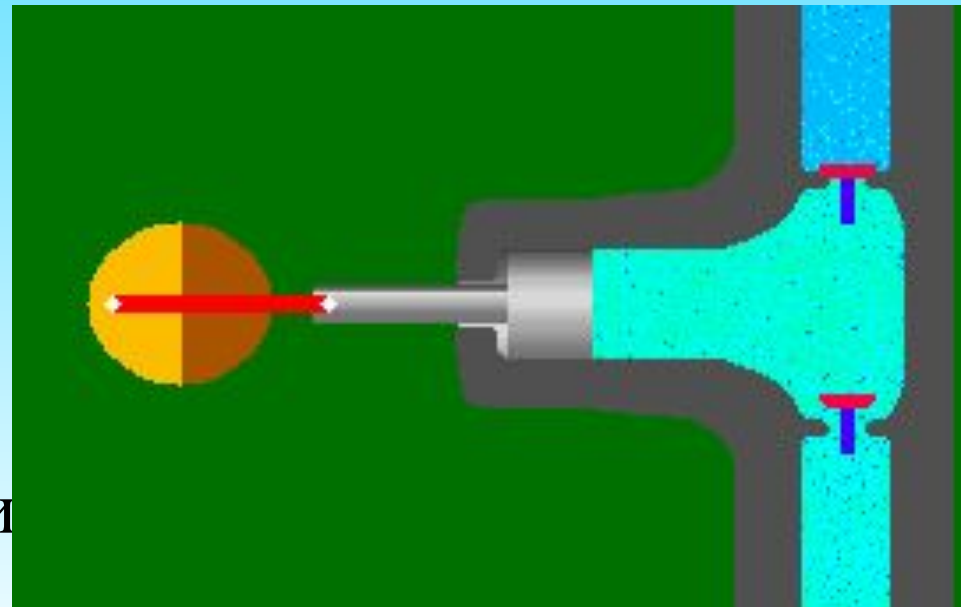


Лекция 4

Поршневые насосы

Содержание лекции:

1. Основные особенности
2. Применение
3. Классификация
4. Подача насоса
5. Неравномерность подачи



Поршневые насосы

Насос – гидравлическая машина, предназначенная для преобразования механической энергии двигателя в гидравлическую энергию перекачиваемой жидкости.

Поршневые насосы

Основные особенности насосов объемного действия:

1. Наличие рабочих камер (полостей), периодически сообщающихся с всасывающим и нагнетательным патрубками.
2. Нагнетательный патрубок геометрически изолирован от всасывающего.
3. Подача перекачиваемой жидкости неравномерная.
4. Количество жидкости, подаваемой насосом не зависит от развиваемого давления.
5. Максимальный развиваемый напор теоретически не ограничен и определяется мощностью двигателя, прочностью деталей насоса и нагнетательного трубопровода.

Поршневые насосы

Применение:

1. Извлечение из скважин нефти.
2. Перекачивание нефти по трубопроводам
3. Подача в скважины различных реагентов
4. Промывка и обработка скважин
5. Гидравлический разрыв пласта

Т.е. тогда, когда надо перекачивать сравнительно небольшие объемы жидкостей, содержащие абразивные взвеси, растворенный газ, химически активные КОМПОНЕНТЫ

Поршневые насосы

Классификация поршневых насосов

1. По способу приведения в действие

1.1. Приводные (от ДВС)

1.2. Прямого действия (гидравлическим цилиндром)

1.3. Ручные

Поршневые насосы

2. По роду органа вытесняющего жидкость

2.1. Поршневые

2.2. Плунжерные

2.3. Диафрагменные

3. По способу действия

3.1. Одинарного действия

3.2. Двойного действия

3.3. Дифференциальные

Поршневые насосы

4. По расположению цилиндров

4.1. Горизонтальные

4.2. Вертикальные

5. По числу цилиндров

5.1. Одноцилиндровые

5.2. Двухцилиндровые

5.3. Трехцилиндровые

5.4. Многоцилиндровые

Поршневые насосы

6. По роду перекачиваемой жидкости

6.1. Обыкновенные

6.2. Горячие

6.3. Буровые

6.4. Специальные

7. По быстроходности

7.1. Тихоходные (40-80 об/мин)

7.2. Средней быстроходности (80-150 об/мин)

7.3. Быстроходные (150-350 об/мин)

