



ТОМСКИЙ  
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

# Лекция 1

## Теоретические основы технологии пожаровзрывоопасных производств



# Рассматриваемы вопросы:

- Общие сведения о технологии, технологических процессах. Общие определения по пожарной безопасности технологических процессов.
- Технологическая схема, как метод описания технологии. Классификация технологических процессов.
- Физико-химические закономерности в технологии.
- Технологические параметры и их влияние на пожаровзрывоопасность технологических процессов. Основные виды технологических расчетов.



# Введение.

- Пожарная безопасность технологических процессов как научная дисциплина сложилась и развивается на стыке наук о технологии и пожаре.



- Цель курса “Пожарная безопасность технологических процессов” - научить будущих специалистов оценивать пожарную опасность современного технологического оборудования, разрабатывать меры пожарной безопасности технологических процессов, определять категории помещений зданий, наружных технологических установок по взрывопожарной и пожарной опасности расчетными методами.



- Задачи курса включают изучение закономерностей протекания основных, типовых технологических процессов и соответствующих им аппаратов, основ пожаровзрывоопасности технологического оборудования и методов обеспечения пожаровзрывобезопасности технологических процессов на промышленных объектах.



**Вопрос 1. Общие сведения о  
технологии, технологических  
процессах. Общие определения по  
пожарной безопасности  
технологических процессов.**



# Общие сведения о технологии, технологических процессах.

- Технология это наука о способах и процессах производства промышленных продуктов из различных видов сырья, в том числе и природного.
- **Способ производства** – это совокупность всех операций, которые проходит сырье до получения из него конечного продукта. Он складывается из последовательных операций, протекающих в соответствующих аппаратах и соответствующем оборудовании.



- **Технологический процесс** – производственный процесс переработки сырьевых ископаемых, растительных и сельскохозяйственных ресурсов с целью получения веществ и материалов с новыми свойствами и готовой продукции.
- Совокупность машин и аппаратов, в которых сырье перерабатывается до конечного продукта, называется **технологической системой**.
- Последовательное описание и графическое изображение операций, протекающих в соответствующих машинах и аппаратах, носит название **технологической схемы**.



# Пример

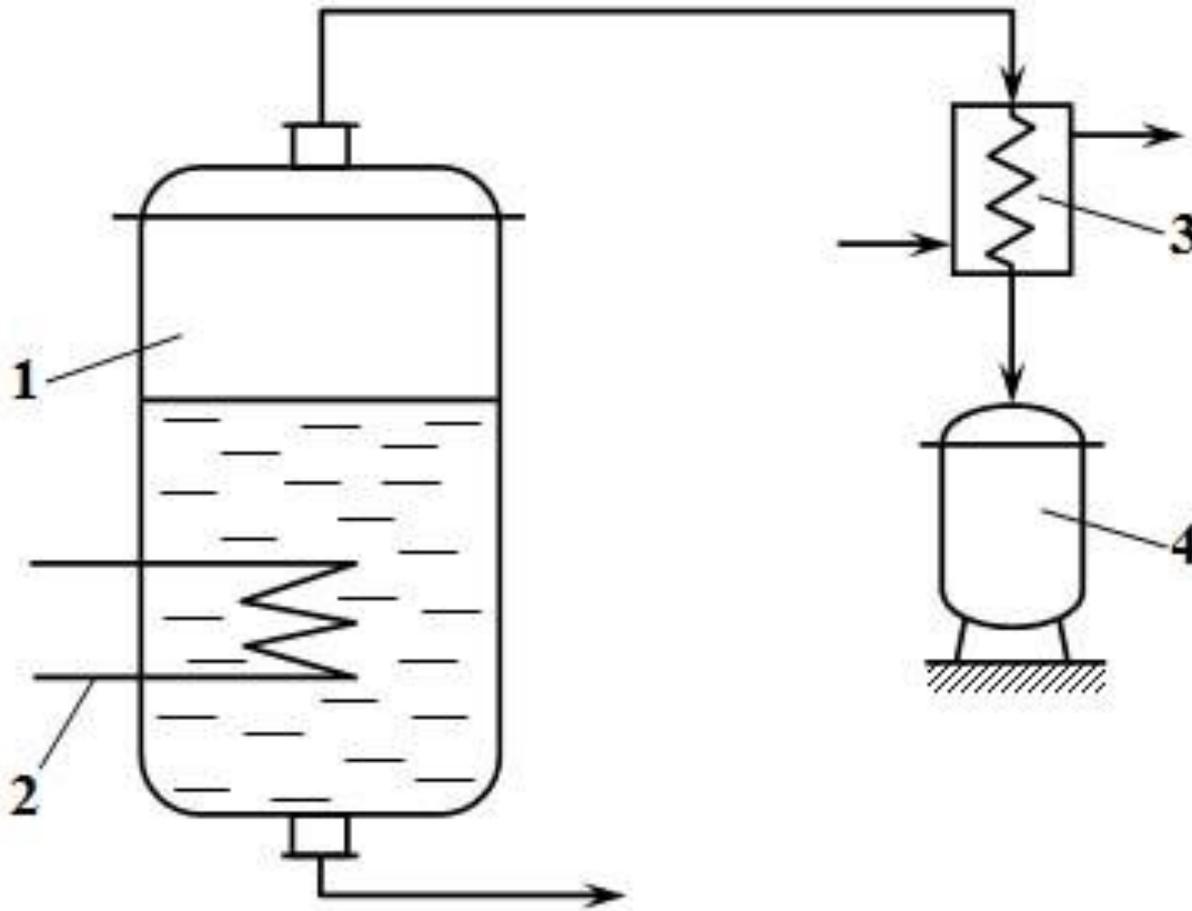
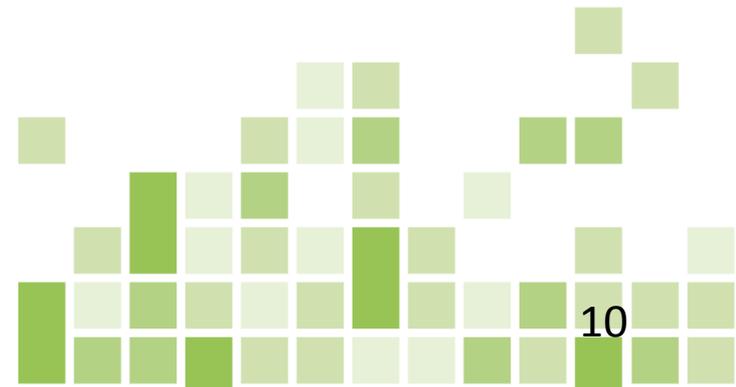


