

Рис. 137. Реактор дегидрирования бутиленов

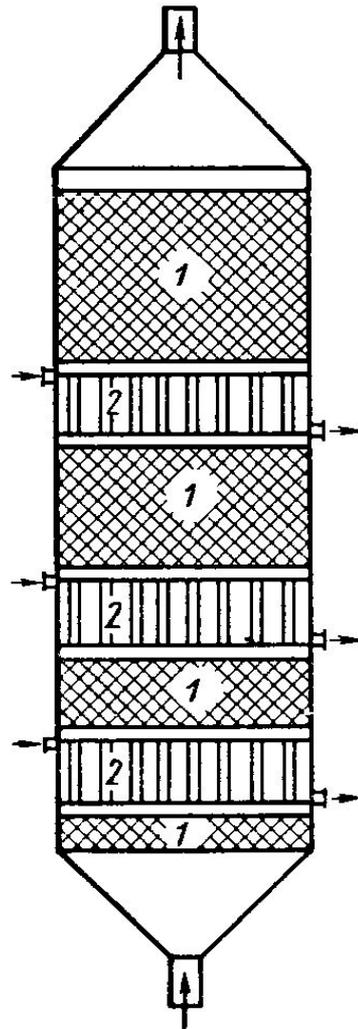


Рис. 138. Схема полочного реактора с внутренними теплообменниками:

1 — катализатор; 2 — теплообменники

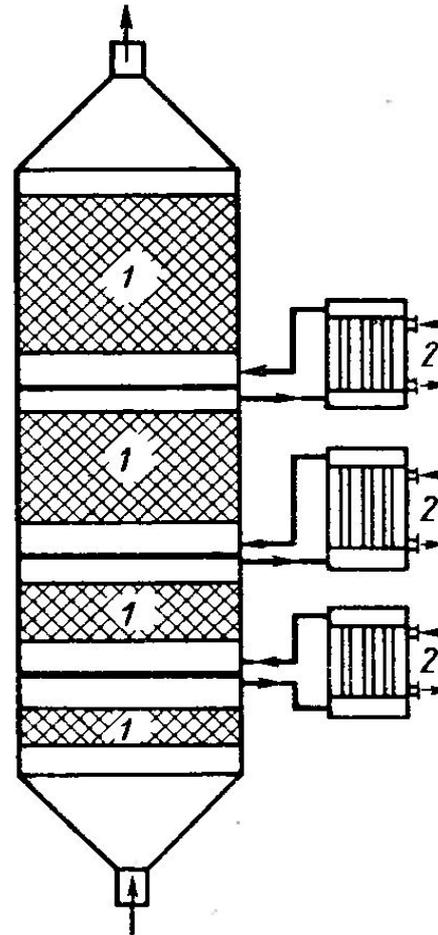


Рис. 139. Схема полочного реактора с выносными теплообменниками:

1 — катализатор; 2 — теплообменники

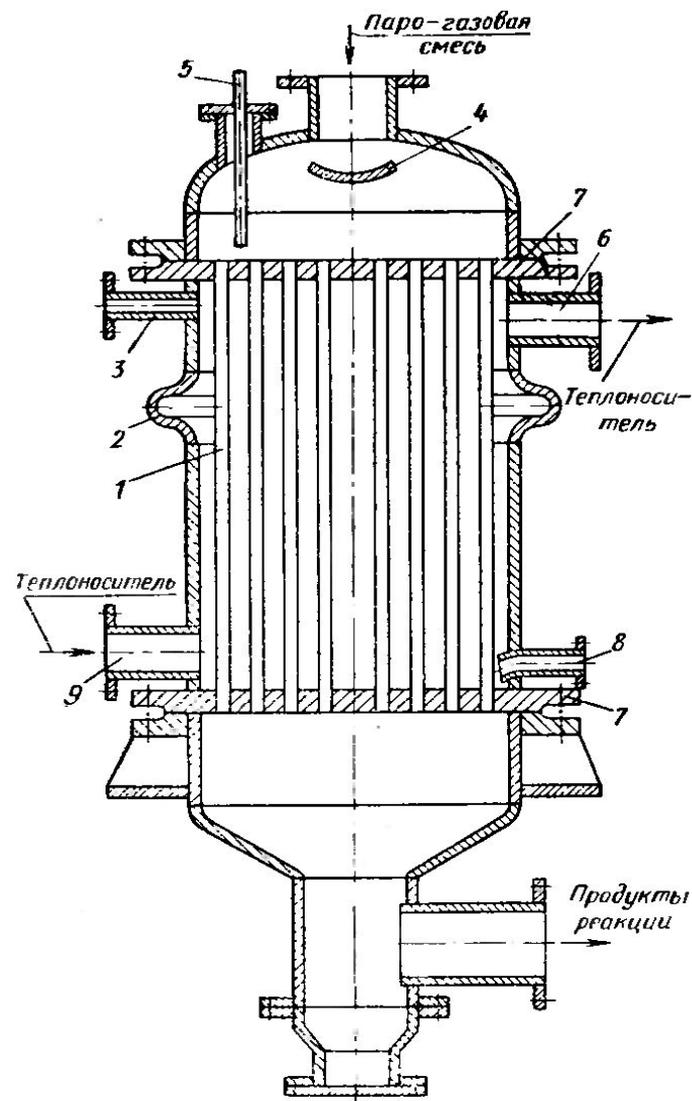


Рис. 141. Трубчатый реактор с отводом тепла расплавом солей:

1 — трубки; 2 — компенсатор; 3 — штуцер для ввода водяного пара или азота; 4 — газовый распределитель; 5 — гильзы термопар; 6 — штуцер для выхода расплава солей; 7 — трубные решетки; 8 — штуцер для слива расплава солей; 9 — штуцер для ввода расплава солей

