:

- a) вторичное сырье частично или даже полностью заменяет первичное в каком-либо производстве;
- b) на основе вторичного сырья создается новый химико-технологический процесс.

Химический состав и агрегатное состояние сырья определяют направления и способы его обработки.

Основные технологические процессы переработки сырья и получаемые из него продукты, естественно, зависят от химического состава сырья. Агрегатное состояние перерабатываемого материала определяет, в основном, метод его транспортировки и подготовки к переработке. Газообразное сырье поставляется к месту переработки в основном по газопроводам, жидкофазное - по трубопроводам или в цистернах (железнодорожных или автомобильных), твердое сырье перевозят наземным транспортом или доставляют, например, ленточными транспортерами.

**Обогащение твердого сырья.** Добываемое из недр земли сырье, кроме целевых компонентов, содержит бесполезные (пустая порода) и вредные примеси. В большинстве случаев содержание примесей относительно велико, поэтому приходится проводить обогащение сырья - отделение от него пустой породы. Оно необходимо для уменьшения затрат на переработку сырья, улучшает качество продукта и уменьшает транспортные расходы.

Полученные полезные ископаемые, как правило, сначала измельчают. Затем образующиеся зерна подвергают дальнейшему разделению, используя индивидуальные свойства компонентов породы.

Существуют различные способы обогащения сырья. Основные из них и примеры их применения следующие. Твердая порода, содержащая минералы различной прочности, образует при измельчении зерна различного размера, которые рассеиваются на грохотах - ситах с отверстиями разных размеров (грохочение). Применяют при обогащении фосфатных руд.

Измельченные зерна минералов и пустых пород могут различаться своей плотностью. Их разделяют в определенных средах: в тяжелой жидкости, потоке воды или воздуха (гравитационное обогащение).

Используя различие зерен в магнитной проницаемости или в электрической проводимости, используют электромагнитное и электростатическое обогащение: проходя на транспортере магнитное или электрическое поле, фракции разделяются. Метод применяют для некоторых видов рудного сырья.

Флотация (англ. «float» - плавать на поверхности) наиболее широко применяемый способ обогащения. Он основан на различной смачиваемости водой частиц минерального

<b>ОНДҮСТІК ҚАЗАҚСТАН</b> <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> <b>«Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ</b>	 <b>SOUTH KAZAKHSTAN</b> <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> <b>АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»</b>
<b>Кафедра фармацевтической и токсикологической химии</b>	<b>55/11/2025</b>
<b>Лекционный комплекс по дисциплине «Общая химическая технология»</b>	<b>стр.18 из 24</b>

сырья. Во флотационную машину поступает смесь воды и мелких частиц обогащаемой руды (пульпа) и подается воздух. Гидрофобные (не смачиваемые водой) частицы прилипают к пузырькам воздуха и выносятся вместе с ними на поверхность, образуя пену, которая удаляется специальным устройством. В пульпу добавляют специальные добавки, позволяющие регулировать смачиваемость частиц. Применяют для разделения полиметаллических сульфидных руд, отделения пустой породы от нефелина и обогащения многих других минералов.

Для обогащения используют также различие и других свойств компонентов минерального сырья, к которым относятся: плавкость (термическое обогащение), химическая активность (химическое обогащение), растворимость в некоторых жидкостях (экстракция). В промышленности эти способы применяются для обогащения твердого минерального сырья. Например, при нагревании серосодержащей руды легкоплавкая сера раньше других переходит в жидкое состояние и отделяется (термическое обогащение). Химическим обогащением удаляют балластные органические примеси при обжиге твердой породы. Экстракция - один из основных методов извлечения редких металлов из минерального сырья.

**Разделение жидких и газовых смесей.** Жидкие и газовые смеси разделяют, используя различия температур кипения, растворимости, сорбционных, химических и других свойств компонентов смеси.

Энергетические ресурсы химического производства

В химических производствах протекают разнообразные процессы, связанные с выделением энергии, с ее затратой, со взаимными превращениями и переходами энергии одного вида в другой. Энергия затрачивается на осуществление химических превращений, подготовку сырья, выделение продуктов, транспортировку материалов, сжатие газа и т.п.

В стоимостном выражении потребление энергии между процессами химического производства распределяется следующим образом: в химических реакторах – 5-40%, в массообменных процессах 30-80%, в теплообменных процессах - 60 90%.

Более половины тепловой энергии на химических предприятиях расходуется на получение таких энергоемких продуктов, как химических волокон (10,5% от общего объема химической продукции), аммиака (9,5%), полимеров (8,2%), соды каустической (4,7%), капролактама (3,5%), карбамида (3,5%), метанола (2,5%).

**Энергоемкость химического производства** - расход энергии на единицу получаемой продукции - один из важнейших показателей эффективности производства.

Энергию выражают в различных величинах (кДж, кВт·ч и других), в том числе в условных единицах массы (1 кг твердого топлива или 1 м<sup>3</sup> газообразного с теплотой сгорания 29,3 МДж).

К основным видам энергии, применяемой в тех или иных химических производствах, относятся: тепловая, электрическая, механическая, световая и энергия других излучений и атомных превращений. Выбор того или иного вида энергии зависит от характера технологического процесса.

**Тепловая энергия** применяется:

- для обеспечения теплового режима технологического процесса, например, для проведения эндотермических превращений;
- для осуществления самых разнообразных тепловых процессов (нагрев, плавление, сушка, выпарка, дистилляция, тепловая десорбция);
- для получения в паровых и газовых турбинах механической энергии.

<b>ОНДҮСТІК ҚАЗАҚСТАН</b> <b>MEDISINA</b> <b>АКАДЕМИЯСЫ</b> <b>«Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ</b>	 <b>SOUTH KAZAKHSTAN</b> <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> <b>АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»</b>
<b>Кафедра фармацевтической и токсикологической химии</b>	<b>55/11/2025</b>
<b>Лекционный комплекс по дисциплине «Общая химическая технология»</b>	<b>стр.19 из 24</b>

В качестве теплоносителей применяют топочные газы, получаемые сжиганием твердого, жидкого или газообразного топлива, водяной пар, горячую воду и другие жидкости (масло, расплавы солей и прочие).

К тепловой энергии относится холод - энергия охлаждающих потоков. Он вырабатывается при испарении жидкости (в холодильнике) или резком расширении газов (в детандере).

В химических предприятиях тепловую энергию получают непосредственно в производстве или из посторонних источников.

**Электрическая энергия** применяется:

- для собственно осуществления химико-технологического процесса, например, электрохимическою (электролиз растворов и расплавов) или плазмохимического;
- для обеспечения проведения некоторых технологических процессов, например, электротермических (плавление, нагревание, синтезы при высоких температурах);
- для процессов, связанных с использованием электрических нолей и электростатических явлений (осаждение пыли и туманов, элкт-рекрекинг углеводородов, электромагнитное обогащение руд);
- для получения в электроприводах различных машин и аппаратов механической энергии.

Электрическая энергия обычно поступает из постороннего источника и частично может вырабатываться в электрогенераторах, установленных на производстве.

**Механическая энергия**, получаемая из электрической или тепловой путем преобразования, применяется в следующих механических устройствах: дробилках, смесителях, мешалках, центрифугах, вентиляторах, насосах, транспортерах и др.

**Световая энергия**, преобразуемая в большинстве случаев из электрической, за последнее время приобретает все большее значение для реализации фотохимических реакций. Также она расходуется для автоматического контроля и управления технологическими процессами, в которых происходят фотоэлектрические явления, протекающие с превращением световой энергии в электрическую.

**Энергию других видов излучений и атомных превращений** используют для проведения радиационно-химических превращений и ядерно-химических реакций.

**К источникам получения энергии химическим производством** относятся:

- топливо, используемое для выработки тепловой энергии во внутренних производственных установках, например топках, горелках, пароперегревателях;
- теплоэлектроцентрали (ТЭЦ) и другие внешние теплоэнергетические установки тепловой и электрической энергии;
- энергетические установки излучения.

Распределение топливно-энергетических ресурсов по источникам получения энергии на каждом химическом производстве индивидуально, например на нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятиях на долю органическою топлива (природный газ, мазут, горючие отходы) приходится 45%, тепловой энергии - 40% и электрической энергии - 15%.

По **исходным компонентам** источники энергии делятся на первичные и вторичные.

**Первичными источниками** энергии называют вещества, энергетический потенциал которых является следствием природных процессов и не зависит от деятельности человека.

К ним относятся: ископаемые горючие и радиоактивные вещества, нагретые до высокой температуры термальные воды, солиис, ветер, энергия вод рек, морей, океанов, растительные продукты биологической деятельности (древесина и другие растительные продукты). В химической промышленности используется в основном газообразное и

<b>ОНДҮСТІК ҚАЗАҚСТАН MEDISINA АКАДЕМИЯСЫ</b> <b>«Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ</b>	 <b>SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY</b> <b>АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»</b>
<b>Кафедра фармацевтической и токсикологической химии</b>	<b>55/11/2025</b>
<b>Лекционный комплекс по дисциплине «Общая химическая технология»</b>	<b>стр.20 из 24</b>

жидкое топливо, а также теплота, получаемая от ТЭЦ и котельных установок самих предприятий.

По приведенной выше классификации первичные источники энергии можно подразделить на невозобновимые и возобновимые. К первым относят ископаемые горючие вещества (уголь, нефть, природный газ, сланцы). К остальным - все возможные источники энергии, являющиеся продуктами деятельности солнца и природных явлений и процессов на поверхности земли. В настоящее время в промышленности используют главным образом невозобновимые источники энергии, преимущественно газообразное и жидкое топливо.

*Вторичными источниками* энергии называют несущие энергетический потенциал вещества, которые являются продуктом деятельности человека, например: отходящие горючие органические вещества, отработанные горячие теплоносители промышленных производств (газ, вода, пар), нагретые вентиляционные выбросы, горячие и под давлением технологические потоки и другие.

### **Вода в химическом производстве**

Водные ресурсы земли включают мировой океан, атмосферную влагу, реки, озера, полярные льды и ледники, грунтовые воды, объем которых составляет 1389 млн. км<sup>3</sup>. Ежедневно на нужды человечества расходуется до 7 млрд. т воды, что соответствует по массе общему количеству полезных ископаемых, добываемых за год.

Вода - обязательный компонент практически всех технологических процессов в промышленности и сельском хозяйстве. В промышленности основными потребителями являются химическая, нефтехимическая, целлюлозно-бумажная отрасли промышленности, черная и цветная металлургия, энергетика.

Первичными источниками водоснабжения промышленных предприятий служат поверхностные и грунтовые воды, которые составляют около 0,01% всей воды в гидросфере.

Используемая в производстве техническая вода делится на несколько разновидностей.

1. *Охлаждающая вода* служит для охлаждения жидких и газообразных продуктов в теплообменных аппаратах. Она не соприкасается с материальными потоками.
2. *Технологическая вода* в свою очередь подразделяется на средообразующую, промывающую и реакционную. Средообразующая вода используется для растворения и образования супензий при обогащении природных материалов, перемещении продуктов и отходов производства (гидротранспорт); промывающая вода - для промывки газообразных (абсорбция), жидких (экстракция) и твердых продуктов; реакционная в качестве реагента, а также агента при азеотропной отгонке. Технологическая вода непосредственно контактирует с материальными потоками.
3. *Энергетическая вода* используется при получении пара (для питания парогенераторов) и как рабочее тело при передаче теплоты от источника к потребителю (горячая вода).

Следует отметить, что приблизительно 75% воды, используемой в химической промышленности, расходуется на охлаждение технологической аппаратуры. Остальная вода применяется главным образом в качестве химического реагента, экстрагента, абсорбента, растворителя, реакционной среды, транспортирующего агента, питательной воды в котлах или заторах.

Качество воды и требования к ней. Природная вода недостаточно чистая и без соответствующей обработки не может быть использована для промышленного водоснабжения. В 1 л пресной воды, как правило, содержится до 1 г солей. Кроме того, пресная природная вода содержит сложные природные органические соединения (гумус),

<b>ОНДҮСТІК ҚАЗАҚСТАН</b> <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> <b>«Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ</b>	 <b>SOUTH KAZAKHSTAN</b> <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> <b>АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»</b>
<b>Кафедра фармацевтической и токсикологической химии</b>	<b>55/11/2025</b>
<b>Лекционный комплекс по дисциплине «Общая химическая технология»</b>	<b>стр.21 из 24</b>

твёрдые взвеси, коллоидные вещества и примеси биологического происхождения (микроорганизмы, водоросли и др.) и растворенные газы, количество которых зависит от водоема (река, озеро, водохранилище, канал, подземные волны). Состав воды влияет на кислотность, например, для рек и озер pH колеблется в пределах 5,0+8,5.

### **Вода в химическом производстве**

Содержание в природных водах различных примесей, как растворенных, так и находящихся в виде взвеси, является причиной образования отложений накипи и шлама на поверхности теплообменной аппаратуры и парогенераторов, что приводит к их коррозии и ухудшению теплообмена. Например, периодический нагрев и охлаждение воды в теплообменной аппаратуре приводит к потерям диоксида углерода и отложению карбоната кальцина.

Требования, предъявляемые к технической воде, связаны с особенностями проводимых процессов и указываются в технологических регламентах конкретных химических производств. Очевидно, что качество воды, выполняющей роль реагента или абсорбента, должно быть значительно выше качества волны, используемой, например, для получения пара.

Промышленная водоподготовка представляет собой совокупность физических и химических операций, обеспечивающих очистку воды от механических примесей, растворенных солей и газов. Поскольку характер примесей и требования, предъявляемые к качеству воды, могут быть различными, в производстве существует несколько видов водоочистки, основными из которых являются: очистка от взвешенных примесей отстаиванием и фильтрацией, умягчение и обессоливание полы, дегазация, обеззараживание.

*Отстаивание от крупных частиц* осуществляется в непрерывно-действующих отстойниках большой емкости. От мелких частиц освобождаются фильтрацией. Для удаления коллоидных частиц (мельчайших глинистых частиц и белковых веществ) используется явление коагуляции путем добавления в воду коагулянтов с последующей фильтрацией от выпавшего осадка.

*Умягчение и обессоливание* воды представляют собой удаление солей кальция, магния и других элементов. Различают физические способы (нагревание, дистилляция, вымораживание) и физико-химические (обратный осмос и ультрафильтрация).

*Дегазацию* осуществляют химическим (фильтрацией через слой соответствующего адсорбента) или физическим (нагрев) способом.

Водооборотные циклы химических производств. Системы производственного водоснабжения делят на *прямоточные*, в которых подаваемая от первичного источника вода после ее однократного использования отводится за пределы предприятия, и *оборотные*, в которых отработанная вода подвергается охлаждению, очистке и возвращается для последующего использования в этом же производстве, т.е. замыкается в цикле (обороте).

### **4.Иллюстративный материал:**

- таблицы;
- презентация Microsoft Power Point.

### **5.Литература:**

#### **основная:**

##### **на русском языке:**

- 1.Жакирова, Н. К. Основы фармацевтической биотехнологии: учеб. пособие / Н. К. Жакирова, Н. К. Байзольданов, З. Б. Сакипова. - Алматы: Изд-во КазНМУ, 2008. - 256 с.

<b>ОНТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН</b> <b>MEDISINA</b> <b>АКАДЕМИЯСЫ</b> <b>«Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ</b>	 <b>SOUTH KAZAKHSTAN</b> <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> <b>АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»</b>
<b>Кафедра фармацевтической и токсикологической химии</b>	<b>55/11/2025</b>
<b>Лекционный комплекс по дисциплине «Общая химическая технология»</b>	<b>стр.22 из 24</b>

2.Жакирова, Н. К. Общая химическая технология: учеб. пособие/ Н. К. Жакирова.; Рек.

Учеб.-методич. Советом ун-та им. С. Д. Асфендиярова. - Алматы: Эверо, 2013. - 119 с.

3.Асильбекова А.Д., Ордабаева С.К. Промышленные способы получения лекарственных средств. Лабораторный практикум-Шымкент. - 2016-200с.

#### на казахском языке:

1.Химиялық технология негіздері: оқулық / Й. Қ. Тойбаев [ж. б.]; КР БФМ. - Алматы: ЖШС РПБК "Дәуір", 2011.-296 бет. - (КР Жоғары оқу орындарының қауымдастыры).

2.Химия өндірісінің негізгі процесстері мен аппараттары: Зертханалық практикум: оқу құралы / Ш. Ш. Нұрсейітов. - Алматы: Эверо, 2014. - 140 бет. с.

3. Ордабаева С.К., Асильбекова А.Д. Дәрілік заттарды алудың өндірістік әдістері. - Зертханалық практикум. - Шымкент. - 2019 ж. -180б.

#### на английском языке:

Seitmagzimova, G. M. General chemical technology: textbook / G. M. Seitmagzimova. - Almaty: Association of higher educational institutions of Kazakhstan, 2016. - 292 p.

#### электронные ресурсы:

- 1.Усманова, М. Б. Жалпы химия [Электронный ресурс]: оқу құралы / М. Б. Усманова. - Электрон.текстовые дан. (19,1 МБ). - Өскемен: "Мультимедия зертханасы", 2007. - эл. опт. диск (CD-ROM).
- 2.Асильбекова А.Д., Ордабаева С.К. Промышленные способы получения лекарственных средств. Лабораторный практикум-Шымкент.-2016-Электрон.текстовые дан.(4,00 Mb).2021.-200с
- 3.Ордабаева С.К., Асильбекова А.Д., Дүйсебаев Ш.Е. Дәрілік заттарды алудың өндірістік әдістері. - Зертханалық практикум. - Шымкент. - 2019 ж. - Электрон.текстовые дан.(4,00 Mb).2021.180б.

#### Электронные ресурсы БИЦ

- Электронная библиотека ЮКМА - <https://e-lib.skma.edu.kz/genres>
- Республикаанская межвузовская электронная библиотека (РМЭБ) – <http://rmebrk.kz/>
- Цифровая библиотека «Aknurpress» - <https://www.aknurpress.kz/>
- Электронная библиотека «Эпиграф» - <http://www.elib.kz/>
- Эпиграф - портал мультимедийных учебников <https://mbook.kz/ru/index/>
- ЭБС IPR SMART <https://www.iprbookshop.ru/auth>
- информационно-правовая система «Зан» - <https://zan.kz/ru>
- Cochrane Library - <https://www.cochranelibrary.com/>

#### 6.Контрольные вопросы (обратная связь Feedback):

1.Подготовка сырья:

- А) улучшение качества продукта
- Б) ухудшает качества продукта
- С) улучшает качества побочных продуктов
- Д) уменьшает скорость процесса
- Е) повышает скорость процесса

2. Влияние стадии подготовки сырья на качество и себестоимость продукта:

- А) повышает качество продукта, понижает себестоимость продукта
- Б) не влияет на качество продукта, повышает себестоимость продукта
- С) повышает качество продукта, не влияет на себестоимость продукта
- Д) понижает себестоимость продукта, повышает себестоимость продукта
- Е) не влияет на качество продукта, повышает себестоимость продукта

<b>ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН</b> <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> <b>«Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ</b>	 <b>SOUTH KAZAKHSTAN</b> <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> <b>АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»</b>
<b>Кафедра фармацевтической и токсикологической химии</b>	<b>55/11/2025</b>
<b>Лекционный комплекс по дисциплине «Общая химическая технология»</b>	<b>стр.23 из 24</b>

3. Механический метод обогащения твердого сырья:

- A) электромагнитная сепарация
- B) электротермическая обработка
- C) воздушная сепарация
- D) термическая обработка
- E) процесс электролиза

4. Подготовка сырья:

- A) улучшение качества продукта
- B) ухудшает качества продукта
- C) улучшает качества побочных продуктов
- D) уменьшает скорость процесса
- E) повышает скорость процесса

5. Механический метод обогащения сырья:

- A) гравитационный
- B) абсорбционной
- C) ректификационной
- D) электромагнитный
- E) электростатистический

6. Гидромеханический метод обогащения сырья:

- A) флотация
- B) обжиг
- C) гравитационный
- D) электромагнитный
- E) электростатистический

7. Химический метод обогащения твердого сырья:

- A) обжиг
- B) абсорбция
- C) измельчение
- D) ректификация
- E) конденсация

8. Вода, характеризующая сравнительно небольшим содержанием примесей:

- A) атмосферная
- B) поверхностная
- C) подземная
- D) проточная
- E) технологическая

9. Классификация сырья:

- A) рудное, растительное, животное
- B) минеральное, растительное, синтетическое
- C) рудное, твердое, искусственный
- D) минеральное, жидкое, рудное
- E) твердое, жидкое, искусственное

10. Основные стадии подготовки сырья:

- A) отстаивание, фильтрование, умягчение, обессолевание, дегазация
- B) отстаивание, фильтрование, полимеризация, восстановление, окисление
- C) отстаивание, газификация, обогащение, экстракция, нейтрализация
- D) нейтрализация, отстаивание, фильтрование, абсорбция, ректификация
- E) дегазация, отстаивание, фильтрование, адсорбция, экстракция

<b>ОНДҮСТІК ҚАЗАҚСТАН</b> <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> <b>«Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ</b>	 <b>SOUTH KAZAKHSTAN</b> <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> <b>АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»</b>
<b>Кафедра фармацевтической и токсикологической химии</b>	<b>55/11/2025</b>
<b>Лекционный комплекс по дисциплине «Общая химическая технология»</b>	<b>стр.24 из 24</b>

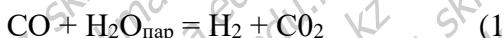
## Лекция №4

- 1. Тема:** Технологические приемы ускорения и замедления реакций.
- 2. Цель:** формирование у обучающихся знаний о технологических приемах ускорения и замедления реакций, скорости химической реакции, равновесии в системе, о принципе Ле-Шателье.
- 3. Тезисы лекции**

### План лекции:

1. Технологические приемы ускорения и замедления реакций.
2. Скорость химической реакции, равновесие в системе.
3. Принцип Ле-Шателье.

