

Балаковский институт техники, технологии и управления
Факультет инженерно-строительный
Кафедра управления и информатики в технических системах

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

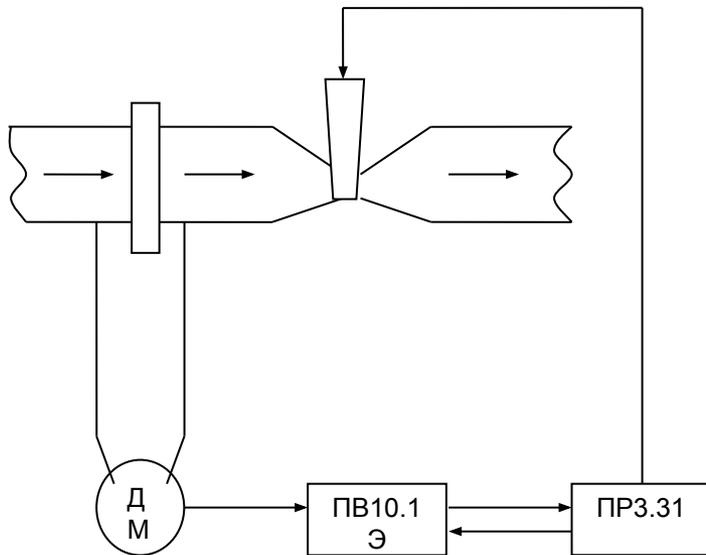
по дисциплине:
ЭЛЕМЕНТЫ И УСТРОЙСТВА СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ
Тема: Система стабилизации расхода неагрессивной среды

Выполнили: ст. гр. УИТ –41
Горбатова Е.П.
Богданова Г.А.
Мосницкий В.В.
Принял: доцент каф. УИТ
Виштак О.В.