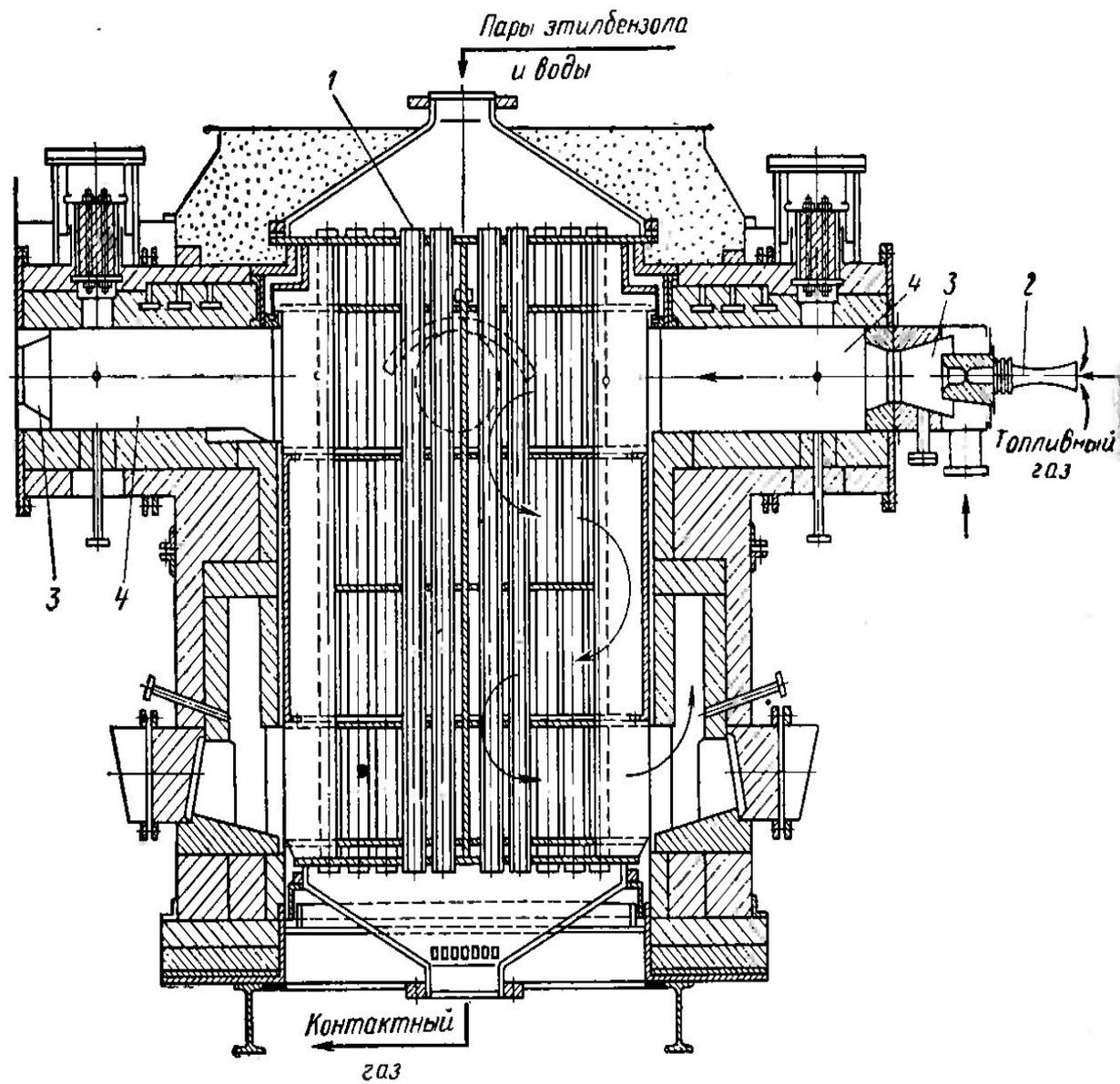


Рис. 143. Трубчатый реактор с обогревом дымовыми газами

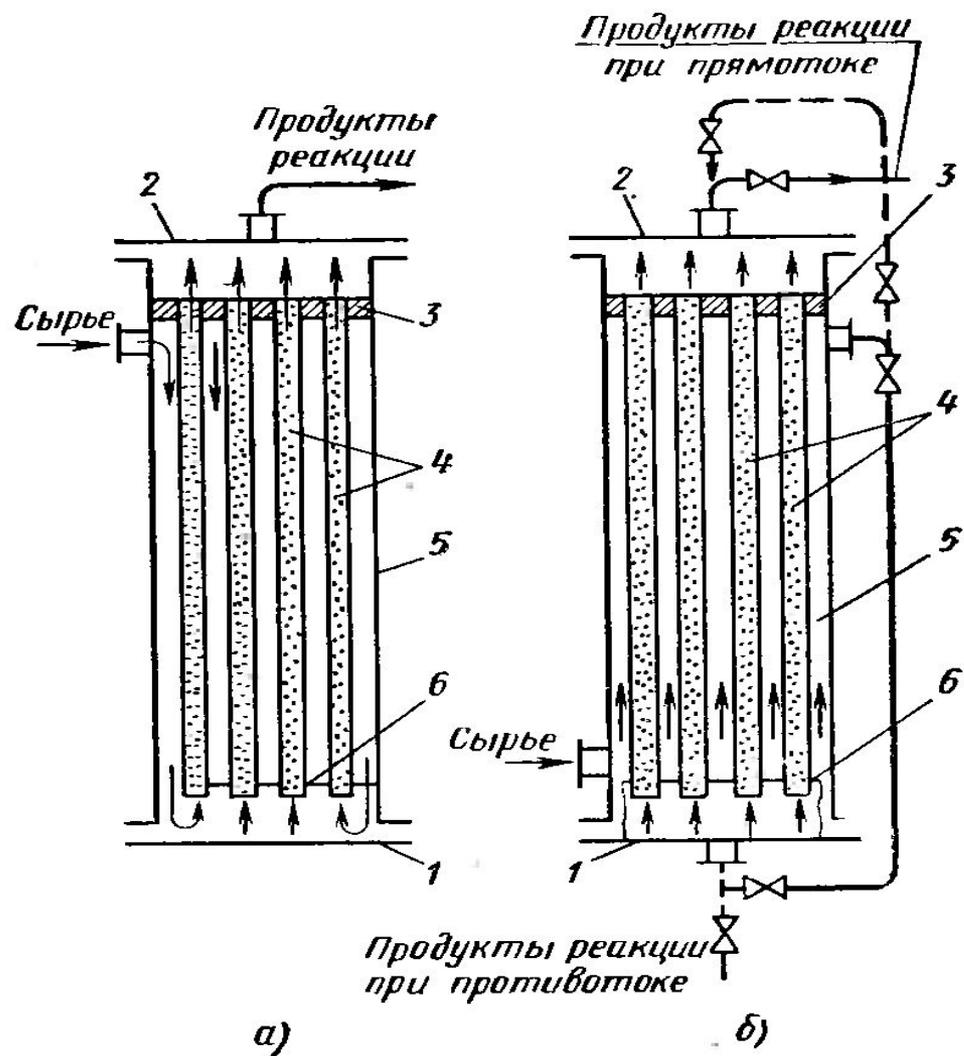


Рис. 144. Схемы трубчатых реакторов с внутренним теплообменом:

1 — нижняя крышка; 2 — верхняя крышка;  
 3 — верхняя трубная решетка; 4 — трубки для  
 катализатора; 5 — кожух; 6 — нижняя трубная  
 решетка

Минусы реакторов со стационарным слоем катализатора

1. Большие градиенты температур по сечению и высоте слоя катализатора.
2. Большое гидравлическое сопротивление слоя катализатора.
3. Падение активности катализатора в ходе эксплуатации и необходимости периодической регенерации катализатора.

Плюсы реакторов со стационарным слоем катализатора

1. Простота конструкции и обслуживания реактора.
2. Могут работать в широком диапазоне нагрузок по газу.