Большинство промышленных химических реакций, обратимо. Процесс химического превращения в таких случаях происходит в двух направлениях. Примером обратимого процесса служит широко применяемая в промышленности для получения водорода реакция взаимодействия окиси углерода CO с водянымиарами (конверсия окиси углерода):



По прямой реакции (слева направо) исходные вещества (окись углерода и вода) превращаются в продукты реакции (водород и двуокись углерода). Полученные продукты начинают взаимодействовать между собой, вновь образуя исходные вещества, т. е. идет обратная (справа налево) реакция. Обе реакции происходят одновременно.

В начале процесса концентрация исходных веществ - CO и H<sub>2</sub>O велика и поэтому значительна скорость прямой реакции. Но по мере протекания процесса окись углерода и водяные пары расходуются, концентрация их уменьшается и прямая реакция постепенно замедляется. Одновременно увеличивается количество полученных продуктов (водорода и углекислого газа), растет их концентрация, а потому повышается и скорость обратной реакции. Наконец, наступает такой момент, когда скорости прямой и обратной реакций становятся равными. Такое состояние реагирующей системы называется химическим равновесием.

Поскольку в обратимых процессах практически не происходит полного превращения исходных реагентов в продукты реакции, то после наступления равновесия в системе присутствуют одновременно и исходные вещества, и продукты реакции (CO, H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>), причем при равновесии устанавливаются определенные значения концентраций CO, H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub> и H<sub>2</sub>, которые больше не меняются. Они остаются постоянными не потому, что прекратились химические превращения, а потому, что процессы, протекающие по прямой реакции, уравновешиваются протеканием обратной реакции. Сколько молекул CO и H<sub>2</sub>O вступит в реакцию за определенное время (прямая реакция), столько же их образуется за это же время в результате взаимодействия CO<sub>2</sub> и H<sub>2</sub> (обратная реакция).

**Константа равновесия.** Определенное соотношение между содержанием веществ CO, H<sub>2</sub>O, H<sub>2</sub> и CO<sub>2</sub> в равновесной системе будет оставаться постоянным до тех пор, пока не произойдет изменения внешних условий (например, температуры).

*Отношение произведения концентраций продуктов реакции к произведению концентраций исходных веществ в момент равновесия называют константой равновесия реакции.* Концентрации исходных веществ и продуктов реакции должны быть взяты при этом в степенях, равных коэффициентам при данных веществах в уравнении реакции.

Так, для приведенной реакции (1) константа равновесия K<sub>p</sub> записывается в виде

$$K_p = \frac{P_{H_2} \times P_{CO_2}}{P_{CO} \times P_{H_2O}}$$

<b>ОНДҮСТІК ҚАЗАҚСТАН</b> <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> <b>«Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ</b>	 <b>SOUTH KAZAKHSTAN</b> <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> <b>АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»</b>
<b>Кафедра фармацевтической и токсикологической химии</b>	<b>55/11/2025</b>
<b>Лекционный комплекс по дисциплине «Общая химическая технология»</b>	<b>стр.25 из 24</b>

где  $\text{CH}_2$ ,  $\text{Cco}_2$ ,  $\text{Cco}$ ,  $\text{CH}_2\text{O}$  - концентрации  $\text{H}_2$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$  и  $\text{H}_2\text{O}$  соответственно в момент равновесия.

Величину константы равновесия используют для расчета равновесия обратимых процессов.

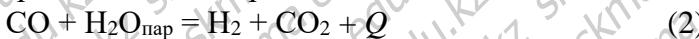
Выход продуктов, достигаемый при равновесии, называется равновесным. Он является максимальным для данных условий (температуры, давления, концентрации исходных веществ). Сколько бы времени ни вели процесс после наступления равновесия, получить выход больше, чем равновесный, невозможно. Повысить его можно, если сместить равновесие реакции вправо, изменив внешние условия проведения процесса. Поэтому важно знать, как влияют различные технологические показатели (температура, давление, концентрация реагирующих веществ) на равновесие химических реакций.

Влияние различных факторов на равновесие обратимых реакций. Принцип Ле-Шателье. Влияние температуры, давления и концентраций реагирующих веществ на равновесие в гомогенных и гетерогенных процессах определяется открытым в 1884 г. Ле-Шателье принципом, который формулируется так: *если на систему, находящуюся в состоянии равновесия, воздействовать извне, изменяя какую-либо из величин, определяющих состояние равновесия, то равновесие смещается таким образом, чтобы ослабить эффект воздействия.*

К важнейшим факторам, оказывающим влияние на сдвиг равновесия обратимой реакции, относятся температура, давление, концентрация участвующих в реакции веществ.

*Влияние температуры.* Для установления влияния температуры на сдвиг равновесия обратимой реакции необходимо знать, является ли данная реакция экзотермической (протекающей слева направо с выделением тепла+  $Q$ ) или эндотермической (идущей слева направо с поглощением тепла-  $Q$ ).

К обратимым экзотермическим реакциям относится рассмотренная конверсия окиси углерода водяным паром:

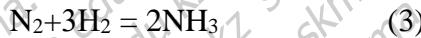


Если после наступления равновесия в такой системе изменить температуру, например понизить ее, то, согласно принципу Ле-Шателье, в системе должны произойти изменения, компенсирующие снижение температуры и приводящие к ее повышению. Следовательно, должна пройти та реакция, в результате которой выделяется тепло, т. е. новые порции  $\text{CO}$  и  $\text{H}_2\text{O}$  превратятся в  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2$ . Равновесие реакции смещается при этом в правую сторону и равновесный выход продуктов увеличивается.

Если же при протекании экзотермической реакции повысить температуру, то равновесие сдвинется влево и равновесный выход продуктов реакции снизится.

Для обратимой эндотермической реакции, наоборот, снижение температуры приводит к смещению равновесия влево и уменьшению равновесного выхода продукта, а увеличение температуры - к сдвигу равновесия вправо.

*Влияние давления.* Если обратимая реакция протекает с изменением объема, то помимо температуры на состояние равновесия такой реакции влияет давление. Например, обратимая реакция синтеза аммиака протекает в газовой фазе слева направо с уменьшением объема:



В этом случае из четырех молекул исходных веществ получаются две молекулы конечного продукта. При увеличении давления в такой системе, находящейся в состоянии равновесия, по принципу Ле-Шателье должны произойти изменения, приводящие к снижению давления или, что то же самое, к уменьшению числа молекул в газовой смеси.

<b>ОНДҮСТІК ҚАЗАҚСТАН</b> <b>MEDISINA</b> <b>АКАДЕМИЯСЫ</b> <b>«Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ</b>	 <b>SOUTH KAZAKHSTAN</b> <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> <b>АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»</b>
Кафедра фармацевтической и токсикологической химии	55/11/2025
Лекционный комплекс по дисциплине «Общая химическая технология»	стр.26 из 24

Таким процессом является прямая реакция. Поэтому определенные количества азота и водорода дополнительно превращаются в аммиак, равновесие сдвигается в правую сторону и выход аммиака повышается. При понижении же давления в реакции, идущей с уменьшением объема, равновесие смещается влево.

Для реакций, идущих с увеличением объема, наоборот, при уменьшении давления выход продукта растет, а при увеличении давления - падает. Примером такой реакции может служить взаимодействие метана  $\text{CH}_4$  с водяными парами (конверсия метана):



*Влияние концентрации реагирующих веществ.* Выход конечного продукта можно увеличить, изменяя концентрации участвующих в реакции веществ. Если, например, после установления равновесия реакции конверсии окиси углерода



повысить концентрацию исходных реагентов (CO или водяных паров), то по принципу Ле-Шателье должны произойти процессы, снижающие концентрацию этих реагентов, т. е. должна пройти реакция между CO и  $\text{H}_2\text{O}$ . Равновесие при этом сдвигается вправо и выход продукта повышается. Обычно не повышают концентрацию всех исходных реагентов, а берут в избытке более дешевый реагент. Для нашего примера таким реагентом является вода, поэтому и берут избыток водяных паров. Сдвинуть равновесие можно не только увеличением концентрации исходных веществ, но и уменьшением концентрации продуктов реакции. Это осуществляется выводом продуктов из реакционной системы.

В химической технологии обратимые процессы широко распространены. Выбирая условия проведения таких процессов, нужно в первую очередь руководствоваться требованием смещения равновесия в сторону образования продукта реакции. При этом следует учитывать, что для повышения равновесного выхода необходимо:

- 1) снижать температуру для экзотермической реакции;
- 2) повышать температуру для эндотермической реакции;
- 3) повышать давление в реакциях, протекающих с уменьшением объема;
- 4) понижать давление в реакциях, идущих с увеличением объема;
- 5) повышать концентрацию исходных реагентов;
- 6) снижать концентрацию продуктов реакции.

Необходимо также учитывать, что для смещения равновесия следует (когда это возможно) менять одновременно несколько показателей, приводящих к увеличению выхода продукта, например температуру, давление и концентрации веществ.

Перечисленные выше положения позволяют установить диапазон условий, при которых возможен высокий равновесный выход продукта. Но для практического осуществления процесса знания этих условий недостаточно, так как необходимо не только получить большой выход продукта, но и обеспечить высокую скорость процесса, поскольку от нее в значительной степени зависит производительность аппаратуры.

### Скорость химико-технологических процессов

В современном производстве при его громадных масштабах, использовании дорогой и сложной аппаратуры и машин повышение скоростей реакции имеет особенно важное значение.

Часто при условиях, обеспечивающих высокий выход продукта, мала скорость реакции, или наоборот. Поэтому окончательный выбор условий можно сделать только после изучения кинетики процесса. Кинетика позволяет установить, какова скорость взаимодействия исходных веществ и от чего она зависит. Учитывая кинетику процесса,

<b>ОНТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН</b> <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> <b>«Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ</b>	 <b>SOUTH KAZAKHSTAN</b> <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> <b>АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»</b>
Кафедра фармацевтической и токсикологической химии	55/11/2025
Лекционный комплекс по дисциплине «Общая химическая технология»	стр.27 из 24

можно выбрать такие условия, при которых реакция будет протекать не только с высоким выходом продукта, но и с большой скоростью.

Показателем скорости химической реакции служит количество исходных веществ, вступающих в реакцию в единицу времени. Например, о скорости процесса окисления сернистого ангидрида  $S_0_2$  в серный  $SO_3$  кислородом:



можно судить по тому, как быстро уменьшается количество  $S_0_2$  в реакционном объеме. Если оно уменьшается быстро, говорят, что скорость реакции большая; если же концентрация  $SO_2$  меняется медленно, говорят, что реакция протекает с малой скоростью. Скорость реакции можно установить и по тому, как быстро растет концентрация конечных продуктов (в данном случае  $SO_3$ ).

*Скорость химического процесса - это изменение концентрации одного из реагирующих веществ или продуктов реакции в единицу времени в единице объема реакционной массы.*

Химико-технологические процессы в большинстве случаев связаны со сложными реакциями. Скорость таких процессов зависит не только от скорости основной реакции, но и от скорости побочных реакций, а для гетерогенных процессов также от скорости подвода исходных веществ в зону реакции и скорости отвода продуктов из зоны реакции.

Скорости отдельных реакций различаются чрезвычайно сильно. Известны реакции, протекающие очень быстро. Например, окисление аммиака на платиновом катализаторе практически полностью заканчивается в течение десятитысячной доли секунды, реакция нейтрализации заканчивается за несколько секунд. Другие же реакции, например окисление железа, идут медленно.

*Влияние различных факторов на скорость химической реакции.* Скорость химической реакции зависит прежде всего от природы реагирующих веществ, т. е. от их физических и химических свойств. Кроме того, на скорость реакции существенно влияют следующие факторы: концентрация взаимодействующих веществ, температура, давление, катализатор, степень перемешивания веществ.

*Влияние концентрации взаимодействующих веществ.* Как известно, молекулы взаимодействующих веществ движутся с различной скоростью в реакционном пространстве. Чтобы произошла химическая реакция, молекулы различных веществ должны столкнуться друг с другом. Например, для проведения реакции получения йодистого водорода  $H_2$  из водорода и паров иода



необходимо, чтобы молекула иода столкнулась с молекулой водорода. Число столкновений молекул иода с молекулами водорода зависит от числа этих молекул, находящихся в объеме. Чем больше реагирующих частиц находятся в единице объема, тем больше вероятность их столкновения, а следовательно, и скорость реакции. Поэтому скорость химической реакции пропорциональна концентрациям веществ, участвующих в реакции.

Скорость получения иодистого водорода по приведенной реакции  $(r_{HI})$  пропорциональна концентрации водорода  $C_{H_2}$  и концентрации иода  $C_{I_2}$ :

$$r_{HI} = k_c C_{H_2} C_{I_2} \quad (9)$$

Величина  $k_c$ , в этом уравнении скорости является константой скорости реакции и зависит от природы реагирующих веществ и условий проведения реакции.

В общем случае для необратимой реакции



уравнение скорости (кинетическое уравнение) записывается так:

<b>ОНДҮСТІК ҚАЗАҚСТАН</b> <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> <b>«Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ</b>	 <b>SOUTH KAZAKHSTAN</b> <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> <b>АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»</b>
<b>Кафедра фармацевтической и токсикологической химии</b>	<b>55/11/2025</b>
<b>Лекционный комплекс по дисциплине «Общая химическая технология»</b>	<b>стр.28 из 24</b>

$$r_R = k_C C_A^n C_B^m, \quad (11)$$

где  $r_R$  - скорость реакции;  $C_A$  и  $C_B$  - концентрации исходных веществ  $A$  и  $B$ ;  $n$ ,  $m$  - стехиометрические коэффициенты (коэффициенты в уравнении реакции).

**Влияние давления.** Концентрация вещества, находящегося в газообразном состоянии, увеличивается с повышением давления. Поэтому для реакций, протекающих с участием газообразных веществ, увеличение давления (равнозначное увеличению концентрации) приводит к повышению скорости реакции.

При проведении химической реакции следует учитывать, что в начале процесса, когда концентрация реагирующих веществ высокая, скорость реакции большая. По мере прохождения реакции концентрации продуктов реакции увеличиваются, а концентрации исходных веществ уменьшаются, и поэтому скорость реакции становится очень малой. Следовательно, для полного превращения исходных реагентов в продукт требуется затратить значительное время, что вызывает снижение производительности аппаратуры. Поэтому не всегда целесообразно добиваться полного превращения исходного реагента в продукт, чтобы не снижать тем самым производительность аппаратуры.

По этой же причине в случае обратимых реакций выход продукта не доводят до равновесного.

**Влияние температуры.** Известно, что не все столкновения молекул приводят к химическому превращению. В реакцию вступают только активные молекулы, которые имеют более высокую скорость движения, а поэтому обладают и более высокой энергией по сравнению с остальными молекулами в системе. При нагревании реакционной смеси увеличивается число активных молекул, обладающих необходимой для вступления в реакцию энергией. Поэтому с повышением температуры резко возрастает скорость химической реакции. *Повышение температуры на 10° увеличивает скорость химической реакции в 2-4 раза.*

Влияние температуры на скорость реакции учитывается в кинетическом уравнении через константу скорости. Последняя увеличивается с ростом температуры, поэтому растет и скорость реакции.

Для сложных реакций увеличение температуры не только повышает их скорость, но и меняет ход процесса.

С повышением температуры увеличиваются  $k_c$ , и  $k_{C2}$  и поэтому увеличивается скорость обеих реакций. Но константы скорости могут увеличиться не в одинаковой степени. Например,  $k_{C1}$  увеличивается больше, чем  $k_{C2}$ , тогда первая реакция ускоряется с ростом температуры больше, чем вторая. Это приведет к тому, что при повышении температуры выход продукта  $B$  (за определенный период времени) возрастет больше, чем выход продукта  $D$ . Изменится соотношение между содержанием конечных продуктов  $B$  и  $D$ , или, что то же самое, избирательность, или селективность, процесса. Это необходимо учитывать, когда стремятся повысить выход того или иного продукта в сложной реакции.

**Влияние катализатора.** Ускорить химическую реакцию можно и применением особых веществ, называемых катализаторами или контактами. Многие химические реакции не могут быть практически осуществлены без применения катализатора. Ускоряя реакцию, сам катализатор не входит в состав конечного продукта и остается в реакционной среде без изменения.

Катализаторы могут не только ускорять химическую реакцию, но и направлять ход реакции.

#### 4. Иллюстративный материал:

- таблицы;
- презентация Microsoft Power Point.

<b>ОНТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН MEDISINA АКАДЕМИЯСЫ</b> <b>«Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ</b>	 <b>SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY</b> <b>АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»</b>
<b>Кафедра фармацевтической и токсикологической химии</b>	<b>55/11/2025</b>
<b>Лекционный комплекс по дисциплине «Общая химическая технология»</b>	<b>стр.29 из 24</b>

## 5.Литература: основная:

### на русском языке:

- 1.Жакирова, Н. К. Основы фармацевтической биотехнологии: учеб. пособие / Н. К. Жакирова, Н. К. Байзолданов, З. Б. Сакипова. - Алматы: Изд-во КазНМУ, 2008. - 256 с.
- 2.Жакирова, Н. К. Общая химическая технология: учеб. пособие/ Н. К. Жакирова.; Рек. Учеб.-методич. Советом ун-та им. С. Д. Асфендиярова. - Алматы: Эверо, 2013. - 119 с.
- 3.Асильбекова А.Д., Ордабаева С.К. Промышленные способы получения лекарственных средств. Лабораторный практикум-Шымкент. - 2016-200с.

### на казахском языке:

- 1.Химиялық технология негіздері: оқулық / ҮІ. Қ. Тойбаев [ж. б.]; КР БФМ. - Алматы: ЖШС РПБК "Дәүір", 2011.-296 бет. - (КР Жоғары оқу орындарының қауымдастыры).
- 2.Химия өндірісінің негізгі процесстері мен аппараттары: Зертханалық практикум: оқу құралы / Ш. Ш. Нұрсейітов. - Алматы: Эверо, 2014. - 140 бет. с.
3. Ордабаева С.К., Асильбекова А.Д. Дәрілік заттарды алудың өндірістік әдістері. - Зертханалық практикум. - Шымкент. - 2019 ж. -180б.

### на английском языке:

Seitmagzimova, G. M. General chemical technology: textbook / G. M. Seitmagzimova. - Almaty: Association of higher educational institutions of Kazakhstan, 2016. - 292 p.

