

Вторичные энергетические ресурсы

Сухоцкий Альберт Борисович

Использование теплоты отработанного пара

Эффективное использование тепла
конденсации пара

Отработанный пар это пар прошедший через технологическое оборудование (например, кузнечно-прессовое или автоклав) и имеющий давление 0,20–0,25 МПа.

В общем случае существуют три основные направления использования отработанного пара:

- для теплоснабжения,
- для выработки электроэнергии,
- для выработки электроэнергии и теплоснабжения.

В большинстве случаев отработавший пар имеет

- низкое давление,
- загрязнен химическими и механическими примесями,
- при переменных нагрузках производственных агрегатов образуются прерывистые потоки пара.

Теплоснабжение отработанным паром

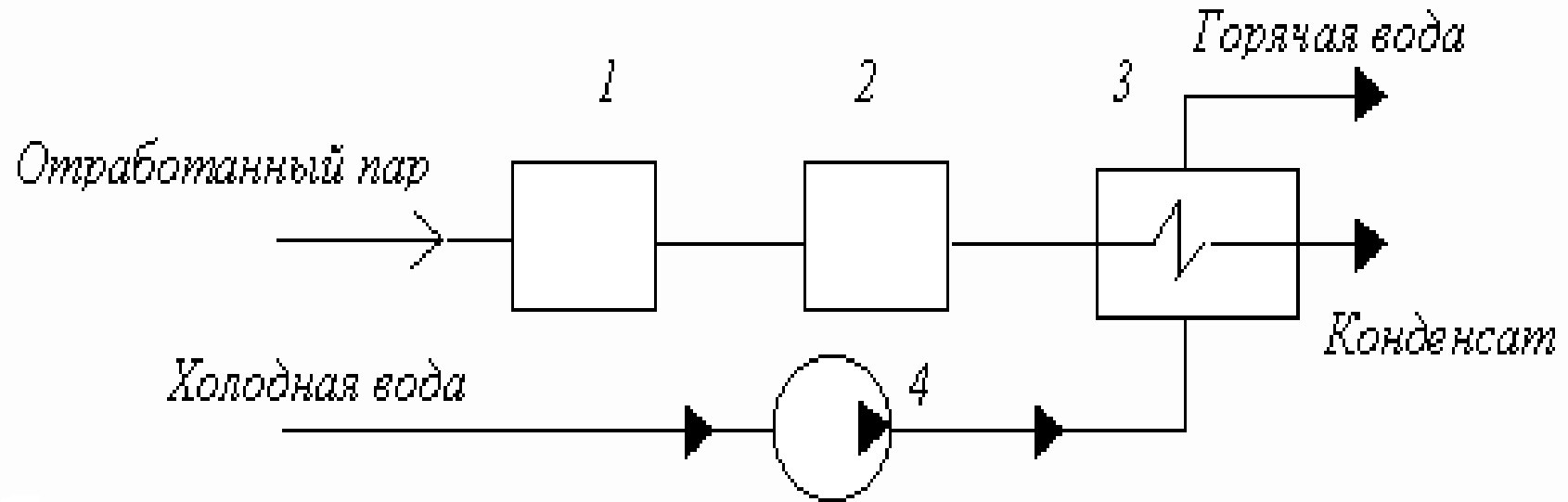


Рис.37. Схема использования отработанного пара в поверхностном подогревателе:
1 – набивко-и маслоуловители; 2 – аккумулятор;
3 – поверхностный теплообменник; 4 – питательный насос

