

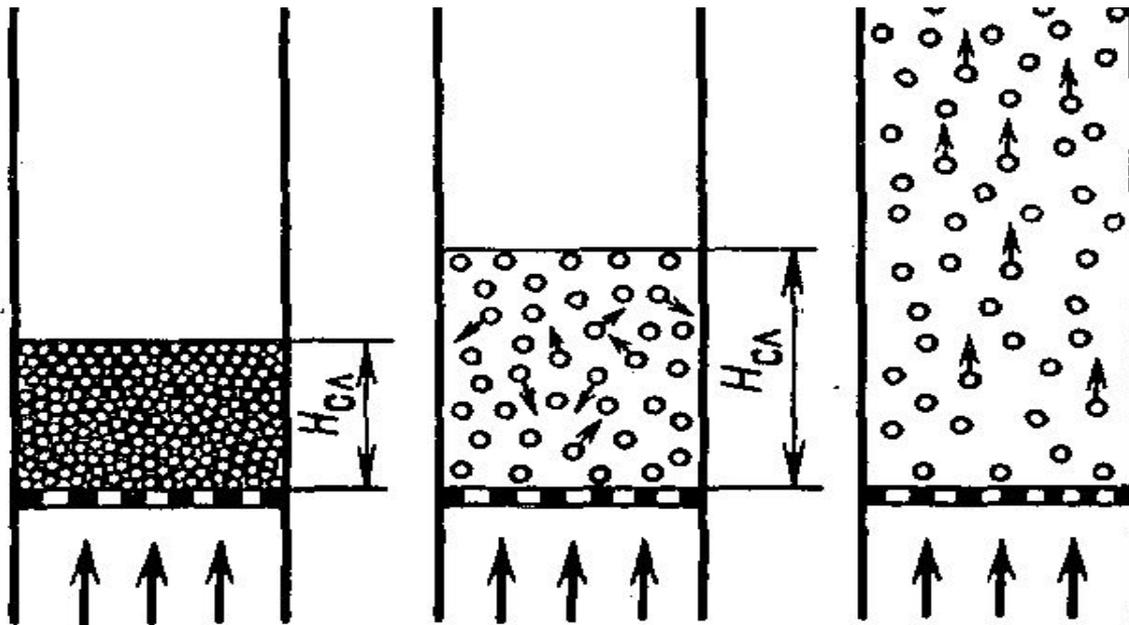


ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

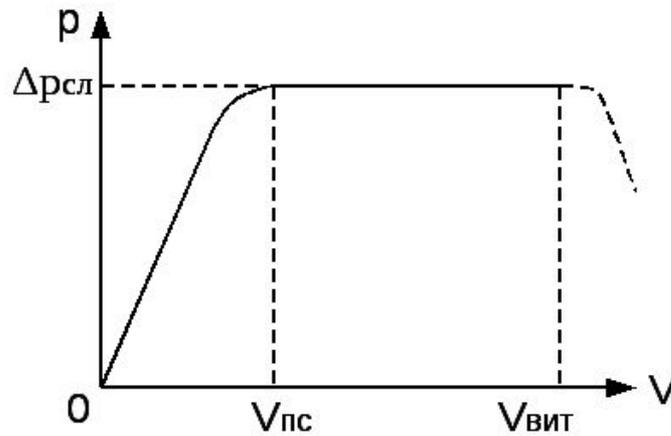
доцент, к.т.н. Пирогова
Ольга Владимировна

Псевдооживление

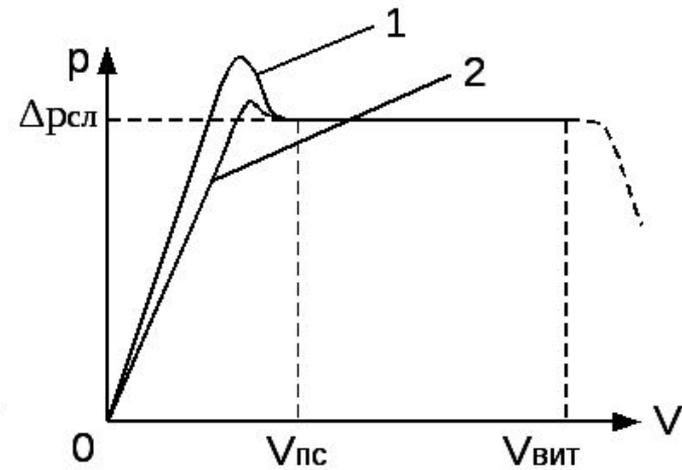
- процесс гидродинамического взаимодействия потока газа или жидкости с твердыми зернистыми материалами, в результате которого твердые частицы приобретают подвижность друг относительно друга за счёт обмена энергией с псевдооживляющим потоком.