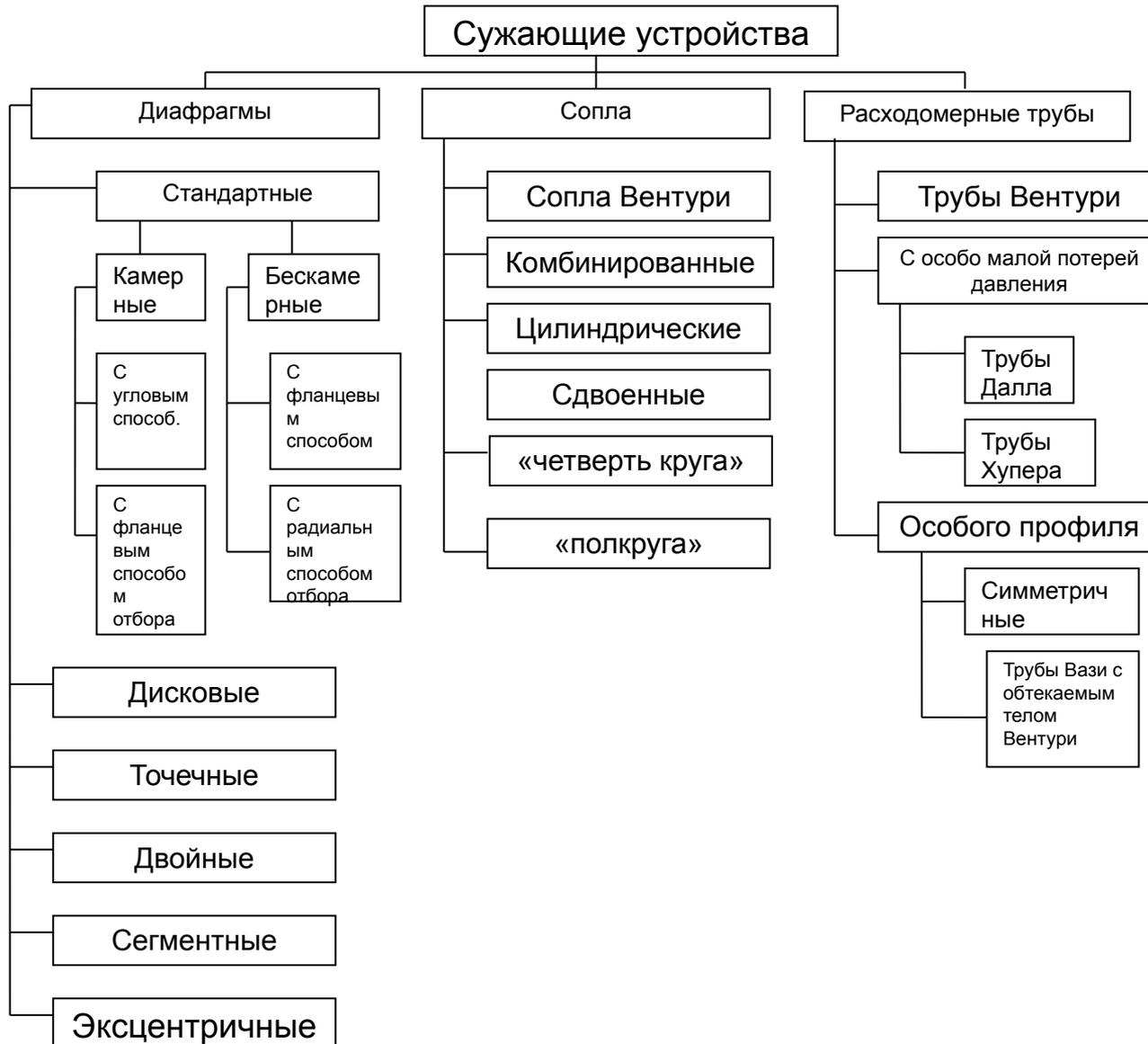
2004

СИСТЕМА СТАБИЛИЗАЦИИ РАСХОДА НЕАГРЕССИВНОЙ СРЕДЫ

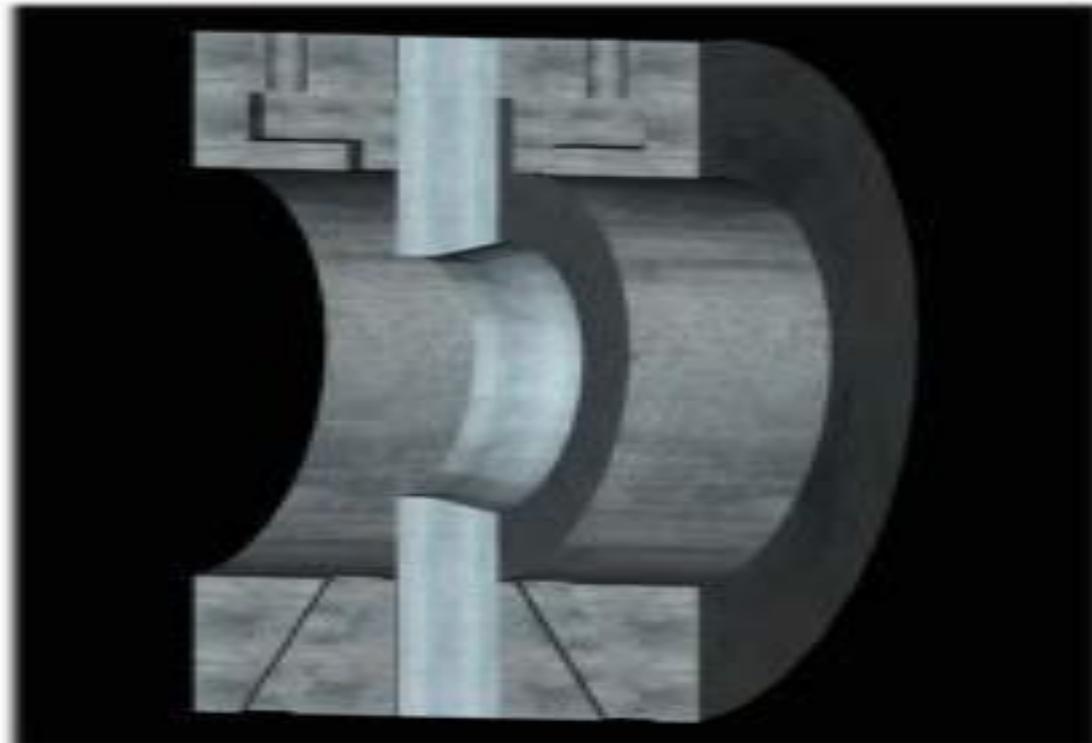
ДК – диафрагма камерная;
ДМ – дифманометр мембранный;
ПВ10.1Э – пневматический прибор
контроля;
ПР3.31 – регулятор;
ИО – исполнительный орган
(регулирующий клапан).