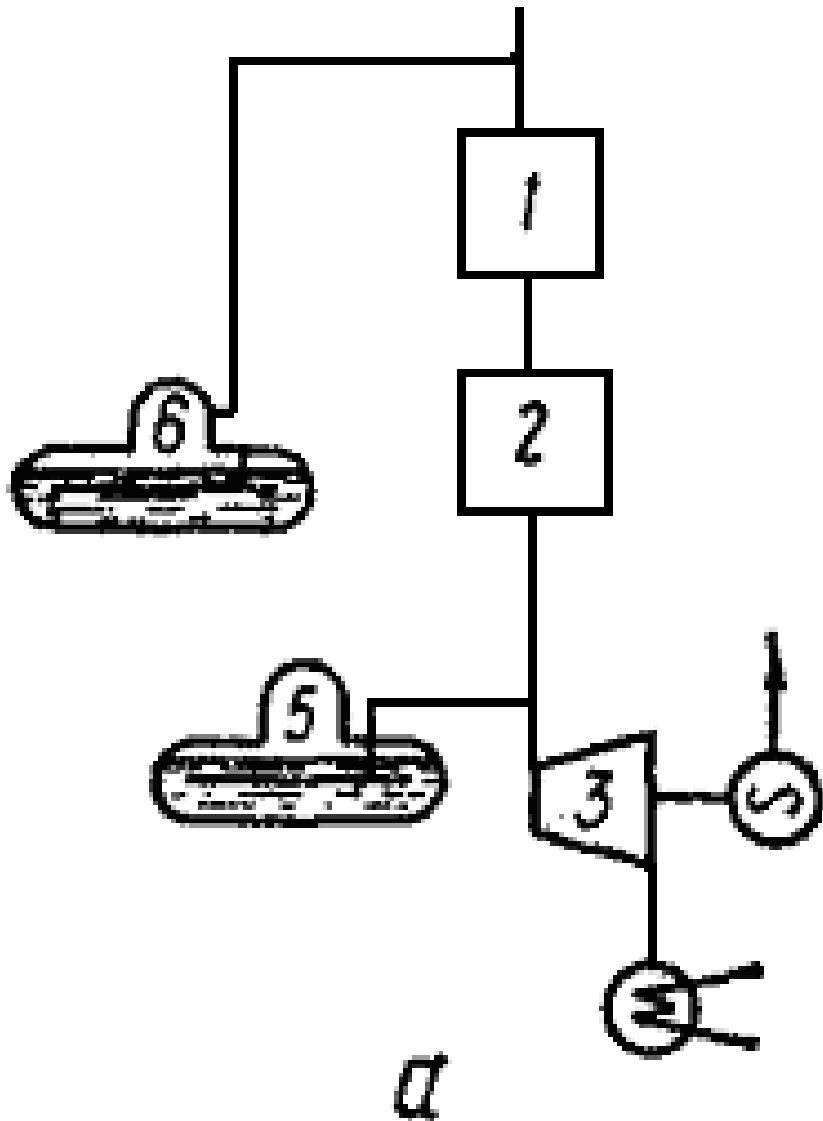
При значительных колебаниях расхода вторичного пара предусматривают установку пароводяных аккумуляторов.

Выработка электроэнергии

