



# Тема лекции №18.1. Обеспечение пожарной безопасности при сушке веществ и материалов

.Слайд №1

1. Физическая сущность процесса сушки
2. Технологические режимы сушки. Взаимосвязь параметров процесса сушки и пожарной опасностью.
3. Особенности пожарной опасности сушилок и основные меры безопасности



## ЛИТЕРАТУРА: Слайд 2

- **Основная**
- Пелех М.Т., Бушнев Г.В., Симонова М.А., Кадочникова Е.Н.
- **Пожарная безопасность типовых технологических процессов:** Учебное пособие Часть 2-я / под общей редакцией О.М. Латышева. – СПб: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2014. – 241 с.
- **Дополнительная**
- 1.Пожарная безопасность технологических процессов. Учебник/ С.А. Горячев, С.В.Молчанов, В.П.Назаров и др.; Под общ. ред.В.П.Назарова и В. В.Рубцова. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2007.- 221с.
- 2.Клубань В.С., Петров А.П., Рябиков В.С. Пожарная безопасность предприятий промышленности и агропромышленного комплекса: Учебник. — Москва: Стройиздат, 1987 . — 477 с.
- **Нормативные документы.**
- 1.Федеральный закон РФ от 22.07.2008 №123-ФЗ “Технический регламент о требованиях пожарной безопасности”
- 2.ПРАВИЛА противопожарного режима в Российской Федерации. УТВЕРЖДЕНЫ постановлением Правительства Российской Федерации от 25 апреля 2012 г. № 390.



Кафедра пожарной безопасности  
технологических процессов и производств



Слайд 3

- Вопрос 1. Физическая сущность процесса сушки



Кафедра пожарной безопасности  
технологических процессов и производств  
**Факторы, улучшающие процесс сушки**