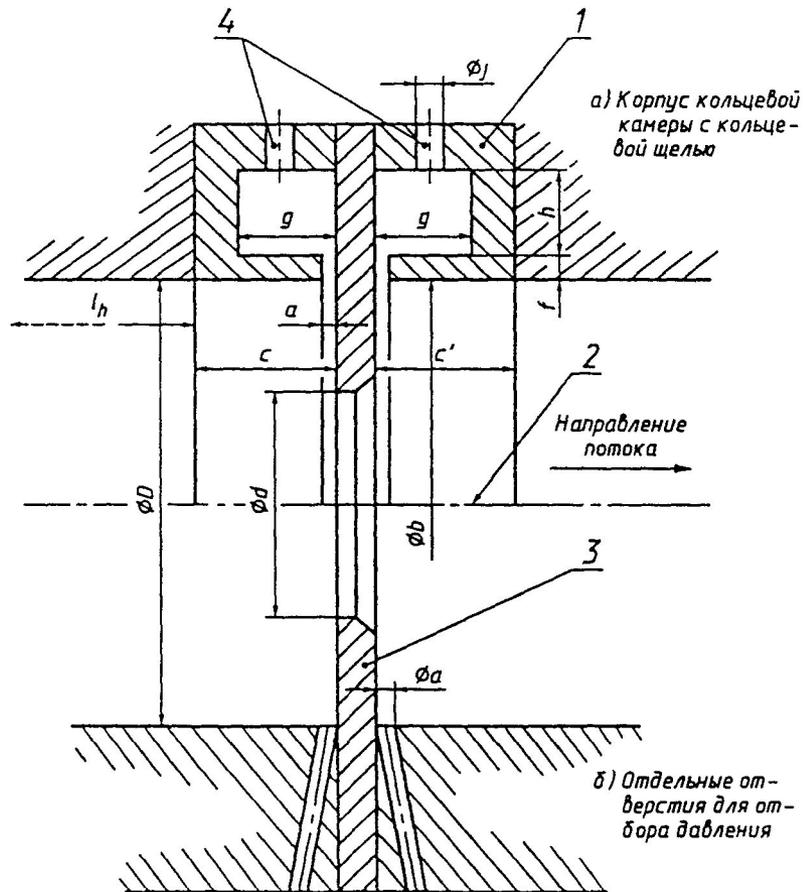
Классификация сужающих устройств



Внешний вид стандартной диафрагмы в разрезе



Конструкция камерной диафрагмы с угловым способом отбора



1. Корпус кольцевой камеры
2. Ось диска диафрагмы
3. Диск диафрагмы
4. Отверстия для отбора давления

Расчет камерной диафрагмы

Относительная площадь СУ

$$m_1 = \frac{(m\alpha)_1}{\alpha_1}$$

где $(m\alpha)_1$ – вспомогательная величина
 α_1 – коэффициент расхода диафрагмы

Вспомогательная величина:

$$(m\alpha)_1 = \frac{C}{\varepsilon \sqrt{\Delta p_H}}$$

где C – коэффициент истечения
 ε – приближенное значение коэффициента расширения газа
 Δp_H – предельный номинальный перепад давления дифманометра

Диаметр отверстия диафрагмы

$$d_{20} = \frac{D_{20} \sqrt{m_1}}{K_1}$$

D_{20} – внутренний диаметр трубопровода перед диафрагмой
 K_1 – поправочный множитель на тепловое расширение материала диафрагмы