Отработавший пар для выработки электроэнергии может использоваться в

- турбинах мятого пара,
- турбинах двойного давления.

Схема с турбиной мятого пара



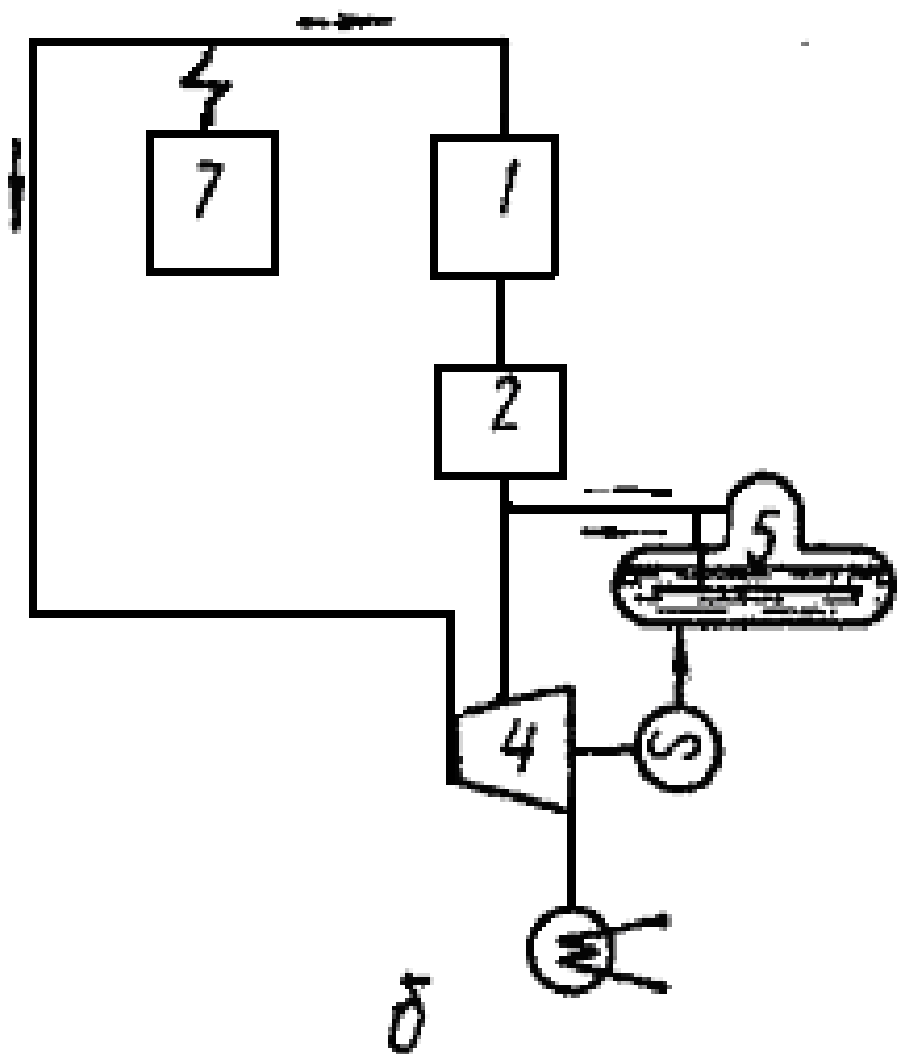
1 – производственный агрегат;