Кривая псевдооживления



Идеальная кривая псевдооживления



Реальная кривая псевдооживления

Фиктивная скорость – это скорость газа в поперечном сечении незаполненного аппарата.

$$w_{\phi} = \frac{V}{f}$$

V – объёмный расход газа, м³/с

f - площадь поперечного сечения аппарата, м²

Истинная скорость – это скорость газа в каналах.

$$w_{\text{ист}} > w_{\phi}$$

- Динамическое условие возникновения псевдооживленного слоя:

Сила гидравлического сопротивления слоя равна подъёмной силе (сила тяжести минус сила Архимеда).

$$\Delta p_{\text{сл}} \cdot f = G_{\text{T}} - A$$

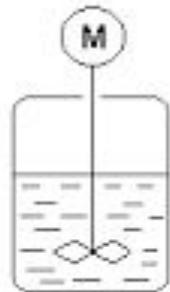
$$\Delta p_{\text{сл}} = \frac{G_{\text{T}} - A}{f} = \frac{V_{\text{T}} g (\rho_{\text{T}} - \rho_{\text{Г}})}{V_{\text{сл}} / h_0} = h_0 g (\rho_{\text{T}} - \rho_{\text{Г}}) \cdot (1 - \varepsilon_0)$$

$$w_{\text{кр1}} = \frac{8\varepsilon_0^3}{9AK^2(1 - \varepsilon_0)} \cdot \frac{d^2 g (\rho_{\text{T}} - \rho_{\text{Г}})}{\mu_{\text{Г}}}$$

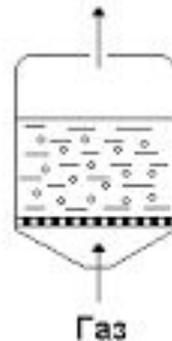
Перемешивание в жидких средах

Способы перемешивания:

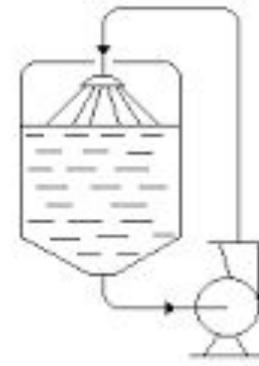
- 1. **Механический** – с помощью различных вращающихся устройств – мешалок.
- 2. **Пневматический** (барботажный) – осуществляется за счёт пропускания газа через слой жидкости.
- 3. **Циркуляционный** – осуществляется с помощью перекачивающего насоса.



Механическое
перемешивание



Барботажное
перемешивание

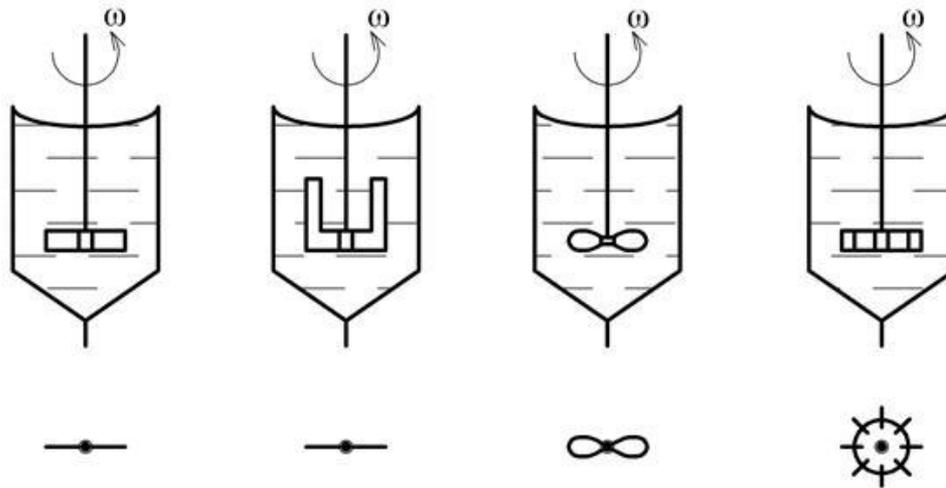


Циркуляционное
перемешивание

Классификация мешалок

- Мешалки представляют собой комбинацию лопастей определённой геометрической формы, укрепленных с помощью ступицы на валу.

- **по конструкции лопастей:**



- лопастная;
- якорная;
- пропеллерная;
- турбинная.

- По скорости вращения мешалки:

- тихоходные (лопастные, якорные);
- быстроходные (пропеллерные, турбинные).

- По структуре создаваемых потоков:

- радиальные;
- тангенциальные;
- осевые;
- смешанные.

Основные характеристики процесса

- Потребляемая мощности – N , Вт.

$$N = K_N \cdot \rho_{\text{ср}} \cdot n^3 \cdot d_M^5$$

- Интенсивность перемешивания

$$I = \frac{N}{V_p \cdot \tau}$$

- Эффективность перемешивания

$$\varepsilon = \frac{\tau_{\text{без перемешивания}}}{\tau_{\text{с перемешиванием}}}$$

$$\varepsilon = \frac{\alpha_{\text{с перемешиванием}}}{\alpha_{\text{без перемешивания}}}$$

- Модифицированный критерий Эйлера

$$K_N = A \cdot Re_M^a \cdot Fr_M^b$$

- Модифицированный критерий Рейнольдса

$$Re_M = \frac{n \cdot d_M^2 \cdot \rho_{cp}}{\mu}$$

- Модифицированный критерий Фруда

$$Fr_M = \frac{n^2 \cdot d_M}{g}$$