СЛАЙДЗ

Сушка - процесс удаления любой жидкости из различных материалов и веществ

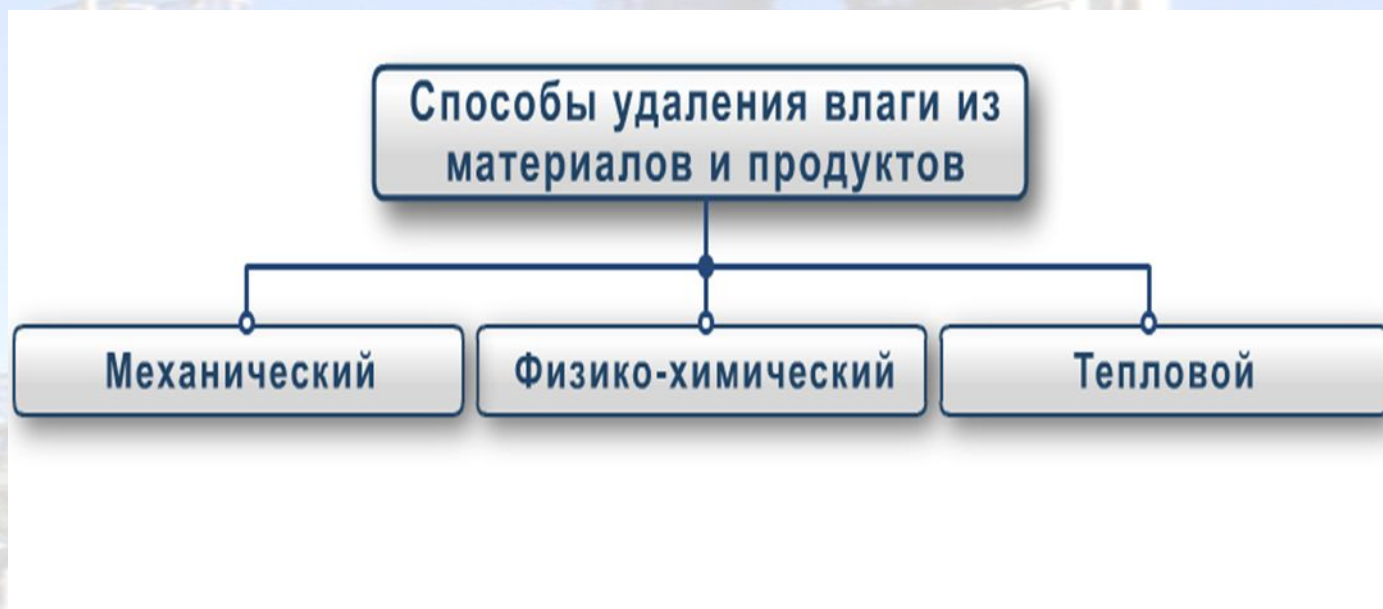




Кафедра пожарной безопасности  
технологических процессов и производств



СЛАЙД5





## СЛАЙД 6



**!!! Удаление влаги не полное !!!**



# Слайд 7

Физико-химический способ  
удаления влаги

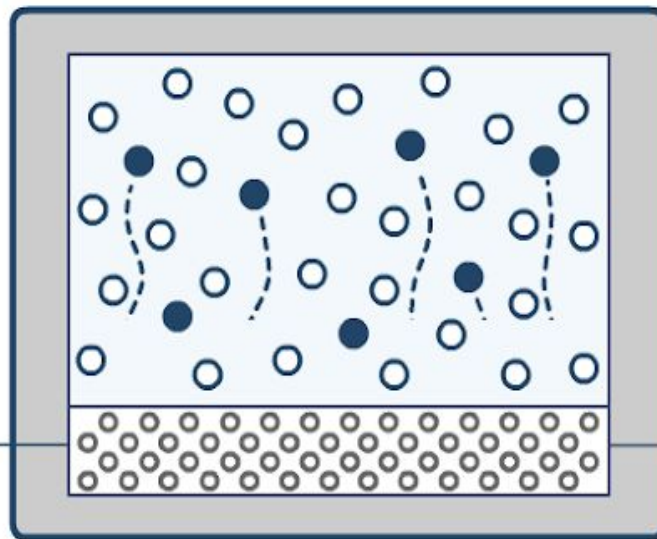
Осушка газов

● - молекулы  
жидкости

○ - молекулы  
газа

химические  
реагенты

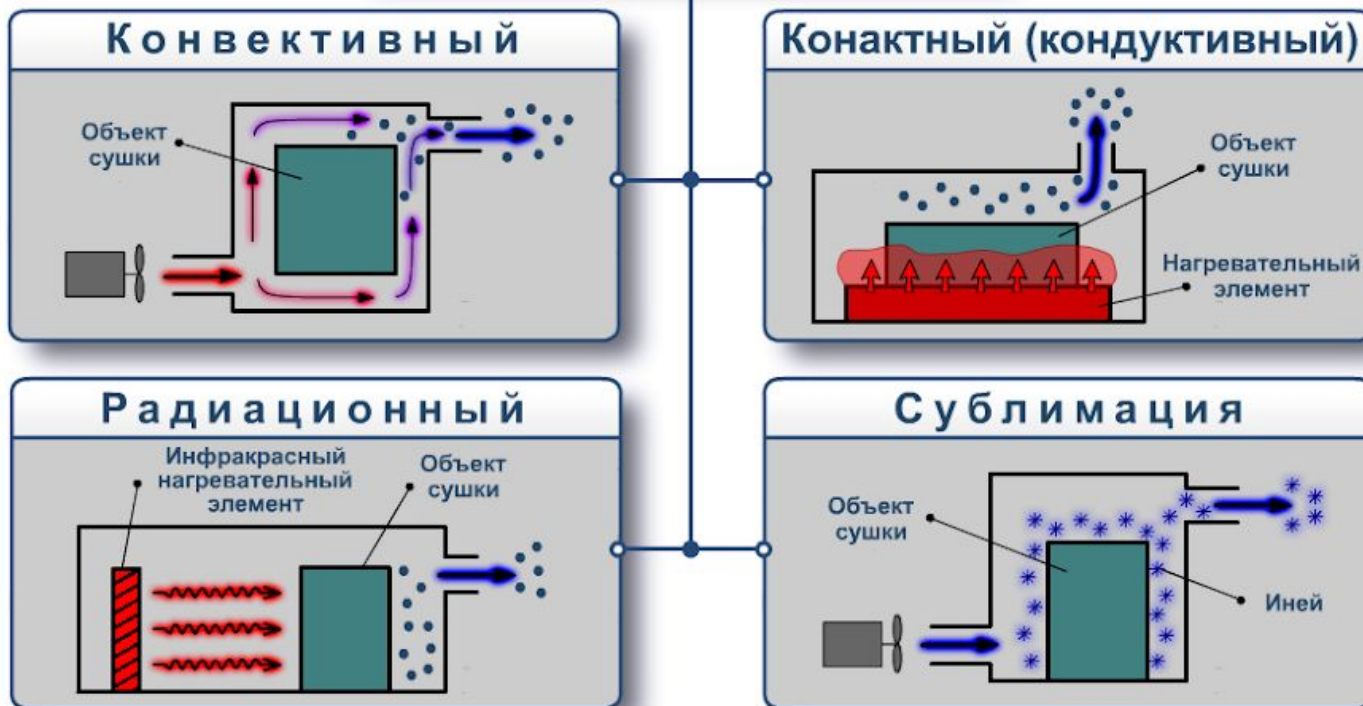
гидроскопические  
вещества





# Слайд 8

## Способы подвода тепла







## СЛАЙД 9

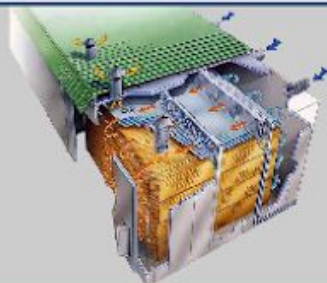
- **СУБЛИМАЦИЯ** (возгонка, от лат. sublimo-возношу), переход в-ва из твердого состояния непосредственно (без плавления) в газообразное. Сублимация подчиняется общим законам испарения. Обратный процесс -конденсация в-ва из газообразного состояния, минуя жидкое, непосредственно в твердое состояние-наз. десублимацией.