### электронные ресурсы:

- 1.Усманова, М. Б. Жалпы химия [Электронный ресурс]: оқу құралы / М. Б. Усманова. - Электрон.текстовые дан. (19,1 МБ). - Өскемен: "Мультимедия зертханасы", 2007. - әл. опт. диск (CD-ROM).
- 2.Асильбекова А.Д., Ордабаева С.К. Промышленные способы получения лекарственных средств. Лабораторный практикум-Шымкент.-2016-Электрон.текстовые дан.(4,00 Mb).2021.-200c
- 3.Ордабаева С.К., Асильбекова А.Д., Дүйсебаев Ш.Е. Дәрілік заттарды алудың өндірістік әдістері. - Зертханалық практикум. - Шымкент. - 2019 ж. - Электрон.текстовые дан.(4,00 Mb).2021.180б.

### Электронные ресурсы БИЦ

- Электронная библиотека ЮКМА - <https://e-lib.skma.edu.kz/genres>
- Республикаанская межвузовская электронная библиотека (РМЭБ) – <http://rmebrk.kz/>
- Цифровая библиотека «Aknurpress» - <https://www.aknurpress.kz/>
- Электронная библиотека «Эпиграф» - <http://www.elib.kz/>
- Эпиграф - портал мультимедийных учебников <https://mbook.kz/ru/index/>
- ЭБС IPR SMART <https://www.iprbookshop.ru/auth>
- информационно-правовая система «Зан» - <https://zan.kz/ru>
- Cochrane Library - <https://www.cochranelibrary.com/>

### 6.Контрольные вопросы (обратная связь Feedback):

1. Для каких процессов применим принцип Ле-Шателье?
2. Какие факторы влияют на положение равновесия?
3. Как влияет температура на обратимые экзотермические и эндотермические процессы?
4. Как влияет давление на равновесие обратимого процесса, протекающего в газовой фазе с уменьшением объема?
5. Как влияет концентрация исходных веществ на смещение равновесия?

<b>ОНДҮСТІК ҚАЗАҚСТАН</b> <b>MEDISINA</b> <b>АКАДЕМИЯСЫ</b> <b>«Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ</b>	 <b>SOUTH KAZAKHSTAN</b> <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> <b>АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»</b>
Кафедра фармацевтической и токсикологической химии	55/11/2025
Лекционный комплекс по дисциплине «Общая химическая технология»	стр.30 из 24

6. От каких основных факторов зависит скорость химического процесса?

### Лекция №5

1. Тема: Основные процессы химической технологии и аппаратура для них.
2. Цель: формирование у обучающихся знаний об основных процессах химической технологии и аппаратуре для них.

#### 3. Тезисы лекции

##### План лекции:

1. Технологические схемы.
2. Периодические и непрерывные процессы.
3. Параллельные и последовательные процессы.
4. Аппаратура.

Химическая промышленность производит тысячи разнообразных продуктов, обладающих различными свойствами и применяемых во многих отраслях хозяйства.

Несмотря на многообразие химических продуктов, условий проведения процессов, применяемых реакционных и нереакционных аппаратов, химико-технологические процессы имеют общие закономерности, позволяющие определять необходимые условия их проведения. Общность имеется и в организации процессов.

Технологические схемы. Производство химических продуктов, как правило, включает ряд физических и химических процессов: подготовку сырья к переработке, транспортировку реагирующих веществ (перемещение их из аппарата в аппарат), проведение химических реакций, разделение полученных продуктов, их хранение и упаковку и т. д. Последовательное описание и графическое изображение всех стадий переработки исходных веществ в продукты производства и аппаратов, применяемых для этой цели, называется технологической схемой производства.

Подготовка сырья. Требования, предъявляемые к сырью, зависят от вида химического производства. В одних случаях удобно перерабатывать сырье в твердом виде, в других - в виде раствора, расплава или газа. Для одних химико-технологических операций целесообразнее перерабатывать твердое сырье в виде мелких, для других - в виде крупных кусков. Часто химическая переработка сырья становится возможной лишь после повышения концентрации полезного компонента в нем (концентрирования сырья).

Первая стадия химико-технологических процессов - подготовка сырья решает задачу доведения его до такого состояния, при котором состав сырья и свойства будут отвечать требованиям данного производства, обеспечивать высокую скорость химических превращений. Для многих видов сырья предъявляемые к нему требования закреплены государственными общесоюзовыми стандартами (ГОСТами) или техническими условиями (ТУ).

Подготовка сырья включает операции измельчения, концентрирования, сушки, удаления пыли из газов и т. п. Те или иные операции подготовки сырья применяют в зависимости от конкретных требований следующего этапа - стадии химических превращений.

Химические превращения. На этой стадии компоненты сырья вступают между собой в химическое взаимодействие, в результате которого происходит образование новых веществ.

В большинстве случаев в результате химических превращений не удается получить чистый продукт. Поэтому целевой продукт необходимо выделить из смеси продуктов.

Выделение целевых продуктов осуществляется ректификацией, абсорбцией, адсорбцией, кристаллизацией, выпариванием и т. п.

<b>ОНДҮСТІК ҚАЗАҚСТАН</b> <b>MEDISINA</b> <b>АКАДЕМИЯСЫ</b> <b>«Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ</b>	 <b>SOUTH KAZAKHSTAN</b> <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> <b>АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»</b>
<b>Кафедра фармацевтической и токсикологической химии</b>	<b>55/11/2025</b>
<b>Лекционный комплекс по дисциплине «Общая химическая технология»</b>	<b>стр.31 из 24</b>

Ректификацией можно разделять однородные смеси, состоящие из жидкостей, кипящих при разных температурах. Если, например, нагреть и частично испарить жидкость, состоящую из этилового спирта и воды, то спирт будет легче испаряться, чем вода, так как он кипит при более низкой температуре. Поэтому спирта в парах будет больше, чем в исходной жидкости смеси. Если эти пары отделить, снова охладить и превратить в жидкость (сконденсировать), то содержание спирта в ней также будет больше, чем в исходной смеси. При повторении тех же операций (испарения и конденсации) с обогащенной спиртом жидкостью можно получить продукт с еще большим содержанием спирта. Именно такой процесс и происходит при ректификации, когда в ректификационной колонне при подогреве жидкости многократно повторяются частичное испарение смеси и конденсация паров.

Абсорбция - поглощение газа жидкостью - применяется для разделения газовых смесей, в состав которых входят газы, по-разному поглощающиеся жидкостью. Процесс связан с переходом вещества из газовой фазы в жидкую. Его осуществляют в абсорбционных колоннах, где газовую смесь приводят в соприкосновение с жидкостью. Жидкость подбирают таким образом, чтобы она поглощала только те газы, которые нужно выделить из смеси. Остальные газы, не способные поглощаться выбранной жидкостью, удаляются из колонны. Например, если требуется удалить углекислый газ из газовой смеси азота с водородом, смесь пропускают через колонну, в которую подают воду. В воде растворяется только углекислый газ и из колонны выходит очищенная от углекислого газа смесь, состоящая из азота и водорода.

Процесс, при котором для разделения газовых или жидких смесей используют не жидкий, а твердый поглотитель, называют адсорбцией. Этот процесс разделения характеризуется переходом вещества из газовой или жидкой фазы в твердую.

Кристаллизацией можно выделить вещество из раствора или расплава в твердом виде. Подбирают такие условия, при которых снижается растворимость вещества, вследствие чего оно из жидкой фазы выделяется в виде кристаллов.

При выпаривании разделение веществ происходит за счет перехода одного вещества из жидкости в паровую фазу.

Для многих процессов за один проход исходных реагентов через реакционный аппарат нельзя достигнуть высокой степени их превращения. Примером может служить обратимая экзотермическая реакция: когда такую реакцию вынуждены проводить при повышенной температуре, получают неполное превращение сырья в продукты реакции.

Схемы, где на повторную переработку подается все непрореагировавшее сырье, называются схемами с полной рециркуляцией. В схемах с частичной рециркуляцией в реактор возвращается лишь часть непрореагировавшего сырья.

Циклические схемы производства широко применяются для синтеза аммиака, метанола и других соединений. Установки, работающие по циклической схеме, более компактны, они включают меньше аппаратов, обеспечивают большую полноту переработки исходных веществ в продукты по сравнению со схемами с открытой цепью. Циркуляцию применяют и в тех случаях, когда хотят возвратить в процесс какое-нибудь вспомогательное вещество, выделяющееся в конце процесса и используемое на начальных стадиях процесса, например аммиак в содовом производстве.

В химической промышленности широко применяют циркуляцию воды, водяных паров или холодильных растворов, когда они выступают в роли переносчиков тепла. Это особенно интересно в случае проведения процессов при высоких температурах и давлениях, осуществление которых связано со значительными расходами энергии.

<b>ОНДҮСТІК ҚАЗАҚСТАН</b> <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> <b>«Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ</b>	 <b>SOUTH KAZAKHSTAN</b> <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> <b>АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»</b>
Кафедра фармацевтической и токсикологической химии	55/11/2025
Лекционный комплекс по дисциплине «Общая химическая технология»	стр.32 из 24

Вместе с тем источниками тепла могут служить химические реакции, протекающие с выделением тепла. Представим себе, что протекает экзотермическая реакция  $A+B\leftrightarrow R+Q$

$N_2+3H_2\leftrightarrow 2NH_3+Q$ .

Для обеспечения большой скорости реакции требуется высокая температура, например для получения аммиака температура  $500^{\circ}\text{C}$ . Достигнуть столь высокой температуры без подвода тепла в реактор извне можно, если реагенты поступят в него предварительно нагретыми. Что же можно использовать в качестве теплоносителя? Для нагрева реакционных газов могут служить горячие продукты реакции. В данном случае, как и в других, процесс складывается из известных уже этапов: подготовки сырья, химических превращений и разделения продуктов. На стадии подготовки сырье нагревается продуктами, выходящими из реактора. На схеме 10 представлен такой процесс: сырье поступает для подготовки в теплообменник (рекуператор), откуда в нагретом состоянии направляется на стадию химических превращений, протекающих с выделением тепла.

Продукты реакции отдают тепло в теплообменнике и направляются на разделение. Таким образом, химическая реакция протекает при высокой температуре без затраты тепла извне. Такие процессы называются автотермичными.

Тепло реакции может быть применено не только для нагрева, но и для производства в котлах-утилизаторах пара, энергия которого может быть использована. Так, приведенная выше реакция синтеза аммиака протекает с уменьшением объема. Следовательно, исходя из принципа Ле-Шателье ее нужно проводить при высоких давлениях. В этом случае тепло реакционных газов рекуперируют не только для нагрева поступающих продуктов, но и для получения пара.

Стадия подготовки состоит из двух этапов - сжатия газов и их нагрева. Сжатые и нагретые газы поступают на стадию химического превращения, после которого они проходят через котел-утилизатор и теплообменник. В котле-утилизаторе вода превращается в пар. Последний попадает на лопатки турбины, находящейся на одном валу с турбокомпрессором, сжимающим поступающую на синтез реакционную смесь. Продукты реакции после котла-утилизатора проходят через теплообменник, отдают свое тепло сжатым газам и направляются на разделение. Подобное построение схемы не только позволяет значительно увеличить энергетический коэффициент полезного действия, но в ряде случаев получать необходимую в производстве дополнительную энергию. Энергетические схемы в настоящее время реализованы в промышленности, в частности, при получении аммиака, серной кислоты и других продуктов. Они показали высокую эффективность и получают все большее распространение в промышленной практике.

Как указывалось, технологическая схема включает ряд аппаратов, через которые проходят обрабатываемые материалы. Эти аппараты работают периодически или непрерывно, они могут быть соединены между собой параллельно или последовательно.

В гетерогенных процессах потоки реагирующих фаз могут иметь различное направление.

Периодические и непрерывные процессы. Технологические процессы на всех стадиях химического производства по характеру введения исходных материалов в аппарат и вывода из него продуктов подразделяются на периодические и непрерывные.

Периодическими называют такие процессы, при которых в аппарат сразу загружают определенное количество исходных веществ, после чего в течение заданного времени происходит их обработка, по завершении которой аппарат разгружают. Затем снова повторяют все три операции: загрузку, обработку сырья, выгрузку и т. д.

<b>ОНДҮСТІК ҚАЗАҚСТАН</b> <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> <b>«Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ</b>	 <b>SOUTH KAZAKHSTAN</b> <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> <b>АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»</b>
<b>Кафедра фармацевтической и токсикологической химии</b>	<b>55/11/2025</b>
<b>Лекционный комплекс по дисциплине «Общая химическая технология»</b>	<b>стр.33 из 24</b>

В периодических процессах при загрузке исходных веществ и выгрузке продукта аппарат не работает (простаивает), т. е. время работы аппарата используется нерационально. Кроме того, перерывы в работе аппарата часто сопровождаются большими непроизводительными потерями тепла или других видов энергии. При периодических процессах трудно обеспечить получение продуктов одинакового качества, эти процессы сложно механизировать и автоматизировать.

Но иногда выгодно проводить процесс периодически, например при небольшой производительности установки. В таких условиях периодический процесс отличается лучшими экономическими показателями по сравнению с непрерывными процессами.

Непрерывными называют такие процессы, при которых одновременно и непрерывно осуществляются следующие операции: поступление исходных веществ в аппарат, их обработка и вывод продуктов. При непрерывных процессах нет непроизводительнойтраты времени на остановку аппарата, загрузку сырья и выгрузку продуктов. Некоторые процессы протекают непрерывно не только круглые сутки, но и месяцы, а иногда и годы. Поэтому непрерывные процессы по сравнению с периодическими в большинстве случаев экономически более выгодны и высокопроизводительны: они позволяют получить высокий выход и однородное качество продуктов, их легче механизировать и автоматизировать, они обеспечивают непрерывность и постоянство условий протекания процесса.

Этими преимуществами непрерывных процессов объясняется то, что в современной передовой технике периодические процессы заменяются непрерывными.

Параллельные и последовательные соединения. В ряде случаев та или иная операция в технологических процессах может осуществляться одновременно в одном или нескольких аппаратах. В зависимости от распределения перерабатываемых материалов различают параллельные и последовательные соединения аппаратов между собой.

Аппаратурное оформление гетерогенных процессов. Конструкция реакторов, применяемых для проведения гетерогенных процессов, должна обеспечивать создание большой поверхности контакта между веществами, находящимися в различных агрегатных состояниях. Необходимо также добиваться усиленного перемешивания реагентов, что приводит к обновлению поверхности контакта фаз и улучшению условий диффузии.

Реакторы, в которых происходит обработка систем Г-Т и Ж-Т, можно разделить на четыре группы.

Аппараты фильтрующего, или стационарного, слоя. На решетке покоится неподвижный слой твердых частиц, через который пропускается поток газа или жидкости. Аппараты этого типа отличаются простотой конструкции, однако в них отсутствует обновление поверхности соприкосновения фаз, нельзя использовать твердый материал высокой степени измельчения и большие скорости газового потока, так как это повышает расход энергии на подачу газа или жидкости через слой твердого материала. В аппаратах с фильтрующим слоем затруднен отвод или подвод тепла, необходимого для проведения реакции.

В аппаратах с мешалками обеспечивается непрерывное обновление поверхности контакта фаз, которое ускоряет диффузионные процессы. Вместе с тем данные аппараты, особенно для системы Г-Т, сложны по устройству и не обеспечивают высокой степени превращения исходного сырья.

Аппараты для системы Г-Т представляют собой полые камеры, в которые через пневматические сопла подводится газообразный реагент, распыляющий тонкоизмельченный твердый материал. В потоке между газом и твердым материалом

<b>ОНТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН MEDISINA AKADEMIASY</b> <b>«Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ</b>	 <b>SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY</b> <b>АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»</b>
<b>Кафедра фармацевтической и токсикологической химии</b>	<b>55/11/2025</b>
<b>Лекционный комплекс по дисциплине «Общая химическая технология»</b>	<b>стр.34 из 24</b>

протекает химическое взаимодействие. Отделение твердых продуктов от газообразных происходит под действием силы тяжести. Аппараты этого типа отличаются простотой конструкции.

#### **4.Иллюстративный материал:**

- таблицы;
- презентация Microsoft Power Point.

#### **5.Литература:**

##### **основная:**

##### **на русском языке:**

- 1.Жакирова, Н. К. Основы фармацевтической биотехнологии: учеб. пособие / Н. К. Жакирова, Н. К. Байзолданов, З. Б. Сакипова. - Алматы: Изд-во КазНМУ, 2008. - 256 с.
- 2.Жакирова, Н. К. Общая химическая технология: учеб. пособие/ Н. К. Жакирова.; Рек. Учеб.-методич. Советом ун-та им. С. Д. Асфендиярова. - Алматы: Эверо, 2013. - 119 с.
- 3.Асильбекова А.Д., Ордабаева С.К. Промышленные способы получения лекарственных средств. Лабораторный практикум-Шымкент.- 2016-200с.

##### **на казахском языке:**

- 1.Химиялық технология негіздері: оқулық / ҮІ. Қ. Тойбаев [ж. б.]; ҚР БФМ. - Алматы: ЖШС РПБК "Дәуір", 2011.-296 бет. - (ҚР Жоғары оқу орындарының қауымдастыры).
- 2.Химия өндірісінің негізгі процесстері мен аппараттары: Зертханалық практикум: оқу құралы / Ш. Ш. Нұрсейітов. - Алматы: Эверо, 2014. - 140 бет. с.
3. Ордабаева С.К., Асильбекова А.Д. Дәрілік заттарды алудың өндірістік әдістері. - Зертханалық практикум. - Шымкент. - 2019 ж. -1806.

##### **на английском языке:**

- Seitmagzimova, G. M. General chemical technology: textbook / G. M. Seitmagzimova. - Almaty: Association of higher educational institutions of Kazakhstan, 2016. - 292 p.

##### **электронные ресурсы:**

- 1.Усманова, М. Б. Жалпы химия [Электронный ресурс]: оқу құралы / М. Б. Усманова. - Электрон.текстовые дан. (19,1 МБ). - Өскемен: "Мультимедия зертханасы", 2007. - эл. опт. диск (CD-ROM).
- 2.Асильбекова А.Д., Ордабаева С.К. Промышленные способы получения лекарственных средств. Лабораторный практикум-Шымкент.-2016-Электрон.текстовые дан.(4,00 Mb).2021.-200c
- 3.Ордабаева С.К., Асильбекова А.Д., Дүйсебаев Ш.Е. Дәрілік заттарды алудың өндірістік әдістері. - Зертханалық практикум. - Шымкент. - 2019 ж. - Электрон.текстовые дан.(4,00 Mb).2021.1806.

##### **Электронные ресурсы БИЦ**

- Электронная библиотека ЮКМА - <https://e-lib.skma.edu.kz/genres>
- Республикаанская межвузовская электронная библиотека (РМЭБ) – <http://rmebrk.kz/>
- Цифровая библиотека «Aknurpress» - <https://www.aknurpress.kz/>
- Электронная библиотека «Эпиграф» - <http://www.elib.kz/>
- Эпиграф - портал мультимедийных учебников <https://mbook.kz/ru/index/>
- ЭБС IPR SMART <https://www.iprbookshop.ru/auth>
- информационно-правовая система «Зан» - <https://zan.kz/ru>

Cochrane Library - <https://www.cochranelibrary.com/>

#### **6. Контрольные вопросы (обратная связь Feedback)**

<b>ОНТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН</b> <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> <b>«Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ</b>	 <b>SOUTH KAZAKHSTAN</b> <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> <b>АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»</b>
<b>Кафедра фармацевтической и токсикологической химии</b>	<b>55/11/2025</b>
<b>Лекционный комплекс по дисциплине «Общая химическая технология»</b>	<b>стр.35 из 24</b>

1. От каких основных факторов зависит скорость химического процесса?
2. Почему при проведении в промышленности реакции между твердым веществом и газом или жидкостью стремятся создать большую поверхность твердого вещества?
3. Как увеличивается поверхность соприкосновения фаз в гетерогенных системах Г-Т, Ж-Т, Г-Ж?
4. Из каких стадий состоит гетерогенный процесс?
5. Как увеличить скорость гетерогенного процесса, протекающего в кинетической области? В диффузионной?
6. Какой температурный режим является наилучшим при проведении обратимых экзотермических реакций? Обратимых эндотермических? Необратимых реакций?

## Лекция №6

**1. Тема: Каталитические процессы. Химические реакторы.**

**2. Цель:** формирование у обучающихся знаний о каталитических процессах.

**3. Тезисы лекции**

**План лекции:**

1. Виды каталитических процессов.
2. Показатели процесса.
3. Промышленные катализаторы.
4. Химические реакторы.
5. Классификация химических реакторов.
6. Реакторы идеального смещения.
7. Химические реакторы полного перемешивания.