Схема простой перегонки

Современные высокопроизводительные технологии характеризуются пожаровзрыво опасностью, содержат угрозы выхода за пределы аппаратов, не только горючих газов, паров и пылевоздушных смесей, но и сильнодействующих ядовитых и радиоактивных веществ.



# Производственные процессы должны быть пожаровзрывобезопасными.

- производственной автоматике (системы автоматического управления и регулирования технологическими процессами)
- системы автоматической противопожарной защиты (включающие автоматическую пожарную сигнализацию, установки автоматического пожаротушения, автоматическую противопожарную защиту в технологических процессах и автоматические системы защиты людей от опасных факторов пожаров).



В обеспечении **противопожарной безопасности** большое значение имеет, так называемый, человеческий фактор.

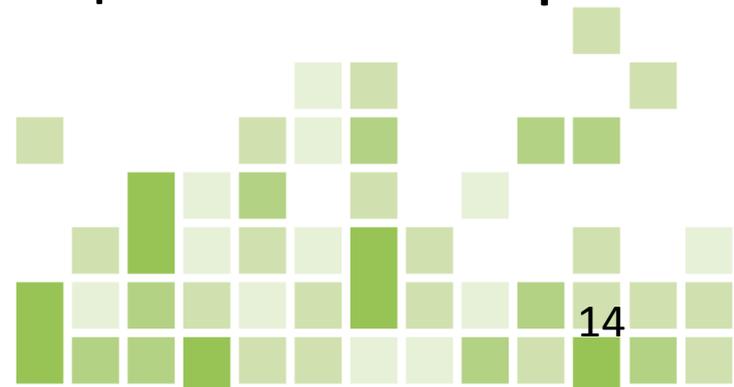
Значительный процент аварийности и пожаров обусловлен ошибками производственного персонала, его недостаточной квалификацией и небрежным исполнением функциональных обязанностей.



# Общие определения по пожарной безопасности технологических процессов



- **Пожарная безопасность** – состояние объекта, при котором с установленной вероятностью исключается возможность возникновения и развития пожара, обеспечивается защита людей от воздействия опасных факторов пожара и сохранение материальных ценностей при пожарах.



- **Противопожарный режим** – комплекс установленных норм поведения людей, правил выполнения работ и эксплуатации оборудования, направленных на обеспечение пожарной безопасности данного объекта.
- **Пожарная опасность** – возможность возникновения и (или) развития пожара, заключенная в каком либо веществе, состоянии или процессе. Оценку пожарной опасности технологических процессов следует проводить на основе расчета их риска.



Главенствующими определяющими пожарной опасности технологического процесса являются:

- наличие пожарной нагрузки: горючих твердых, жидких и газообразных веществ;
- величина возможного избыточного давления при диффузионном сгорании газов, паров и пылевоздушных смесей, как в помещениях, так и в открытом пространстве;
- температурный режим всего технологического процесса или какой-либо его составляющей.