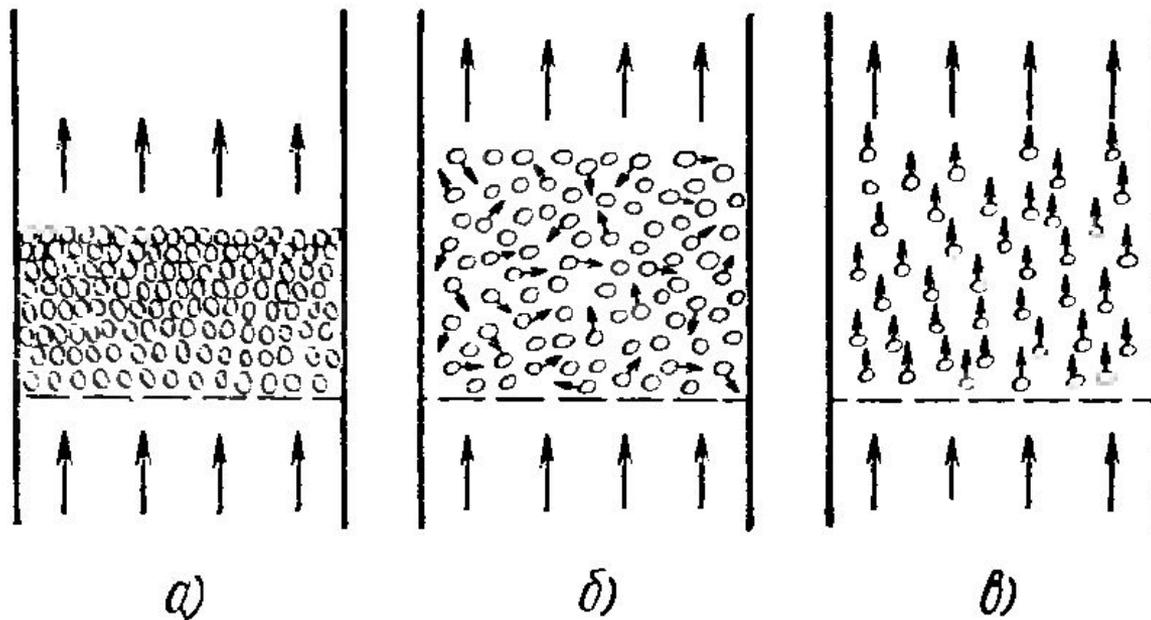


Рис. 149. Различные состояния слоя сыпучего материала:

*a* — неподвижный слой; *б* — псевдооживленный («кипящий») слой; *в* — унос частиц

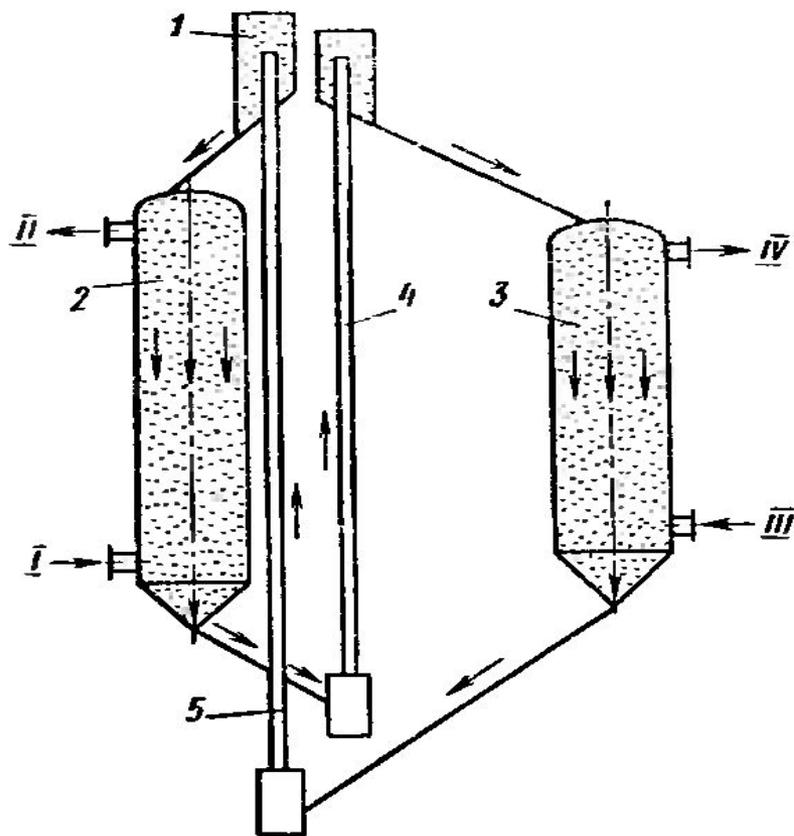


Рис. 145. Схема установки с движущимся слоем зернистого катализатора:

1 — бункер; 2 — реактор; 3 — регенератор; 4 и 5 — подъемники катализатора; I — вход сырья; II — выход продуктов реакции; III — вход регенерационных газов; IV — выход регенерационных газов

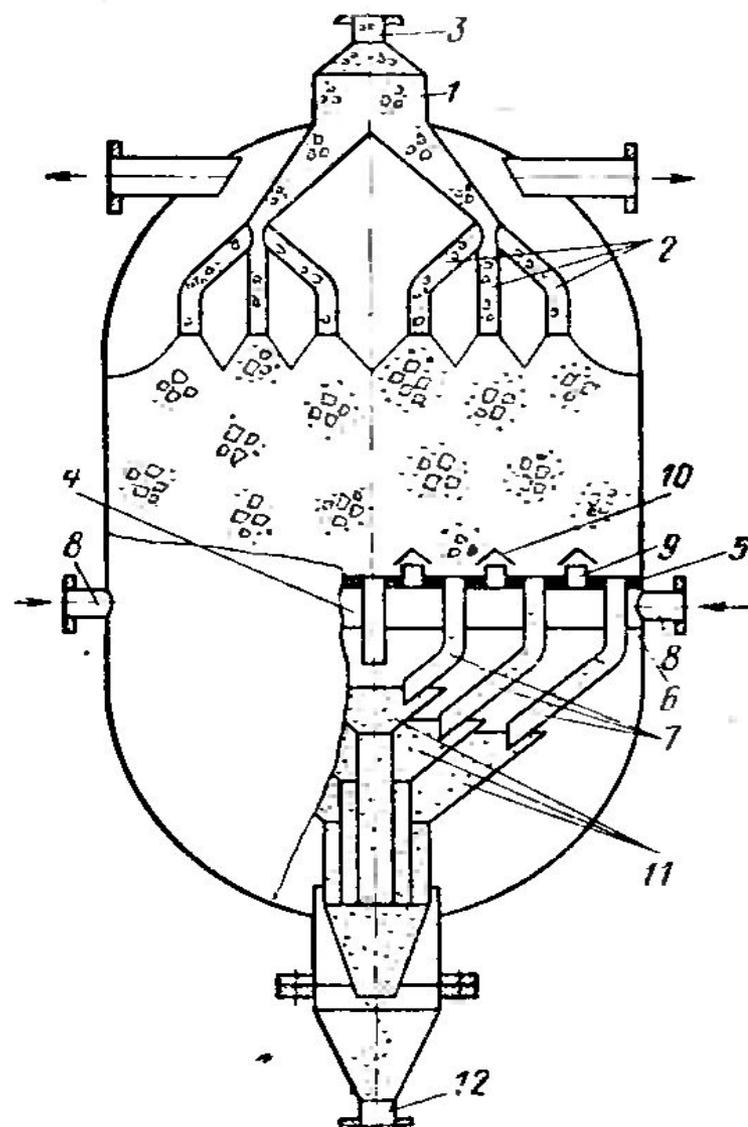


Рис. 146. Реактор с движущимся слоем катализатора

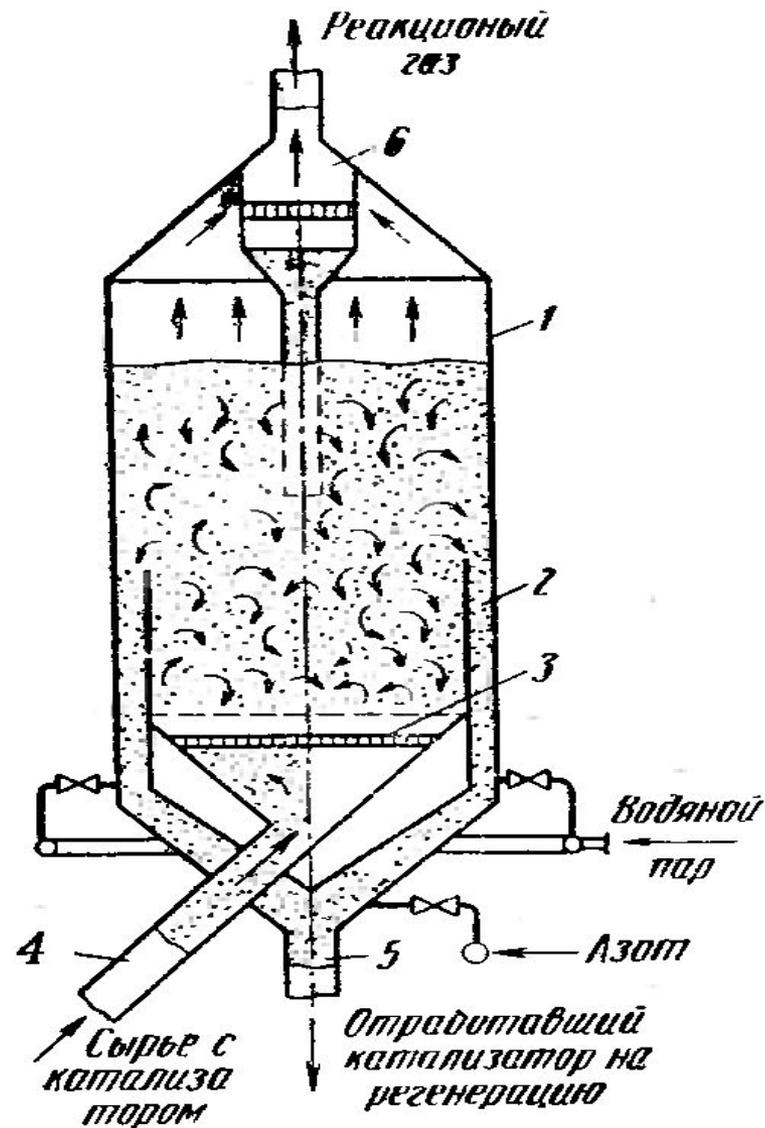


Рис. 150. Схема реактора с псевдоожиженным («кипящим») слоем пылевидного катализатора