Минимально допустимое число Рейнольдса для $0.05 \leq m \leq 0.20$

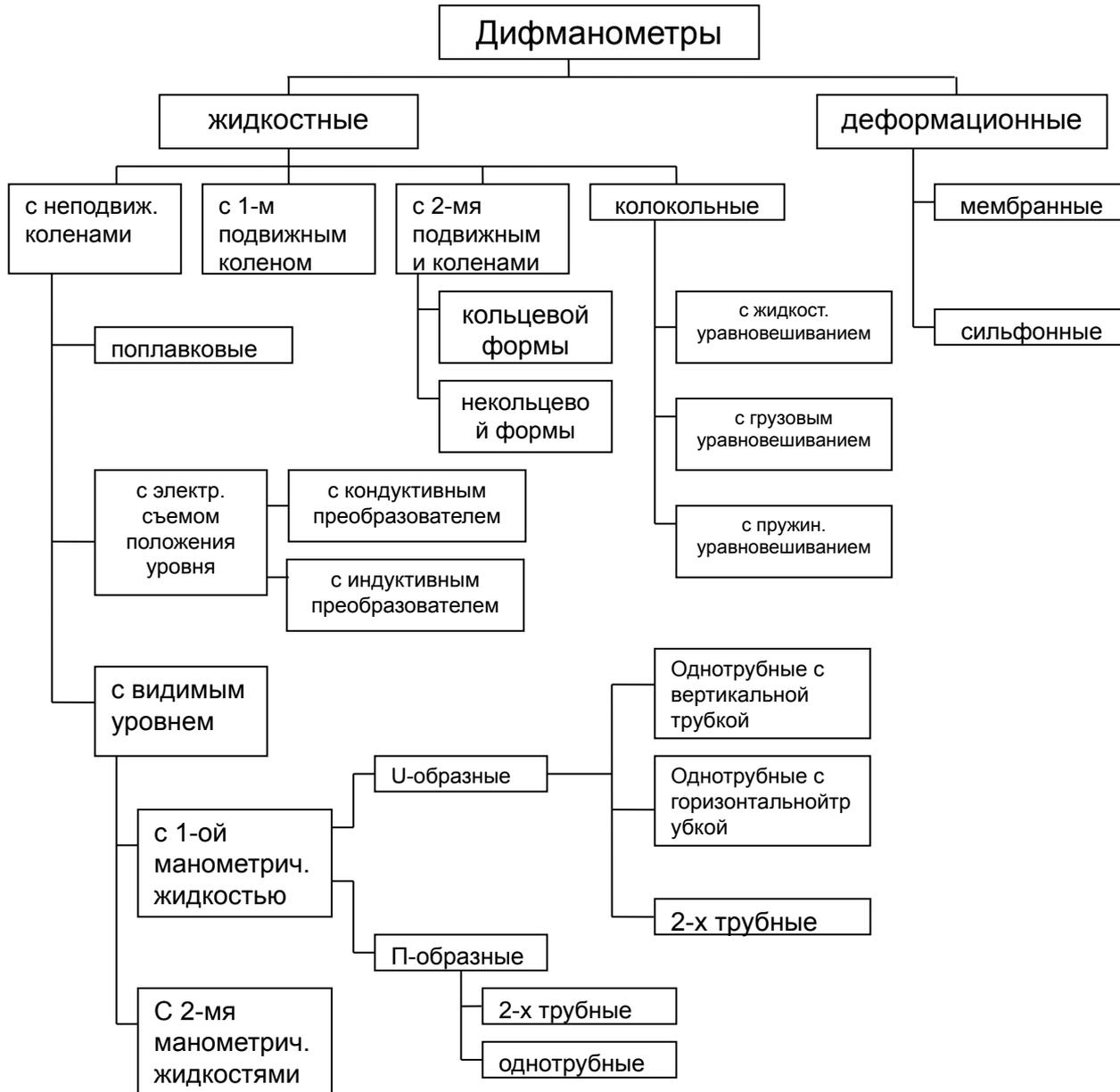
$$Re_{\min} = 5000$$

Объемный расход газа, соответствующий минимальному перепаду давления дифманометра