Различные химические реакторы сравнения.

Многие реакции протекают очень медленно. Однако их можно ускорить введением катализаторов - веществ, присутствия которых достаточно для того, чтобы реакция протекала с высокой скоростью. При этом катализаторы остаются неизменными.

Процессы, скорость которых увеличиваются с помощью катализаторов, называются **катализическими**. Каталитические процессы нашли чрезвычайно широкое распространение в промышленной практике - в настоящее время около 90% промышленных процессов каталитические. Сюда относятся производства водорода, аммиака, феноло-формальдегидных смол и многие другие.

### Каталитические процессы

Многие реакции протекают очень медленно. Однако их можно ускорить введением катализаторов - веществ, присутствия которых достаточно для того, чтобы реакция протекала с высокой скоростью. При этом катализаторы остаются неизменными.

Процессы, скорость которых увеличиваются с помощью катализаторов, называются **катализическими**. Каталитические процессы нашли чрезвычайно широкое распространение в промышленной практике - в настоящее время около 90% промышленных процессов каталитические. Сюда относятся производства водорода, аммиака, фенолоформальдегидных смол и многие другие.

Следует отметить, что катализаторы используются главным образом для ускорения реакций. Процесс, в котором катализаторы используются для ускорения реакций, называется **положительным катализом**. Имеются случаи применения катализаторов для замедления процессов (например, окислительных) - такой катализ называется **отрицательным**.

<b>ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН MEDISINA АКАДЕМИЯСЫ</b> <b>«Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ</b>	 <b>SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY</b> <b>АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»</b>
<b>Кафедра фармацевтической и токсикологической химии</b>	<b>55/11/2025</b>
<b>Лекционный комплекс по дисциплине «Общая химическая технология»</b>	<b>стр.36 из 24</b>

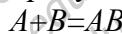
Процесс, в котором катализатор и реагенты находятся в одном агрегатном состоянии, например реагенты и катализатор жидкые или газообразные, называют **гомогенным катализом**. В случае, когда реагенты и катализатор - в различном агрегатном состоянии, например реагенты газообразные, а катализатор твердый или же реагенты газообразные, а катализатор жидкий, речь идет о **гетерогенном катализе**.

Различные катализаторы ускоряют один и тот же процесс в разной степени. *Мера ускоряющего действия катализатора по отношению к данной реакции называется активностью катализатора.* Следовательно, чем выше активность катализатора, тем в большей степени он увеличивает скорость реакции, и поэтому реакции в присутствии катализатора могут быть проведены с большой скоростью при низких температурах.

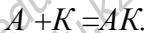
Минимальная температура, при которой в присутствии данного катализатора процесс протекает с достаточной скоростью для его промышленного применения, называется **температурой зажигания катализатора**.

Как указывалось выше, катализаторы остаются неизменными после реакции, т. е. их свойства и состав не меняются. Практически, в реальных условиях, катализатор в процессе работы постепенно теряет способность ускорять реакции. Другими словами, активность катализаторов снижается и даже возможна полная потеря активности — **катализатор дезактивируется**. Дезактивация катализаторов вызывается его «отравлением» некоторыми веществами, которые присутствуют в реагентах, вступающих во взаимодействие. Такие вещества называются **контактными ядами**. Следовательно, для того чтобы катализатор работал длительное время, необходима тщательная очистка реагентов от контактных ядов.

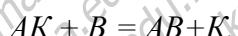
**Гомогенно-катализические процессы.** Гомогенно-катализический процесс схематически можно представить следующим образом. Пусть в газовой фазе должна пройти реакция между веществами *A* и *B* с образованием продукта *AB*:



Для ускорения реакции ее ведут в присутствии катализатора *K*, благодаря которому процесс пойдет по другому пути, а именно вещество *A* взаимодействует с катализатором *K*:



При этом образуется соединение *AK*, которое в свою очередь вступает в реакцию с *B*:



Таким образом, путь реакции изменился: по реакции (III, 24) образовалось промежуточное соединение *AK*, по реакции вещество *AB* и в результате катализатор оказался неизменным.

Скорость гомогенно-катализического процесса возрастает с увеличением активности катализатора, повышением температуры, концентрации реагирующих веществ и катализатора; иногда она растет при перемешивании реагентов.

**Гетерогенно-катализические процессы.** Гетерогенно-катализические процессы нашли широкое применение в промышленности. Наибольшее распространение получили процессы с использованием твердых катализаторов для проведения реакций между газообразными веществами - водорода с азотом с образованием аммиака, двуокиси серы с кислородом с получением трехокиси серы и многие другие.

В присутствии твердых катализаторов процесс протекает следующим образом: сначала реагенты диффундируют к поверхности катализатора, затем они проникают в поры катализатора и осаждаются - адсорбируются на его поверхности. На поверхности

<b>ОНДҮСТІК ҚАЗАҚСТАН</b> <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> <b>«Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ</b>	 <b>SOUTH KAZAKHSTAN</b> <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> <b>АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»</b>
<b>Кафедра фармацевтической и токсикологической химии</b>	<b>55/11/2025</b>
<b>Лекционный комплекс по дисциплине «Общая химическая технология»</b>	<b>стр.37 из 24</b>

катализатора протекает реакция между реагентами. Образовавшиеся продукты реакции диффундируют через поры катализатора к его поверхности и с поверхности катализатора в окружающий его объем. Скорости отдельных стадий такого процесса различны.

Если наиболее медленной стадией оказывается стадия диффузии, то это значит, что процесс протекает в **диффузионной области**. Такой процесс можно ускорить, если увеличить скорость диффузии. Для этого целесообразно перемешивать реагенты, что приведет к ускорению диффузии, или приготовить катализатор с большими порами для облегчения проникновения газов внутрь частицы катализатора.

Если же скорость процесса определяется скоростью химической реакции, т. е. процесс протекает в **кинетической области**, для его интенсификации следует повысить температуру и концентрацию реагирующих веществ.

В случае, когда наиболее медленная стадия - адсорбция, целесообразно увеличить концентрацию реагентов и пористость катализатора.

**Показатели процесса.** Для обеспечения полноты протекания реакции необходимо, чтобы реагирующие вещества достаточно долго соприкасались с катализатором. Это характеризуется **временем соприкосновения** (временем контактирования). Длительность соприкосновения с катализатором определяется **объемной скоростью**, которая показывает, какое количество объемов газа в кубических метрах (при температуре 0°C и давлении 760 мм рт. ст.) проходит в течение 1ч через 1 м<sup>3</sup> катализатора.

Чем более полно проходит реакция на катализаторе, тем выше производительность, или интенсивность, катализатора.

Центральным аппаратом в любой химико-технологической системе, включающей целый ряд машин и аппаратов, соединенных между собой различными связями, является химический реактор - аппарат, в котором протекает химический процесс. Выбор типа, конструкции и расчет химического реактора, создание системы управления его работой - одна из важных задач химической технологии.

### **Классификация химических реакторов и режимов их работы**

Химические реакторы для проведения различных процессов отличаются друг от друга по конструктивным особенностям, размеру, внешнему виду. Однако несмотря на существующие различия, можно выделить общие признаки классификации реакторов, облегчающие систематизацию сведений о них, составление математического описания и выбор метода расчета.

Наиболее употребимы следующие признаки классификации химических реакторов и режимов их работы: 1) режим движения реакционной среды (гидродинамическая обстановка в реакторе); 2) условия теплообмена в реакторе; 3) способ организации теплообмена; 4) фазовый состав реакционной смеси; 5) способ организации процесса; 6) характер изменения параметров процесса во времени; 7) конструктивные характеристики.

Классификация реакторов по гидродинамической обстановке. В зависимости от гидродинамической обстановки можно разделить все реакторы на реакторы смешения и вытеснения.

Реакторы смешения - это емкостные аппараты с перемешиванием механической мешалкой или циркуляционным насосом. Реакторы вытеснения - трубчатые аппараты, имеющие вид удлиненного канала. В трубчатых реакторах перемешивание имеет локальный характер и вызывается неравномерностью распределения скорости потока и ее флюктуациями, а также завихрениями.

<b>ОНДҮСТІК ҚАЗАҚСТАН</b> <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> <b>«Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ</b>	 <b>SOUTH KAZAKHSTAN</b> <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> <b>АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»</b>
<b>Кафедра фармацевтической и токсикологической химии</b>	<b>55/11/2025</b>
<b>Лекционный комплекс по дисциплине «Общая химическая технология»</b>	<b>стр.38 из 24</b>

В теории химических реакторов обычно сначала рассматривают два идеальных аппарата: реактор идеального, или полного, смешения и реактор идеального, или полного, вытеснения.

Для идеального смешения характерно абсолютно полное выравнивание всех характеризующих реакцию параметров по объему реактора.

Идеальное вытеснение предполагает, что любое количество реагентов и продуктов через реактор перемещается как твердый поршень, и по длине реактора (в пространстве) в соответствии с особенностями реакции и сопровождающих ее физических явлений устанавливается определенное распределение концентраций участников реакции, температуры и других параметров.

Реальные реакторы в большей или меньшей степени приближаются к модели идеального вытеснения или идеального смешения. Внесение определенных поправок на неидеальность позволяет использовать модели идеальных аппаратов в качестве исходных для описания реальных реакторов.

Классификация по условиям теплообмена. Протекающие в реакторах химические реакции сопровождаются тепловыми эффектами (это тепловые эффекты химических реакций и сопровождающих их физических явлений, таких, например, как процессы растворения, кристаллизации, испарения и т. п.). Вследствие выделения или поглощения теплоты изменяется температура и возникает разность температур между реактором и окружающей средой, а в определенных случаях температурный градиент внутри реактора. Разность температур  $A - G$  является движущей силой теплообмена.

При отсутствии теплообмена с окружающей средой химический реактор является адиабатическим. В нем вся теплота, выделяющаяся или поглощающаяся в результате химических процессов, расходуется на «внутренний» теплообмен - на нагрев или охлаждение реакционной смеси.

Реактор называется изотермическим, если вследствие теплообмена с окружающей средой в нем обеспечивается постоянство температуры!. В этом случае в любой точке реактора в результате теплообмена полностью компенсируется выделение или поглощение теплоты.

В реакторах с промежуточным тепловым режимом тепловой эффект химической реакции частично компенсируется теплообменом с окружающей средой, а частично вызывает изменение температуры реакционной смеси.

Классификация по способу организации теплообмена. В зависимости от способа организации теплообмена реакторы подразделяют на реакторы с внешним, внутренним и комбинированным теплообменом.

Особо следует выделить автотермические реакторы, в которых необходимая температура процесса поддерживается без использования внешних источников энергии. Обычно стремятся к тому, чтобы химические реакторы, особенно применяемые в крупнотоннажных производствах, были автотермическими.

Классификация по фазовому составу реакционной смеси. Реакторы для проведения гомогенных процессов подразделяют на аппараты для газофазных и жидкофазных реакций. Аппараты для проведения гетерогенных процессов, в свою очередь, подразделяют на газожидкостные реакторы, реакторы для процессов в системах газ — твердое вещество, жидкость — твердое вещество и др. Особо следует выделить реакторы для проведения гетерогенно-кatalитических процессов.

Классификация по способу организации процесса. По способу организации процесса (способу подвода реагентов и отвода продуктов) реакторы подразделяют на периодические, непрерывно-действующие и полунепрерывные (полупериодические).

<b>ОНДҮСТІК ҚАЗАҚСТАН</b> <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> <b>«Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ</b>	 <b>SOUTH KAZAKHSTAN</b> <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> <b>АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»</b>
<b>Кафедра фармацевтической и токсикологической химии</b>	<b>55/11/2025</b>
<b>Лекционный комплекс по дисциплине «Общая химическая технология»</b>	<b>стр.39 из 24</b>

В реакторе периодического действия все отдельные стадии протекают последовательно, в разное время. Все реагенты вводят в аппарат до начала реакции, а смесь продуктов отводят по окончании процесса. Продолжительность реакции можно измерить непосредственно, так как время реакции и время пребывания реагентов в реакционном объеме одинаковы. Параметры технологического процесса в периодически действующем реакторе изменяются во времени.

Между отдельными реакционными циклами в периодическом реакторе необходимо выполнить вспомогательные операции - загрузку реагентов и выгрузку продуктов. Поскольку во время этих вспомогательных операций не может быть получено дополнительное количество продукта, их наличие обуславливает снижение производительности периодического реактора.

В реакторе непрерывного действия (проточном) все отдельные стадии процесса химического превращения вещества (подача реагирующих веществ, химическая реакция, вывод готового продукта) осуществляются параллельно, одновременно и, следовательно, непроизводительные затраты времени на операции загрузки и выгрузки отсутствуют. Поэтому на современных крупнотоннажных химических предприятиях, где требуется высокая производительность реакционного оборудования, большинство химических реакций осуществляют в непрерывнодействующих реакторах.

Время пребывания отдельных частиц потока в непрерывнодействующем реакторе, в общем случае, - случайная величина. Так как от времени, в течение которого происходит реакция, зависит глубина химического превращения, то она будет разной для частиц с различным временем пребывания в реакторе. Средняя глубина превращения определяется видом функции распределения времени пребывания отдельных частиц, зависящим, в свою очередь, от характера перемешивания, структуры потоков в аппарате.

В реакторе полунепрерывного (полупериодического) действия один из реагентов поступает в него непрерывно, а другой - периодически. Возможны варианты, когда реагенты поступают в реактор периодически, а продукты реакции выводятся непрерывно, или наоборот.

Классификация по характеру изменения параметров процесса во времени. В зависимости от характера изменения параметров процесса во времени одни и те же реакторы могут работать в стационарном и нестационарном режимах.

Рассмотрим некоторую произвольную точку, находящуюся внутри химического реактора. Режим работы реактора называют стационарным, если протекание химической реакции в произвольно выбранной точке характеризуется одинаковыми значениями концентраций реагентов или продуктов, температуры, скорости и других параметров процесса в любой момент времени. В стационарном режиме параметры потока на выходе из реактора не зависят от времени. Обычно это постоянство выходных параметров обеспечивается постоянством во времени параметров на входе в реактор.

Если в произвольно выбранной точке происходят изменения параметров химического процесса во времени по тому или иному закону, режим работы реактора называют нестационарным. Нестационарный режим является более общим. Стационарный режим возможен для непрерывнодействующих проточных реакторов. Но даже эти реакторы работают в нестационарном режиме в моменты их пуска и остановки. Нестационарными являются все периодические процессы.

Нестационарные реакторы характеризуются положительным или отрицательным накоплением вещества или энергии в реакторе. Например, для периодического реактора характерно положительное накопление продуктов реакции и отрицательное накопление (убыль) исходных реагентов. При протекании в таком реакторе экзотермической реакции

<b>ОНДҮСТІК ҚАЗАҚСТАН</b> <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> <b>«Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ</b>	 <b>SOUTH KAZAKHSTAN</b> <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> <b>АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»</b>
<b>Кафедра фармацевтической и токсикологической химии</b>	<b>55/11/2025</b>
<b>Лекционный комплекс по дисциплине «Общая химическая технология»</b>	<b>стр.40 из 24</b>

в отсутствие теплообмена с окружающей средой будет иметь место накопление теплоты, которое приведет к росту температуры.

Нестационарность процесса в реакторе, естественно, вносит определенные усложнения и в описание реактора, и в управление его работой, однако во многих случаях нестационарные режимы технологических процессов, протекающих в химических реакторах, легче приблизить к оптимальным.

Классификация по конструктивным характеристикам. Химические реакторы отличаются друг от друга и по ряду конструктивных характеристик, оказывающих влияние на расчет и изготовление аппаратов. По этому принципу классификации можно выделить такие типы реакторов: емкостные реакторы (автоклавы; реакторы-камеры; вертикальные и горизонтальные цилиндрические конверторы и т. п.); колонные реакторы (реакторы-колонны насадочного и тарельчатого типа; катализитические реакторы с неподвижным, движущимся и псевдоожженным слоем катализатора; полочные реакторы); реакторы-теплообменники; реакторы типа реакционной печи (шахтные, полочные, камерные, вращающиеся печи) и т. д.

Как и в случае других аппаратов, используемых в химической промышленности (теплообменных, массообменных и др.), для изучения, расчета и проектирования химических реакторов применяется метод моделирования.

Моделирование химических реакторов и протекающих в них химических процессов.

Моделирование - это метод изучения различных объектов, при котором исследования проводят на модели, а результаты количественно распространяют на оригинал. Модель может представлять собой уменьшенную по определенным законам (или иногда увеличенную) копию реального объекта. Но моделью может быть и определенная система представлений о реальном объекте, выражаемая как совокупность математических структур: уравнений, неравенств, таблиц, графиков. Такую модель обычно называют математическим описанием объекта, или его математической моделью. Математическая модель - некоторое упрощенное изображение процесса в реакторе, которое сохраняет наиболее существенные свойства реального объекта и передает их в математической форме. В зависимости от поставленной задачи математическая модель учитывает разное число признаков объекта и поэтому может быть широкой или узкой.

Разработка моделей, в частности моделей реакторов и протекающих в них химических процессов,- задача непростая, так как требования к математической модели часто бывают противоречивыми.

Модель должна быть проще реального объекта, наглядно и отчетливо передавать все качественные стороны интересующего нас явления. Только в этом случае можно сохранить «физический контроль» над моделью. Если модель будет сложнее объекта, то моделирование теряет смысл, так как в этом случае для изучения явления легче было бы исследовать сам объект, а не модель. Чем сложнее математическая модель, тем меньше вероятность получения аналитических решений на ее основе, а, следовательно, тем больше вероятность появления больших ошибок при расчетах на ее основе.

Уровень аппарата - конфигурация, взаимная связь и взаимное расположение рабочих зон аппарата, например несколько слоев катализатора, разделенных теплообменниками, в многослойном катализитическом реакторе или несколько барботажных тарелок в колонном аппарате для проведения газожидкостных реакций.

Использование иерархического подхода существенно упрощает задачи анализа и синтеза математических моделей химических реакторов.

<b>ОНТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН MEDISINA АКАДЕМИЯСЫ</b> <b>«Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ</b>	 <b>SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY</b> <b>АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»</b>
<b>Кафедра фармацевтической и токсикологической химии</b>	<b>55/11/2025</b>
<b>Лекционный комплекс по дисциплине «Общая химическая технология»</b>	<b>стр.41 из 24</b>

Структура математической модели химического реактора. Математические модели высоких уровней иерархии включают в себя, как правило, несколько уравнений, как конечных, не содержащих операторов дифференцирования, так и дифференциальных, обыкновенных и в частных производных. Поэтому в общем случае математическая модель реактора - это достаточно сложная система уравнений, и количественные расчеты на основании этой модели целесообразно проводить, используя электронные вычислительные машины. Правильно разработанная модель химического реактора или химико-технологического процесса позволяет разработать и систему управления реактором или процессом в целом с использованием ЭВМ.

В то же время при описании химического процесса на низких уровнях иерархической структуры часто возможно применение сравнительно простых математических методов. При этом достаточно отчетливо может просматриваться физическая сущность изучаемых явлений.

Протекающий в реакторе химический процесс представляет собой единство химической реакции и процессов переноса (тепло-, массопереноса и переноса импульса). Уравнения, входящие в математическую модель, должны учесть все эти явления. Однако, если для описания каждого из них использовать свои уравнения, математическая модель получится многомерной, что даже на низких уровнях иерархии затруднит нахождение решений такой системы уравнений, т. е. по сути дела осложнит технологический расчет реактора.

Поэтому при разработке математической модели стоит задача понизить размерность модели - по возможности объединить сущность отдельных элементов химического процесса в одном-двух уравнениях. Для уверенности в правильности выбора уравнений целесообразно в качестве исходных посылок использовать какие-либо фундаментальные законы, например законы сохранения. Поэтому правильно было бы составлять математическую модель химического процесса и химического реактора, отталкиваясь от законов сохранения массы и энергии.

#### **4.Иллюстративный материал:**

- таблицы;
- презентация Microsoft Power Point.

