

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное  
Образовательное учреждение высшего образования  
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

Факультет «Машиностроительных и химических технологий»

Кафедра «Машины и аппараты химических производств»

## РАСЧЁТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА

По дисциплине «Промышленная безопасность нефтеперерабатывающих  
производств»

Тема: расчет предохранительного клапана

Вариант задания №2

Студент гр. 9ОН63а-1

В.А. Барташ

Преподаватель

А.Н. Козлита

## Содержание

Введение.....	4
Расчетная часть.....	5
Список использованных источников.....	9

# Исходные данные для расчета предохранительных устройств

№ варианта	Давление в аппарате, МПа	Температура, град,С	Максимальная производительность/расход, кг/час	Рабочая среда
2	0.1	300	70	бензол

## Введение

**Предохранительный клапан** — трубопроводная арматура, предназначенная для защиты от механического разрушения оборудования и трубопроводов избыточным давлением, путём автоматического выпуска избытка жидкой, паро- и газообразной среды из систем и сосудов с давлением сверх установленного. Клапан также должен обеспечивать прекращение сброса среды при восстановлении рабочего давления. Предохранительный клапан является арматурой *прямого действия*, работающей непосредственно от рабочей среды, наряду с большинством конструкций защитной арматуры и регуляторами давления прямого действия.

Опасное избыточное давление может возникнуть в системе как в результате сторонних факторов (неправильная работа оборудования, передача тепла от сторонних источников, неправильно собранная тепломеханическая схема и т. д.), так и в результате внутренних физических процессов, обусловленных неким исходным событием, не предусмотренным нормальной эксплуатацией. **ПК** устанавливаются везде, где может это произойти, то есть практически на любом оборудовании, но в особенности они важны в сфере эксплуатации промышленных и бытовых сосудов, работающих под давлением.

## 1. Расчетная часть

Порядок расчета

1. Выбрать тип предохранительного клапана в зависимости от технологических требований, расчетного давления, температуры и характеристики среды.
2. Определить высоту подъема клапана.
3. Рассчитать количество предохранительных клапанов.
4. Определить пропускную способность клапана с учетом запаса в зависимости от избыточного рабочего давления.

По ГОСТ 12.2.085-2017 находим максимальное допустимое давление в аппарате при срабатывании предохранительного клапана, используем для этого формулу

$$P_{по} = 1,15p_n = 1,15 \cdot 1,0 = 1,15 \quad (1.1)$$

Далее рассчитываем плотность среды

$$P_t = 120,27 * \frac{M * P_{cp}}{T_p + 273} \quad (1.2)$$

где  $P_t$  – плотность парогазовой среды в аппарате, кг/м<sup>3</sup> ;

$T_p$  – рабочая температура среды в аппарате, °С;

$P_{cp}$  – абсолютное давление срабатывания клапана, Мпа.

$$P_t = 120,27 * \frac{78,11 * 1,15}{70 + 273} = 31,5$$

Находим абсолютное давление внутри емкости с бензолом, МПа

$$P_{вх}/P_c \quad (1.3)$$

$$0,1 / 1,15 = 0,087$$

где  $P_{вх}$  – 0,1 Мпа – избыточное давление среды в отводящем трубопроводе, Мпа.

$$B = f(P_{вх.и}/P_{ср.и}; K) \quad (1.4)$$

$$B = 706,5 * (0,1/1,15 * 1,1) = 0,675$$

Где  $K$  = показатель адиабаты, для бензола  $K=1,1$

$f$  – Площадь проходного сечения седла ПК в зависимости от условного диаметра, принимаем  $f = 706,5 \text{ мм}^2$  (СППК4)

Определяем необходимую площадь проходного сечения предохранительного клапана при максимальной производительности аппарата по парогазовой среде (или притоке в аппарат среда) во время аварийной ситуации:

$$F = \frac{7,142 \cdot 10^{-4} G_{max}}{\varphi B \sqrt{P_{cp} - P_{вх}} P_t} \quad (1.5)$$

где F – площадь проходного сечения клапана, м<sup>2</sup>;

G<sub>max</sub> – максимальная производительность аппарата по парогазовой среде, кг/с

φ – коэффициент расхода среды через клапан (величина φ приводится в паспорте клапана и для полноподъемных клапанов типа ППК и СППК составляет в среднем 0,16 – 0,17)

$$F = \frac{7,142 \cdot 10^{-4} \cdot 70}{0,17 \cdot 0,675 \sqrt{(1,15 - 0,1) \cdot 31,5}} = 0,07 \text{ м}^2$$

Далее сравниваем найденную площадь проходного сечения F с фактической площадью проходного сечения F<sub>к</sub> предохранительного клапана, установленного на аппарате:

$$F_k = 0,785 \cdot d_c^2 \quad (1.6)$$

где d<sub>c</sub> – диаметр сопла предохранительного клапана, м; численные значения диаметров сопел и соответствующие внутренние диаметры отводящих патрубков приведены в таблице:

$$F_k = 0,785 \cdot 0,07^2 = 0,03 \text{ м}^2$$

По табличным данным принимаем

диаметр сопла, м = 0,03

Диаметр отводящего патрубка, м = 0,08

Высоту подъема клапана определяем по формуле:

$$H = h/d, \quad (1.7)$$

где  $h$  – высота подъема клапана, см;

$d$  – внутренний диаметр тарелки клапана, см:  $2,5 \leq d \leq 12,5$ . При  $H \leq 0,05$  клапан считают малоподъемным, при  $0,05 \leq H \leq 0,25$  – полноподъемным.