Требования определены:

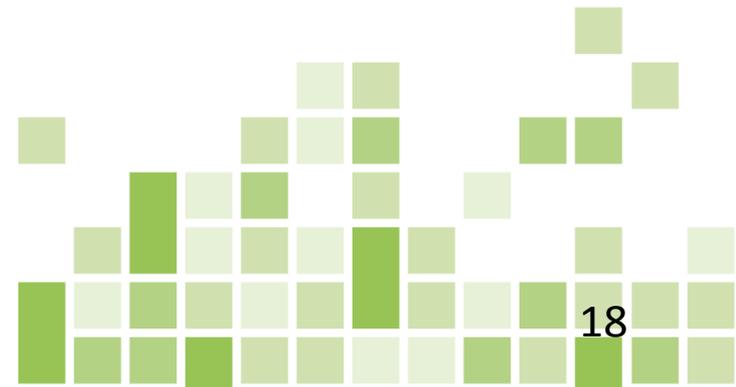
ГОСТ Р 12.3.047-98. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля.

Требования данного ГОСТа при проектировании того или иного технологического процесса и в дальнейшем его эксплуатации следует исполнять неукоснительно!

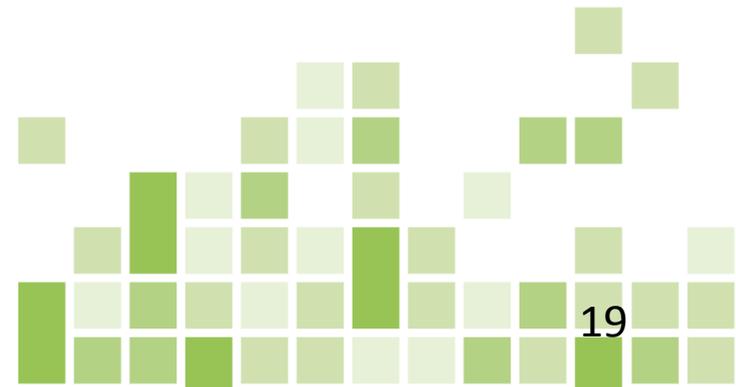


В соответствии с ГОСТ Р 12.3.047-98 предусматриваются две категории опасности:

- технологические процессы повышенной пожарной опасности;
- технологические процессы с простым уровнем пожарной опасности.



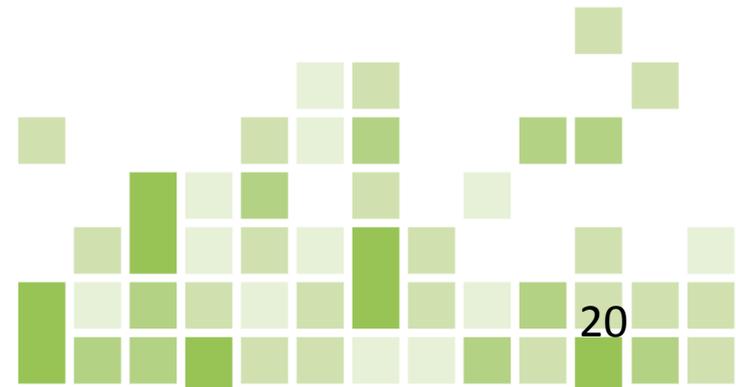
**Вопрос 2. Технологическая схема,  
как метод описания технологии.  
Классификация технологических  
процессов.**



# Технологическая схема, как метод описания технологии.

Основным документом, определяющий порядок проведения технологического процесса является **технологический регламент**.

**Технологический регламент** обязателен в исполнении.



**«Зарегистрирован»**

Дирекцией по управлению отходами  
строительства и сноса в г. Москве  
ГУП ППДЦ «Информстройсервис»  
Телефон 676-91-91; 676-91-41  
за реестровым № 028/62/06  
« 05 » сентября 2006 г.  
Руководитель Дирекции по управлению  
отходами строительства и сноса в г. Москве  
Харитонов С.Е.



МП

**ТОМ 15**

**Технологический регламент**

Процесса обращения с отходами строительства и сноса на объекте:  
**Строительство торгового центра по адресу:**  
**г. Москва, СВАО, район "Свиблово", ул. Снежная, вл. 16**

**Генпроектировщик:**

ООО "УИС-проект"

**Заказчик строительства:**

ООО "Еврокнит"  
129323, г. Москва,  
ул. Снежная, д. 16, корп. 1  
Тел.: 671-50-61

**Генподрядчик строительства:**

**Заказчик ТР:**

ООО "Еврокнит"  
129323, г. Москва,  
ул. Снежная, д. 16, корп. 1  
Тел.: 671-50-61

Генеральный директор

Лепешкин И.В.

М.П.

