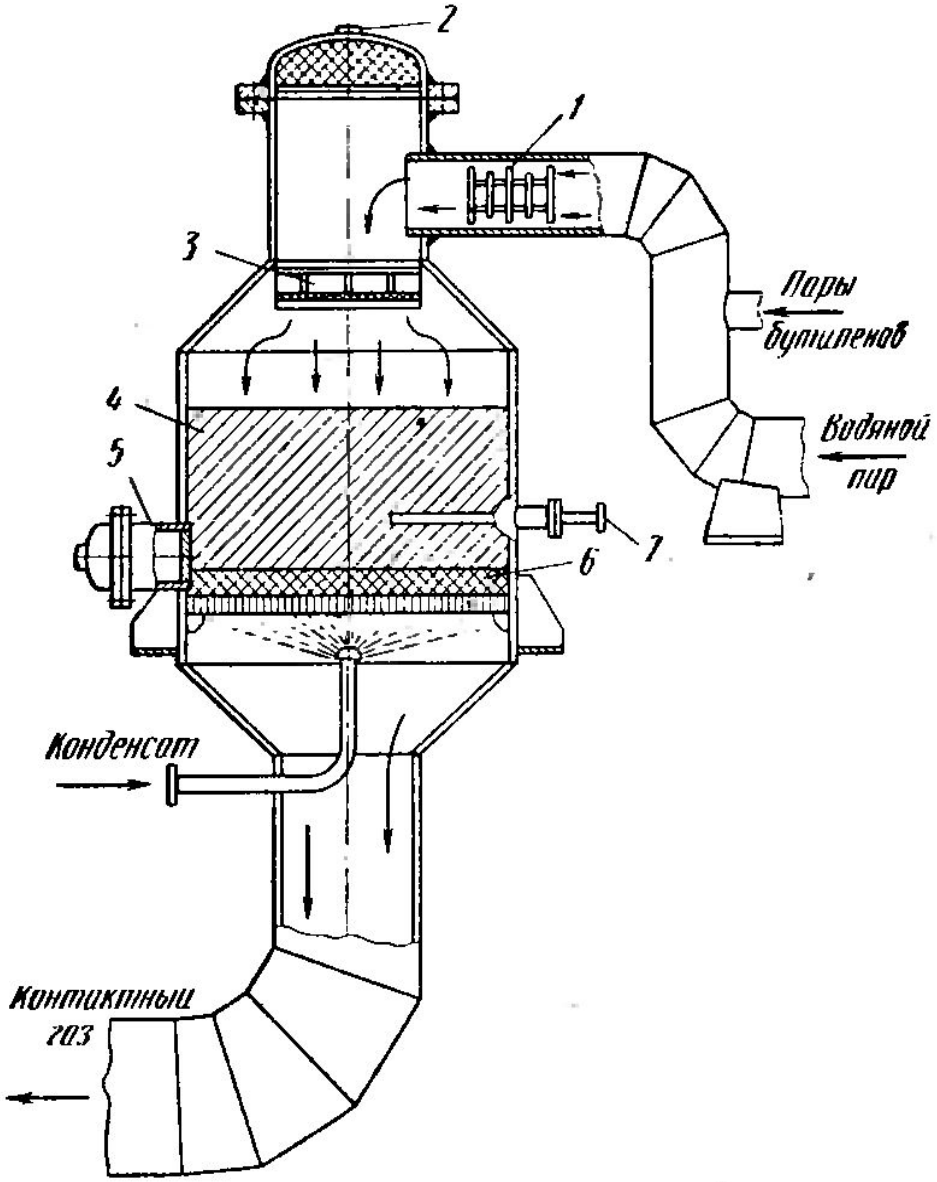

Рис. 137. Реактор дегидрирования бутиленов

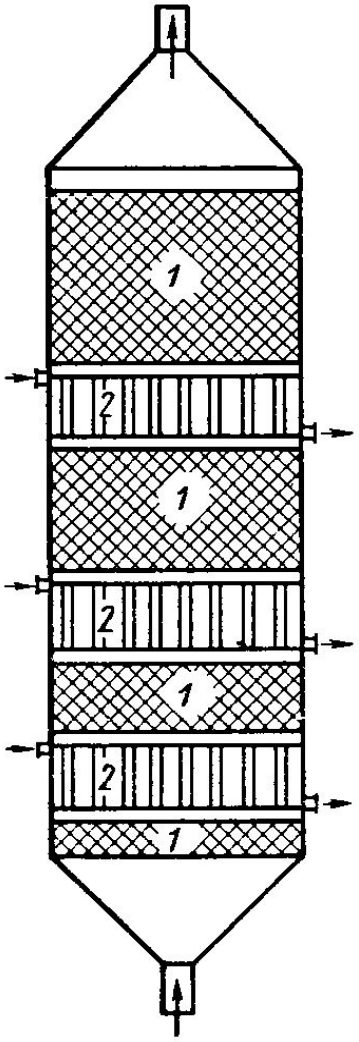

Рис. 138. Схема полочного реактора с внутренними теплообменниками:

1 — катализатор; *2* — теплообменники

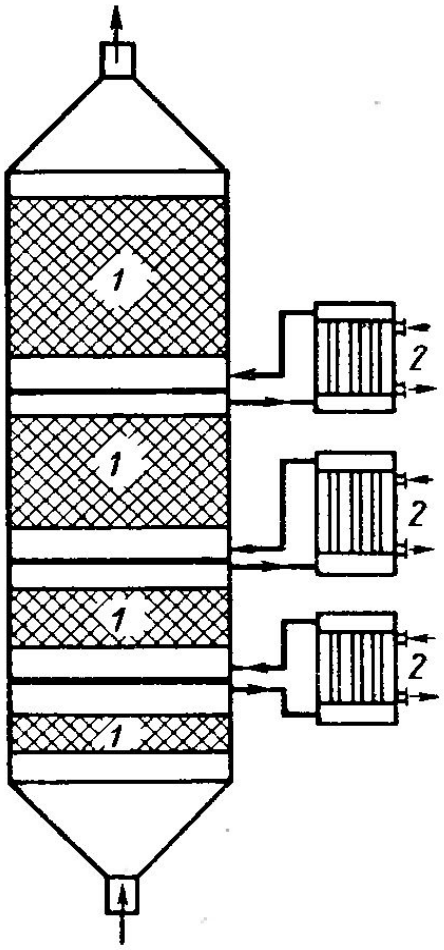

Рис. 139. Схема полочного реактора с выносными теплообменниками:

1 — катализатор; 2 — теплообменники

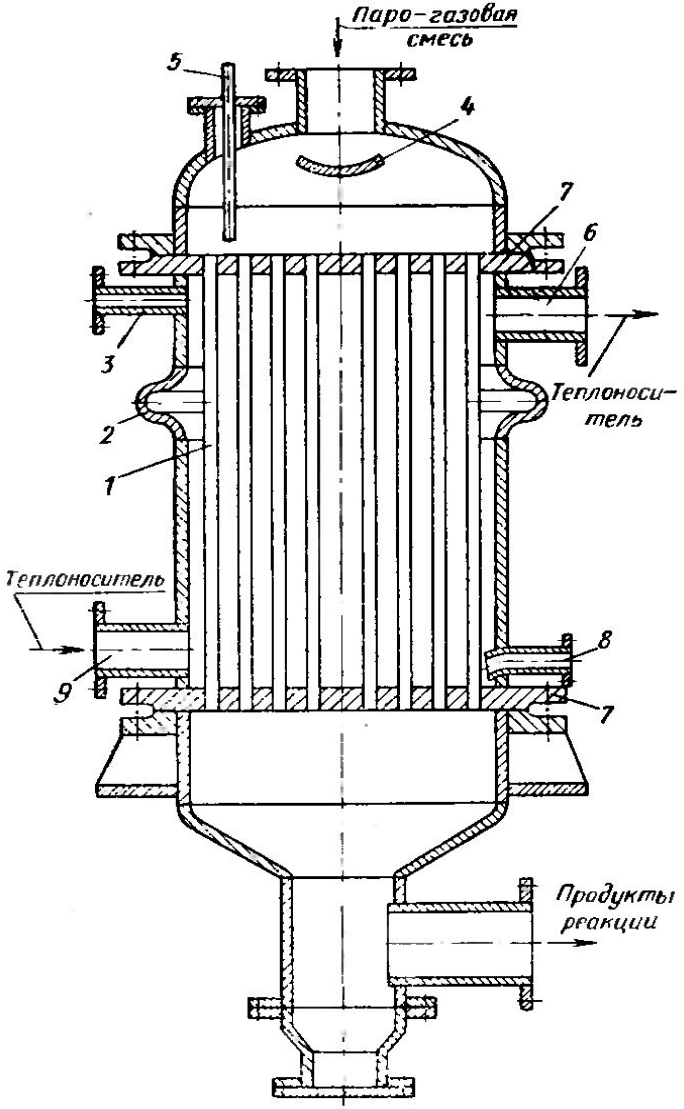

Рис. 141. Трубчатый реактор с отводом тепла расплавом солей:

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 входа расплава солей

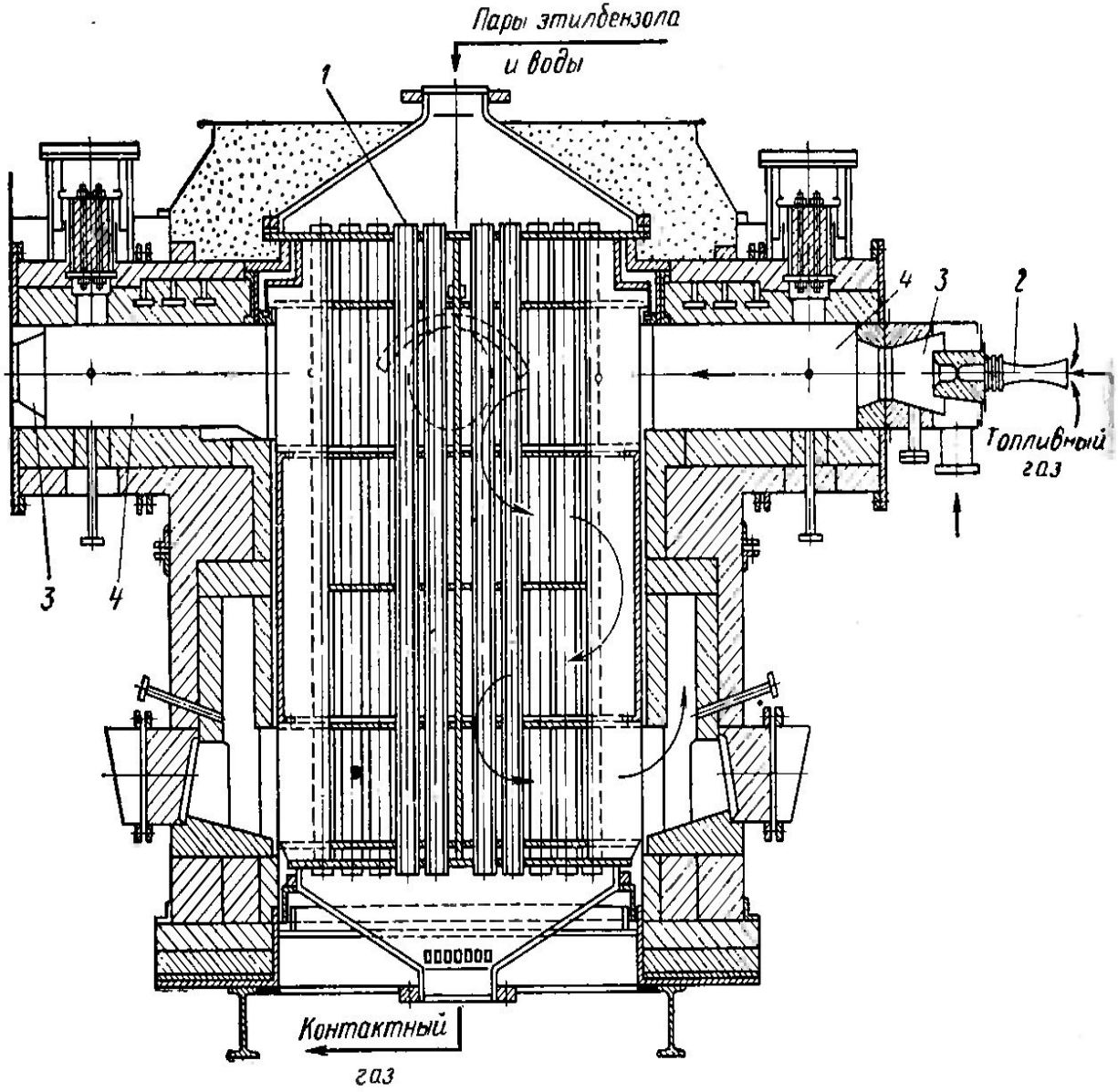

Рис. 143. Трубчатый реактор с обогревом дымовыми газами

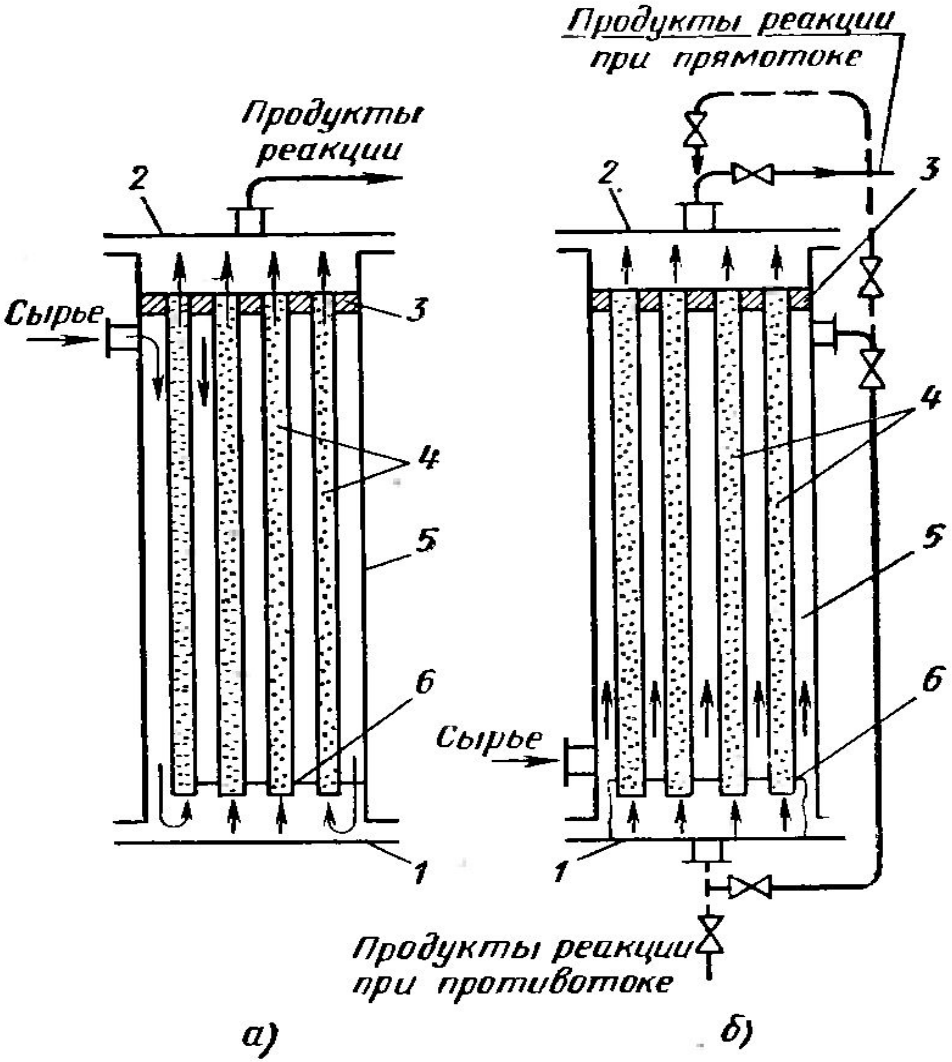

Рис. 144. Схемы трубчатых реакторов с внутренним теплообменом:

1 — нижияя крышка; *2* — верхияя крышка; *3* — верхняя трубиая решетка; *4* — трубки для катализатора; *5* — кожух; *6* — иижияя трубиая 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.

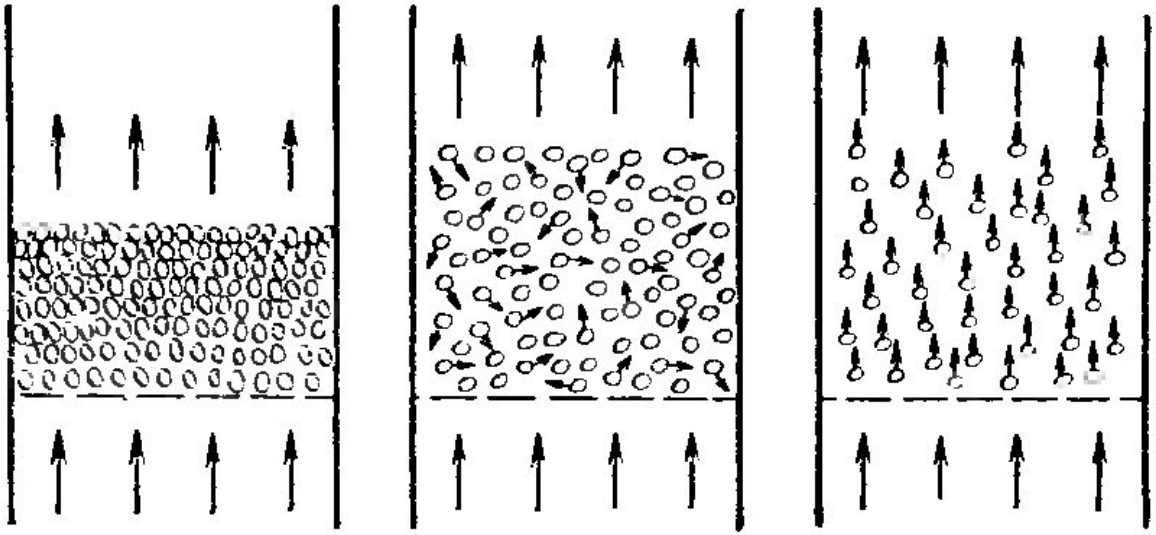

Рис. 149. Различные состояния слоя сыпучего материала:

а — неподвижный слой; *б* — псевдоожиженный («кипящий») слой; *в* — уиос частиц

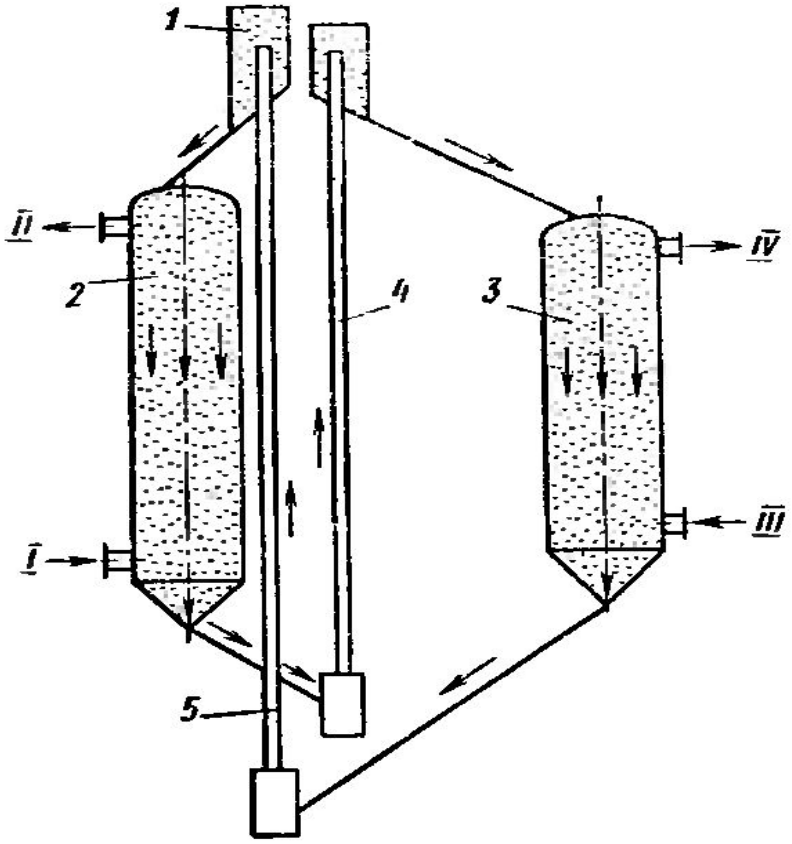

Рис. 145. Схема установки с движущимся слоем зернистого катализатора:

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

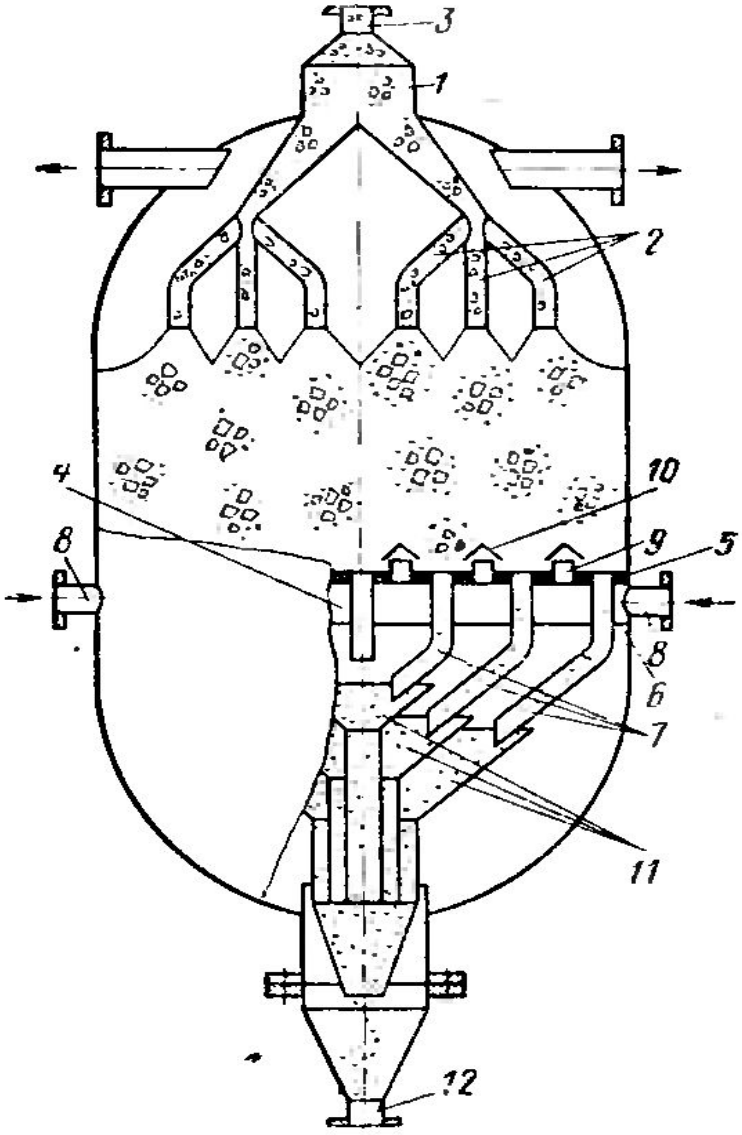

Рис. 146. Реактор с движущимся слоем катализатора

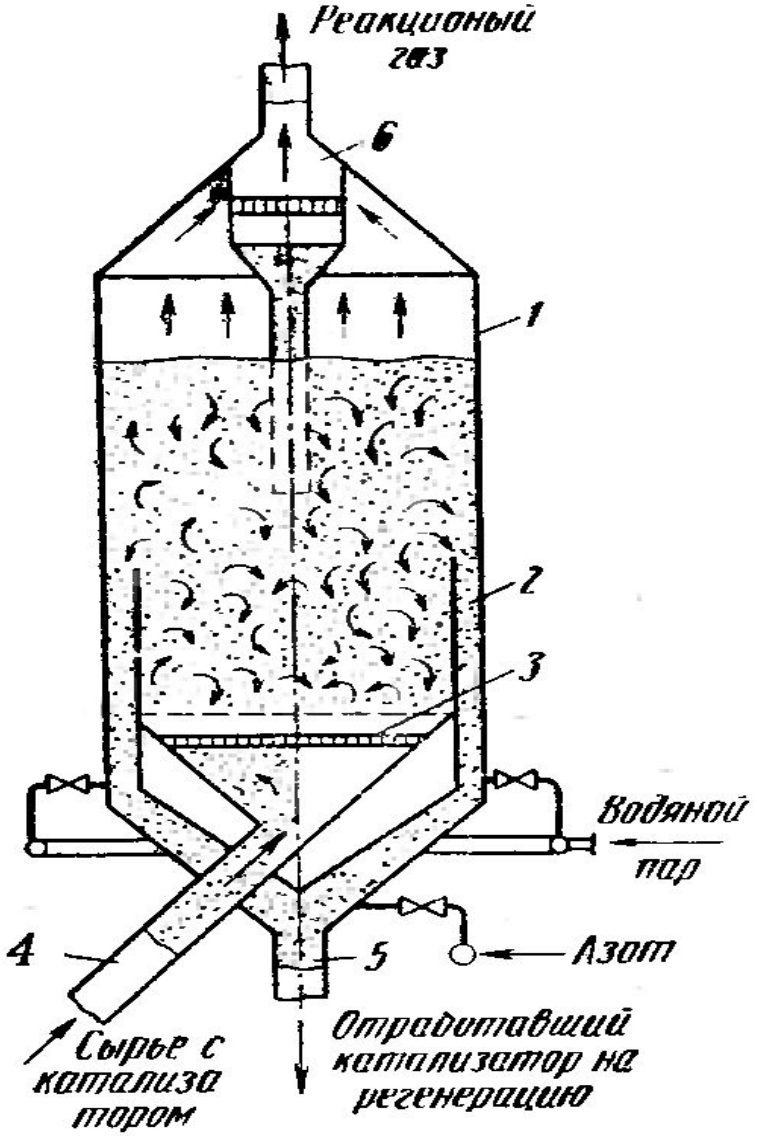

Рис. 150. Схема реактора с псевдоожиженным («кипящим») слоем пылевидного катализатора