Поршневые насосы

8. По развиваемому давлению

8.1. Малого давления $P < 1$ МПа

8.2. Среднего давления $P = 1..10$ МПа

8.3. Высокого давления $P > 10$ МПа

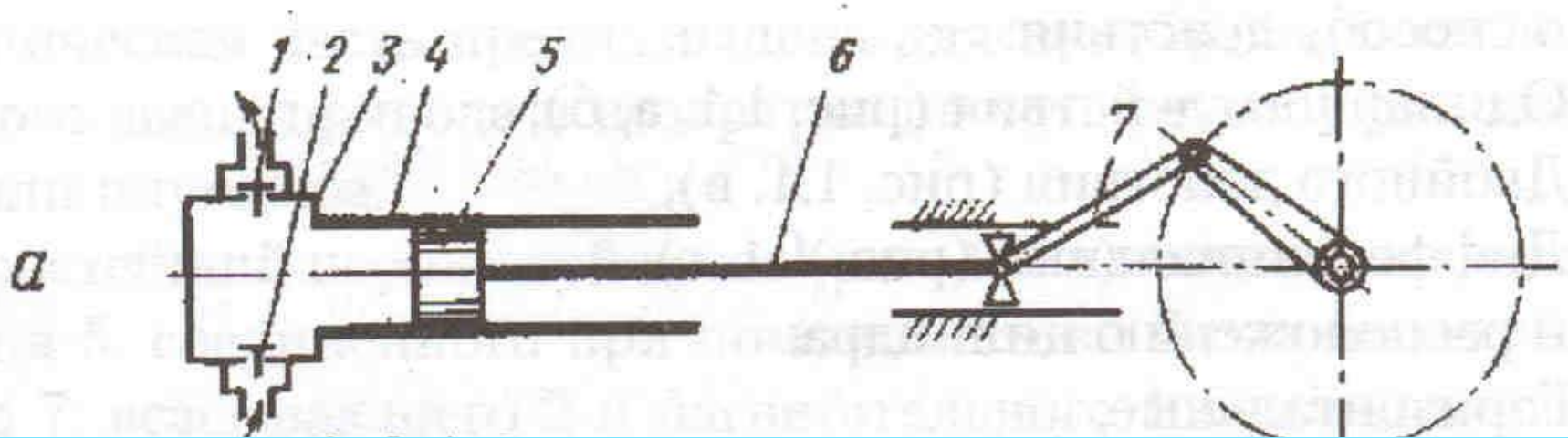
9. По подаче

9.1. Малые, диаметр поршня $D < 50$ мм

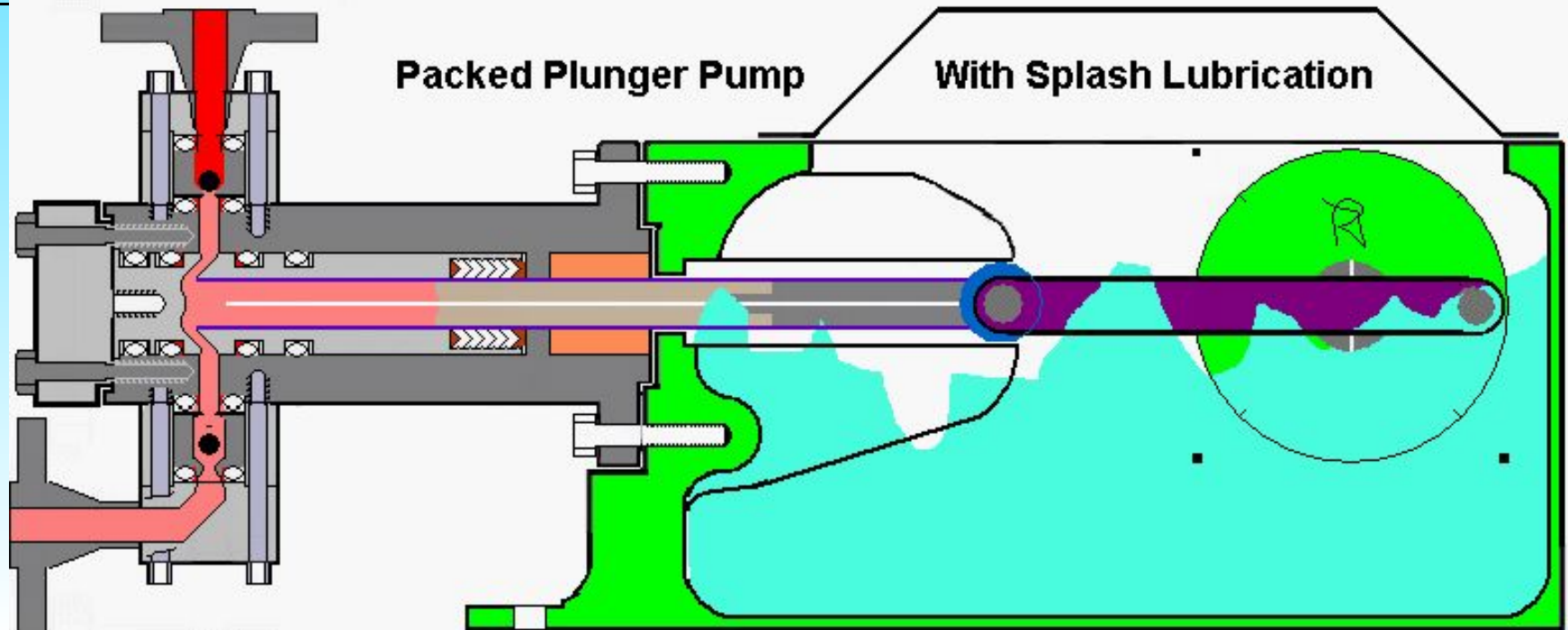
9.2. Средние, диаметр поршня $D = 50..150$ мм