Принимаем для нашего клапана средние значения  $d = 7,5$ ,  $H = 0,15$

$$h = H * d$$

$$h = 0,15 * 7,5 = 1,125 \text{ см}$$

Количество предохранительных клапанов рассчитывают по формуле

$$n = \frac{kG_k}{p d h} \quad (1.8)$$

где  $k$  – коэффициент, для полноподъемных – 0,015;

$G_k$  – производительность при максимальной нагрузке, кг/ч;

$p$  – абсолютное давление, МПа.

$$n = \frac{0,015 * 70}{1 * 7,5 * 1,125} = 1,2$$

На котлах паропроизводительностью, меньшей или равной 100 кг/ч, допускается установка одного предохранительного клапана

Пропускную способность предохранительных клапанов для газов и паров, кг/ч, рассчитывают по формуле

$$G = 216 p a \sqrt{\frac{M}{T}} \quad (1.9)$$

где  $p$  – давление под клапаном, Па (максимальное давление под клапаном должно быть не более 1,1 расчетного);

$a$  – площадь сечения клапана, см<sup>2</sup> ;

$M$  – молекулярная масса газов или паров;

$T$  – абсолютное значение температуры, К.

$$G = 216 * 1,0 * 0,03 \sqrt{\frac{78,11}{573,15}} = 2400$$

Соответственно этим значениям подбираем предохранительные клапан близкий по параметрам к расчетным: 17с14нж (СППК4-50-16).

Обозначение изделия	Таблица фигур	Материал корпуса	DN,мм вх/вых	PN, кгс/см2 вх/вых	dc, мм	Fc, мм2	$\alpha_1$	$\alpha_2$	H
СППК4 50-16 нж	17нж13нж	12Х18Н9ТЛ	50/80	16/6	30	706	0,6	0,3	555

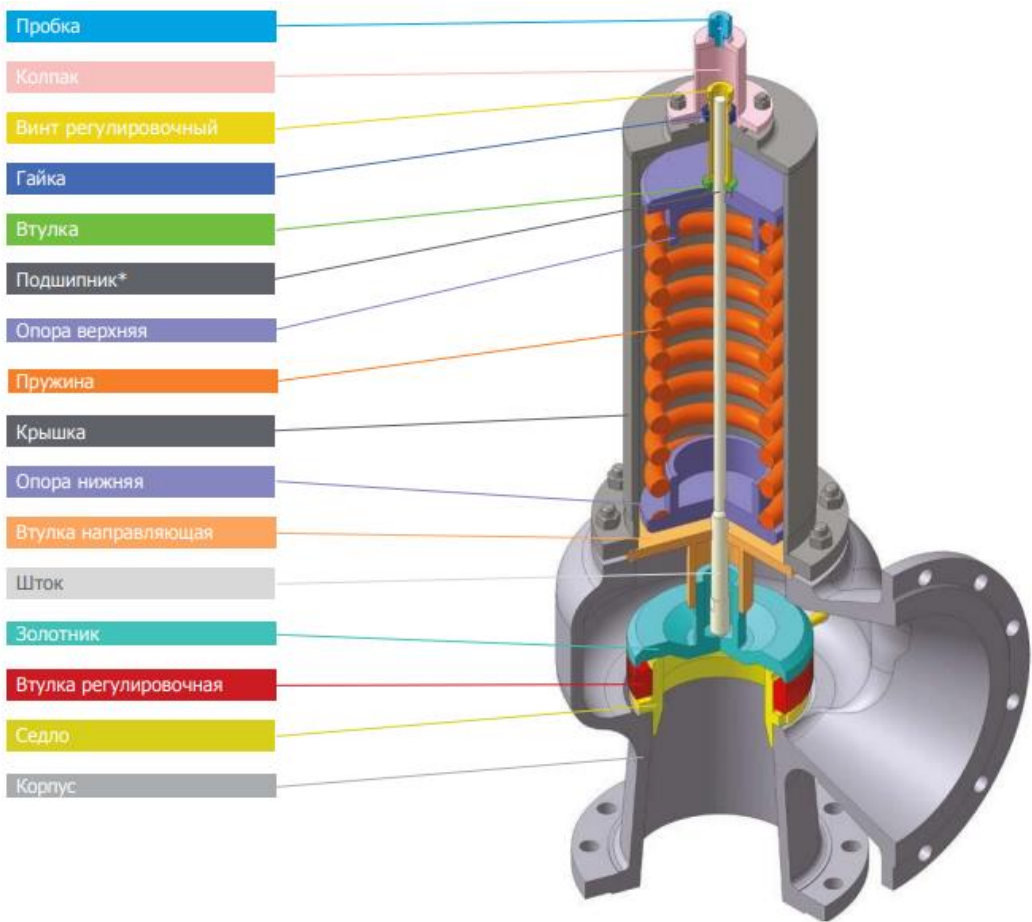


Рисунок 1

Зд – модель клапана предохранительного



## **Список использованных источников**

- 1 Инженерные расчеты по охране труда и технической безопасности : учеб.-метод. пособие для студентов химикотехнологических специальностей / Б. Р. Ладик [и др.]. – Минск: БГТУ, 2007. – 86 с.
- 2 Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под П 68 давлением (П Б 03-576—03). Серия 03. Выпуск 24 / Колл.авт. — М.: Научно-технический центр по безопасности в промышленности, 2008. — 188 с.
- 3 Смирнов Г.Г., Толчинский А.Р., Кондратьева Т.Ф. Конструирование безопасных аппаратов для химических и нефтехимических производств. Л.: Машиностроение, 1988.
- 4 Пожарная безопасность технологических процессов: сборник задач по разд. «Анализ пожарной опасности и защиты технологических процессов производств» / авторы-составители В.П. Артемьев, В.А. Осяев. – Минск: КИИ МЧС Респ. Беларусь, 2007. – 81 с.