2 – пароочиститель;

3 – турбина мятого пара;

5, 6 – тепловые аккумуляторы.

Схема с турбиной двойного давления



1 – производственный агрегат;

2 – пароочиститель;

4 – турбина двойного давления;

5 – тепловые аккумуляторы;

7 – котел

Эффективное использование тепла конденсации пара

При неполной конденсации греющего пара в конденсаторе или вскипании конденсата образуется пролетный пар, который нежелателен по следующим причинам:

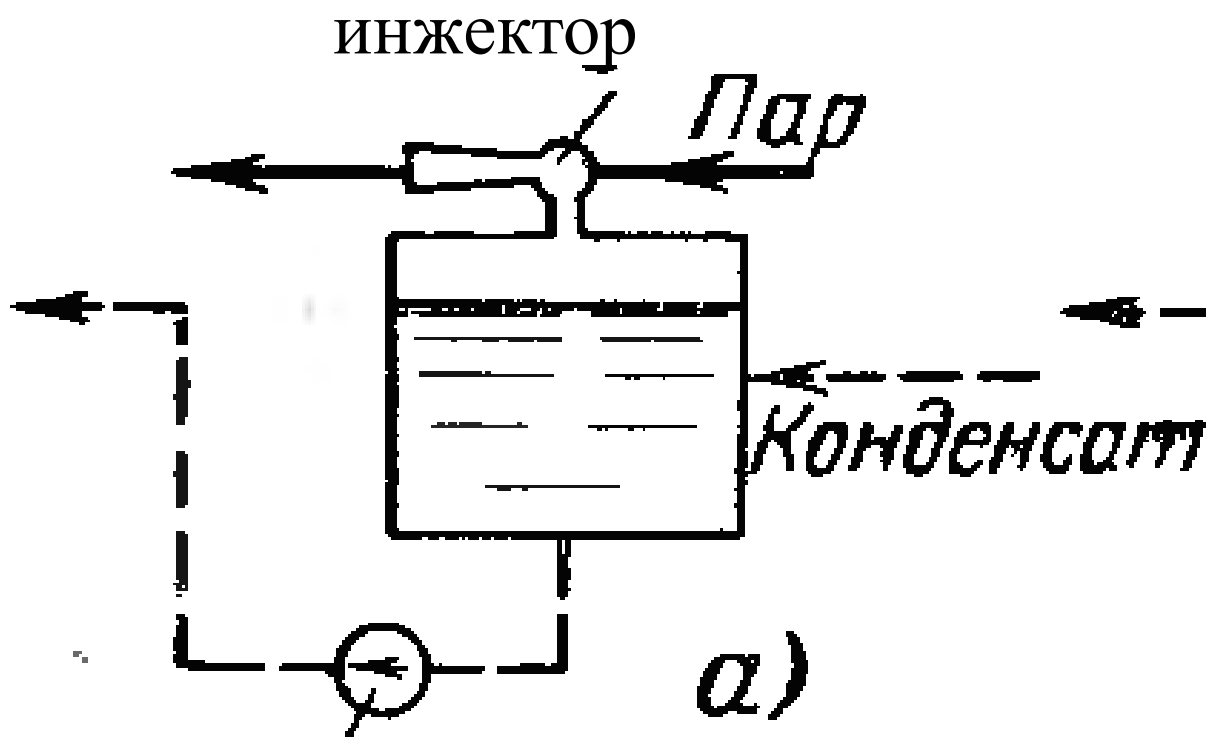
- повышает потери тепла,
- увеличивает гидравлическое сопротивление теплообменника.