9.3. Большие, диаметр поршня $D > 150$ мм

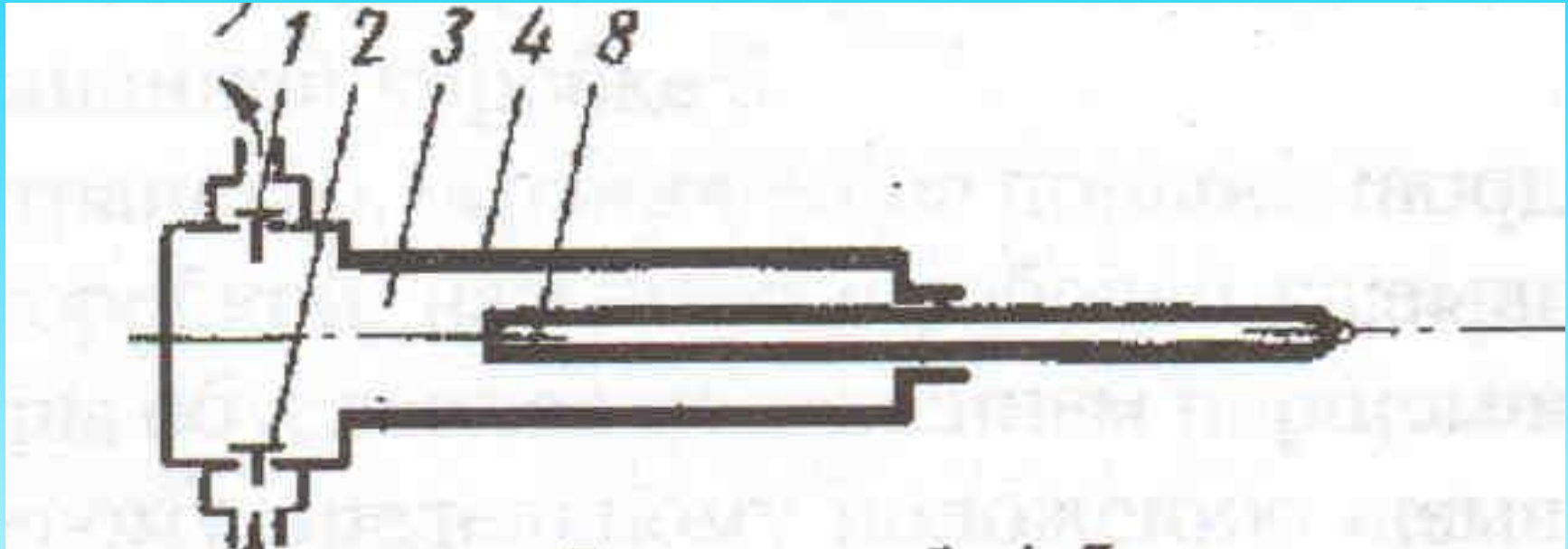
Поршневые насосы