должность, Ф.И.О, Подпись представителя, дата

**Разработчик ТР:**

ООО "ИМВ-Консульт"  
кр. адрес: 125993, г. Москва,  
Волоколамское шоссе, д. 1, стр. 1, ком. 32  
Телефон: 363-38-36

Инженер

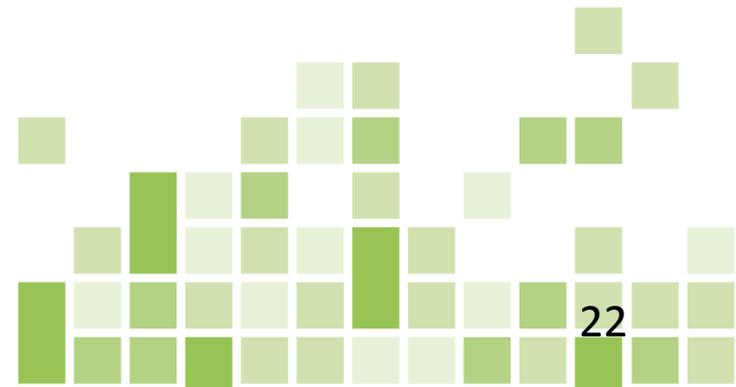
Т.А. Рябова

Генеральный директор

К.В. Антипов



- ***Технологическая схема*** – графическая часть технологического проекта, содержащая совокупность технологических аппаратов (аппаратное оформление), обеспечивающих физико-химический процесс производства продукции.



# Пример

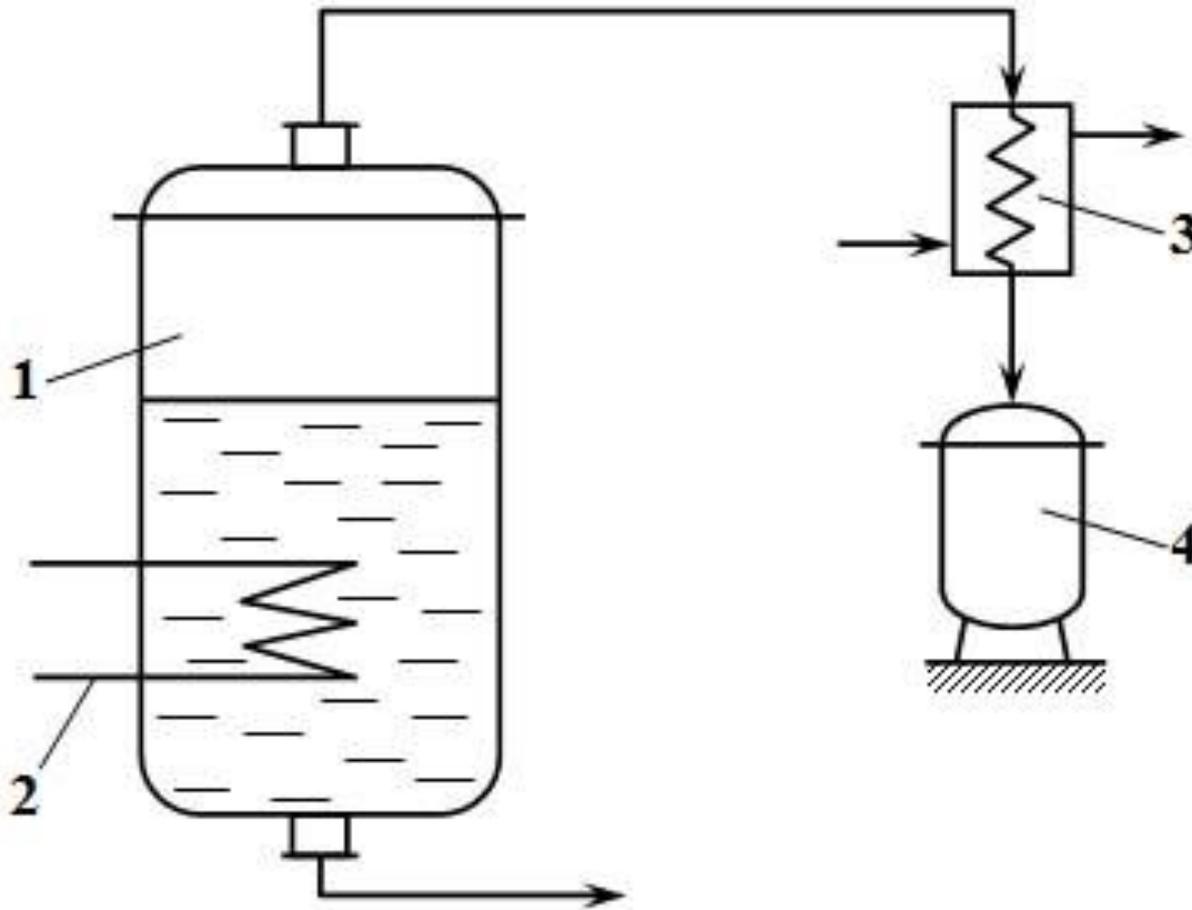


Схема простой перегонки

***Технологическая карта*** – своеобразный паспорт, гарантирующий установленное качество изготавливаемой продукции, безопасность и экологичность процесса производства, его технико-экономическую эффективность.