# СЛАЙД 10

## Виды сушилок

### Конвективные



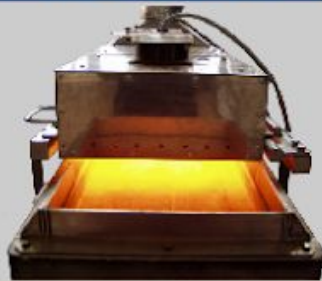
1

### Кондуктивные



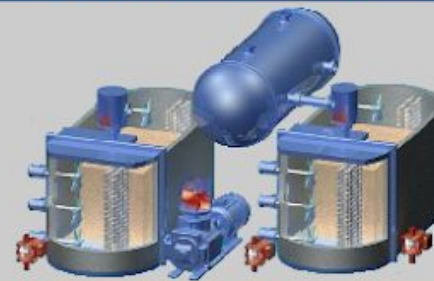
2

### Радиационные



3

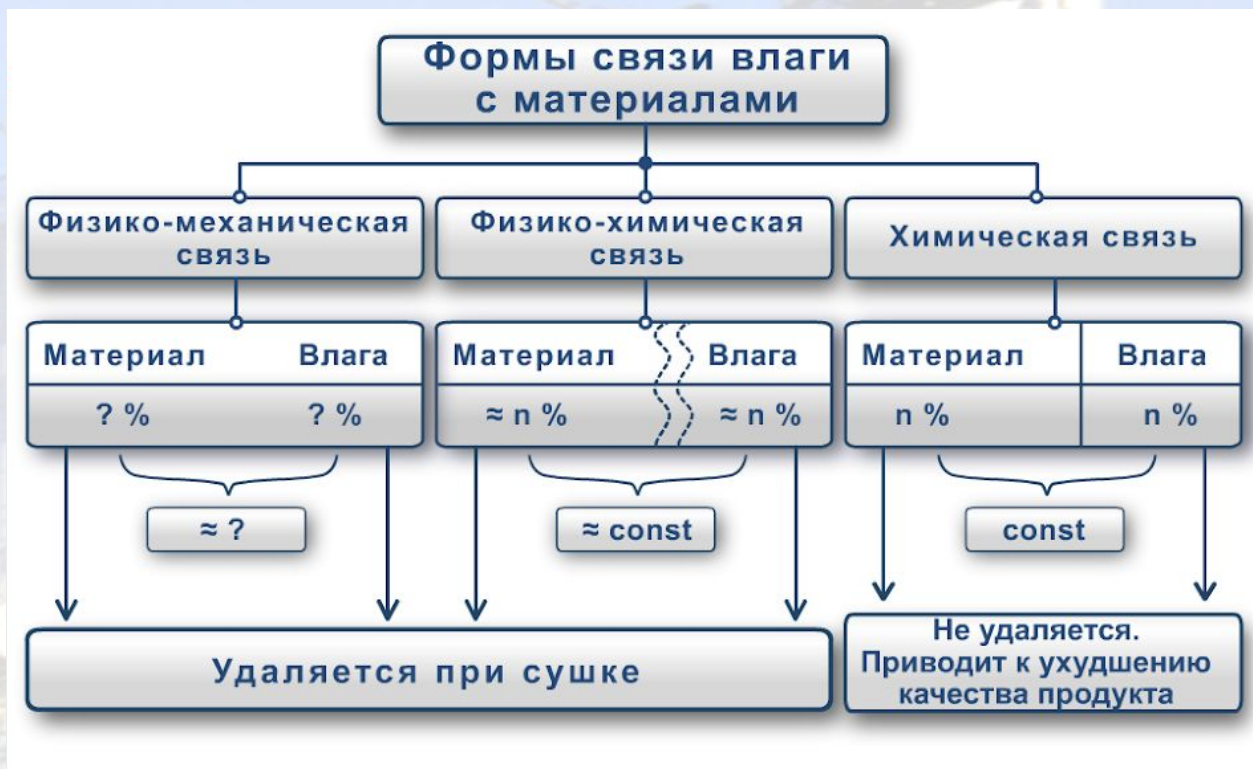
### Сублимации



4

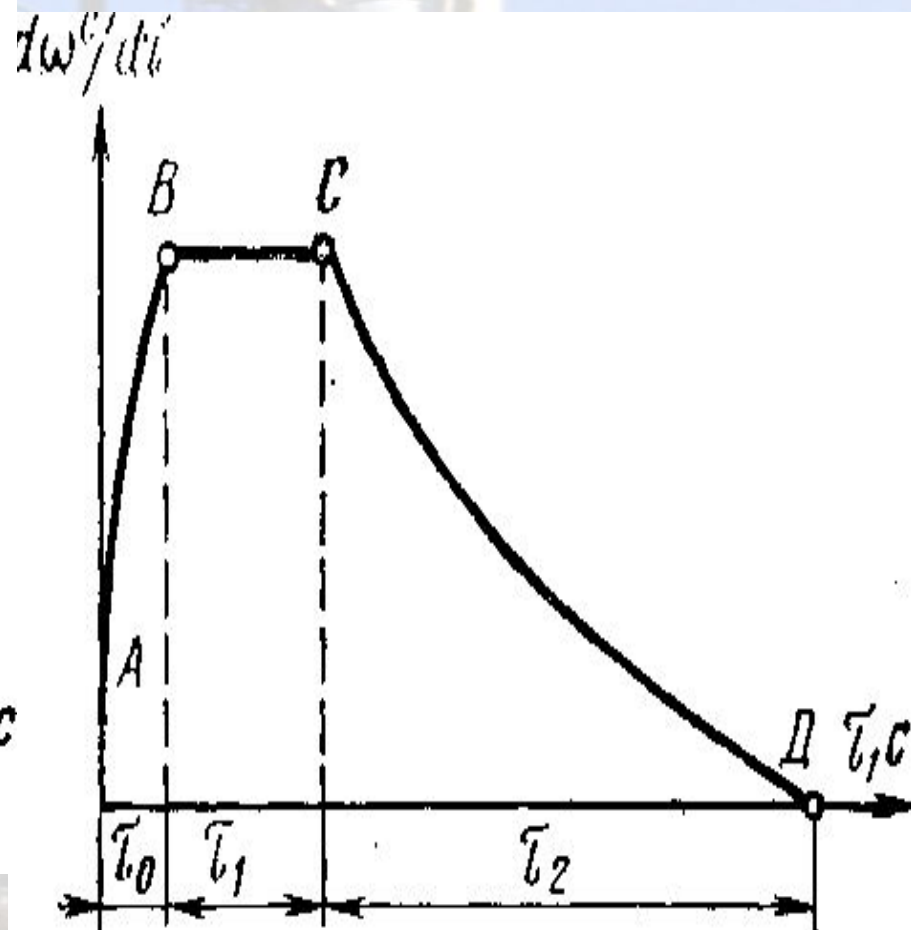
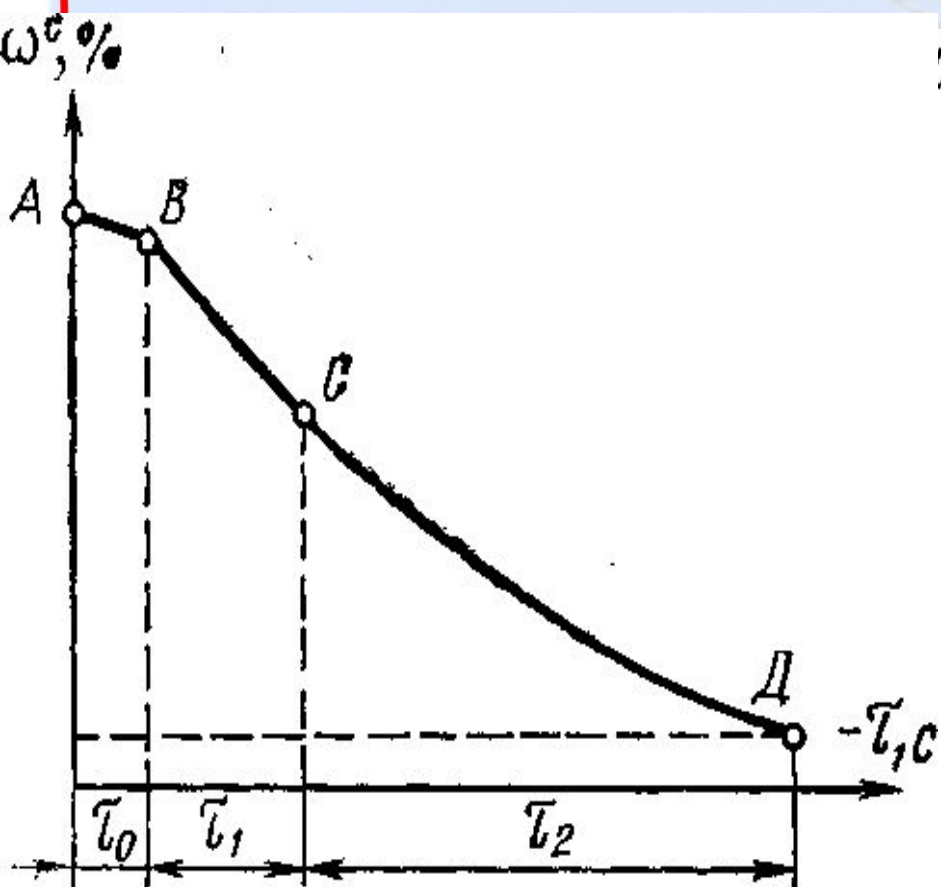


# СЛАЙД 11





# КИНЕТИЧЕСКИЕ КРИВЫЕ СУШКИ МАТЕРИАЛА





## СЛАЙД 13

### Интенсивность сушки - $J_s$

$$dG_{\text{вп}} = J_s \times F \times dt$$

$dG_{\text{вп}}$  - кол-во испаренной влаги, кг

$J_s$  - интенсивность испарения, кг/(м<sup>2</sup>с)

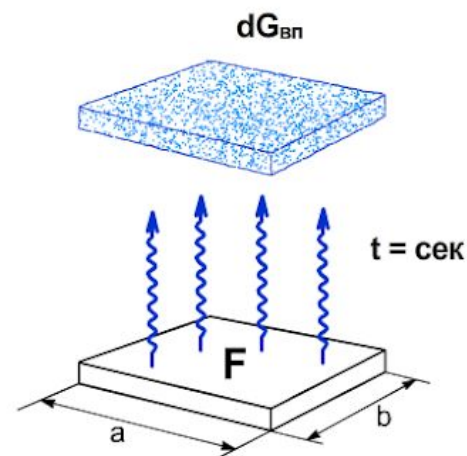
$F$  - поверхность испарения, м<sup>2</sup>

$t$  - продолжительность сушки, с

$$J_s = \beta_c \times (c_{\text{п}} - c_{\text{ср}})$$

$\beta_c$  - коэффициент массообмена, м/с

$c_{\text{п}}$  и  $c_{\text{ср}}$  - концентрация паров жидкости на поверхности и в сушильном агенте (в окружающей среде), кг/м<sup>3</sup>





## СЛАЙД 14

### Уравнение переноса влаги внутри материала

$$J_s = D_{\text{вн}} \cdot \rho_o \frac{dw^c}{dx} + \delta \cdot D_{\text{вн}} \cdot \rho \frac{dT}{dx} + K_p \cdot \rho_o \frac{dP}{dx}$$

где:  $J_s$  - плотность потока влаги внутри материала, кг/(м<sup>2</sup>с)