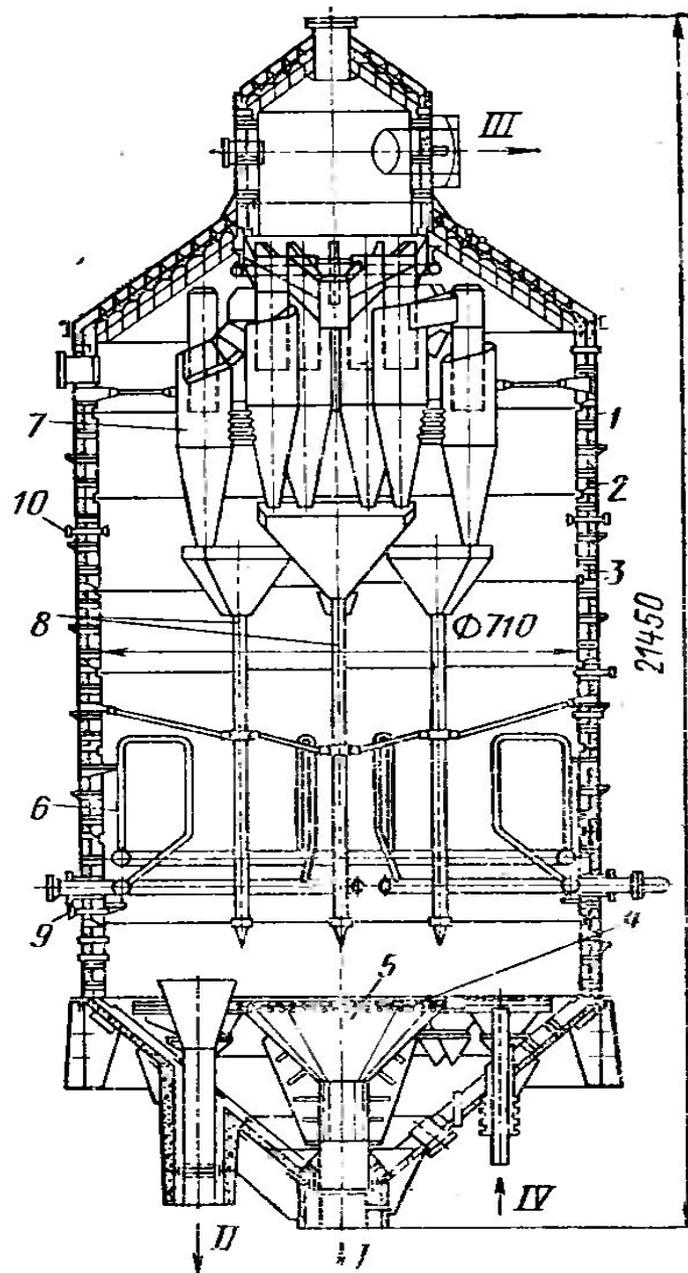


Рис. 151. Регенератор с псевдо-  
ожиженным слоем пылевидного  
катализатора

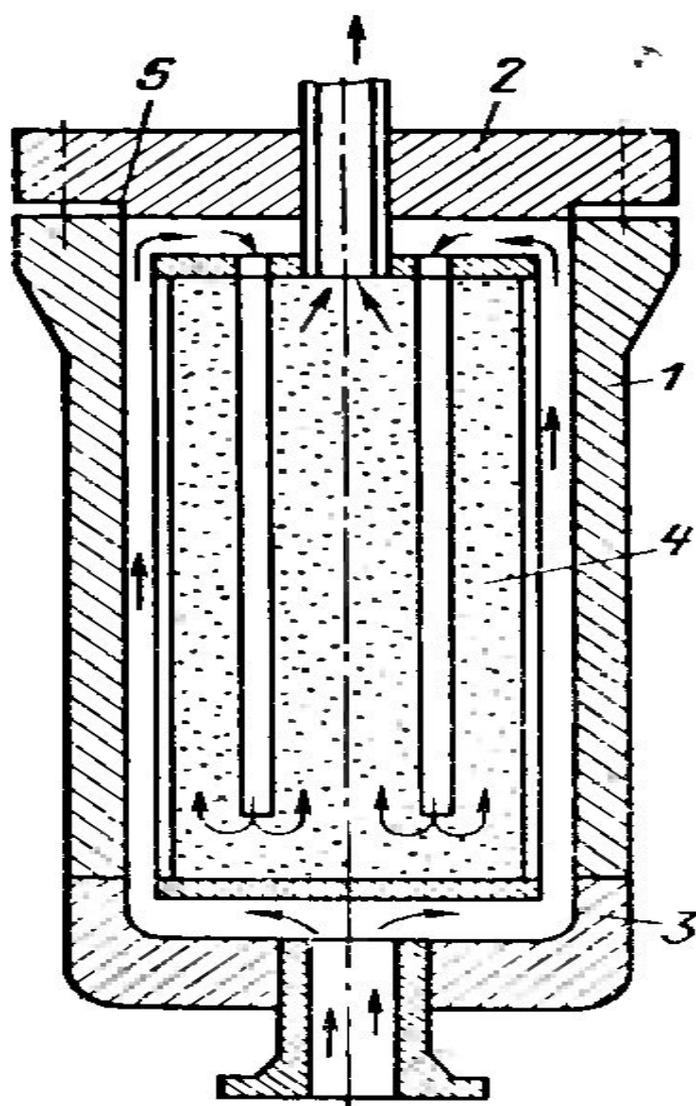