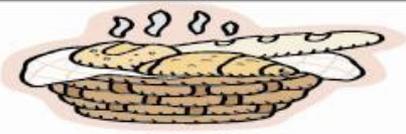
## ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА № 8.9

Наименование юридического лица \_\_\_\_\_

Рецептура по акту № 2 1999 год

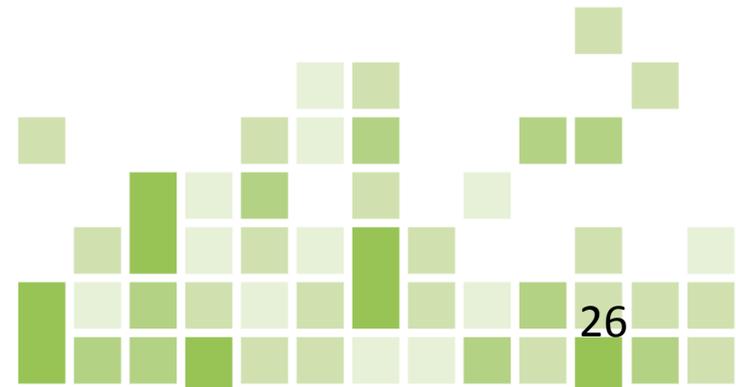
\_\_\_\_\_ 200\_\_ г.

Наименование блюда: **Котлеты «Пожарские»**

Наименование продуктов	Вес брутто (в гр.)	Вес нетто (в гр.)	Вес готового продукта (в гр.)	Вес нетто на 100 пор.(кг)	ТЕХНОЛОГИЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ СТАНДАРТ-ОБЕД	
Курица (филе)	137	59			<p>Хлеб замочить в молоке. Куриное филе пропустить через мясорубку, соединяя с хлебом. Полученную массу посолить, поперчить, соединить с оставшимся молоком и перемешать. Сформовать шарики, закладывая во внутрь кусочки сливочного масла – в этом главная особенность пожарских котлет. От этого они становятся нежными и мягкими. Панировать в белых сухарях. Придать шарикам форму котлет, делая один конец округлым, а второй острым и жарить на разогретом масле при температуре 150-160°C. Когда одна сторона зарумянится, котлеты переворачивают и ставят в жарочный шкаф (Т 220-250°C) на 10-15 минут.</p> <p><b>Требования к качеству:</b>  <b>Консистенция</b> – мягкая, сочная, нежная.  <b>Цвет</b> – золотистый.  <b>Вкус</b> – умеренно соленый, соответствует вкусу жареной курицы.</p> <p><b>Недопустимо:</b> наличие темно-коричневой корочки, посторонних вкуса и запаха.</p>	
Соль	2	2				
Перец	0,03	0,03				
Хлеб пшеничный	8	8				
Молоко	8	8				
Фарш:						
Масло сливочное	10	10				
Хлеб пшеничный (панировка)	11	11				
<b>Масса полуфабриката</b>		<b>90</b>				
Масло растительное	6	6				
<b>Выход готового блюда:</b>			<b>75</b>			



# Классификация технологических процессов.



# Технология

```
graph TD; A[Технология] --> B[Механическая]; A --> C[Химическая];
```

## Механическая

рассматривает процессы, в которых изменяется форма или внешний вид и физические свойства материала.  
(обработка металлов, древесины).

## Химическая

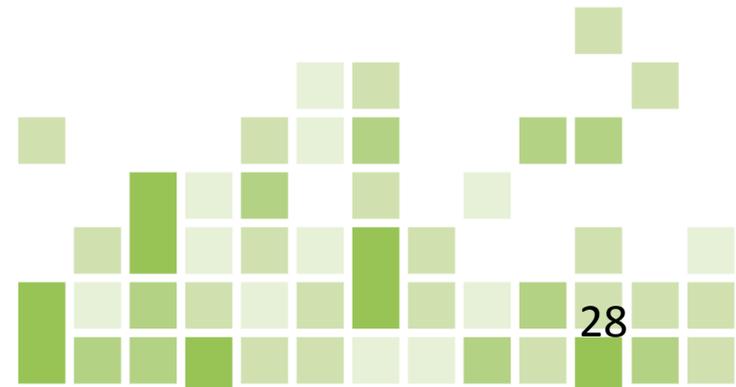
изучает процессы коренного изменения состава, свойств и внутреннего строения вещества

Рассматривать только механическую технологию или только химическую технологию невозможно!