#### **5.Литература:**

##### **основная:**

##### **на русском языке:**

- 1.Жакирова, Н. К. Основы фармацевтической биотехнологии: учеб. пособие / Н. К. Жакирова, Н. К. Байзолданов, З. Б. Сакипова. - Алматы: Изд-во КазНМУ, 2008. - 256 с.
- 2.Жакирова, Н. К. Общая химическая технология: учеб. пособие/ Н. К. Жакирова.; Рек. Учеб.-методич. Советом ун-та им. С. Д. Асфендиярова. - Алматы: Эверо, 2013. - 119 с.
- 3.Асильбекова А.Д., Ордабаева С.К. Промышленные способы получения лекарственных средств. Лабораторный практикум-Шымкент.- 2016-200с.

##### **на казахском языке:**

- 1.Химиялық технология негіздері: оқулық / Ы. К. Тойбаев [ж. б.]; КР БФМ. - Алматы: ЖШС РПБК "Дәуір", 2011.-296 бет. - (КР Жоғары оқу орындарының қауымдастырылған).
- 2.Химия өндірісінің негізгі процесстері мен аппараттары: Зертханалық практикум: оқу күралы / Ш. Ш. Нұрсейітов. - Алматы: Эверо, 2014. - 140 бет. с.
3. Ордабаева С.К., Асильбекова А.Д. Дәрілік заттарды алудың өндірістік әдістері. - Зертханалық практикум. - Шымкент. - 2019 ж. -180б.

### **на английском языке:**

Seitmagzimova, G. M. General chemical technology: textbook / G. M. Seitmagzimova. - Almaty: Association of higher educational institutions of Kazakhstan, 2016. - 292 p.

### **электронные ресурсы:**

- 1.Усманова, М. Б. Жалпы химия [Электронный ресурс]: оку құралы / М. Б. Усманова. - Электрон.текстовые дан. (19,1 МБ). - Өскемен: "Мультимедия зертханасы", 2007. - эл. опт. диск (CD-ROM).
- 2.Асильбекова А.Д., Ордабаева С.К. Промышленные способы получения лекарственных средств. Лабораторный практикум-Шымкент.-2016-Электрон.текстовые дан.(4,00 Mb).2021.-200с
- 3.Ордабаева С.К., Асильбекова А.Д. Дәрілік заттарды алудың өндірістік әдістері. - Зертханалық практикум. - Шымкент. - 2019 ж. - Электрон.текстовые дан. (4,00 Mb).2021.180б.

### **Электронные ресурсы БИЦ**

- Электронная библиотека ЮКМА - <https://e-lib.skma.edu.kz/genres>
- Республикаанская межвузовская электронная библиотека (РМЭБ) – <http://rmebrk.kz/>
- Цифровая библиотека «Aknurpress» - <https://www.aknurpress.kz/>
- Электронная библиотека «Эпиграф» - <http://www.elib.kz/>
- Эпиграф - портал мультимедийных учебников <https://mbook.kz/ru/index/>
- ЭБС IPR SMART <https://www.iprbookshop.ru/auth>
- информационно-правовая система «Зан» - <https://zan.kz/ru>
- Cochrane Library - <https://www.cochranelibrary.com/>

### **6.Контрольные вопросы (обратная связь Feedback):**

1. Из каких стадий состоит гетерогенный процесс?
2. Как увеличить скорость гетерогенного процесса, протекающего в кинетической области? В диффузионной?
3. Какой температурный режим является наилучшим при проведении обратимых экзотермических реакций? Обратимых эндотермических? Необратимых реакций?
4. Каково назначение катализатора?
5. Что понимают под «отравлением» катализатора?
6. Что такое химический реактор и для чего он предназначен?
7. Нарисуйте схемы нескольких реакторов. Покажите на одном из них структурные элементы реактора и перечислите частные процессы, имеющие место в его реакционной зоне.
8. Что такое моделирование и модель процесса? Их назначение.
9. Чем различаются физическое и математическое моделирование? Почему для исследования химических процессов и реакторов надо использовать математическое моделирование?
10. Представьте последовательность исследования методом математического моделирования.

### **Лекция №7**

1. Тема: Иерархическая организация технологических процессов.
2. Цель: формирование у обучающихся знаний о иерархической организации технологических процессов структуре химического производства и моделировании химико-технологической системы.

<b>ОНТУСТІК ҚАЗАҚСТАН MEDISINA АКАДЕМИЯСЫ</b> <b>«Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ</b>	 <b>SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY</b> <b>АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»</b>
<b>Кафедра фармацевтической и токсикологической химии</b>	<b>55/11/2025</b>
<b>Лекционный комплекс по дисциплине «Общая химическая технология»</b>	<b>стр.43 из 24</b>

### 3. Тезисы лекции

#### План лекции:

1. Иерархическая организация технологических процессов.
2. Химический процесс.
3. Химическое производство как система.
4. Структура химического производства.
5. Моделирование химико-технологической системы.
6. Структура ХТС.
7. Характеристические обозначения ХТС
8. Иерархическая структура ХТС.

Химическая промышленность производит тысячи разнообразных продуктов, обладающих различными свойствами и применяемых во многих отраслях хозяйства.

Несмотря на многообразие химических продуктов, условий проведения процессов, применяемых реакционных и нереакционных аппаратов, химико-технологические процессы имеют общие закономерности, позволяющие определять необходимые условия их проведения. Общность имеется и в организации процессов.

#### Состав и структура химико-технологической системы

Химическое производство состоит из десятков и сотен разнообразных аппаратов и устройств, связанных между собой различными потоками. Исследовать его в целом при всем многообразии его составных частей - задача не только сложная, но и малоэффективная. Представив химическое производство как химико-технологическую систему, проведем систематизацию частей производства, представленных в структуре ХТС. Цель такой систематизации - выделить подсистемы ХТС для их исследования. Подсистемы можно выделять по двум признакам - функциональному и масштабному

**Функциональные подсистемы** обеспечивают выполнение функций производства и его функционирование в целом.

**Технологическая подсистема** - часть производства, где осуществляется собственно переработка сырья в продукты - химико-технологический процесс.

**Энергетическая подсистема** - часть производства, служащая для обеспечения энергией химико-технологического процесса. В зависимости от вида энергии: тепловая, силовая, электрическая, - может быть представлена соответствующая подсистема.

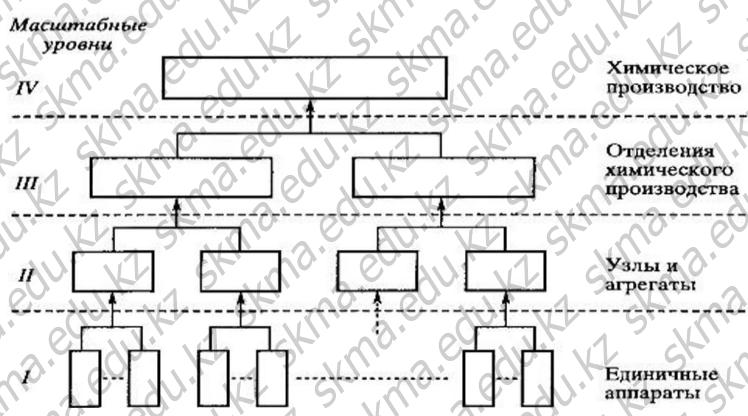
**Подсистема управления** - часть производства, с помощью которой осуществляется получение информации о его функционировании и управлении. Обычно это - автоматизированная система управления технологическим процессом (АСУТП).

Примерно так же функциональные подсистемы представлены в технической документации по производству. Тем не менее, необходимо помнить, что в зависимости от цели исследований каждая из них может быть представлена несколькими видами. Совокупность функциональных подсистем образует *состав ХТС*.

**Масштабные подсистемы** выполняют определенные функции в последовательности процессов переработки сырья в продукты как отдельные части химико-технологического процесса. *Иерархическая структура ХТС* приведена на рис. 1.

Элементом минимального масштаба в структуре ХТС является отдельный аппарат (реактор, абсорбер, ректификационная колонна, насос и прочее). Это - низший масштабный уровень /. Объединение нескольких аппаратов, выполняющих вместе какое то преобразование потока, образует один элемент подсистемы II-го масштабного уровня (реакционный узел, система разделения многокомпонентной смеси и так далее). Совокупность подсистем второго уровня в виде элементов, подобных отделениям или

участкам производства, образует подсистему III-го уровня (в производстве серной кислоты это отделение обжига серосодержащего сырья, очистки и осушки сернистого газа, окисления и абсорбции). К этим же подсистемам могут относиться водоподготовка, регенерация отработанных вспомогательных материалов, утилизация отходов. Совокупность отделений, участков образует ХТС производства в целом. Как уже говорилось выше, описанное выделение подсистем условно и в каких-то задачах выделение подсистем, элементов может быть иным.



**Рис.1. Иерархическая структура химико-технологической системы**

Иерархическая структура ХТС позволяет на каждом этапе сократить размерность исследуемой задачи (т.е. число одновременно учитываемых элементов и процессов), а результаты изучения подсистемы одного производства использовать в исследованиях другого. Иерархическую структуру масштабных подсистем можно представить также для функциональных подсистем.

#### Элементы и связи химико-технологической системы

Рассмотрим элементы, находящиеся на нижней ступени иерархической структуры и предназначенные для определенного изменения состояния потока.

#### Классификация элементов ХТС проводится по их назначению.

*Механические и гидромеханические элементы* перемещают и изменяют форму и размер материала, объединяют и разделяют потоки. Эти операции осуществляются дробилками, грануляторами, смесителями, сепараторами, фильтрами, циклонами, компрессорами, насосами.

*Теплообменные элементы* изменяют температуру и теплосодержание потока, переводят вещества в другое фазовое состояние. Для этих целей служат теплообменники, испарители, конденсаторы, сублиматоры.

*Массообменные элементы* осуществляют межфазный перенос компонентов, изменение компонентного состава потоков без появления новых веществ. Эти операции проводят в дистилляторах, абсорберах, адсорберах, ректификационных колоннах, экстракторах, кристаллизаторах, сушилках.

*Реакционные элементы* реализуют химические превращения, кардинально изменяя компонентный состав потоков и материала. Эти процессы происходят в химических реакторах.

<b>ОНДҮСТІК ҚАЗАҚСТАН</b> <b>MEDISINA</b> <b>АКАДЕМИЯСЫ</b> <b>«Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ</b>	 <b>SOUTH KAZAKHSTAN</b> <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> <b>АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»</b>
<b>Кафедра фармацевтической и токсикологической химии</b>	<b>55/11/2025</b>
<b>Лекционный комплекс по дисциплине «Общая химическая технология»</b>	<b>стр.45 из 24</b>

*Энергетические элементы* осуществляют преобразование энергии и получение энергоносителей. К ним относят турбины, генераторы, приводы для выработки механической энергии, котлы-utiлизаторы для выработки энергетического пара.

*Элементы контроля и управления* позволяют измерять состояние потоков, контролировать состояние аппаратов и машин, а также управлять процессами, меняя условия его протекания. Они включают датчики (температуры, давления, расхода, состава и т.д.), исполнительные механизмы (вентили, задвижки, выключатели и т.д.), а также приборы для выработки и преобразования сигналов, информационные и вычислительные устройства. Как правило это устройства сигнализации, системы автоматического регулирования, автоматическая система управления химико-технологическим процессом.

В каждый из перечисленных элементов могут входить различные по назначению устройства и протекать разнообразные процессы. Например, в реакторный узел, кроме реактора, входят теплообменные аппараты и гидромеханические устройства (смесители, распределители потоков). Классифицировать такой агрегат следует по его основному назначению, исходя из которого он относится к реакционным элементам технологической подсистемы. Другой пример: в энергетической подсистеме предусмотрена утилизация теплоты реакции для подогрева воды в общей системе выработки энергетического пара. В этом случае, реакционный узел энергетической подсистемы является теплообменным элементом с источником теплоты как результатом химической реакции (сравните: в огневом подогревателе тоже протекает химическая реакция - горение, или окисление, топлива).

Таким образом, в зависимости от изучаемой подсистемы один и тот же элемент может иметь разное назначение. Котел-utiлизатор охлаждает поток в технологической подсистеме, он является теплообменным элементом. В энергетической подсистеме котел-utiлизатор вырабатывает пар и потому он - энергетический элемент.

Элементы ХТС, классифицированные по их назначению могут быть совмещены в одном устройстве, например, в реакторе-ректификаторе, где одновременно происходят и химическое превращение (реакционный элемент), и компонентное разделение смеси (массообменный элемент).

Несмотря на относительность признаков назначения элементов ХТС, проведенная классификация элементов позволяет проводить исследования более систематично.

**Классификация связей (потоков).** Потоки ХТС, связывающие аппараты (связи между элементами), классифицируют по их содержанию.

*Материальные потоки* перемещают вещества по трубопроводам различного назначения, с помощью транспортеров и других механических устройств.

*Энергетические потоки* переносят энергию любого вида: тепловую, силовую, электрическую, топливную. Тепловая энергия и топливо для энергетических элементов передаются обычно по трубопроводам (пар, горячие потоки, горючие газы и жидкости), силовая энергия - также по трубопроводам (в виде газов под давлением) или механическим путем через вал двигателей и другие приводы. Провода, силовые кабели передают электрическую энергию.

*Информационные потоки* используются в системах контроля и управления процессами и производством. Кроме электрических проводов для этой цели служат капиллярные трубы в пневматических системах.

**Структура связей.** Последовательность прохождения потоков через элементы ХТС определяет структуру связей и обеспечивает определенные условия работы элементов системы. Основные типы структуры связей показаны на рис. 2,

<b>ОНДҮСТІК ҚАЗАҚСТАН</b> <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> <b>«Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ</b>	 <b>SOUTH KAZAKHSTAN</b> <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> <b>АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»</b>
<b>Кафедра фармацевтической и токсикологической химии</b>	<b>55/11/2025</b>
<b>Лекционный комплекс по дисциплине «Общая химическая технология»</b>	<b>стр.46 из 24</b>

где прямоугольниками представлены элементы, а линиями со стрелками - связи и направления потоков.

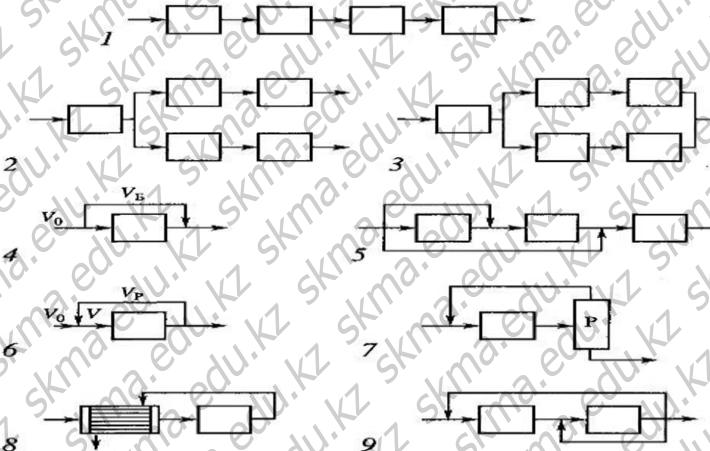
**Последовательная связь** (схема/ на рис. 2). Поток поочередно проходит аппараты. Применяется в переработке сырья последовательными воздействиями на него и для управления процессом путем необходимого управляющего воздействия на каждый элемент.

**Разветвленная связь** (схема 2 на рис.2). После прохождения некоторого элемента поток разделяется, и далее отдельные потоки подвергаются разным схемам воздействия. Используется для получения разных продуктов.

**Параллельная связь** (схема 3 на рис.2). Разделение потока происходит на время, пока его отдельные части проходят различные стадии процесса, после чего объединяются. Причин использования данной структуры связи может быть несколько. Одна из них продиктована ограниченной мощностью некоторых аппаратов; организуя процесс таким образом, обеспечивают суммарную производительность всей системы. Другая причина - использование периодических стадий в непрерывном процессе. В этом случае один из параллельных аппаратов постоянно работает. После завершения его рабочего цикла поток переключают на другой аппарат, а отключенный подготавливают к очередному рабочему циклу. Так функционируют адсорбера с коротким сроком службы сорбента. Пока в одном из них происходит поглощение, в другом регенерируют сорбент. Еще одно назначение параллельной схемы заключается в резервировании на случай выхода из строя одного из аппаратов, когда такое нарушение может привести к резким ухудшениям работы всей системы и даже к возникновению аварийного состояния. Такое резервирование еще называют «холодным» («горячее» резервирование обусловлено периодичностью процесса).

**Обводная связь, или байпас** (схемы 4 и 5 на рис.2). Часть потока пропускают в обход аппарата. Такая схема используется в основном для управления процессом. Например, условия передачи теплоты в теплообменнике со временем меняются (загрязнение поверхности, изменение нагрузки), по необходимые температуры потоков поддерживают байпасированием их мимо теплообменника. Величину байпаса (3 определяют как долю основного потока, проходящего мимо аппарата:  $(\beta \sim V_B/V_0)$  обозначения потоков показаны на рис. 2). Различают простой (схема 4) и сложный (схема 5) байпасы.

**Обратная связь, или рецикл** (схемы 6-9 на рис.2). Часть потока после прохождения очередного элемента ХТС возвращается в него. Через аппарат, в который направляется рецикл  $V_p$ , проходит больший поток  $K$  по сравнению с основным  $V_0$ , так что  $V=V_0 + V_p$ . Отношение приращенного и основного потоков, называют кратностью циркуляции:  $K_p = V/V_0$ . Если выходящий из аппарата поток разветвляется, и одна его часть образует обратную связь (схема 6), то такая связь совершают **полный рецикл**, - составы выходящего и рециркулирующего потоков одинаковы.



**Рис. 2. Связи в химико-технологической системе:**

1 - последовательная; 2 - разветвленная; 3 - параллельная; 4, 5 - обводная (байпас) простая (4) и сложная (5); 6-9-обратная (рециркуляционная): рецикл полный (6, 9) и фракционный (7, 8); простой (6) и сложный (9); Р - система разделения

Такую схему используют для управления процессом, создания благоприятных условий для его протекания. Например, в цепных реакциях скорость превращения возрастает по мере накопления промежуточных активных радикалов и, если часть выходного потока, содержащего активные радикалы вернуть на вход реактора, то превращение будет интенсивным с самого начала.

Возврат (рецикл) части компонентов возможен после системы разделения Р (схема 7). Это - **фракционный рецикл** (возвращается фракция потока), который широко применяется для более полного использования сырья. В синтезе аммиака в реакторе превращается около 20% азотоводородной смеси. После отделения продукта непрореагировавшие азот и водород возвращают в реактор, таким образом достигается полное превращение исходного вещества. Фракционный рецикл применяют также для полного использования вспомогательных материалов. В том же производстве аммиака азотоводородная смесь получается с большим содержанием  $\text{CO}_2$ . Его абсорбируют растворомmonoэтаноламина (МЭА), который быстро насыщается диоксидом углерода. Насыщенный раствор МЭА рециркулирует через десорбер, где отделяется от  $\text{CO}_2$ , и восстановленным возвращается в абсорбер. К фракционному рециклу можно отнести схему 8. Свежая смесь нагревается в теплообменнике теплотой выходящего из реактора потока. Рециркулирует тепловая фракция потока (а не компонентная, как в схеме 7). Схемы 6-8 представляют простой рецикл, а схема 9- сложный.

Приведенные выше типы связей присутствуют практически во всех ХТС, обеспечивая необходимые условия ее функционирования.

#### 4.Иллюстративный материал:

- таблицы;
- презентация Microsoft Power Point.

#### 5.Литература:

##### основная:

##### на русском языке:

- 1.Жакирова, Н. К. Основы фармацевтической биотехнологии: учеб. пособие / Н. К. Жакирова, Н. К. Байзольданов, З. Б. Сакипова. - Алматы: Изд-во КазНМУ, 2008. - 256 с.

<b>ОНТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН</b> <b>MEDISINA</b> <b>АКАДЕМИЯСЫ</b> <b>«Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ</b>	 <b>SOUTH KAZAKHSTAN</b> <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> <b>АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»</b>
Кафедра фармацевтической и токсикологической химии	55/11/2025
Лекционный комплекс по дисциплине «Общая химическая технология»	стр.48 из 24

2. Жакирова, Н. К. Общая химическая технология: учеб. пособие/ Н. К. Жакирова.; Рек. Учеб.-методич. Советом ун-та им. С. Д. Асфендиярова. - Алматы: Эверо, 2013. - 119 с.

3. Асильбекова А.Д., Ордабаева С.К. Промышленные способы получения лекарственных средств. Лабораторный практикум-Шымкент. - 2016-200с.