$\rho_o$  - плотность абсолютно сухого материала, кг/м<sup>3</sup>

$\delta$  - термоградиентный коэффициент, 1/К

$K_p$  - коэффициент воздухо- или влагонепроницаемости

$\frac{dw^c}{dx}; \frac{dT}{dx}; \frac{dP}{dx}$  - частные производные, характеризующие  
градиенты влажности, температуры и  
давления пара влажного материала



## Слайд 15

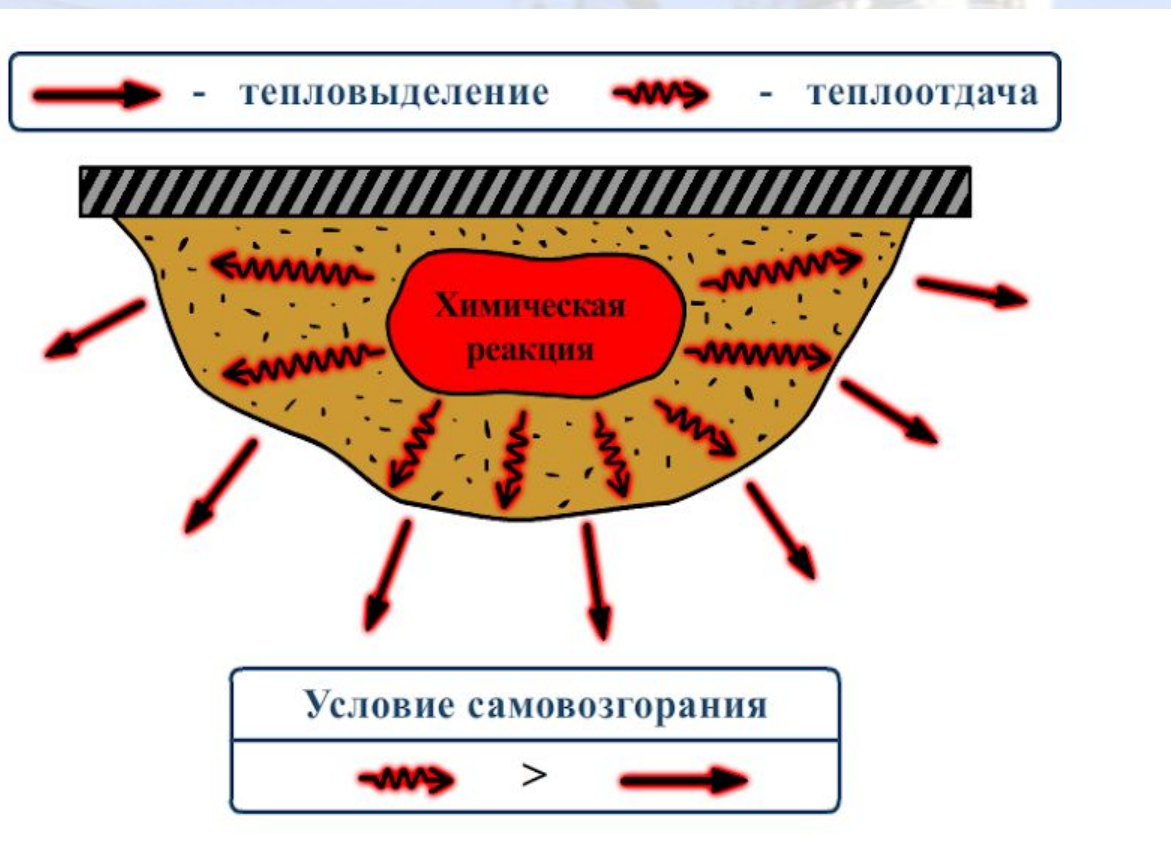
- **Вопрос 2. Технологические режимы сушки.  
Взаимосвязь параметров процесса сушки  
с пожарной опасностью**