# *Технологические процессы подразделяют:*

- Механические
- Тепловые
- Гидромеханические и аэромеханические
- Диффузионные
- Химические



1. **Механические процессы.** К механическим процессам переработки относятся измельчение исходных твердых материалов, их транспортирование, сортировка и смешивание. Применяются процессы резания, истирания, наматывания, кручения, вытягивания,ковки, прессования, литья. Механические процессы реализуются в дробилках, мельницах, прессах и другом оборудовании.

2. **Тепловые процессы.** К ним относятся нагревание и охлаждение, выпаривание и конденсация. Тепловые процессы протекают в различных теплообменных и огневых аппаратах, плавильных и нагревательных печах, холодильниках.



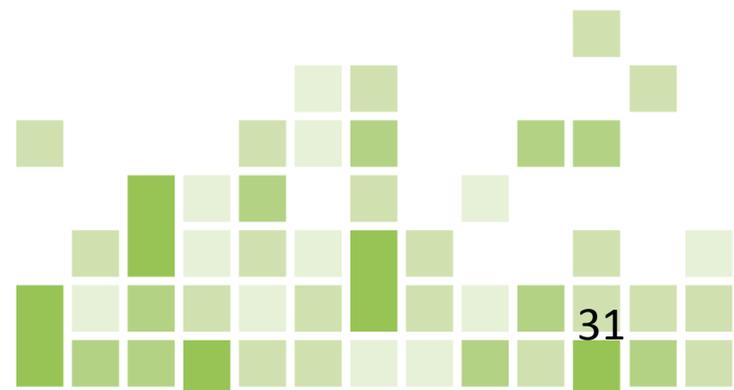
**3. Гидромеханические и аэромеханические процессы.** К этим процессам относятся перемещение жидкостей и газов, их сжатие, разбавление, перемешивание, отстаивание. К таким аппаратам относятся сосуды высокого давления, насосы и компрессоры, циклоны, фильтры.

**4. Диффузионные процессы.** К ним относятся сорбция, перегонка, экстракция из растворов и пористых твердых тел, растворение и кристаллизация, сушка. К числу аппаратов с диффузионными процессами относятся ректификационные колонны, сушилки, кристаллизаторы, перегонные кубы.

**5. Химические процессы.** Скорость и энергетика их протекания определяются законами химической кинетики. К химическим процессам относятся реакции синтеза, окислительно-восстановительные реакции, реакции омыления, выщелачивания и т. д.



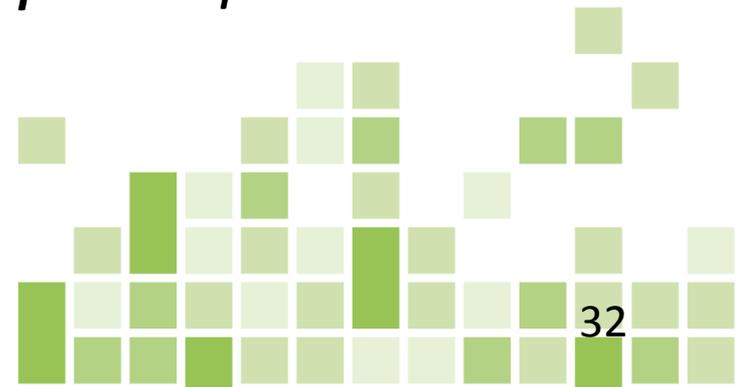
# Вопрос 3. Физико-химические закономерности в технологии.



Тот или иной основной процесс (механический, тепловой или химический) всегда связан с другими, сопровождается сопутствующими проявлениями.

Процессы объединяют следующие этапы:

- 1. Подвод реагирующих компонентов*
- 2. Химические реакции*
- 3. Отвод продуктов из зоны реакции*



В сложном технологическом процессе, происходят следующие физико-химическими закономерностями:

- абсорбция (поглощение(жидкость-газов, соль-воду) Взаимодействия по всему объёму);
- адсорбция или десорбция газов (поглощение только поверхностью, уголь);
- конденсация паров;
- плавление твердых веществ или их растворение;
- испарение жидкостей или возгонка твердых веществ;
- температура, давление, концентрация.