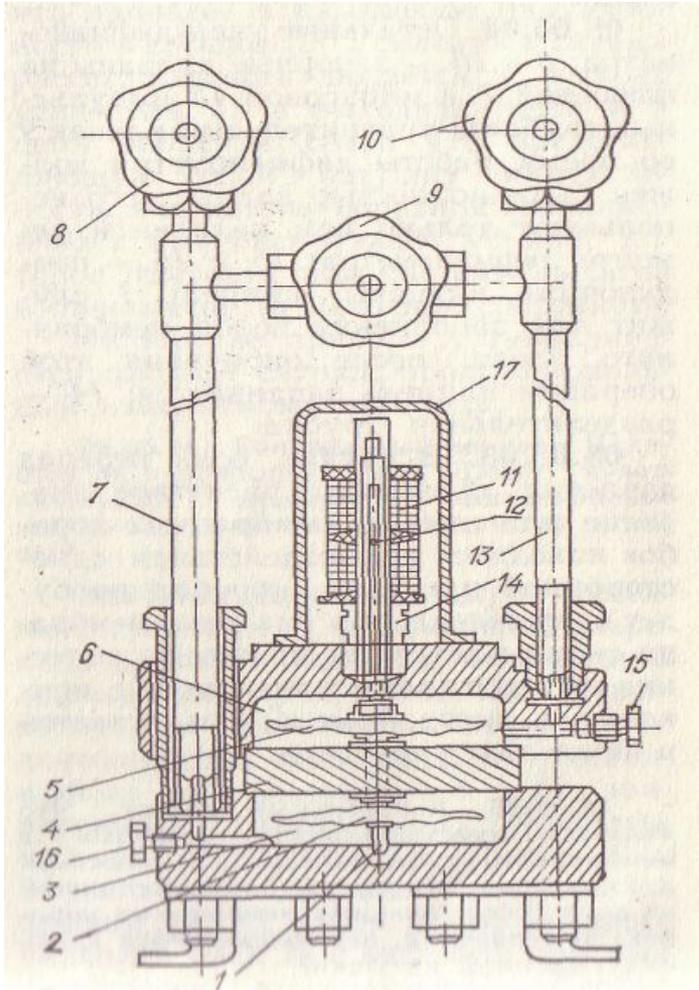
$$Q_{\text{ном.пр.}} = 0,2109 \alpha_2 \varepsilon_1 K_t^2 d_{20}^2 \cdot \sqrt{\frac{p \cdot \Delta p}{\rho_{\text{ном}} T K}}$$

где p – абсолютное давление газа перед диафрагмой
 $\rho_{\text{ном}}$ – плотность газа при нормальных условиях
 T – температура газа перед диафрагмой
 K – коэффициент сжимаемости газа

Классификация дифманометров



Конструкция мембранного дифманометра



- 1 - ниппель
- 2, 5 – мембранные коробки
- 3 – нижняя камера
- 4 – подушка
- 6 – верхняя камера
- 7 – плюсовая импульсная трубка
- 8, 10 – запорные клапаны
- 9 – уравнивательный клапан
- 11 – дифференциальный трансформатор
- 12 – сердечник
- 13 – минусовая импульсная трубка
- 14 – разделительная трубка
- 15, 16 – продувочные клапаны
- 17 – корпус трансформатора

Расчет мембранного дифманометра

Уравнение расчета деформации в центре мембраны (ее прогиб):

$$\frac{pR^4}{E\delta^4} = a \frac{x}{\delta} + b \frac{x^3}{\delta^3}$$

где x - прогиб центра мембраны, см;
 p - измеряемое давление, кгс/см²;
 R - радиус мембраны, см;
 δ - толщина мембраны, см;
 E - модуль упругости, кгс/см²;
 a, b - коэффициенты, зависящие от формы профиля мембраны.

$$a = \frac{2(3+\alpha)(1+\alpha)}{2k_1 \left(1 - \frac{\mu^2}{\alpha}\right)}$$

где коэффициент Пуассона ($\mu = 0.3$ для металлов);

$$\alpha = \sqrt{k_1 k_2}.$$

$$b = \frac{32k_1}{\alpha^2 - 9} \left(\frac{1}{6} - \frac{3 - \mu}{(\alpha - \mu)(\alpha + 3)} \right)$$

Уравнение деформации в любой точке мембраны:

$$z = \frac{3}{16} (1 - \mu^2) \frac{p}{E} \cdot \frac{(R^2 - r^2)^4}{\delta^3}$$

где r - расстояние от центра мембраны до точки.