Кафедра пожарной безопасности  
технологических процессов и производств



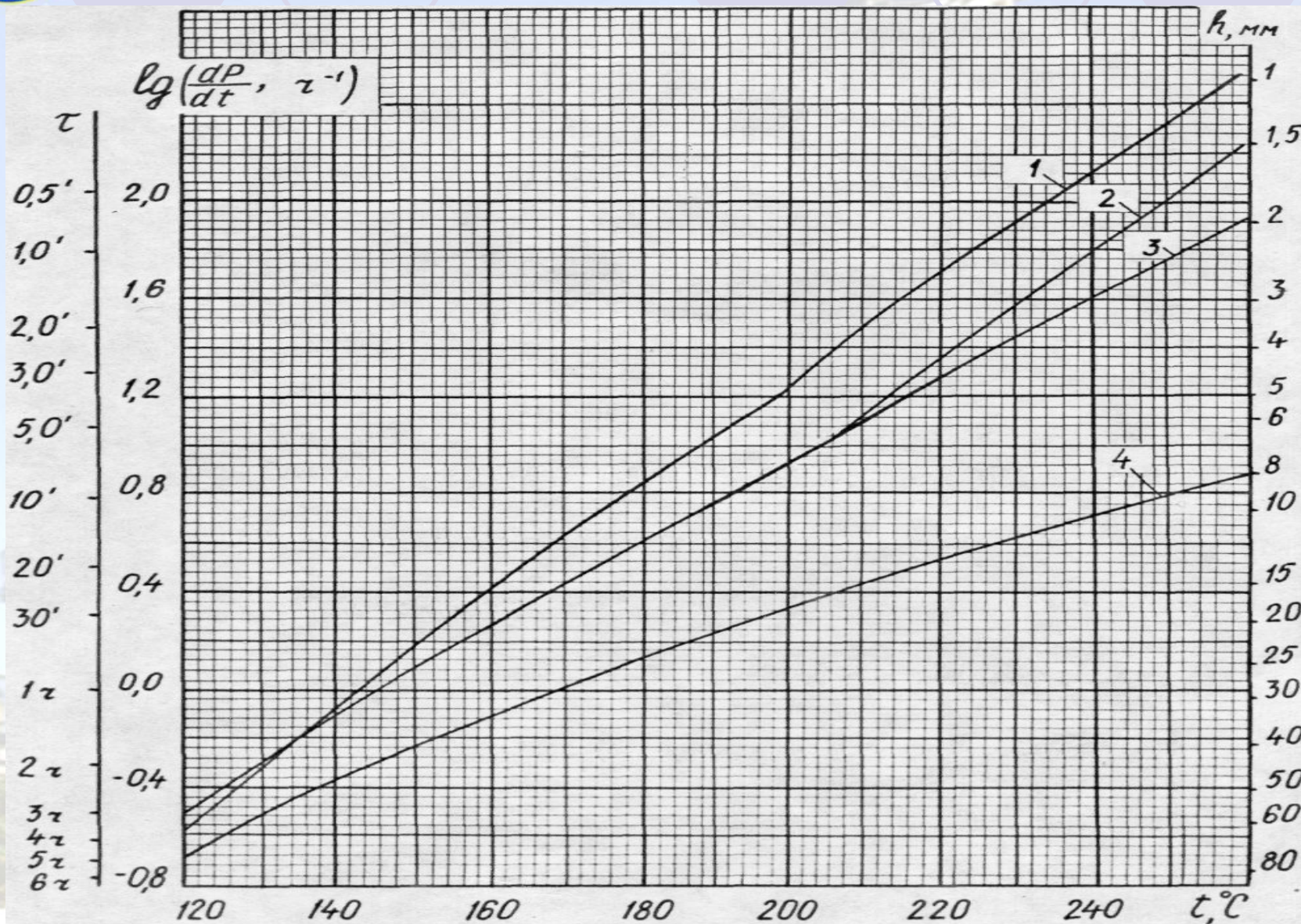
# Условие самовозгорания







Номограмма критических условий самовозгорания горючих дисперсных материалов

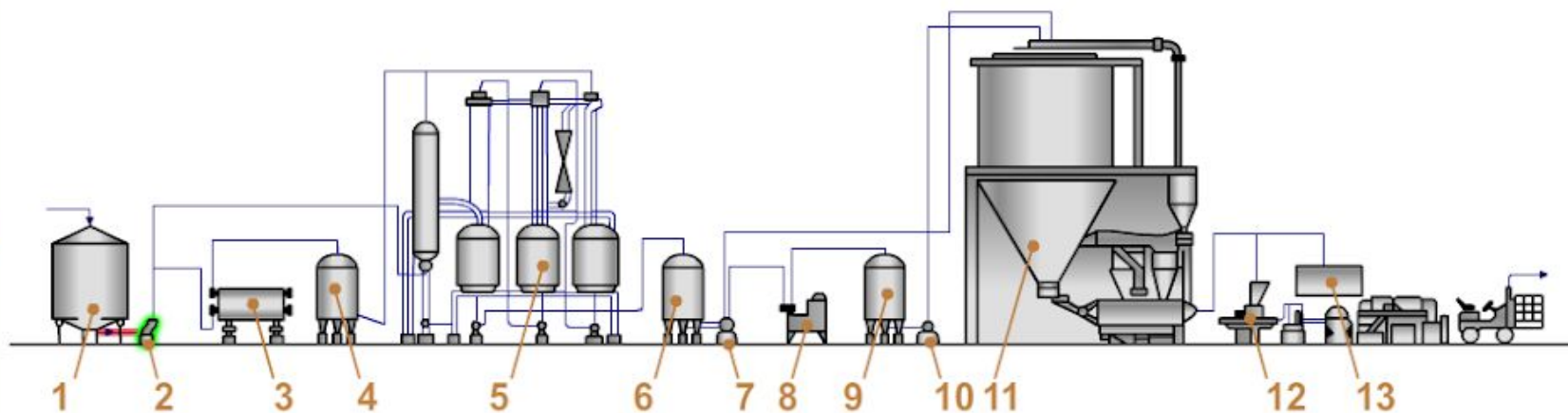




- **Вопрос 3. Особенности пожарной опасности сушилок и основные меры пожарной безопасности**