#### на казахском языке:

- 1.Химиялық технология негіздері: оқулық / Й. Қ. Тойбаев [ж. б.]; ҚР БФМ. - Алматы: ЖШС РПБК "Дәуір", 2011.-296 бет. - (ҚР Жоғары оқу орындарының қауымдастыры).
- 2.Химия өндірісінің негізгі процесстері мен аппараттары: Зертханалық практикум: оқу құралы / Ш. Ш. Нұрсейітов. - Алматы: Эверо, 2014. - 140 бет. с.
3. Ордабаева С.К., Асильбекова А.Д. Дәрілік заттарды алудың өндірістік әдістері. - Зертханалық практикум. - Шымкент. - 2019 ж. -1806.

#### на английском языке:

Seitmagzimova, G. M. General chemical technology: textbook / G. M. Seitmagzimova. - Almaty: Association of higher educational institutions of Kazakhstan, 2016. - 292 p.

#### электронные ресурсы:

- 1.Усманова, М. Б. Жалпы химия [Электронный ресурс]: оқу құралы / М. Б. Усманова. - Электрон.текстовые дан. (19,1 МБ). - Өскемен: "Мультимедия зертханасы", 2007. - әл. опт. диск (CD-ROM).
- 2.Асильбекова А.Д., Ордабаева С.К. Промышленные способы получения лекарственных средств. Лабораторный практикум-Шымкент.-2016-Электрон.текстовые дан.(4,00 Mb).2021.-200с
- 3.Ордабаева С.К., Асильбекова А.Д. Дәрілік заттарды алудың өндірістік әдістері. - Зертханалық практикум. - Шымкент. - 2019 ж. - Электрон.текстовые дан.(4,00 Mb).2021.1806.

#### Электронные ресурсы БИЦ

- Электронная библиотека ЮОКМА - <https://e-lib.skma.edu.kz/genres>
- Республикаанская межвузовская электронная библиотека (РМЭБ) – <http://rmebrk.kz/>
- Цифровая библиотека «Ak奴press» - <https://www.aknurpress.kz/>
- Электронная библиотека «Эпиграф» - <http://www.elib.kz/>
- Эпиграф - портал мультимедийных учебников <https://mbook.kz/ru/index/>
- ЭБС IPR SMART <https://www.iprbookshop.ru/auth>
- информационно-правовая система «Зан» - <https://zan.kz/ru>
- Cochrane Library - <https://www.cochranelibrary.com/>

#### 6.Контрольные вопросы (обратная связь Feedback):

1. Иерархическая организация технологических процессов.
2. Какие условия ведения химического процесса называют оптимальными?
3. Из каких основных стадий складывается химическое производство?
4. Структура химического производства
5. Характеристические обозначения ХТС.
6. Иерархическая структура ХТС.

#### Лекция №8

1. Тема: Переработка нефти, природного и синтетического газа. Химическая переработка угля и продуктов его газификации

<b>ОНДҮСТІК ҚАЗАҚСТАН</b> <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> <b>«Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ</b>	 <b>SOUTH KAZAKHSTAN</b> <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> <b>АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»</b>
<b>Кафедра фармацевтической и токсикологической химии</b>	<b>55/11/2025</b>
<b>Лекционный комплекс по дисциплине «Общая химическая технология»</b>	<b>стр.49 из 24</b>

**2. Цель:** формирование у обучающихся знаний о физических и химических свойствах топлив, их методах переработки, состава.

### 3. Тезисы лекции

#### План лекции:

1. Жидкое топливо. Общая характеристика топлива.
2. Состав нефти.
3. Классификация нефтяных продуктов.
4. Переработка нефти.
5. Производство и переработка газообразного топлива.
6. Общие сведения о топливе
7. Химическая переработка твердого топлива
8. Газификация топлива.

Примерно с 30-х годов нынешнего столетия из нефти наряду с различными видами топлива и смазочных масел начинают производить продукты, необходимые для химической промышленности: этилен, пропилен, бутаны, бутилены, фенол, бензол и т. д. Нефтепереработка превращается в сложнейшую отрасль индустрии - промышленность нефтехимического синтеза. Заводы нефтехимического синтеза - это предприятия, оснащенные современным оборудованием с высокой степенью автоматизации, на которых из нефти получают различные виды топлив, а также сырье для производства пластических масс, синтетических каучуков, химических волокон, моющих средств и т. д.

### Состав и свойства нефти

Нефть - маслянистая жидкость, более легкая, чем вода, имеющая окраску от светло-желтой до темно-коричневой и почти черной. Нефть состоит в основном из углерода (85-86%) и водорода (12-14%), которые связаны между собой в разнообразные химические соединения - углеводороды. Помимо углеводородов в нефтях в небольших количествах содержатся вещества, содержащие кислород, азот, серу и механические примеси.

Углеводородная часть нефти состоит из парафиновых (предельных)  $C_nH_{2n+2}$ , нафтеновых (циклические углеводороды с общей формулой  $C_nH_{2n}$ ) и ароматических углеводородов. Непредельные углеводороды  $C_nH_{2n}$ , как правило, в нефтях отсутствуют, но содержатся в продуктах их переработки.

Парафиновые углеводороды от  $CH_4$  до  $C_{10}H_{22}$  - газообразные. Они присутствуют в нефтях в растворенном состоянии. При добыче нефти, когда давление нефти снижается, они выделяются из нее в виде попутных газов. Жидкие парафиновые углеводороды от  $C_5H_{12}$  до  $C_{16}H_{34}$  составляют основную массу жидкой части нефти и жидких фракций, получаемых при ее переработке. Твердые парафиновые углеводороды от  $C_{17}H_{36}$  и выше растворены в нефти и могут быть выделены из нее. Нафтеновые углеводороды представлены в нефтях главным образом производными циклопентана и циклогексана.

Ароматические углеводороды содержатся в нефтях в относительно небольших количествах в виде бензола и его гомологов - толуола, ксиолов.

В зависимости от преимущественного содержания в нефтях углеводородов различных классов они подразделяются на парафинистые (бакинские, эмбинские), нафтен-парафиновые, (грозненские, суроханские), нафтен-роматические (майкопские) парафино-нафтено-ароматические (некоторые майкопские).

<b>ОНДҮСТІК ҚАЗАҚСТАН</b> <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> <b>«Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ</b>	 <b>SOUTH KAZAKHSTAN</b> <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> <b>АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»</b>
<b>Кафедра фармацевтической и токсикологической химии</b>	<b>55/11/2025</b>
<b>Лекционный комплекс по дисциплине «Общая химическая технология»</b>	<b>стр.50 из 24</b>

*Неуглеводородная часть нефти* состоит из сернистых, кислородных и азотистых соединений.

По содержанию серы нефти делятся на малосернистые (кавказские) с содержанием серы до 0,5% и многосернистые, в которых серы содержится более 0,5%. Кислородные соединения - это нафтеновые кислоты, фенолы, смолистые вещества. Последние придают нефти темную окраску, разлагаются и коксуются при нагревании.

Минеральные примеси - это механические примеси, вода, минеральные соли, зола.

Механические примеси - это твердые частицы песка, глины, выносимые из недр земли потоком добываемой нефти. Вода в нефти находится в двух видах: отделяемая от нефти при отстаивании и в виде стойких эмульсий, которые могут быть разрушены только специальными методами. Минеральные соли, например хлористые кальций и магний, растворены в воде, содержащейся в нефти. Зола составляет в нефти сотые и даже тысячные доли процента.

Состав нефти определяет ее физические свойства, в частности цвет, плотность, температуры, при которых она воспламеняется и застывает, и др.

Цвет нефти изменяется от светло-желтого до темно-коричневого. Плотность большинства нефтей при 20°C 0,83-0,97 г/см<sup>3</sup>. Вязкость нефтей неодинакова и сильно уменьшается с повышением температуры. Температура застывания колеблется в широких пределах - от 10 до -20°C. Она характеризует условия, при которых нефть теряет текучесть. Темпераота сгорания нефти 39 800-44 000 кДж/кг.

Продукты переработки нефти. При переработке нефти получают следующие продукты: топлива жидкые и газообразные, растворители, смазочные масла, консистентные смазки, твердые и полутвердые смеси углеводородов (парафины, церезин, вазелин и т. д.), нефтяные битумы и пеки, нефтяные кислоты и их производные (мылонафты, сульфокислоты, жирные кислоты и пр.), индивидуальные углеводороды (газообразные и жидкые - этилен, пропилен, метан, бензол, толуол, ксиол), являющиеся сырьем для химической промышленности.

Нефтяные жидкые топлива подразделяются на моторные бензины, тракторное топливо, дизельное топливо, котельное топливо, топливо для реактивных и турбореактивных двигателей.

Жидкие топлива потребляются в огромном количестве, особенно моторные бензины, которые применяются в поршневых карбюраторных двигателях с зажиганием от искры. Моторное топливо не должно содержать сернистых соединений, органических кислот и других веществ, которые вызывают коррозию металлов, применяемых для изготовления двигателей и тары. Они должны быть стабильны при хранении.

Бензины имеют определенный фракционный состав, характеризующий начало и окончание кипения фракций, получаемых при разгонке бензинов в интервале температур 25-200°C. Давление насыщенных паров бензина, т. е. давление паров, которое может быть над жидким бензином при определенных условиях, не должно быть выше установленного предела.

Важная характеристика бензинов - их антидетонационные свойства, или детонационная стойкость.

Бензин в настоящее время используется для автомобильных двигателей и для двигателей винтомоторных самолетов (карбюраторных двигателей). При работе такого двигателя горючая смесь паров бензина с воздухом поступает в цилиндр двигателя, сжимается в нем поршнем и поджигается от запальной свечи (искры). Внутри цилиндра продукты, образовавшиеся при горении паров бензина, расширяются и двигают поршень; движение поршня передается в ходовую часть машины. Чем сильнее сжимается смесь в

<b>ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН</b> <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> <b>«Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ</b>	 <b>SOUTH KAZAKHSTAN</b> <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> <b>АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»</b>
<b>Кафедра фармацевтической и токсикологической химии</b>	<b>55/11/2025</b>
<b>Лекционный комплекс по дисциплине «Общая химическая технология»</b>	<b>стр.51 из 24</b>

цилиндре двигателя или, как говорят, чем выше степень ее сжатия, тем экономичнее двигатель. Что же ограничивает увеличение степени сжатия? Дело в том, что при увеличении степени сжатия наступает такой момент, когда вместо спокойного горения смеси наступает резкое увеличение скорости распространения пламени в цилиндре двигателя. Этот процесс, подобный взрыву, называется детонацией; он сопровождается резким стуком в цилиндре, появлением черного дыма на выхлопе машины. Все это приводит к повышению расхода топлива, снижению мощности двигателя и преждевременному его износу.

Склонность бензинов к детонации характеризуется октановым числом. Чем выше октановое число бензина, тем меньше склонность его к детонации, т. е. лучше качество. Октановое число - величина условная. Изооктан (2,2,4-триметилпентан) проявляет малую склонность к горению с детонацией, и для него принято октановое число, равное 100; октановое число к-гептана, чрезвычайно склонного к детонации, принято считать за 0. Октановое число смеси изооктана с н-гептаном в зависимости от содержания в ней (в %) изооктана будет изменяться от 0 до 100. Октановое число смеси принимают равным содержанию в ней изооктана. Например, если смесь состоит из 70% изооктана и 30% н-гептана, то ее октановое число равно 70. Для определения октанового числа бензина сравнивают в определенных условиях детонационные свойства его и смесей изооктана с и-гептаном. Бензин будет иметь октановое число, соответствующее содержанию изооктана в смеси, у которой одинаковые с ним детонационные свойства. Например, октановое число автомобильных бензинов 78 означает, что он обладает теми же детонационными свойствами, что и смесь, состоящая из 78% изооктана и 22% н-гептана. Выпускают авиационные бензины с октановым числом 100 и выше. Чем выше октановое число авиационного бензина, тем меньше его потребуется при полете, и, следовательно, можно увеличить полезную нагрузку самолета. Октановое число моторного топлива повышается с увеличением содержания в нем изопарафинов и ароматических соединений. Для повышения октанового числа моторного топлива применяют смесь бензина с высокооктановыми компонентами - изооктаном, изопентаном, этилбензолом и др. - или добавляют к бензину антидетонаторы. В качестве антидетонатора применяют тетраэтилсвинец  $Pb(C_2H_5)_4$  в смеси с бромистым этилом иmonoхлорнафталином (этиловая жидкость).

Тракторное топливо - обычно керосин; качество его характеризуется теми же показателями, что и качество бензинов.

Дизельное топливо - керосин, газойль, соляровый дистиллят; используется для поршневых двигателей внутреннего сгорания.

Котельное топливо - мазут и другие нефтяные остатки.

Топливо для реактивных двигателей представляет собой фракцию керосина, используемую для воздушно-реактивных двигателей.

К газообразным нефтяным топливам относятся попутные газы и газы, получаемые при переработке нефти и нефтепродуктов.

Смазочные масла разделяют на следующие группы в зависимости от области их применения: индустриальные - веретенное, машинное и др.; для двигателей внутреннего сгорания - автотракторное (автолы), авиационные масла и др.; трансмиссионные; турбинные; компрессорные; для паровых машин — цилиндровые; масла специального назначения. Качество масел характеризуется смазывающей способностью, вязкостью, температурами застывания и вспышки, плотностью, содержанием воды, кислотностью, окисляемостью, зольностью, стабильностью.

<b>ОНДҮСТІК ҚАЗАҚСТАН</b> <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> <b>«Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ</b>	 <b>SOUTH KAZAKHSTAN</b> <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> <b>АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»</b>
<b>Кафедра фармацевтической и токсикологической химии</b>	<b>55/11/2025</b>
<b>Лекционный комплекс по дисциплине «Общая химическая технология»</b>	<b>стр.52 из 24</b>

Переработка нефти - весьма сложный процесс, которому предшествует специальная ее подготовка.

Методы переработки нефти и основные аппараты. Методы переработки нефти можно разделить на две группы: физические и химические.

Физические методы переработки нефти основаны на использовании различий в физических свойствах веществ, входящих в состав нефти. Например, одни из них затвердевают или кристаллизуются при более высоких, другие при более низких температурах, одни растворяются в каких-либо растворителях лучше, чем другие, и т. д. Если нагревать нефть, то по мере повышения температуры из нее будут испаряться различные продукты. Сначала из нефти будут улетучиваться те продукты, которые закипают и испаряются при более низких температурах, чем те, которые кипят при более высоких температурах. Такой процесс называется перегонкой нефти, и среди физических методов он получил наибольшее распространение. Химические реакции при физических методах переработки нефти не протекают.

Химические методы переработки основаны на том, что под влиянием температуры, давления, катализаторов углеводороды, содержащиеся в нефти и нефтепродуктах, претерпевают глубочайшие химические превращения. В этих процессах протекает множество химических реакций, в результате которых образуются новые соединения, новые продукты.

Каталитический крекинг. Этот вид крекинга получил большое распространение. Обычно он проводится при температуре 450-500°C и атмосферном давлении в присутствии катализаторов.

Риформинг. Риформингом называется один из видов крекинга, отличающийся от обычного крекинга используемым сырьем. При риформинге в качестве сырья используют низкооктановые бензины, или лигроины, из которых получают либо высокооктановые бензины, либо сырье для химической промышленности. Этот процесс дает возможность, с одной стороны, увеличить октановое число бензинов перегонки нефти, термического и каталитического крекинга, с другой - получить сырье для химической промышленности.

#### Очистка нефтепродуктов

Очистка - завершающая стадия производства моторных топлив и смазочных масел.

Существуют химические и физико-химические методы очистки нефтепродуктов.

К химическим методам принадлежит очистка серной кислотой и обработка водородом - гидроочистка, к физико-химическим методам - адсорбционные и абсорбционные способы очистки.

Методы переработки газов можно разбить на три группы:

- 1) прямое использование веществ, входящих в состав газов, присоединением к ним кислорода (окисление), хлора (хлорирование), воды (гидратация), водорода (гидрирование), отнятием водорода (дегидрирование), присоединением к молекулам групп  $-\text{CH}_3$ ,  $-\text{C}_2\text{H}_5$  и др. (алкилирование), изменением структуры молекул (изомеризация), соединением многих простых молекул в сложные (полимеризация) и т. д.;
- 2) крекинг углеводородов, входящих в состав газов, для получения непредельных углеводородов (олефинов);
- 3) конверсия - взаимодействие с водяным паром для получения окиси углерода и водорода.

Классификация и состав топлив. Все топлива можно разделить по агрегатному состоянию на твердые, жидкие и газообразные, а по происхождению на естественные и искусственные.

<b>ОНДҮСТІК ҚАЗАҚСТАН</b> <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> <b>«Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ</b>	 <b>SOUTH KAZAKHSTAN</b> <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> <b>АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»</b>
<b>Кафедра фармацевтической и токсикологической химии</b>	<b>55/11/2025</b>
<b>Лекционный комплекс по дисциплине «Общая химическая технология»</b>	<b>стр.53 из 24</b>

Естественные топлива: твердые- угли, древесина, сланцы, торф; жидкие - нефть; газообразные - природные и попутные газы.

Искусственные топлива получают главным образом при переработке естественных топлив. Твердые искусственные топлива - кокс, полукакс, древесный уголь; жидкие - бензин, керосин, лигроин и др.; газообразные - генераторные газы, коксовый газ, газы переработки нефти и др.

Угли - один из основных видов топлива — служат источником получения искусственного топлива и химического сырья. Существуют следующие основные методы переработки углей: коксование, полукаксование и газификация.

Коксование углей заключается в нагревании углей без доступа воздуха при температуре 900-1100°C. В результате коксования получают твердый продукт - кокс, жидкие продукты - каменноугольную смолу, сырой бензол, надсмольную воду, газообразный продукт - коксовый газ.

Кокс - матово-черный твердый пористый материал. Его используют главным образом в металлургии, а также для газификации, в производстве карбида кальция и других продуктов.

Каменноугольная смола - вязкий, более тяжелый, чем вода, черно-бурый продукт со специфическим запахом, содержащий около 300 разнообразных веществ. Из каменноугольной смолы извлекают бензол, толуол, ксиолы, фенол, крезолы, пиридин, нафталин, антрацен и другие вещества, необходимые для производства пластических масс, химических волокон и т. д.

Сырой бензол - получаемая при коксовании смесь, состоящая из сероуглерода, бензола, толуола, ксиолов и других веществ.

Надсмольная вода представляет собой слабый водный раствор амиака и аммонийных солей. Амиак может быть выделен из надсмольной воды и применен для производства удобрений.

Коксовый газ - смесь, содержащая водород, метан, этилен, окись углерода, азот и другие вещества. При сжигании коксового газа можно получить тепло, однако вещества, содержащиеся в нем, могут служить сырьем для химических синтезов и потому использование коксового газа в качестве источника тепла нерационально.

Сырьем для коксования служат коксующиеся угли (марки К), которые при высокой температуре хорошо спекаются, давая прочный и пористый кокс.

Коксование. Для осуществления этого процесса служат коксовые батареи, состоящие из ряда камер, в которых уголь в отсутствие воздуха нагревается до 900-1100°C.

Переработка коксового газа. Коксовый газ, выходящий из коксовой камеры, называют прямым. Из прямого коксового газа выделяют каменноугольную смолу, надсмольную воду, амиак, бензол и его гомологи, нафталин, сернистые и цианистые соединения.

Газификация топлива - один из распространенных процессов переработки топлива, в результате которого из твердого топлива получаются газы, представляющие собой беззольное транспортабельное топливо и сырье для химических синтезов.

Газификация проводится большей частью в аппаратах - газогенераторах, и получаемые газы называются генераторными. Чтобы загруженное в генератор топливо превратить в газ, через него продувают воздух или водяной пар. При этом кислород, содержащийся в воздухе, или водяной пар взаимодействует с углеродом топлива и образуется окись углерода.

<b>ОНТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН MEDISINA AKADEMIASY</b> <b>«Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ</b>	 <b>SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY</b> <b>АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»</b>
<b>Кафедра фармацевтической и токсикологической химии</b>	<b>55/11/2025</b>
<b>Лекционный комплекс по дисциплине «Общая химическая технология»</b>	<b>стр.54 из 24</b>

#### 4. Иллюстративный материал:

- таблицы;
- презентация Microsoft Power Point.