1 -

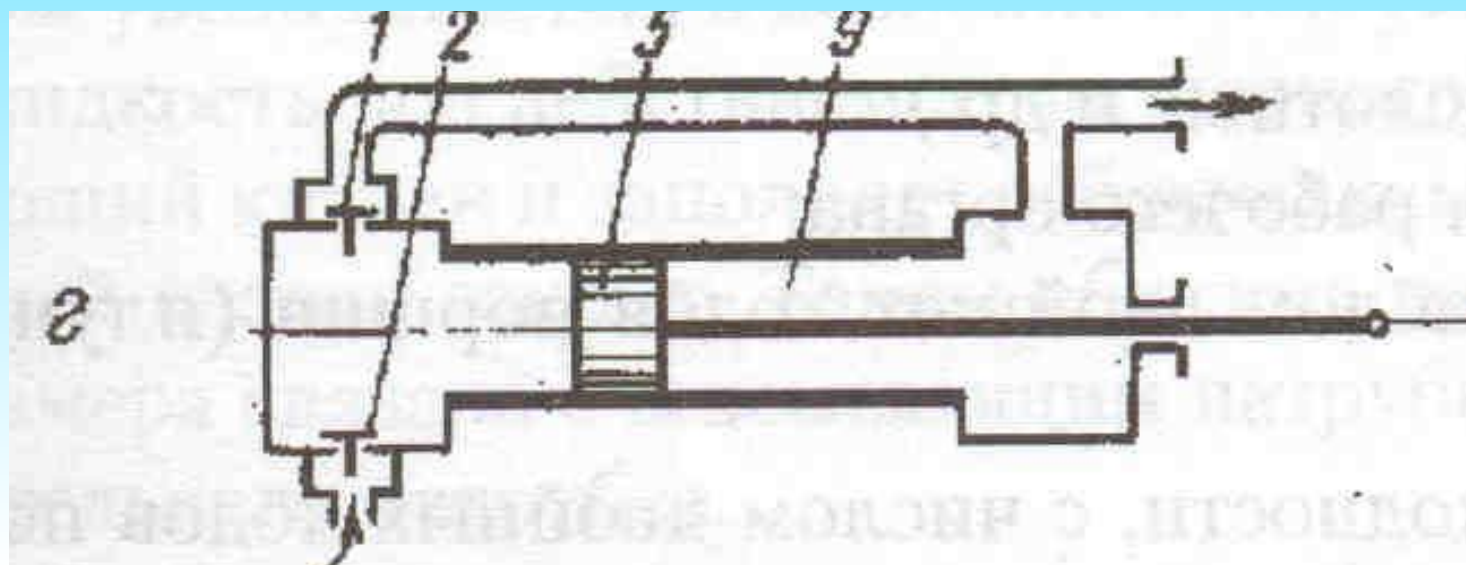
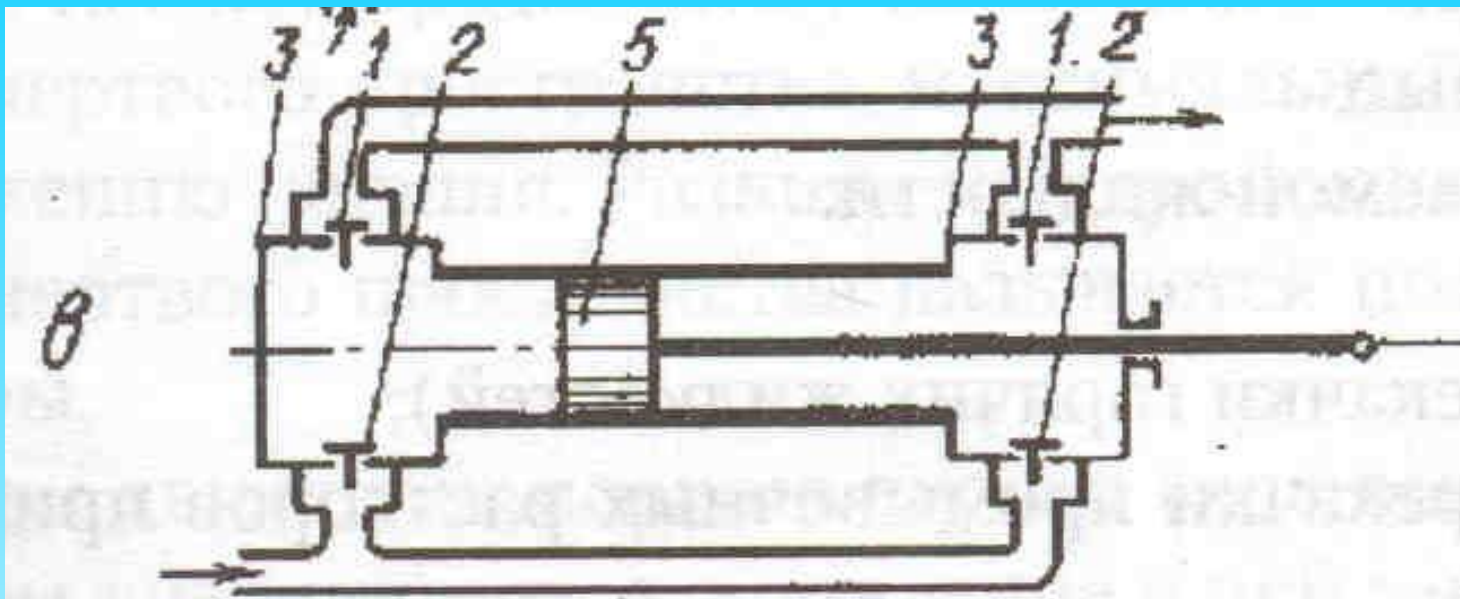