**Вопрос 4. Технологические  
параметры и их влияние на  
пожаровзрывоопасность  
технологических процессов.  
Основные виды технологических  
расчетов.**

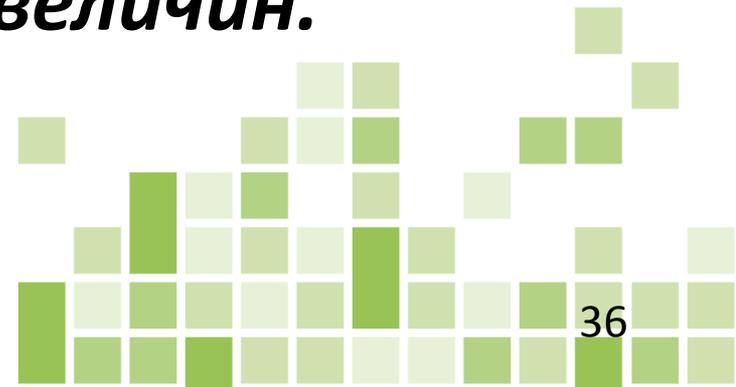


- **Технологическим режимом** называется совокупность параметров, обеспечивающих устойчивое и максимально эффективное проведение химико-технологического процесса.
- **Параметром технологического режима** называют величину, характеризующую какое-то устройство или режим работы аппарата, используемую в качестве основного показателя их действия.



К основным параметрам технологического процесса относятся:

- ***Температура;***
- ***Давление;***
- ***Концентрация реагентов;***
- ***Объемная скорость потока реагентов;***
- ***Сила тока;***
- ***Напряжение и ряд других величин.***



По фазовому состоянию все системы взаимодействующих веществ и соответствующие процессы разделяют на:

- однородные (*гомогенные*) системы - все реагирующие вещества находятся в одной фазе: либо в газообразном состоянии, либо в жидком или в твердом состоянии;
- неоднородные (*гетерогенные*) - реагирующие вещества могут быть двухфазные или многофазные, например один из реагирующих компонентов газ, а другой жидкость или твердое вещество.



# Основные виды технологических расчетов



Показатели технологического процесса складываются из следующих параметров:

- *Расходные коэффициенты по сырью и энергии;*
- *Выход готового продукта;*
- *Степень превращения сырья;*
- *Селективность процесса;*
- *Производительность труда;*
- *Себестоимость продукции.*

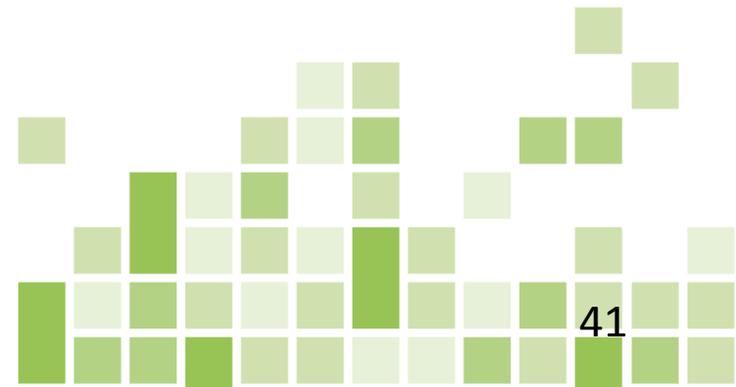
**Расходный коэффициент (РК)** – это количество сырья и энергии каждого вида, затрачиваемое на производство единицы массы или объема готовой продукции. Для расчетов количества сырья РК выражается в т/т, нм<sup>3</sup>/т, нм<sup>3</sup>/нм<sup>3</sup>, а по энергии, соответственно, кВтч/т, кВтч/нм<sup>3</sup>.

\* нм<sup>3</sup> - нормальный метр кубический

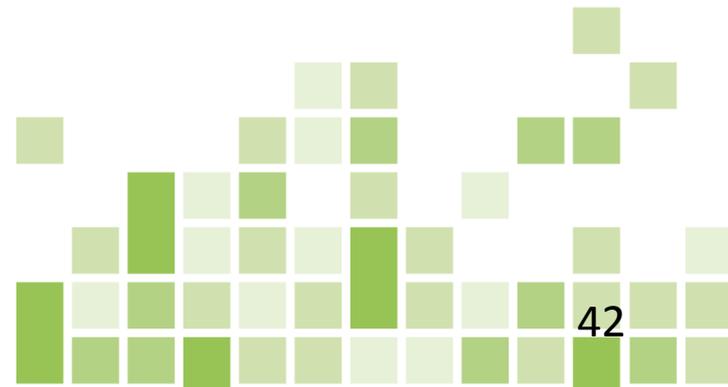
- **Выход готового продукта** определяется как отношение массы полученного продукта к массе сырья, затраченного на его производство. Для одностадийного процесса, протекающего по схеме  $A \rightarrow B$ , выход равен:

$$\eta_B = m_B / m_A$$

где  $\eta_B$  – выход готового продукта, кг (В);  $m_B$  – масса полученного продукта, кг;  $m_A$  – масса израсходованного сырья, кг.