Рис. 154. Схема колонны высокого давления

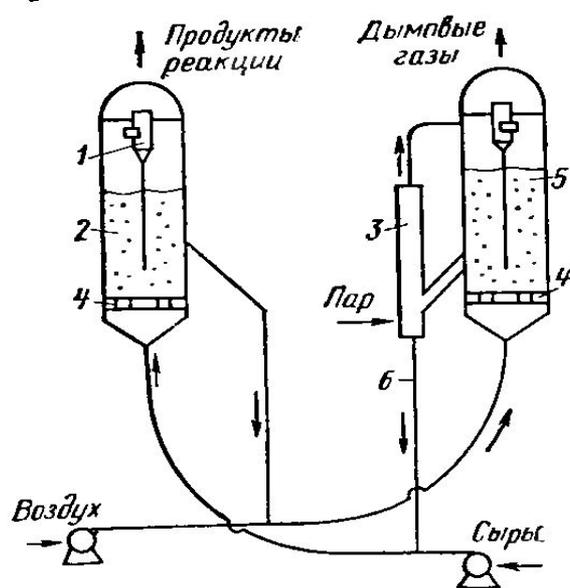
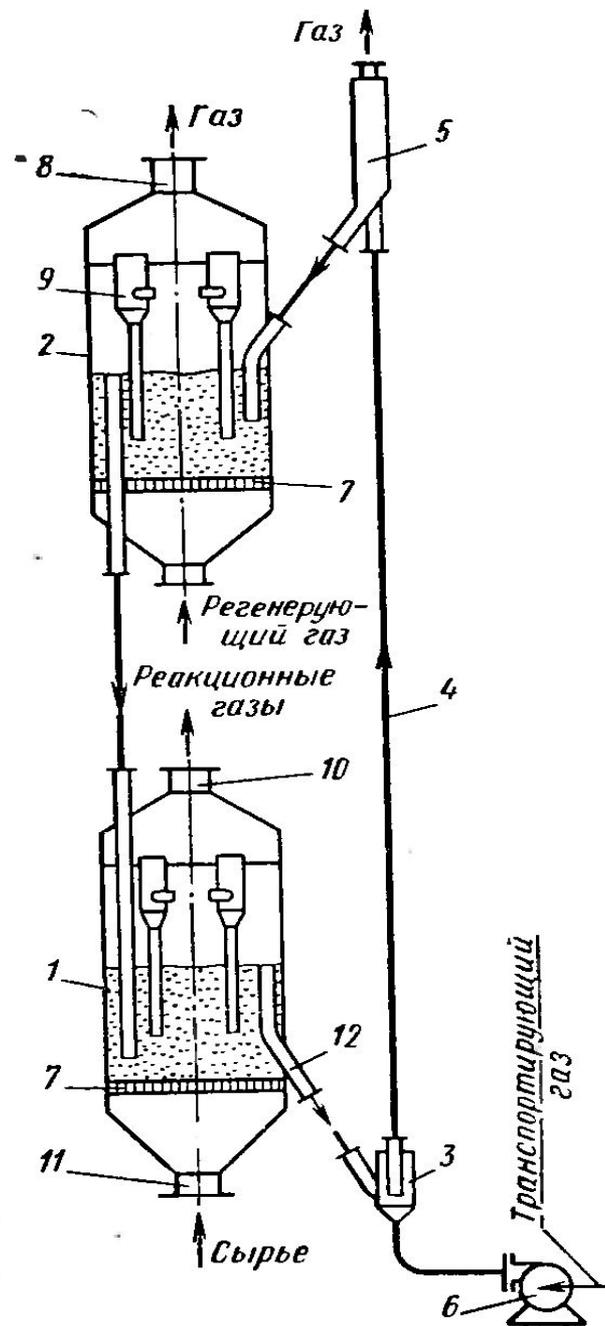