Поршневые насосы

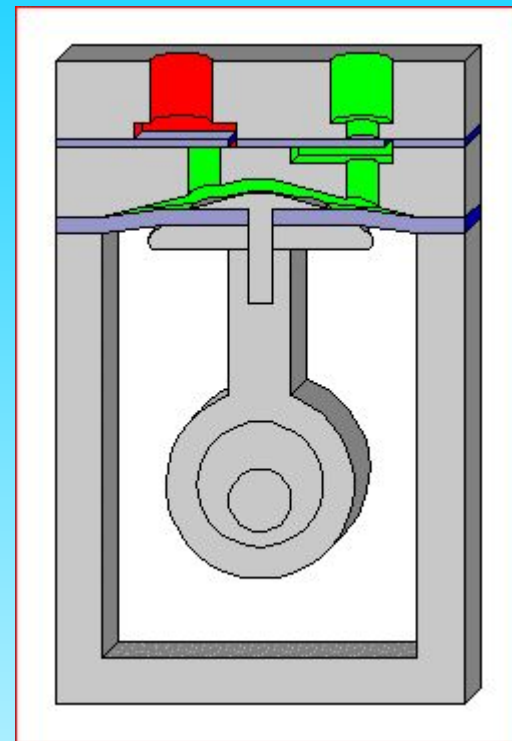
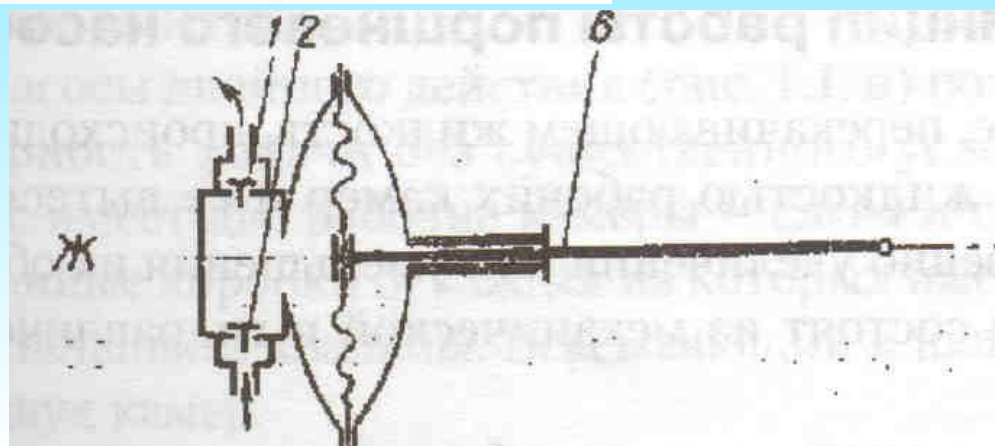
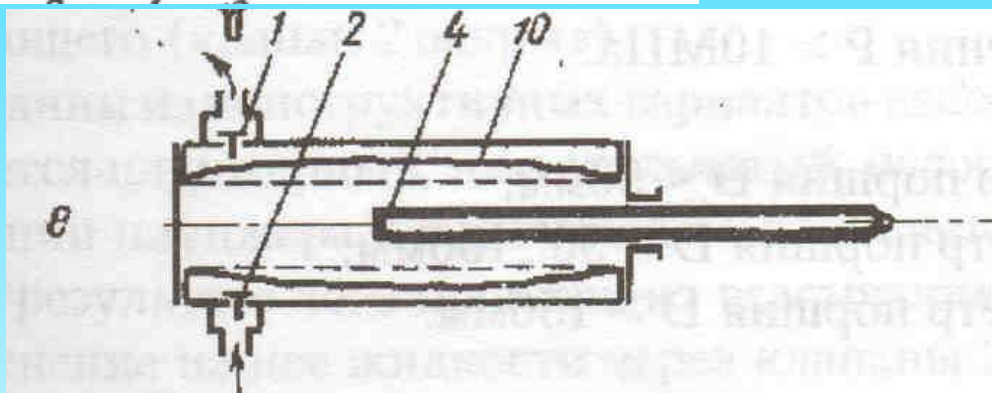
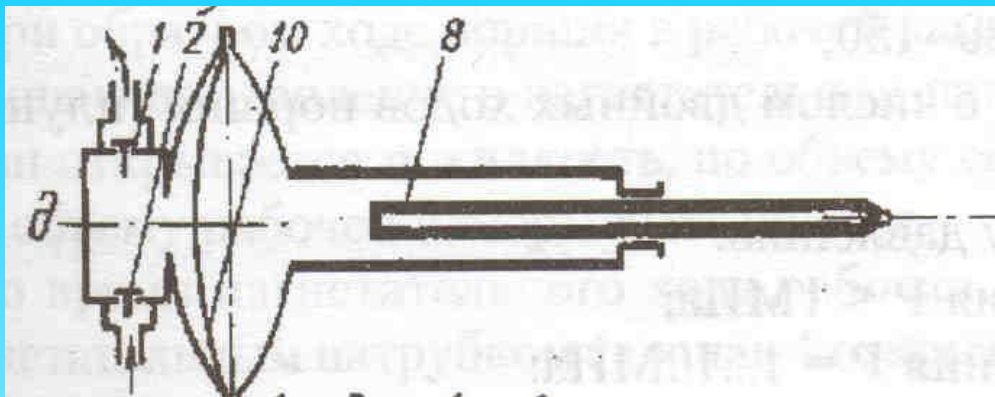