Радиальная деформация:

$$\varepsilon_1 = \frac{3}{8}(1-\mu^2) \frac{p}{E} \cdot \frac{R^2 - 3r^2}{\delta^2}.$$

Тангенциальная деформация:

$$\varepsilon_2 = \frac{3}{8}(1-\mu^2) \cdot \frac{p}{E} \frac{(R^2 - r^2)}{\delta^2}.$$

Развиваемое усилие, создаваемое мембраной, равно:

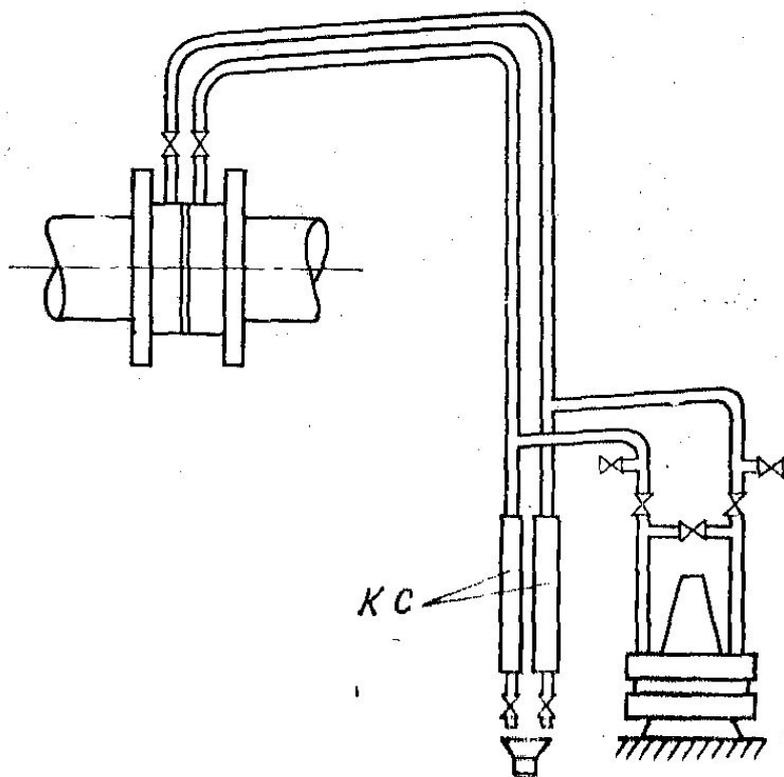
$$P_n = S \cdot p$$

где p - измеряемое давление, действующее на мембрану,
 S - активная площадь мембраны.