# Технологическая схема производства сухого молока Слайд 19

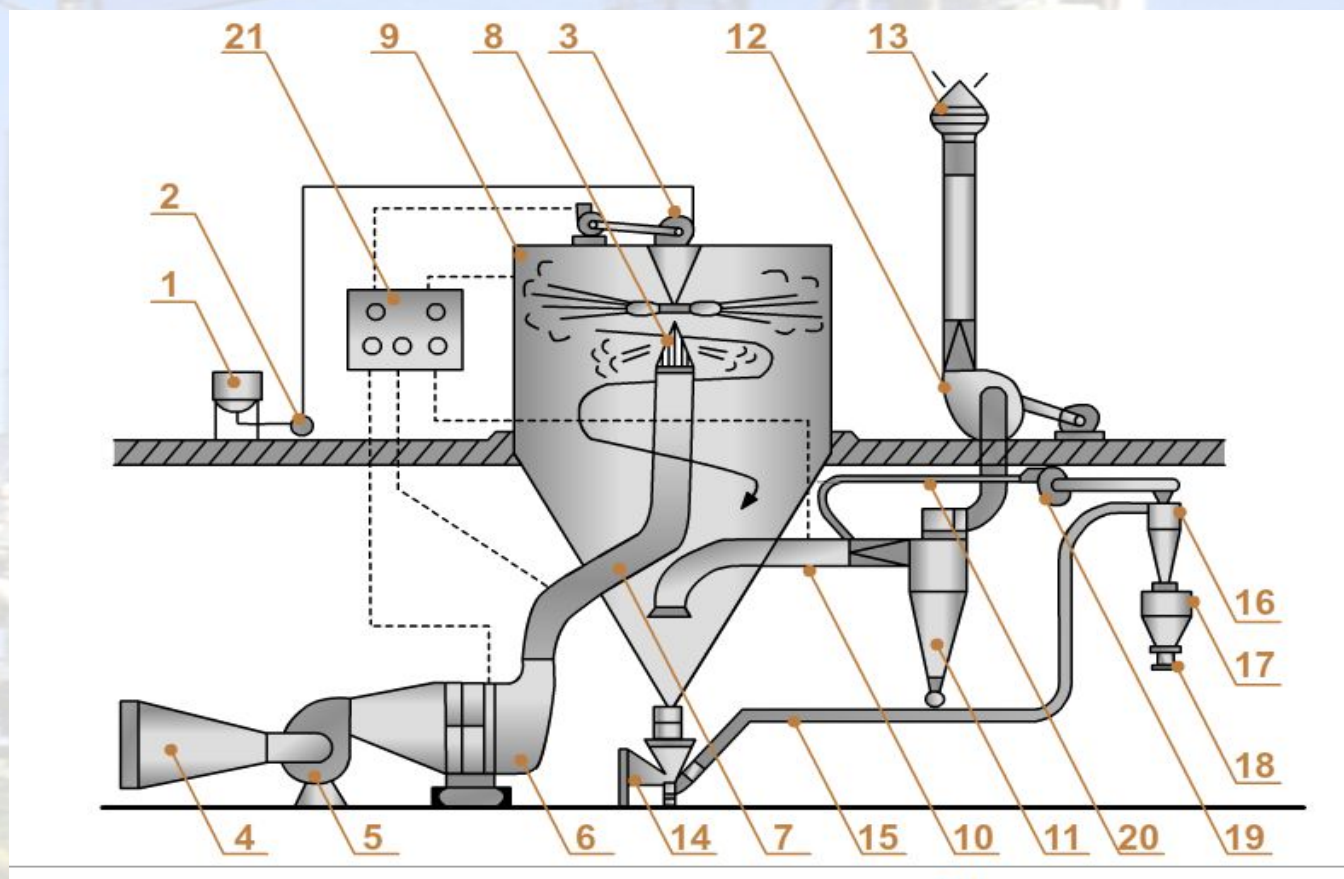




Кафедра пожарной безопасности  
технологических процессов и производств



Слайд 20





## Слайд 21

Схема распылительной сушильной установки фирмы "Ниро-Атомайзер" с "нижним" расположением воздухораспределителя:

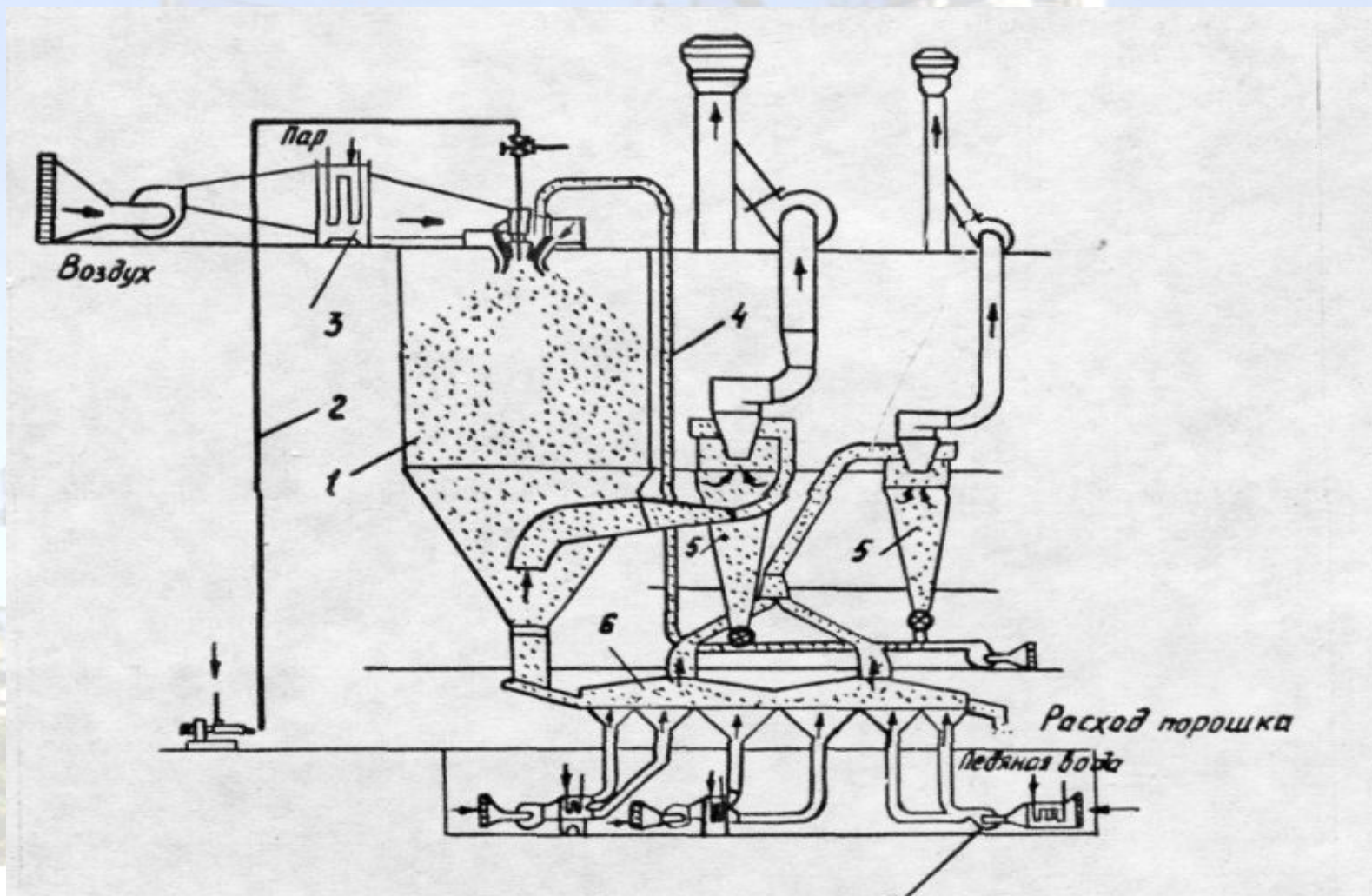
- 1 - ванна для сырья; 2 - насос;
- 3 - редуктор; 4 - пылевой фильтр;
- 5 - вентилятор для нагнетания воздуха; 6 - калорифер;
- 7 - воздуховод для горячего воздуха; 8 - воздухораспределительная головка;
- 9 - сушильная башня; 10 - воздуховод для отработавшего воздуха;
- 11 - первый циклон; 12 - эксгаустер;
- 13 - воздушный колпак; 14 - устройство для отвода порога;
- 15 - канал для пневматической транспортировки порошка;
- 16 - второй циклон; 17 - сборник порошка;
- 18 - затвор для выпуска порошка; 19 - вентилятор для возврата пыльного воздуха; 20 - возвратный воздуховод;
- 21 - щит управления

В более поздних конструкциях сушилок "Ниро-Атомайзер", а также в сушилках других фирм главный воздуховод и воздухораспылитель горячего воздуха расположены над центробежным распылителем.

С точки зрения пожаро-взрывобезопасности такая система подачи воздуха в сушильную башню более совершенная. Однако и она не гарантирует пожаробезопасность.



# Распылительная сушилка “Ниро-Атомайзер” с верхним воздухораспределителем Слайд 22

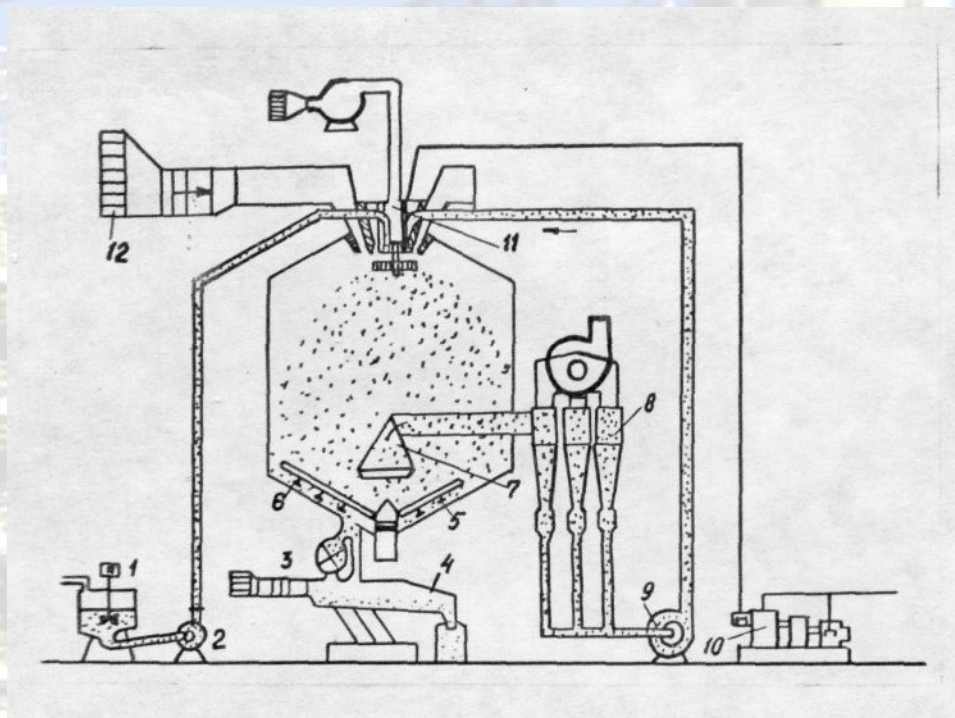




Кафедра пожарной безопасности  
технологических процессов и производств



# Распылительная сушилка “Сифаль” Слайд23





## СЛАЙД 24

# Задание на самоподготовку Слайд №12

- Изучение требований правил пожарной безопасности к промышленным сушилкам
- Составление таблиц с характеристикой пожарной опасности и мер защиты при различных способах сушки.