1 – нагнетательный клапан, 2 – всасывающий клапан, 3 – гидравлическая коробка, 4 – цилиндр, 8 – плунжер

Поршневые насосы

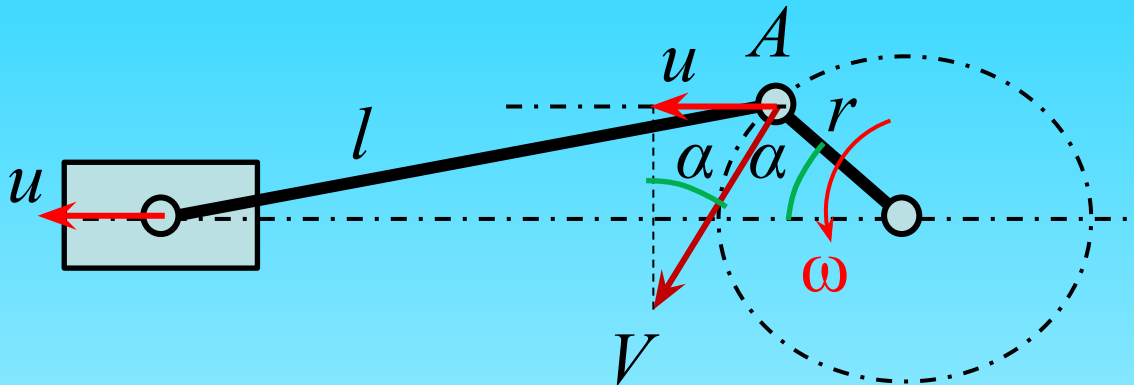


Поршневые насосы



Поршневые насосы

Закон движения поршня



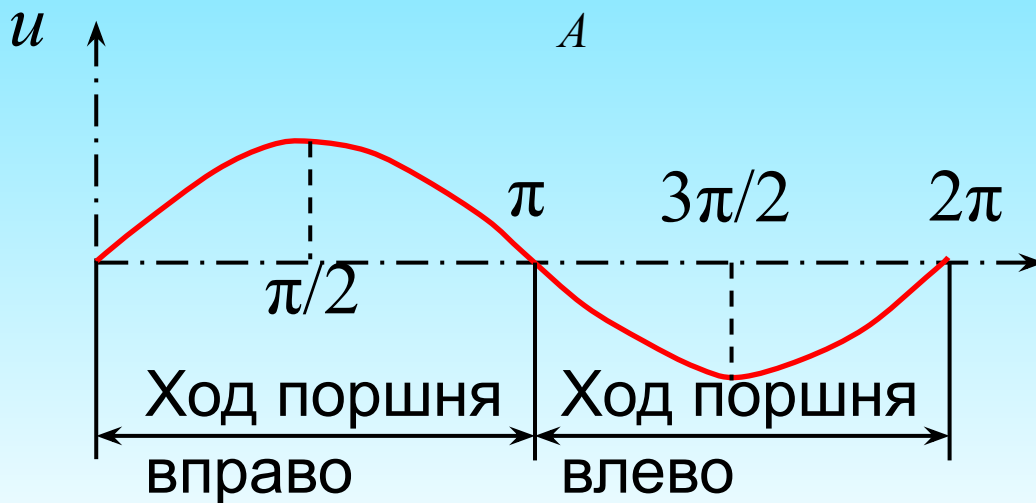
$$V_A = r \cdot \omega$$

$$u = V_A \cdot \sin \alpha$$

$$u = r \cdot \omega \cdot \sin \alpha$$

$$u = r \cdot \frac{\pi \cdot n}{30} \cdot \sin \alpha, \frac{\text{—}}{\text{с}}$$

n – частота вращения, $\frac{\text{об}}{\text{мин}}$



Поршневые насосы

Подача насоса простого действия

Объем освобождаемый поршнем за один ход:

$$M = F \cdot S, \quad \text{м}^3$$

где F , S – площадь и ход поршня соответственно

Теоретическая подача насоса за 1 секунду:

$$Q_m = \frac{M \cdot S \cdot n}{60}, \quad \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