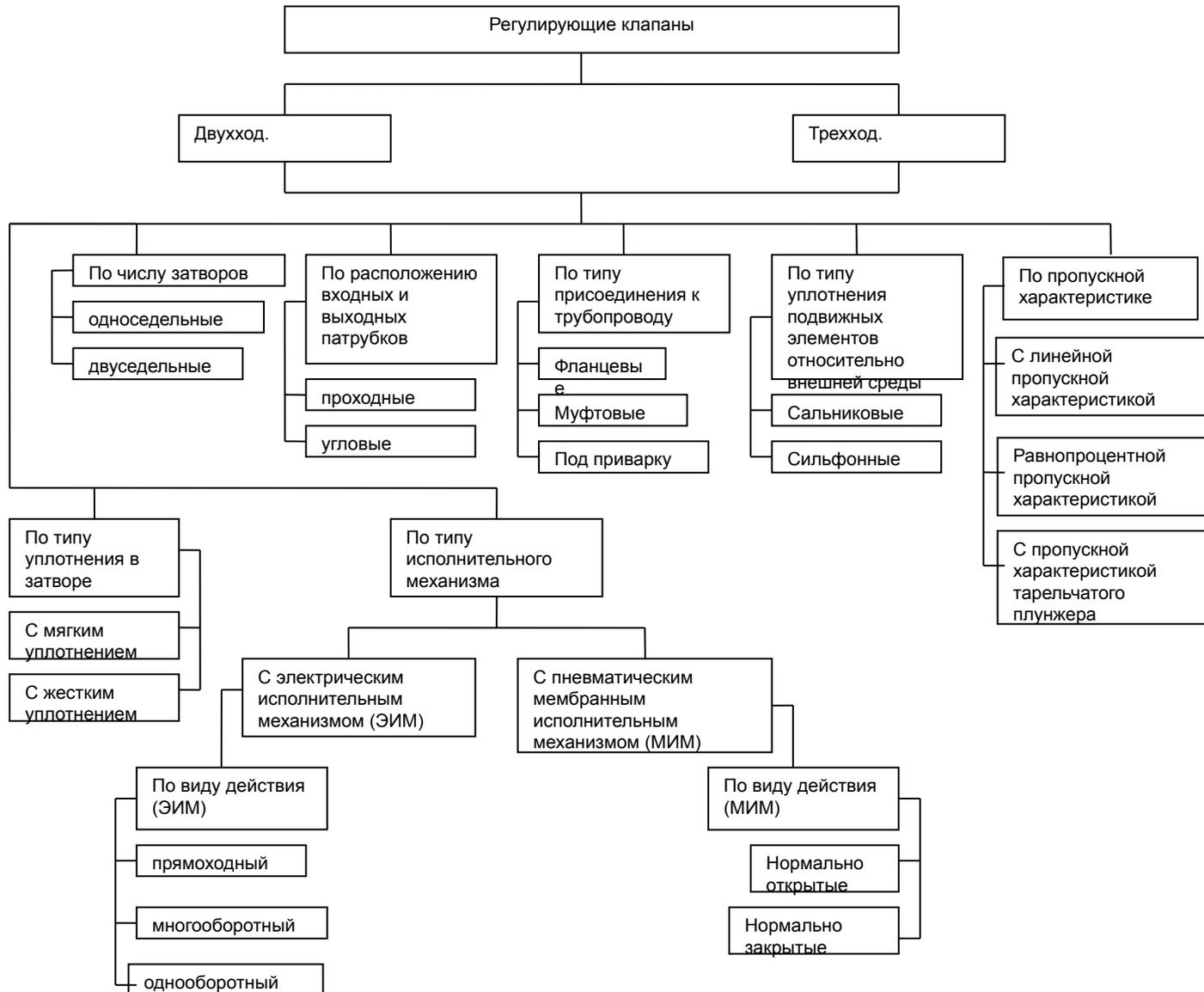
$$S = \frac{\pi}{3} \left[\left(\frac{D}{2} \right)^2 + D^2 + \left(\frac{d}{2} \right)^2 \right]$$

где D - наружный диаметр мембраны,
 d - диаметр негофрированной части мембраны.

Модернизация дифманометра



Классификация регулирующих клапанов



Расчет регулирующего клапана

Определение перепада давлений на регулирующем клапане при максимальной скорости потока:

$$\Delta P_k = P_H - P_X - \Delta P_{T\max} + H_0 \cdot \rho \cdot g$$

Расход через дроссель любой конструкции определяется по формуле истечения через малые

отверстия и щели:

$$Q := \mu \cdot s \cdot \sqrt{\frac{2\Delta P}{\rho}}$$

Определение расчётного значения условной пропускной способности регулирующего клапана:

$$K_{vy} = \eta \cdot Q_{\max} \cdot 10 \sqrt{\frac{\rho}{\Delta P_X}}$$

Определение пропускной способности трубопроводной сети:

$$K_{vT} = Q_{\max} \cdot 10 \sqrt{\frac{\rho}{\Delta P_{T\max}}}$$

Определение гидравлического модуля системы:

$$z = \frac{K_{vy}}{K_{vT}}$$

Определяем площади проходных сечений в зависимости от степени открытия:

$F_i = m_i \cdot F_c$, где F_c – площадь проходного сечения клапана

Определяется профиль плунжера. Для этого вычисляется ширина окна в зависимости от открытия клапана:

$$X_i = \frac{2(F_i - F_{i-1})}{a \cdot c} - X_{i-1}$$

Конструкция насоса

- 1 – входной патрубок;
- 2 – рабочее колесо;
- 3 – фланец электродвигателя;
- 4 – электродвигатель;
- 5 – напорный патрубок;