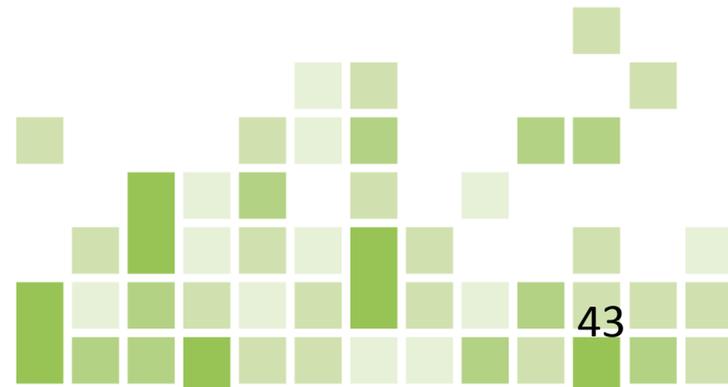
**Скорость протекания технологического процесса** рассчитывают по степени превращения вещества. Степень превращения определяют по основному исходному веществу, которым обычно является наиболее дорогое вещество, присутствующее в исходной смеси.



**Степень превращения  $X$**  сырья называется отношением массы сырья, вступившего в химическое превращение за время  $\tau$ , к исходной массе сырья  $m_{a0}$ :

$$X_a = m_{a0} - m_{a\tau} / m_{a0},$$

где  $m_{a\tau}$  – количество сырья, не вступившего в реакцию за время  $\tau$ .



**Селективностью** называется отношение массы **целевого** продукта к общей массе продуктов, полученных в данном процессе, или к массе превращенного сырья за время  $t$ . Селективность характеризует преобладание одного из направлений процесса.



**Производительностью  $P$**  называется количество произведенного целевого продукта или переработанного сырья для получения целевого продукта в единицу времени:

$$P = m / \tau,$$

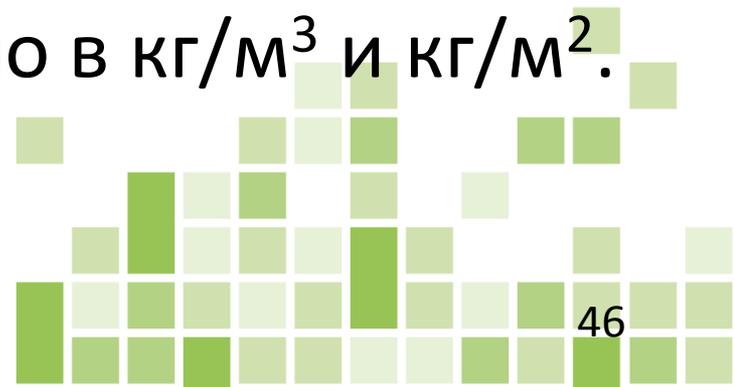
где  **$m$**  – количество продукта, произведенного за время  **$\tau$** .



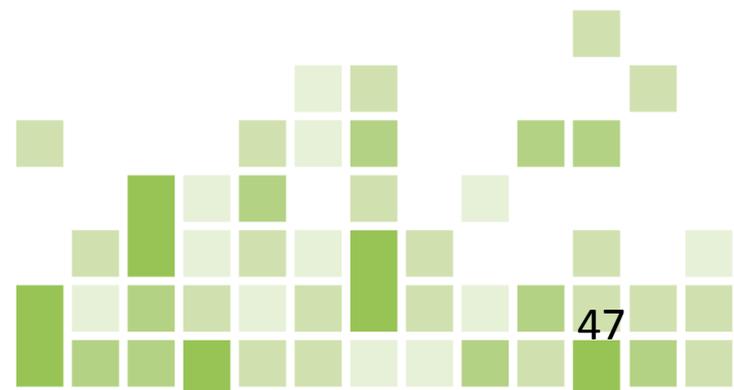
**Интенсивностью  $I$**  аппарата (машины, реактора) называется его производительность  $\Pi$ , отнесенная к объему аппарата  $V$  или к площади его сечения  $S$ :

$$I = \Pi / V \text{ или } I = \Pi / S.$$

Интенсивность – это критерий эффективности работы аппарата. Она позволяет сравнивать по эффективности аппараты различной мощности. Выражается интенсивность соответственно в  $\text{кг}/\text{м}^3$  и  $\text{кг}/\text{м}^2$ .



Мы должны научиться проконтролировать безопасность уже готового работающего технологического процесса и подтвердить это необходимыми расчетами, в случае если такая необходимость возникнет.



Основные нормативные документы, в которых отражаются показатели пожарной опасности, и рассматриваются их характеристики.

- ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования.
- ГОСТ 12.1.044-89. Пожаровзрывобезопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения.
- ГОСТ Р 12.3.047-98. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля.
- НПБ 23-2001. Пожарная опасность технологических сред. Номенклатура показателей.