Поршневые насосы

Подача насоса двойного действия

Объем освобождаемый поршнем за один ход:

$$M = F \cdot S + (F - f) \cdot S = (2F - f) \cdot S, \quad ^3$$

где f – площадь сечения штока

Теоретическая подача насоса за 1 секунду:

$$Q_m = \frac{(2F - f) \cdot S \cdot n}{60}, \quad \frac{м^3}{с}$$

Подача трехпоршневого насоса простого действия

$$Q_m = \frac{3 \cdot M \cdot S \cdot n}{60}, \quad \frac{^3}{с}$$

Поршневые насосы

Коэффициент подачи поршневых насосов

Действительная подача насоса всегда меньше теоретической

$$Q_d < Q_m$$

1. Утечки жидкости через уплотнения поршня в атмосферу.
2. Переток жидкости через уплотнения поршня внутри цилиндра.
3. Утечки жидкости через клапана.
4. Подсос воздуха через уплотнения сальника.
5. Дегазация жидкости в цилиндре насоса вследствие снижения давления в рабочей камере.
6. Отставание жидкости от движущегося поршня.

Поршневые насосы

Коэффициент подачи поршневых насосов

$$\eta = \frac{Q_d}{Q_m} = \eta_y \cdot \eta_n$$

где η_y - коэффициент утечек

η_n - коэффициент наполнения

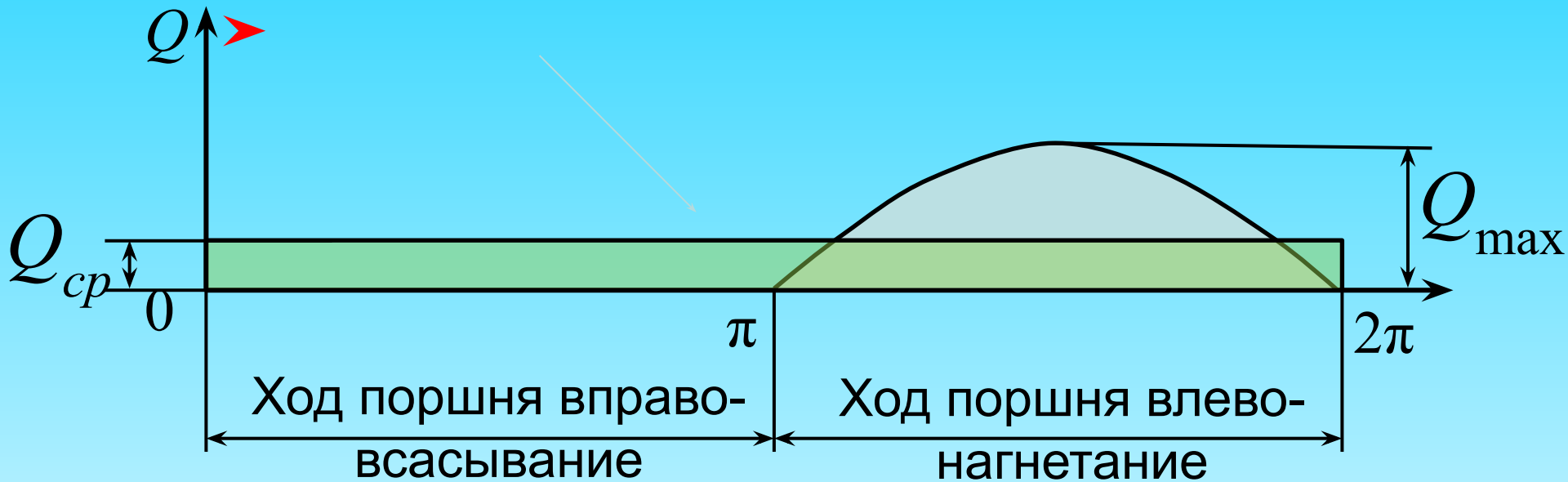
В реальных условиях коэффициент подачи равен

$$\eta = 0,85 \div 0,98$$

Поршневые насосы

Графики подачи поршневых насосов

Насос одинарного действия



Степень неравномерности подачи насоса

$$m = \frac{Q_{max}}{Q_{cp}}$$

Поршневые насосы

Мгновенная подача насоса

$$Q_{мг} = F \cdot u = F \cdot r \cdot \omega \cdot \sin \alpha$$

Максимальная подача насоса

$$Q_{max} = F \cdot r \cdot \omega \cdot \sin \frac{\pi}{2} = F \cdot \frac{S}{2} \cdot \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60} \cdot 1 = \frac{F \cdot S \cdot \pi \cdot n}{60}$$