#### 5. Литература: основная:

##### на русском языке:

1. Жакирова, Н. К. Основы фармацевтической биотехнологии: учеб. пособие / Н. К. Жакирова, Н. К. Байзолданов, З. Б. Сакипова. - Алматы: Изд-во КазНМУ, 2008. - 256 с.
2. Жакирова, Н. К. Общая химическая технология: учеб. пособие/ Н. К. Жакирова.; Рек. Учеб.-методич. Советом ун-та им. С. Д. Асфендиярова, - Алматы: Эверо, 2013. - 119 с.
3. Асильбекова А.Д., Ордабаева С.К. Промышленные способы получения лекарственных средств. Лабораторный практикум-Шымкент.- 2016-200с.

##### на казахском языке:

- 1.Химиялық технология негіздері: оқулық / ҮІ. Қ. Тойбаев [ж. б.]; ҚР БФМ. - Алматы: ЖШС РПБК "Дәуір", 2011.-296 бет. - (ҚР Жоғары оқу орындарының қауымдастыры).
- 2.Химия өндірісінің негізгі процесстері мен аппараттары: Зертханалық практикум: оқу күралы / Ш. Ш. Нұрсейітов. - Алматы: Эверо, 2014. - 140 бет. с.
3. Ордабаева С.К., Асильбекова А.Д. Дәрілік заттарды алудың өндірістік әдістері. - Зертханалық практикум. - Шымкент. - 2019 ж. -180б.

##### на английском языке:

- Seitmagzimova, G. M. General chemical technology: textbook / G. M. Seitmagzimova. - Almaty: Association of higher educational institutions of Kazakhstan, 2016. - 292 p.

##### электронные ресурсы:

- 1.Усманова, М. Б. Жалпы химия [Электронный ресурс]: оқу күралы / М. Б. Усманова. - Электрон.текстовые дан. (19,1 МБ). - Өскемен: "Мультимедия зертханасы", 2007. - эл. опт. диск (CD-ROM).
- 2.Асильбекова А.Д.; Ордабаева С.К. Промышленные способы получения лекарственных средств. Лабораторный практикум-Шымкент.-2016-Электрон.текстовые дан.(4,00 Mb).2021.-200c
- 3.Ордабаева С.К., Асильбекова А.Д. Дәрілік заттарды алудың өндірістік әдістері. - Зертханалық практикум. - Шымкент. - 2019 ж. - Электрон.текстовые дан.(4,00 Mb).2021.180б.

##### Электронные ресурсы БИЦ

- Электронная библиотека ЮКМА - <https://e-lib.skma.edu.kz/genres>
- Республикаанская межвузовская электронная библиотека (РМЭБ) – <http://rmebrk.kz/>
- Цифровая библиотека «Aknpurpress» - <https://www.aknurpress.kz/>
- Электронная библиотека «Эпиграф» - <http://www.elib.kz/>
- Эпиграф - портал мультимедийных учебников <https://mbook.kz/ru/index/>
- ЭБС IPR SMART <https://www.iprbookshop.ru/auth>
- информационно-правовая система «Зан» - <https://zan.kz/ru>
- Cochrane Library - <https://www.cochranelibrary.com/>

#### 6. Контрольные вопросы (обратная связь Feedback):

1. Назовите основные типы и состав нефтей.
2. Как устроены трубчатые печи?
3. Для чего служит ректификационная колонна, как она устроена?

<b>ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН</b> <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> <b>«Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ</b>	 <b>SOUTH KAZAKHSTAN</b> <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> <b>АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»</b>
Кафедра фармацевтической и токсикологической химии	55/11/2025
Лекционный комплекс по дисциплине «Общая химическая технология»	стр.55 из 24

4. Какие продукты получают при переработке нефти?
5. Что такое октановое число бензина?
6. Какой процесс называют перегонкой нефти? Начертите его схему.
7. Каковы преимущества химических методов переработки нефти и нефтепродуктов по сравнению с перегонкой нефти?
8. Напишите основные реакции, протекающие при крекинге.
9. С какой целью и каким образом производят очистку нефтепродуктов?
10. Как можно классифицировать топлива? Из чего состоят твердые топлива?
11. В чем заключается процесс коксования? Какие при этом получают продукты?
12. Начертите схему переработки коксового газа.
13. Какой процесс называют газификацией?
14. Назовите основные составные части древесины.
15. В чем заключается сухая перегонка древесины? Какие продукты при этом получаются?

## Лекция №9

1. **Тема:** Технология органических веществ. Технология полимерных материалов.
2. **Цель:** формирование у обучающихся знаний о физических и химических свойствах органических веществах, полимерных материалах их методах переработки, состава.

### 3. Тезисы лекции

#### План лекции:

1. Продукты основного органического синтеза.
2. Типовые химические технологические процессы, применяемые в органическом синтезе.
3. Производство метанола.
4. Производство этанола.
5. Общее представление о высокомолекулярных соединениях.
6. Состав и свойства полимеров.
7. Методы синтеза полимеров.
8. Технология пластических масс.

**Продукты и сырье основного органического синтеза.** Промышленность основного (тяжелого) органического синтеза занимается производством важнейших органических веществ, которые являются исходными материалами (промежуточными продуктами) для получения более сложных органических соединений или самостоятельно применяются в народном хозяйстве.

Продуктами основного органического синтеза служат относительно простые по строению органические вещества: углеводороды, спирты (метиловый, этиловый), альдегиды и кетоны (формальдегид, уксусный альдегид, ацетон), хлорпроизводные (дихлорэтан, хлористый винил), карбоновые кислоты (муравьиная, уксусная) и их производные (сложные эфиры, уксусный ангидрид), диеновые углеводороды и их производные (бутадиен, хлоропрен) и др.

В начальный период развития промышленности органического синтеза для получения органических соединений применяли главным образом растительное и животное сырье (древесину для получения уксусной кислоты, метилового спирта; сахаристые вещества для производства этилового спирта и т. п.), а также продукты переработки каменноугольной смолы (бензол, толуол и др.). Позднее в качестве сырья стали применять карбид кальция  $\text{CaC}_2$  (для получения ацетилена  $\text{C}_2\text{H}_2$ ) и генераторные газы,

<b>ОНДҮСТІК ҚАЗАҚСТАН</b> <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> <b>«Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ</b>	 <b>SOUTH KAZAKHSTAN</b> <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> <b>АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»</b>
Кафедра фармацевтической и токсикологической химии	55/11/2025
Лекционный комплекс по дисциплине «Общая химическая технология»	стр.56 из 24

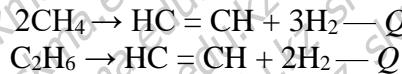
содержащие окись углерода - одно из важнейших исходных веществ органического синтеза.

### Дегидрирование углеводородов

При дегидрировании происходит разрыв связи между атомами углерода и водорода в молекуле углеводорода и отщепление водорода от молекулы органического соединения. Обычно этот процесс проходит при высокой температуре.

**Производство ацетилена крекингом метана.** Ацетилен  $C_2H_2$  - бесцветный газ со слабым своеобразным запахом представляет собой ненасыщенное соединение с тройной связью:  $HC=CH$ .

Получают ацетилен обработкой при высокой температуре (до  $1500^{\circ}C$ ) метановых углеводородов (метана, этана, а также смеси углеводородов, находящихся в природном газе). При этом происходит дегидрирование предельных углеводородов и они превращаются в ацетилен:



### Процессы гидрирования

Многие производства основного органического синтеза основаны на процессе гидрирования. Гидрирование - присоединение водорода к углеродсодержащим веществам с выделением или без выделения воды. Реакции гидрирования экзотермические, идут только в присутствии катализаторов и часто при значительном давлении водорода.

**Синтез метилового спирта (метанола).** Метиловый спирт  $CH_3OH$  представляет собой бесцветную прозрачную ядовитую жидкость со слабым запахом, смешивающуюся с водой в любых соотношениях. Температура кипения метилового спирта  $64,7^{\circ}C$ , плавления  $-95^{\circ}C$ , плотность  $0,796 \text{ г}/\text{см}^3$ .

В настоящее время основное количество метилового спирта производят методом синтеза из окиси углерода и водорода. Производство синтетического метилового спирта относится к крупнотоннажным (производящим большое количество продукта) производствам основного органического синтеза. Основная реакция в синтезе метилового спирта:  $CO + 2H_2 = CH_3OH + Q$ .

### Гидратация углеводородов

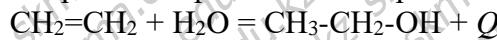
При гидратации непредельных углеводородов (взаимодействии воды с олефинами в присутствии катализаторов) образуются одноатомные спирты.

**Получение этилового спирта.** Этиловый спирт  $C_2H_5OH$  кипит при температуре  $78,3^{\circ}C$ , плотность  $0,789 \text{ г}/\text{см}^3$  (при  $20^{\circ}C$ ). Этиловый спирт - важнейший из органических продуктов, вырабатывается в больших количествах.

Большое народнохозяйственное значение приобрели способы получения этилового спирта из непищевого сырья и особенно производство синтетического этилового спирта гидратацией этилена.

Присоединение воды к этилену осуществляется двумя методами - прямым и косвенным. Косвенная гидратация проводится в две стадии с участием серной кислоты и образованием промежуточных продуктов.

Прямая гидратация этилена - более совершенный процесс, при котором происходит непосредственное присоединение воды к этилену в присутствии катализатора. Гидратация проводится в паровой и жидкой фазах по реакции



<b>ОНТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН MEDISINA AKADEMIASY</b> <b>«Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ</b>	 <b>SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY</b> <b>АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»</b>
<b>Кафедра фармацевтической и токсикологической химии</b>	<b>55/11/2025</b>
<b>Лекционный комплекс по дисциплине «Общая химическая технология»</b>	<b>стр.57 из 24</b>

**Галогенирование углеводородов.** Среди процессов галогенирования широкое распространение получили процессы хлорирования углеводородов. Ценные свойства полученных продуктов и доступность элементарного хлора, необходимого для их получения, способствовали развитию производства хлорорганических соединений.

Хлор в углеводородах может замещать водородные атомы или присоединяться по месту ненасыщенных связей между атомами углерода. Для хлорирования можно использовать не только хлор, но и хлорсодержащие соединения.

Вещества, построенные из небольшого числа атомов, называются низкомолекулярными. Их молекулярный вес не превышает нескольких сотен единиц. Низкомолекулярными веществами являются соли, кислоты, щелочи, спирты и другие соединения.

Соединения, построенные из макромолекул, называют высокомолекулярными или полимерами.

Полимеры по происхождению подразделяют на природные и синтетические.

К природным, т. е. естественным, полимерам относятся целлюлоза, входящая в состав древесины, хлопка и других растений; белки, входящие в состав живых организмов; натуральный каучук и др.

Синтетические полимеры получают искусственно, путем химического синтеза; они входят в состав пластических масс, синтетических каучуков, химических волокон, лаков.

Молекулы полимеров представляют собой длинные цепи, в которых чередуются одинаковые звенья. Если обозначить эти звенья буквой А, то молекулу полимера, можно представить так: —А—А—А— А—А—А—

С изменением числа связанных между собой молекул мономера происходит изменение свойств получаемых полимеров.

Так, полиэтилен по мере увеличения молекулярного веса становится более вязким, затем пастообразным и, наконец, твердым. Свойства полимеров зависят также от химического состава мономеров, формы цепей молекул и их строения (структуре полимера).

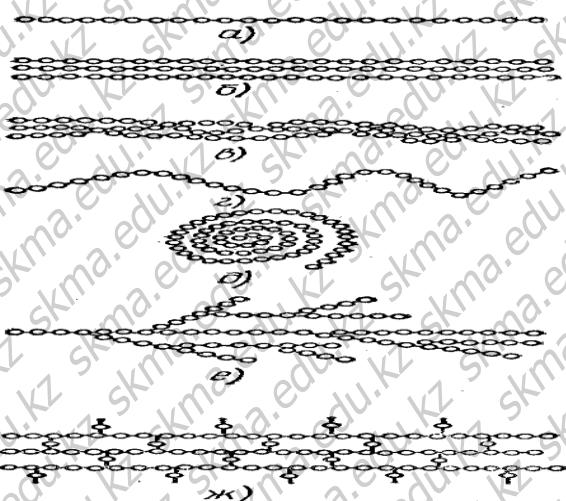


Рис.1. Структуры макромолекул

В макромолекуле линейной структуры элементарные звенья образуют нитевидную молекулу, т. е. каждое звено связано только с двумя соседними звеньями (рис. 1, а). Нитевидные (линейные) макромолекулы могут быть расположены в полимере параллельно друг другу (рис. 1, б) или переплетаться без химической связи отдельных

<b>ОНДҮСТІК ҚАЗАҚСТАН</b> <b>MEDISINA</b> <b>АКАДЕМИЯСЫ</b> <b>«Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ</b>	 <b>SOUTH KAZAKHSTAN</b> <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> <b>АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»</b>
<b>Кафедра фармацевтической и токсикологической химии</b>	<b>55/11/2025</b>
<b>Лекционный комплекс по дисциплине «Общая химическая технология»</b>	<b>стр.58 из 24</b>

макромолекул (рис. 1, в). Они могут быть изогнутыми, свернутыми в клубок (рис. 1, г, д). Макромолекулы линейной структуры характерны для полиэтилена, полипропилена, целлюлозы, полиэфиров, полиамидов и многих других высокомолекулярных соединений, широко используемых для получения волокон, пленок, пластмасс, резины. Эти полимерные материалы, как правило, прочны, эластичны, способны растворяться и плавиться при нагревании.

Макромолекулы разветвленной структуры имеют боковые ответвления от основной цепи (рис. 1, е). Полимеры с разветвленной структурой молекул растворяются и плавятся труднее, чем линейные.

Макромолекулы с сетчатой структурой построены следующим образом: длинные цепи молекул связаны друг с другом короткими цепями в трех измерениях, что на рисунке изобразить трудно. Обычно такую структуру полимерных молекул изображают в виде соединенных между собой линейно построенных больших молекул (рис. 1, ж). При этом всегда имеется в виду, что линейные молекулы химически связаны с молекулами, расположеннымными над плоскостью и за плоскостью бумаги. Такую структуру молекул называют также пространственной или трехмерной. Чем больше число «мостиков» в такой макромолекуле, тем менее эластичен полимер и у него в значительной степени проявляются свойства твердого тела.

Структура цепей полимерных молекул может быть различной. В одних случаях образуются полимерные молекулы, у которых элементарные звенья имеют различное пространственное расположение боковых групп, в других - строго регулярное пространственное расположение. Полимеры со строго регулярной структурой молекул называются изотактическими. Такого типа полимеры обладают высокой твердостью и теплостойкостью.

Молекулы полимеров могут быть получены из разных мономеров, например А и Б. Тогда макромолекулу изображают так:



Макромолекулы могут быть построены из «блоков» сравнительно невысокого молекулярного веса, полученных из различных мономеров. Схема такого блок-сополимера имеет вид



Блок-сополимеры также сочетают в себе свойства исходных полимеров.

Если скелет молекул полимеров построен из атомов углерода, их называют карбоцепными. Существуют молекулы, в скелете которых атомы углерода периодически чередуются с атомами других элементов, например:



Такие полимеры называют гетероцепными.

Поведение полимеров при нагревании зависит от структуры молекул. Линейные и разветвленные полимеры при нагревании размягчаются, при последующем охлаждении переходят в твердое состояние. Такие полимеры называются термопластичными. Полимеры, молекулы которых имеют пространственную структуру, не плавятся при нагревании; их называют термореактивными.

Температура перехода полимера из твердого состояния в эластичное (или наоборот) называется температурой стеклования, температура перехода в текущее состояние - температурой текучести.

Полимеры могут быть или полностью аморфными веществами - аморфные полимеры, или веществами, содержащими кристаллические и аморфные области, - кристаллические полимеры. По видам деформаций, которые возникают в полимерах под влиянием

<b>ОНДҮСТІК ҚАЗАҚСТАН</b> <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> <b>«Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ</b>	 <b>SOUTH KAZAKHSTAN</b> <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> <b>АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»</b>
<b>Кафедра фармацевтической и токсикологической химии</b>	<b>55/11/2025</b>
<b>Лекционный комплекс по дисциплине «Общая химическая технология»</b>	<b>стр.59 из 24</b>

внешних условий при комнатной температуре, их подразделяют на твердые полимеры, эластичные полимеры, или эластомеры, и текучие полимеры.

Таким образом, изменяя величину получаемой макромолекулы, ее молекулярный вес и форму, составляя макромолекулу из различных исходных мономеров, прививая к одной макромолекуле цепочку полимера из звеньев, образованных другим мономером, можно в широкой степени изменять физические и химические свойства полимеров, получать их с заранее обусловленными свойствами, изменять их физическое состояние, делать жидкими, твердыми, пластичными и эластичными.

Полимеры обладают малой плотностью (самые легкие пластичные массы в 800 раз легче стали), высокой механической прочностью (превышает прочность дерева, стекла, керамики), высокими термо-, звуко- и электроизоляционными свойствами, высокой химической стойкостью, прекрасными оптическими свойствами, они способны поглощать и гасить вибрации, образовывать чрезвычайно тонкие пленки и волокна, они легко поддаются обработке и переработке в изделия.

Полимеры могут быть получены методами полимеризации и поликонденсации.

**Полимеризация.** Метод полимеризации заключается в том, что молекулы мономеров под воздействием нагревания, катализаторов, У-лучей, света, инициаторов соединяются между собой в молекулы больших размеров. При этом образуются макромолекулы линейной, разветвленной, сетчатой структуры, молекулы сополимеров, привитых сополимеров.

Скорость полимеризации и молекулярный вес полимера зависят от температуры, давления, активности катализатора и т. д.

Существуют следующие способы полимеризации: в массе (блочный способ), в эмульсиях, в растворе и так называемая сусpenзионная полимеризация.

Полимеризация в массе происходит в аппарате (автоклаве), куда подается исходный мономер с катализатором или инициатором – веществом, которое вступает в реакцию с мономером и ускоряет полимеризацию. В начале полимеризации реагирующую массу подогревают, затем подогрев прекращают, так как полимеризация сопровождается выделением тепла. Для поддержания определенной температуры в аппарате в процессе полимеризации иногда прибегают к охлаждению реагирующей массы. По окончании полимеризации из аппарата извлекают сплошную массу полимера в виде блока. Процесс полимеризации может быть как периодическим, так и непрерывным. При полимеризации в массе трудно обеспечить одинаковую температуру во всей реагирующей массе, поэтому получаемый полимер состоит из макромолекул, имеющих различную степень полимеризации. Этим методом получают полистирол, полимеры метакриловой кислоты, бутадиеновый каучук и др.

Эмульсионный способ полимеризации заключается в том, что мономер смешивается с инициатором и эмульгатором и превращается при помощи мешалок в мельчайшие капельки, взвешенные в другой жидкости, чаще всего в воде. (Эмульгаторы – вещества, препятствующие слиянию капель жидкости.) Полученные эмульсии нагревают до температуры, при которой происходит полимеризация мономера. При этом тепло, выделяемое в процессе полимеризации, отводится легко и образующийся полимер более однороден, чем полученный блочным методом. Недостаток способа заключается в трудности отделения эмульгатора от полимера. Этим способом получают сополимеры бутадиена, винилацетата, акрилонитрила и др.

Полимеризация в растворе осуществляется в растворителе, смешивающемся с мономером и растворяющим образующийся полимер. Из полученного раствора полимер выделяют испарением растворителя или осаждением. Полимеризацию проводят также в

<b>ОНТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН MEDISINA АКАДЕМИЯСЫ</b> <b>«Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» Ақ</b>	 <b>SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY</b> <b>АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»</b>
<b>Кафедра фармацевтической и токсикологической химии</b>	<b>55/11/2025</b>
<b>Лекционный комплекс по дисциплине «Общая химическая технология»</b>	<b>стр.60 из 24</b>

растворителе, растворяющем мономер, но не растворяющем полимер. В данном случае полимер выпадает в осадок, который отфильтровывают. По этому способу получают поливинилацетат, полибутилакрилат и др.

Суспензионный способ предусматривает измельчение (диспергирование) мономера в виде капель в плохорасторяющей среде, обычно в воде. Полимеризация протекает в каждой капле мономера. Образующийся полимер в виде твердых частиц, не растворяющихся в воде, осаждается и отделяется от жидкости фильтрованием.