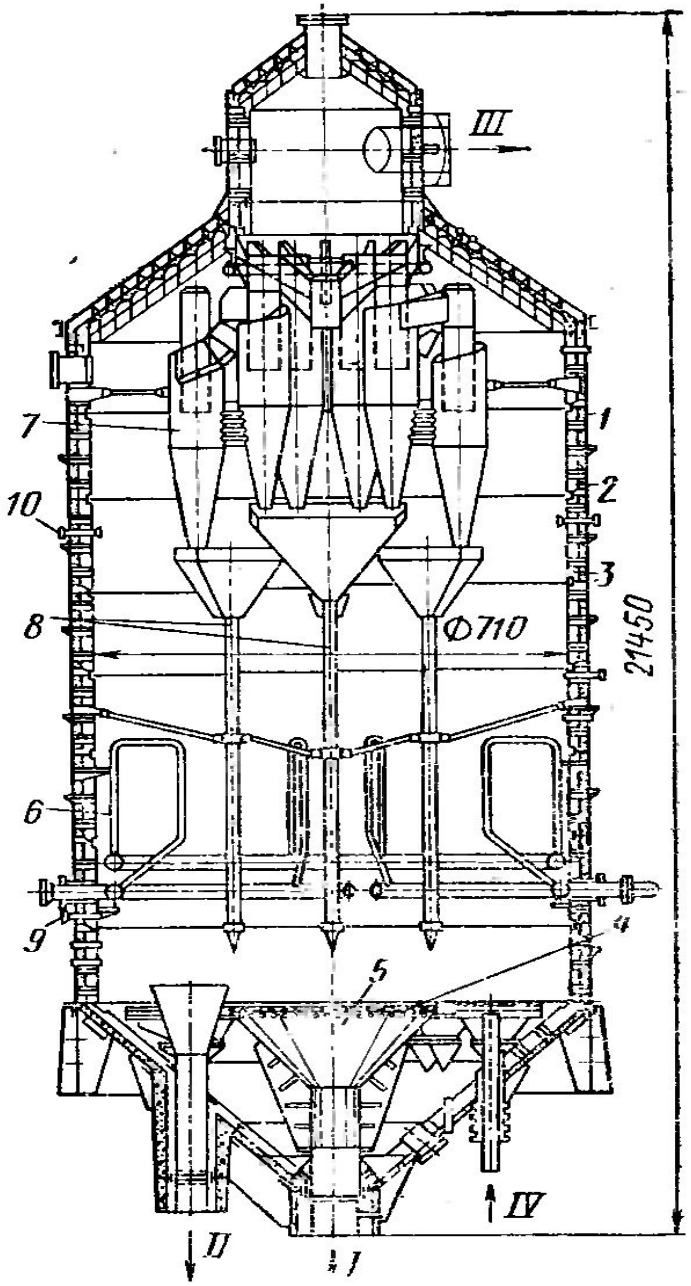

Рис. 151. Регенератор с псевдоожиженным слоем пылевидного катализатора

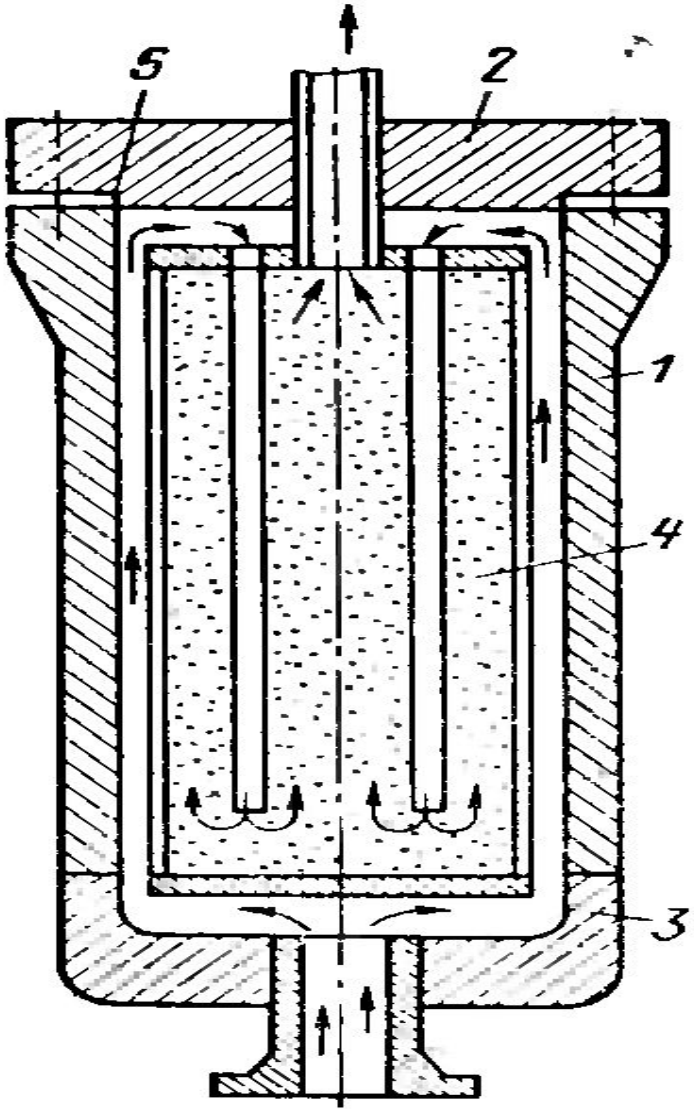

Рис. 154. Схема колонны высокого давления

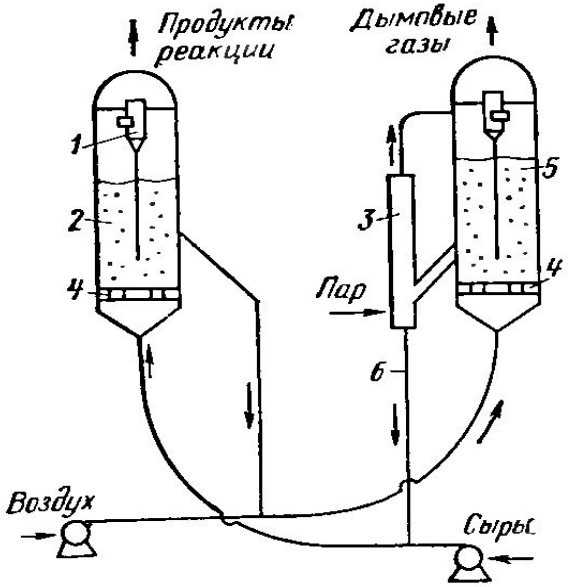

Рис. 152. Принципиальная схема параллельного расположения реактора и регенератора в установках с псевдоожиженным слоем катализатора:

1 — циклои; *2* — реактор; *3* — отпарная зона; *4* — перегородка; *5* — регенератор; *6* — сток для спуска регенерированного каталнзатора

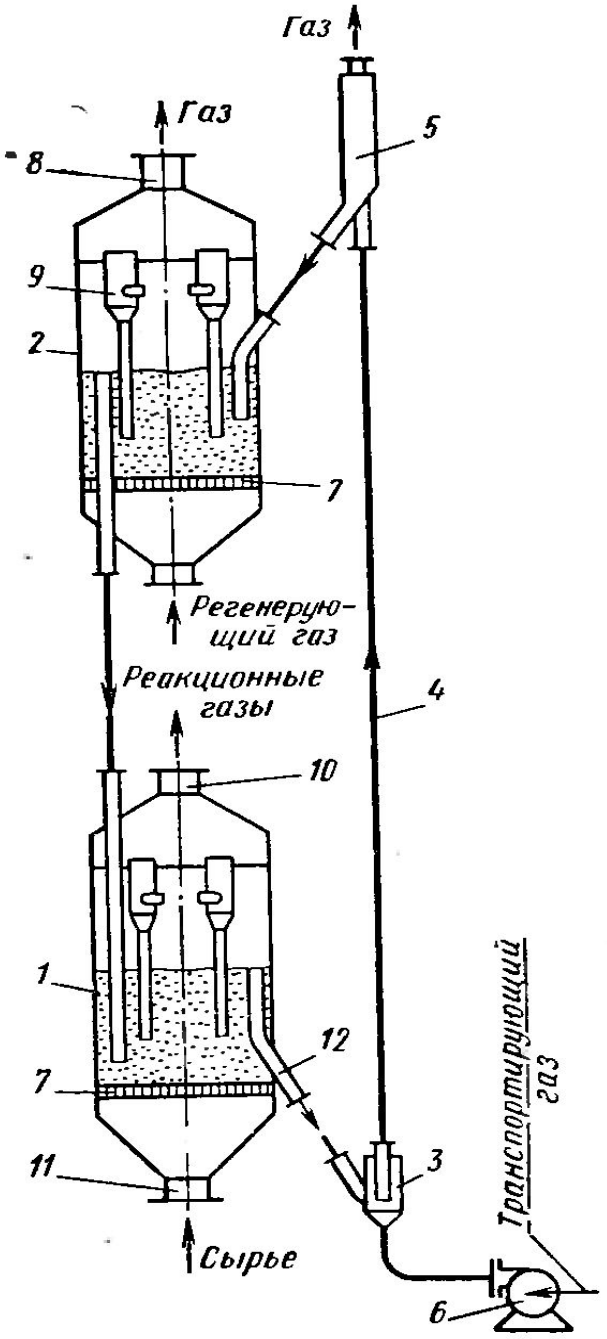

Рис. 153. Принципиальная схема вертикального расположения реактора и регенератора в установках с псевдоожиженным слоем катализатора:

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.

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

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

Частичные случаи

Если $L >> d$, 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

δ – 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 $P'_A = 0$

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

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

H – высота слоя катализатора

$M_{ср}$ – средняя молекулярная масса

G – удельный расход газовой фазы

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

$$H = H_A \cdot N_A$$