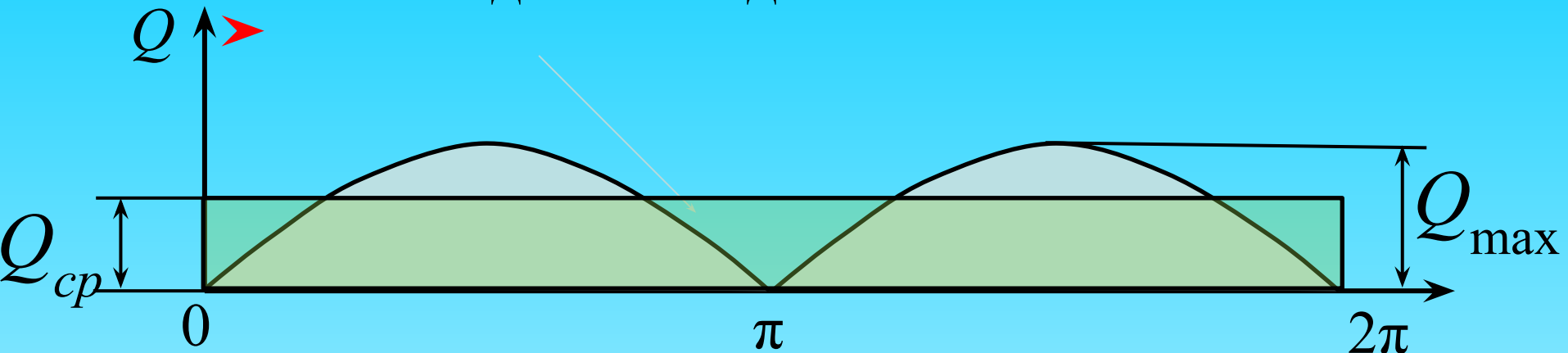
Средняя подача насоса $Q_{cp} = \frac{F \cdot S \cdot n}{60}$

Степень неравномерности подачи насоса

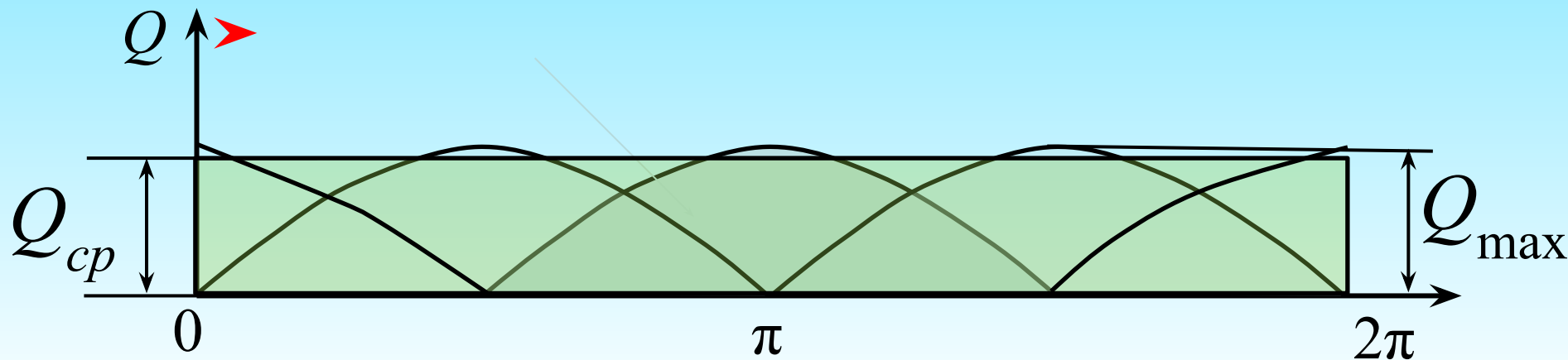
$$m = \frac{Q_{max}}{Q_{cp}} = \frac{\frac{F \cdot S \cdot \pi \cdot n}{60}}{\frac{F \cdot S \cdot n}{60}} = \pi = 3,14$$

Поршневые насосы

Насос двойного действия



Трехцилиндровый насос одинарного действия



Поршневые насосы

| Коэффициент неравномерности подачи | m |
|---|----------|
| Одноцилиндровый насос одинарного действия | 3,14 |
| Одноцилиндровый насос двойного действия | 1,57 |
| Двухцилиндровый насос двойного действия | 1,1 |
| Трехцилиндровый насос одинарного действия | 1,047 |
| Пятицилиндровый насос одинарного действия | 1,021 |