Поликонденсация. Метод заключается в том, что соединение между собой молекул мономеров происходит при реакции между ними, идущей с выделением побочных продуктов.

В процессе поликонденсации получаются полимеры, имеющие линейную, а также сетчатую структуру.

Поликонденсация в расплаве осуществляется при высокой температуре (220-280°C) в реакторе в атмосфере инертного газа. Таким образом обеспечивают высокую скорость процесса и удаление низкомолекулярных продуктов.

При поликонденсации в растворе мономеры растворены в растворителе - реакция протекает с небольшой скоростью, не обеспечивается удаление низкомолекулярных продуктов. Этот способ не используется в промышленности.

Поликонденсация на границе раздела фаз заключается в том, что имеются две несмешивающиеся жидкости, в каждой из которых растворены исходные мономеры. Реакция поликонденсации мгновенно протекает на границе раздела фаз с образованием пленки полимеров. Таким образом, продукты реакции выводятся из сферы реакции, что способствует протеканию реакции с высокой скоростью. При удалении пленки поверхность раздела фаз освобождается и реакция продолжается

#### **4.Иллюстративный материал:**

- таблицы;
- презентация Microsoft Power Point.

#### **5. Литература:**

##### **основная:**

##### **на русском языке:**

- 1.Жакирова, Н. К. Основы фармацевтической биотехнологии: учеб. пособие / Н. К. Жакирова, Н. К. Байзоданов, З. Б. Сакипова. - Алматы: Изд-во КазНМУ, 2008. - 256 с.
- 2.Жакирова, Н. К. Общая химическая технология: учеб. пособие/ Н. К. Жакирова.; Рек. Учеб.-методич. Советом ун-та им. С. Д. Асфендиярова. - Алматы: Эверо, 2013. - 119 с.
- 3.Асильбекова А.Д., Ордабаева С.К. Промышленные способы получения лекарственных средств. Лабораторный практикум-Шымкент.- 2016-200с.

##### **на казахском языке:**

- 1.Химиялық технология негіздері: оқулық / Ү. Қ. Тойбаев [ж. б.]; КР БФМ. - Алматы: ЖШС РПБК "Дәүір", 2011.-296 бет. - (КР Жоғары оқу орындарының қауымдастырыбы).
- 2.Химия өндірісінің негізгі процесстері мен аппараттары: Зертханалық практикум: оқу күралы / Ш. Ш. Нұрсейітов. - Алматы: Эверо, 2014. - 140 бет. с.
3. Ордабаева С.К., Асильбекова А.Д. Дәрілік заттарды алушың өндірістік әдістері. - Зертханалық практикум, - Шымкент. - 2019 ж.-180б.

##### **на английском языке:**

<b>ОНДҮСТІК ҚАЗАҚСТАН</b> <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> <b>«Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ</b>	 <b>SOUTH KAZAKHSTAN</b> <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> <b>АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»</b>
<b>Кафедра фармацевтической и токсикологической химии</b>	<b>55/11/2025</b>
<b>Лекционный комплекс по дисциплине «Общая химическая технология»</b>	<b>стр.61 из 24</b>

Seitmagzimova, G. M. General chemical technology: textbook / G. M. Seitmagzimova. - Almaty: Association of higher educational institutions of Kazakhstan, 2016. - 292 p.

### электронные ресурсы:

- 1.Усманова, М. Б. Жалпы химия [Электронный ресурс]: оку құралы / М. Б. Усманова. - Электрон.текстовые дан. (19,1 МБ). - Өскемен: "Мультимедия зертханасы", 2007. - эл. опт. диск (CD-ROM).
- 2.Асильбекова А.Д., Ордабаева С.К. Промышленные способы получения лекарственных средств. Лабораторный практикум-Шымкент.-2016-Электрон.текстовые дан.(4,00 Mb).2021.-200c
- 3.Ордабаева С.К., Асильбекова А.Д. Дәрілік заттарды алудың өндірістік әдістері. - Зертханалық практикум. - Шымкент. - 2019 ж. - Электрон.текстовые дан.(4,00 Mb).2021.180б.

### Электронные ресурсы БИЦ

- Электронная библиотека ЮКМА - <https://e-lib.skma.edu.kz/genres>
- Республикаанская межвузовская электронная библиотека (РМЭБ) – <http://rmebrk.kz/>
- Цифровая библиотека «Aknurpress» - <https://www.aknurpress.kz/>
- Электронная библиотека «Эпиграф» - <http://www.elib.kz/>
- Эпиграф - портал мультимедийных учебников <https://mbook.kz/ru/index/>
- ЭБС IPR SMART <https://www.iprbookshop.ru/auth>
- информационно-правовая система «Зан» - <https://zan.kz/ru>
- Cochrane Library - <https://www.cochranelibrary.com/>

### 6.Контрольные вопросы (обратная связь Feedback):

1. Назовите важнейшие продукты промышленности основного органического синтеза.
2. Какие виды сырья применяют в промышленности органического синтеза?
3. Назовите важнейшие типы реакций, наиболее часто применяющиеся в промышленности основного органического синтеза.
4. Назовите известные вам производства, где используется метод дегидрирования углеводородов.
5. Для чего применяется метиловый спирт?
6. Какие условия необходимы для успешного осуществления синтеза метилового спирта?
7. Какими методами можно получить этиловый спирт из этилена?
8. Для каких основных производств применяется этиловый спирт?

### Лекция №10

1. Тема: Синтез некоторых фармацевтических препаратов.
2. Цель: формирование у обучающихся знаний о классификации и номенклатуре лекарственных средств, стадии разработки лекарственных средств, взаимосвязи структуры ЛС с их фармакологической активностью.

### 3. Тезисы лекции

#### План лекции:

- 1.Понятие о химии и технологии лекарственных средств.
- 2.Основные проблемы химии и технологии синтетических лекарственных средств (ЛС).
- 3.История развития химико-фармацевтической промышленности.
- 4.Стадии разработки ЛС.
- 5.Взаимосвязь структуры ЛС с их фармакологической активностью.

Химия и технология лекарственных средств (ЛС) - это наука, исходящая из общей химической технологии, изучает технологические процессы производства

<b>ОНДҮСТІК ҚАЗАҚСТАН</b> <b>MEDISINA</b> <b>АКАДЕМИЯСЫ</b> <b>«Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ</b>	 <b>SOUTH KAZAKHSTAN</b> <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> <b>АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»</b>
<b>Кафедра фармацевтической и токсикологической химии</b>	<b>55/11/2025</b>
<b>Лекционный комплекс по дисциплине «Общая химическая технология»</b>	<b>стр.62 из 24</b>

промежуточных продуктов и ЛВ, их физические, химические и фармакологические свойства, а также контроль качества ЛС.

Основные проблемы химии и технологии синтетических ЛС:

А) выбор оптимального технологического процесса производства ЛС, исходя из химического строения, свойств исходного сырья, промышленных продуктов и лекарственных средств, а также из особенностей химико-фармацевтической промышленности;

Б) обеспечение постадийного контроля производства и качества конечного продукта (ЛС).

Решение поставленных задач может быть осуществлено следующими путями:

- Определением основных направлений поиска синтетических химико-фармацевтических препаратов;
- Установлением взаимосвязей между строением( физико-химическими свойствами) и фармакологической активностью ЛС;
- Изысканием и изучением путей и средств наиболее целесообразного проведения технологического процесса производства с максимальной экономией и безопасностью;
- Ознакомление с современным аппаратурно-технологическим оформлением производственных процессов .
- Организацией контроля качества ЛС (анализ исходных веществ, промышленных производств, готовой продукции и отходов производства).

Основной ассортимент ЛП производится химико-фармацевтической промышленностью.

Химико-фармацевтической промышленности (ХФП) в дореволюционной России не существовало. В Царской России функционировали кустарные производства галеновых препаратов. Около 90% ЛП импортировались из-за рубежа.

Усилиями русских ученых (Чичибабина А.Е., Тищенко В.Е.) в 1915 г. Было налажено производство йода из морских водорослей. В этот же период времени В.М. Родионов создает 1-ую в России кафедру химии и технологии ЛП, на которой разрабатывались регламенты производства алкалоидов (морфина, антропина, теобромина), анальгетиков (антипирин, амидопирин).

В 1916 г. в Москве организован 1-ый завод салициловых препаратов

В 1917 г. – алкалоидный завод, позже в Казани-фенолосалициловый завод, в Новочеркасске – антропиновый завод, на Кавказе ланолиновый, которые пришли в упадок в годы гражданской войны.

В годы 1-х советских пятилеток были реконструированы старые и построены новые: завод «Акрихин» под Москвой, завод имени М.В. Ломоносова в Киеве.

В 1918-19 г. был создан главный фармацевтический завод для руководства фармацевтической промышленностью при Высшем Совете ....

В 1967- организовано Министерство медицинской промышленности, которое объединило все предприятия и учреждения, занимается разработкой и производством средств диагностики, профилактики и лечения.

В 1966-70 г. построен Курский ХФЗ, начато строительство ХФ комбината в Латвии, расширена мощность заводов «Фармакон » и «Акрихин».

В 1976-80 г. образованы ПО «Союзлексинтез», «Союзантибиотики», «Союзвитамины» и др.

1860 г- заводы Феррейна (им. Карнова).

1883 г.- завод Келлера (им. Семашко).

<b>ОНДҮСТІК ҚАЗАҚСТАН</b> <b>MEDISINA</b> <b>АКАДЕМИЯСЫ</b> <b>«Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ</b>	 <b>SOUTH KAZAKHSTAN</b> <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> <b>АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»</b>
<b>Кафедра фармацевтической и токсикологической химии</b>	<b>55/11/2025</b>
<b>Лекционный комплекс по дисциплине «Общая химическая технология»</b>	<b>стр.63 из 24</b>

1882 г. - завод по производству сантонина в г. Чимкенте (ЧХФЗ им. Дзержинского).

1903 г. - «Фармакон» в Петербурге.

Многие ЛП относятся к группе ксенобиотиков (греч. Xenos-чужой, чуждый, чужеродный). Хотя известно терапевтическое действие таких физиологически активных веществ, как витамины, липиды, и др. свойства, образуются в организме человека.

ЛП - это биологически активное вещество эндо- и экзогенной природы, законодательно разрешенное для профилактики и лечения заболевания человека.

Оказываемый лекарственным препаратом терапевтический эффект (ТЭ, ТД) как правило имеет дозозависимый характер. Дозы, в которых ЛП оказывает ТД, называются терапевтическими (лечебными) дозами;

Дозы вызывающие токсические явления или отравление -токсическими, а дозы вызывающие смертельный исход – (letum-смерть) – летальными. Наиболее характерной величиной, определяющей токсичность химического вещества, в том числе и ЛП, является доза, вызывающая при однократном введении за фиксированный период времени гибель 50% животных в группе.

Эту величину, характеризующую токсичность вещества (ЛП), называют  $D_{h50}$  (dosisletalismedia). Диапазон между терапевтической и токсической дозами называется «терапевтической широтой» или «широкой терапевтического действия».

Для ЛП необходима всесторонняя проверка на различные виды их воздействия на организм (острая токсичность, хроническая токсичность, тератогенность, воздействие на плод, мутагенность, канцерогенность и др.). При этом изучают фармакокинетику и фармакодинамику ЛП.

Фармакокинетика – судьба ЛП в организме. Фармакокинетические исследования включают изучение всасывания, распределения ЛП в тканях и органах, биотрансформации (или метаболизма) и выведения из организма. Изучение этих различных фаз действия ЛП может быть осуществлено с помощью физических, химических и биологических методов.

Фармакодинамика – это изменения производимые ЛП в функциях организма, остаются ли они неизменными или нарушаются.

Исследуют также метаболизм ЛП в организме и действие метаболитов на органы и ткани. Иногда метаболиты более активны. Чем исходное лекарственное вещество. Необходим так же строгий контроль для выявления отдаленных последствий действия препарата на организм человека. Например, препарат талидомид, выпущенный в ФРГ в 1957 г. через 4 года был снят с производства, так как через 4 года было выявлено его вредное действие на потомство.

В связи с большим объемом фармакологических исследований и необходимостью изучения отдаленных последствий для получения рекомендации на использование того или иного ЛП требуется 5-10 лет. Такая рекомендациядается фармакологическим комитетом. Для каждого ЛП и его ЛФ разрабатывается фармакологическая статья с указанием реакции на подлинность, чистоту и методов количественного определения вещества в препарате.

#### Классификация ЛП.

Строгая классификация ЛП сопряжена с определенными трудностями. Медицинская классификация основана на направленность фармакологической активности этих препаратов (психотропные, с-с, гармональные, противораковые и т.д.). Существует вместе с тем и химическая классификация, в основу которой положено химическое строение вещества. При такой классификации в одной группе оказывается препараты

<b>ОНДҮСТІК ҚАЗАҚСТАН</b> <b>MEDISINA</b> <b>АКАДЕМИЯСЫ</b> <b>«Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ</b>	 <b>SOUTH KAZAKHSTAN</b> <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> <b>АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»</b>
<b>Кафедра фармацевтической и токсикологической химии</b>	<b>55/11/2025</b>
<b>Лекционный комплекс по дисциплине «Общая химическая технология»</b>	<b>стр.64 из 24</b>

различного действия. Например среди сульфаниламидных ЛП имеются антибактериальные, противодиабетические, антиподагрические препараты.

Обычно бывает трудно держаться в пределах только одной классификации и как правило их используют одновременно.

Превращения ЛП в биологических системах.

ЛП, попадая в организм, претерпевает ряд превращений на пути к мишени его действия. Биологические системы активно взаимодействуют с ЛП.

Взаимодействие может происходить в водной или липофильной среде. Поэтому при разработке соответствующих лекарственных форм необходимо учитывать фактор среды.

При разработке ЛП стараются добиться наибольшей селективности действия, поскольку в противном случае возможны нежелательные побочные реакции. Селективность определяется химической структурой взаимодействующих веществ. При рассмотрении структуры учитывают пространственную структуру, электронные факторы и возможность взаимодействия с окружением (сольватация, гидратация, внутримолекулярные взаимодействия).

Действие ЛП складывается из 3 стадий:

1) Проникновение ЛП в место расположения мишени. («Мишень» - акцепторы, рецепторы, ферменты, клетки, органы, функциональные системы).

2) Распознавание мишени и химическое взаимодействие с ней по принципу сродства.

3) Активация мишени в результате структурных изменений путем взаимодействия ее с ЛП. Образования метаболитов или взаимодействия с другими биологическими веществами, иными, чем рецептор или фермент, приводящая к фармакодинамическому ответу.

При синтезе ЛП необходимо учитывать требования, которые предъявляются к ним медициной.

Основные этапы поиска ЛВ.

Создание нового лекарства - чрезвычайно сложная проблема, требующая затрат, значительных средств и труда больших коллективов научных и практических работников.

Разработка ЛП включает следующие стадии:

1) Замысел создания нового ЛП. Он возник при совместной работе фармакологов и химиков-синтетиков. На этой стадии отбираются синтетические соединения. Которые по их мнению могут быть биологически активными веществами.

2) Синтез предварительно отобранных структур обладающих БА.

3) Фармакологический скрининг. Основной этап, во время которого отсеиваются неперспективные вещества, и синтезированные на предыдущем этапе.

4) Клиническая проверка БАВ, которые прошли все этапы фармакологического скрининга.

5) Разработка технологии производства нового ЛП и наиболее рациональной ЛФ.

6) Подготовка НТД, включающей способы контроля качества ЛП и его ЛФ.

7) Внедрение ЛП в промышленное производство и отработка всех стадий его получения в заводских условиях.

Все эти этапы тесно связаны между собой, каждый из которых является итогом совместной работы химиков, синтетиков, химиков-аналитиков, биохимиков, технологов, фармацевтов.

#### **4.Иллюстративный материал:**

- таблицы;

<b>ОНДҮСТІК ҚАЗАҚСТАН</b> <b>MEDISINA</b> <b>АКАДЕМИЯСЫ</b> <b>«Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» Ақ</b>	 <b>SOUTH KAZAKHSTAN</b> <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> <b>АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»</b>
<b>Кафедра фармацевтической и токсикологической химии</b>	<b>55/11/2025</b>
<b>Лекционный комплекс по дисциплине «Общая химическая технология»</b>	<b>стр.65 из 24</b>

- презентация Microsoft Power Point.

## 5. Литература:

### основная:

#### на русском языке:

1. Жакирова, Н. К. Основы фармацевтической биотехнологии: учеб. пособие / Н. К. Жакирова, Н. К. Байзольданов, З. Б. Сакипова. - Алматы: Изд-во КазНМУ, 2008. - 256 с.
2. Жакирова, Н. К. Общая химическая технология: учеб. пособие/ Н. К. Жакирова.; Рек. Учеб.-методич. Советом ун-та им. С. Д. Асфендиярова. - Алматы: Эверо, 2013. - 119 с.
3. Асильбекова А.Д., Ордабаева С.К. Промышленные способы получения лекарственных средств. Лабораторный практикум-Шымкент.- 2016-200с.

#### на казахском языке:

- 1.Химиялық технология негіздері: оқулық / І. Қ. Тойбаев [ж. б.]; КР БФМ. - Алматы: ЖШС РПБК "Дәуір", 2011.-296 бет. - (КР Жоғары оқу орындарының қауымдастыры).
- 2.Химия өндірісінің негізгі процесстері мен аппараттары: Зертханалық практикум: оқу құралы / Ш. Ш. Нұрсейітov. - Алматы: Эверо, 2014. - 140 бет. с.
3. Ордабаева С.К., Асильбекова А.Д. Дәрілік заттарды алудың өндірістік әдістері. - Зертханалық практикум. - Шымкент. - 2019 ж. -180б.

#### на английском языке:

- Seitmagzimova, G. M. General chemical technology: textbook / G. M. Seitmagzimova. - Almaty: Association of higher educational institutions of Kazakhstan, 2016. - 292 p.

#### электронные ресурсы:

- 1.Усманова, М. Б. Жалпы химия [Электронный ресурс]: оқу құралы / М. Б. Усманова. - Электрон.текстовые дан. (19,1 МБ). - Өскемен: "Мультимедия зертханасы", 2007. - эл. опт. диск (CD-ROM).
- 2.Асильбекова А.Д., Ордабаева С.К. Промышленные способы получения лекарственных средств. Лабораторный практикум-Шымкент.-2016-Электрон.текстовые дан.(4,00 Mb).2021.-200с
- 3.Ордабаева С.К., Асильбекова А.Д. Дәрілік заттарды алудың өндірістік әдістері. - Зертханалық практикум. - Шымкент. - 2019 ж. - Электрон.текстовые дан.(4,00 Mb).2021.180б.

#### Электронные ресурсы БИЦ

- Электронная библиотека ЮКМА - <https://e-lib.skma.edu.kz/genres>
- Республикаанская межвузовская электронная библиотека (РМЭБ) – <http://rmebrk.kz/>
- Цифровая библиотека «Aknurpress» - <https://www.aknurpress.kz/>
- Электронная библиотека «Эпиграф» - <http://www.elib.kz/>
- Эпиграф - портал мультимедийных учебников <https://mbook.kz/ru/index/>
- ЭБС IPR SMART <https://www.iprbookshop.ru/auth>
- информационно-правовая система «Зан» - <https://zan.kz/ru>
- Cochrane Library - <https://www.cochranelibrary.com/>

#### 6.Контрольные вопросы (обратная связь Feedback):

- 1.Химия и технология синтетических лекарственных средств. Предмет и содержание.
- 2.Возникновение и развитие химико-фармацевтической промышленности. Производство фармацевтических препаратов в г.Шымкенте завод им.Дзержинского, развитие химико-фармацевтической промышленности в РК.

<b>ОНТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН</b> <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> <b>«Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ</b>	 <b>SOUTH KAZAKHSTAN</b> <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> <b>АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»</b>
<b>Кафедра фармацевтической и токсикологической химии</b>	<b>55/11/2025</b>
<b>Лекционный комплекс по дисциплине «Общая химическая технология»</b>	<b>стр.66 из 24</b>

3. Аналитические исследования в процессе создания новых лекарств. Виды контроля лекарственных веществ. Особенности выполнения работ в лаборатории технического анализа. Отбор проб для анализа.

4. Классификация лекарственных средств и организация контроля качества ЛС в химико-фармацевтической промышленности.