Рис. 152. Принципиальная схема параллельного расположения реактора и регенератора в установках с псевдоожиженным слоем катализатора:

1 — циклон; 2 — реактор; 3 — отпарная зона; 4 — перегородка; 5 — регенератор; 6 — сток для спуска регенерированного катализатора

Рис. 153. Принципиальная схема вертикального расположения реактора и регенератора в установках с псевдоожиженным слоем катализатора:

1 — реактор; 2 — регенератор; 3 — питатель; 4 — трубопроводы; 5 — бункер-сепаратор; 6 — воздуходувка; 7 — распределительная решетка; 8 — штуцер; 9 — циклон; 10—12 — штуцеры



## Плюсы

1. Малый градиент температур.
2. Высокий коэффициент теплопередачи.
3. Малое гидравлическое сопротивление.
4. Непрерывная регенерация частиц катализатора.

## Минусы

1. Высокая эрозия внутренних устройств частицами катализатора.
2. Реактор может работать только в узком диапазоне нагрузок по газу.

Квазигомогенная модель реактора с неподвижным слоем катализатора.

Учет радиальных градиентов концентраций и температур.

Квазигомогенная модель реактора предполагает, что содержимое реактора представляет из себя некоторую гомогенную среду, теплофизические свойства которой являются средними между свойствами реакционного газа и катализатора.

$$D_L \cdot \frac{d^2 C}{dl^2} + D_R \cdot \left( \frac{1}{R} \cdot \frac{dC}{dR} + \frac{d^2 C}{dR^2} \right) - w \frac{dC}{dl} + r(C) = 0$$

$$\lambda_L \cdot \frac{dt^2}{dl^2} + \lambda_R \cdot \left( \frac{1}{R} \cdot \frac{dt}{dR} + \frac{dt^2}{dR^2} \right) - w\rho C_p \frac{dt}{dl} + \Delta Hr(C) = 0$$

Частичные случаи

Если  $L \gg d$ , то  $D_L = 0$ ;  $\lambda_L = 0$ . В этом случае пренебрегают продольной диффузией.

Метод единичного реактора

$G$ - удельный расход реакционной массы

$f$  – площадь сечения реактора

$\delta$  – удельная поверхность катализатора

$F$  – площадь поверхности катализатора

$$dF = \delta \cdot dV$$

$$dF = f \cdot dh \cdot \delta$$

$K_A$  – коэффициент массопередачи компонента А

$P_A$  – Парциальное давление компонента А в потоке

$P'_A$  – Парциальное давление компонента А у

поверхности катализатора

$$-dG_A = K_A \cdot (P_A - P'_A) \cdot \delta \cdot f \cdot dh$$

Считая  $P'_A = 0$

$$-dG_A = K_A \cdot P_A \cdot \delta \cdot f \cdot dh$$

$$\int_0^{X_A} \frac{dX_A}{(1 - X_A)} = \frac{K_A \cdot P_{\text{ОБЩ}} \cdot \delta \cdot M_{\text{ср}} \cdot H}{G}$$

$H$  – высота слоя катализатора

$M_{\text{ср}}$  – средняя молекулярная масса

$G$  – удельный расход газовой фазы

$$H = \frac{G}{K_A \cdot P_{\text{ОБЩ}} \cdot \delta \cdot M_{\text{ср}}} \int_0^{X_A} \frac{dX_A}{(1 - X_A)}$$

$$H = H_A \cdot N_A$$