При температуре кипения 140°C и образовании 1% пролетного пара от массы конденсата, объем пара будет в 17,3 раза больше объема конденсата.

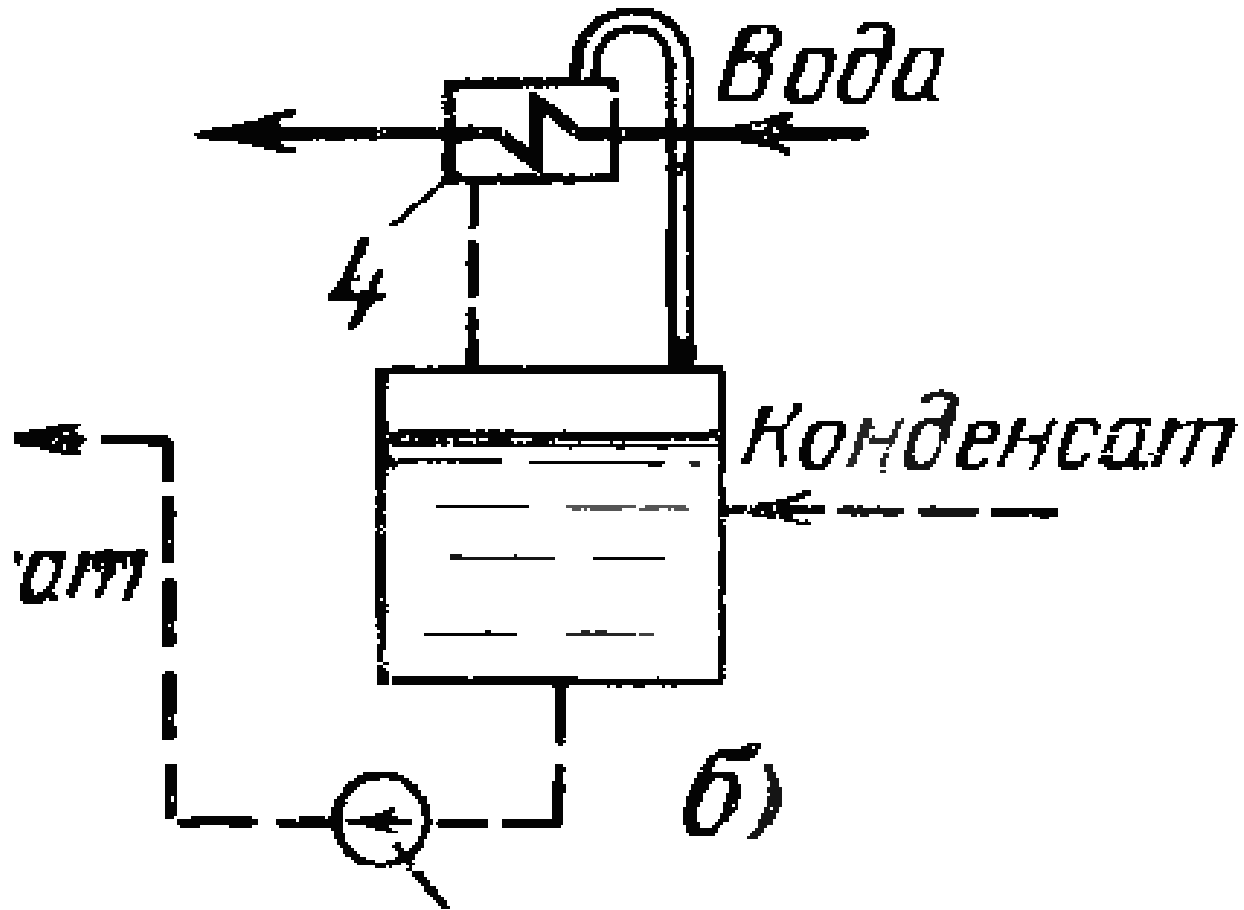
Использование тепла конденсата

Существует несколько схем эффективного использования тепла конденсата:

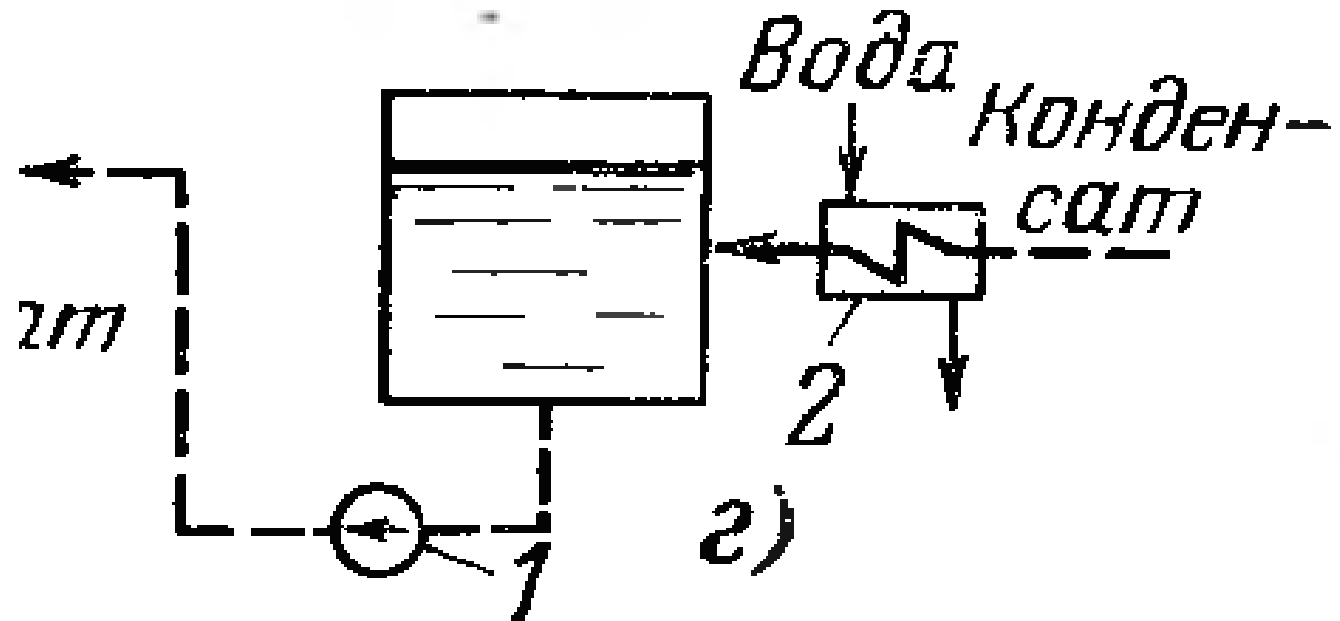
1. Использование тепла вторичного пара



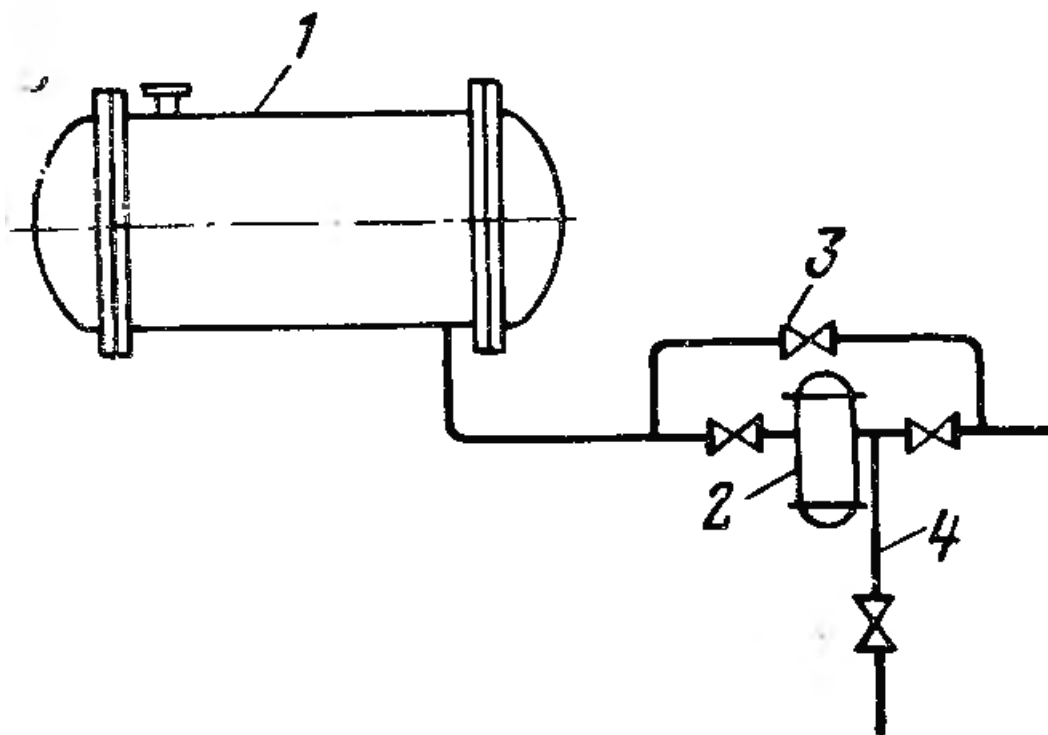
2. Закрытый бак с конденсатором



3. Охладитель конденсата



4. Установка конденсатоотводчика



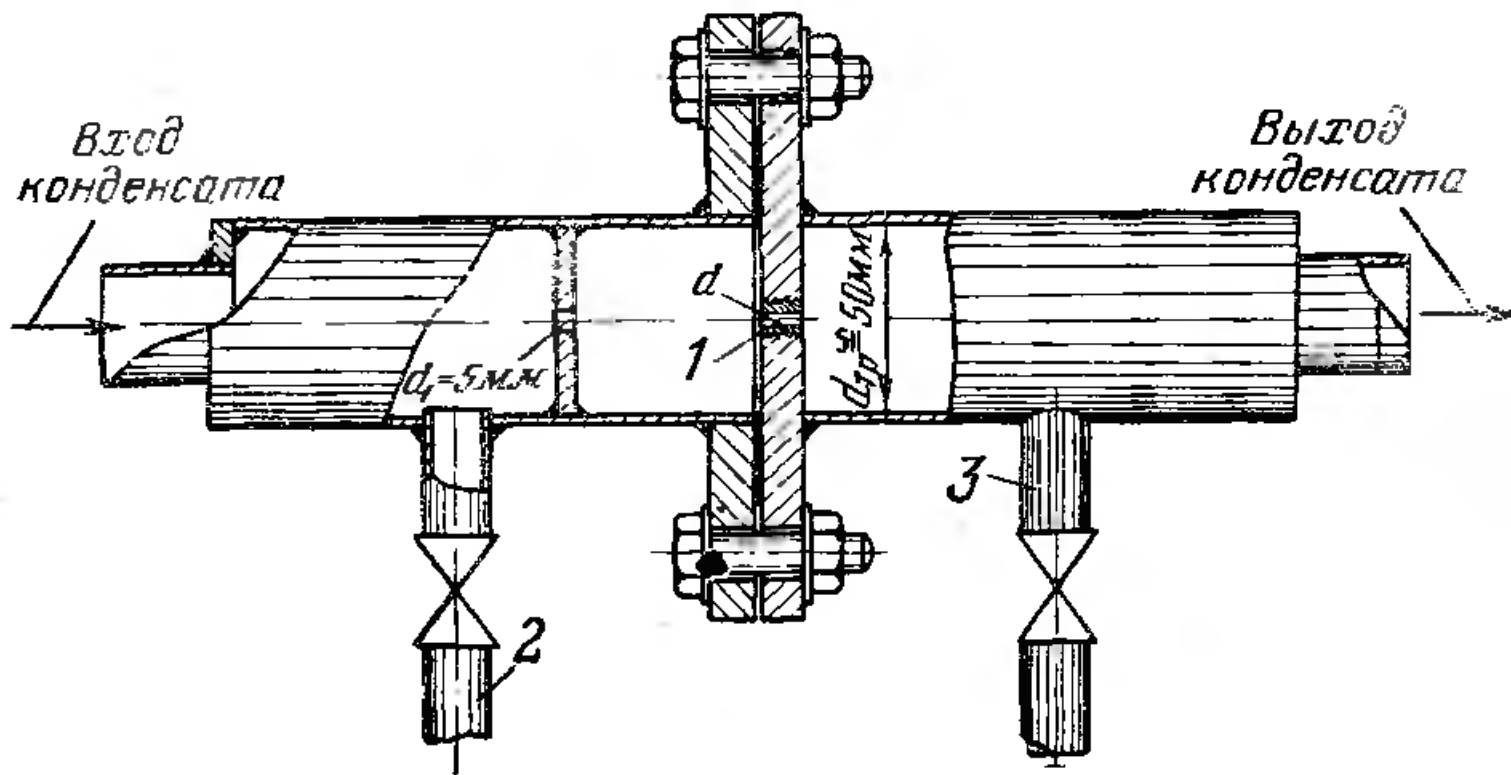
Конденсатоотводчики

Конденсатоотводчики предназначены для обеспечения полной конденсации греющего пара в конденсаторе, т.е. исключения в конденсате пролетного пара.

Типы конденсатоотводчиков:

1. Подпорная шайба (при невысоких давлениях до 0,3 МПа).
2. Термостатический конденсатоотводчик.
3. Поплавковый конденсатоотводчик.

Подпорная шайба.



Расход воды через диафрагму

$$G = S \mu \sqrt{2 \Delta p \cdot \rho} = 1,11 \mu d^2 \sqrt{\Delta p \cdot \rho}$$

Расход пара составляет 3-5% от расхода конденсата.

Достоинство – простота и надежность.

Недостатки:

1. Не возможно полностью исключить пролетный пар,
2. Добавочные гидравлические сопротивления.

Диаметр отверстия подпорной шайбы конденсатоотводчика с гидросопротивлением подбирается по формуле

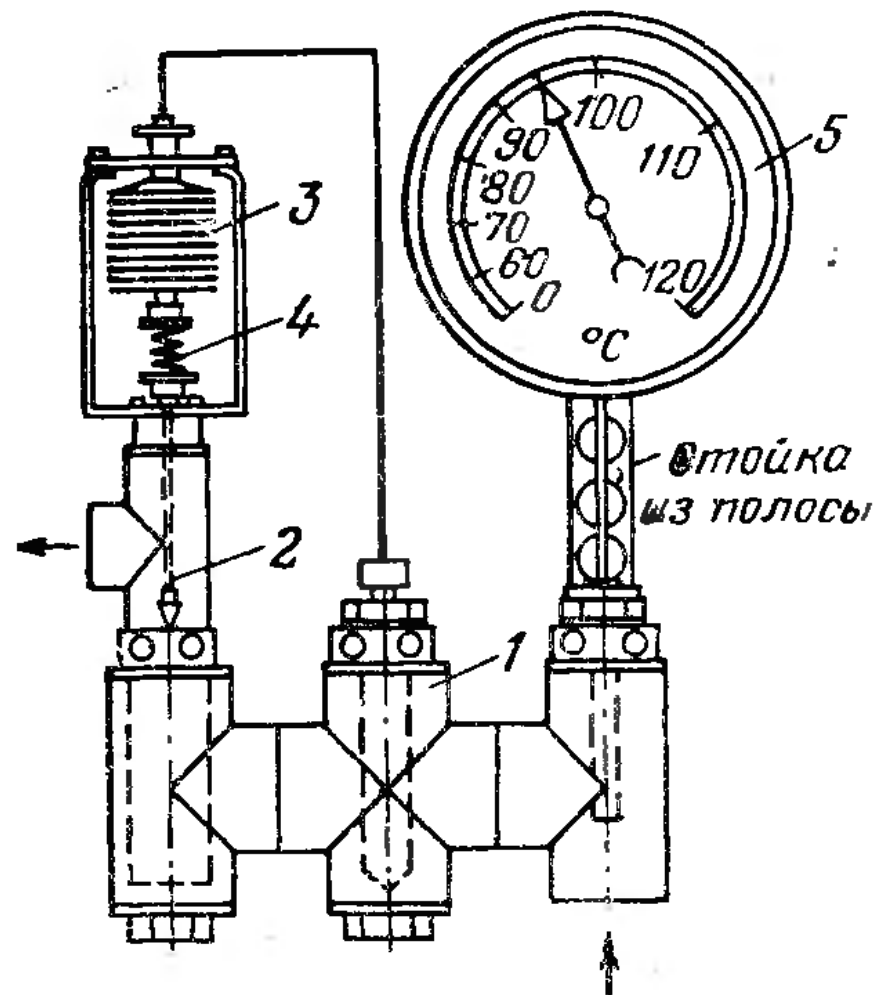
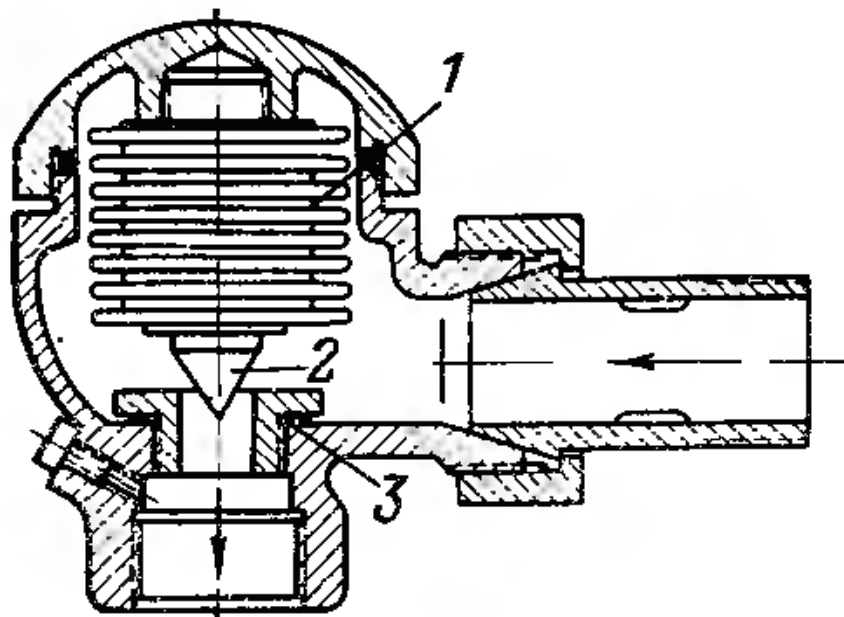
$$d_k = 52,4 \left(m_p / (p_1 - p_2) \right)^{0,25}$$

где m_p – расчетный расход конденсата, кг/с;

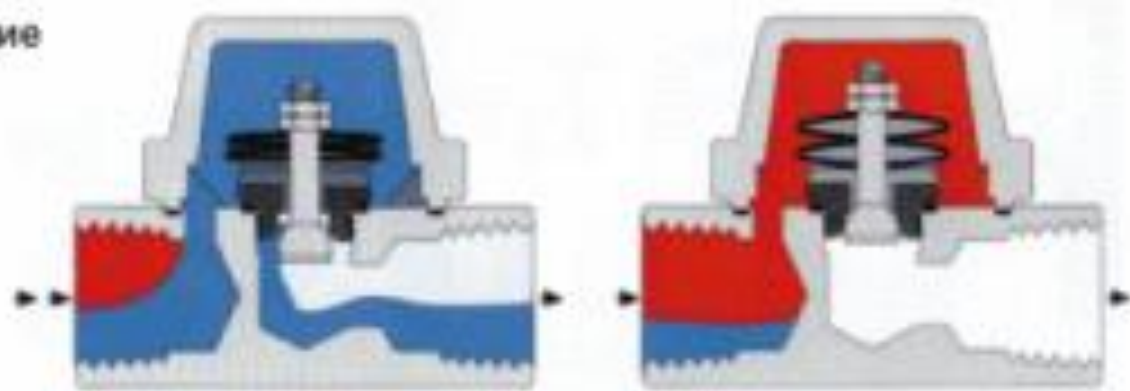
p_1 и p_2 – давление до и после конденсатоотводчика, Па.

Термостатические конденсатоотводчики.

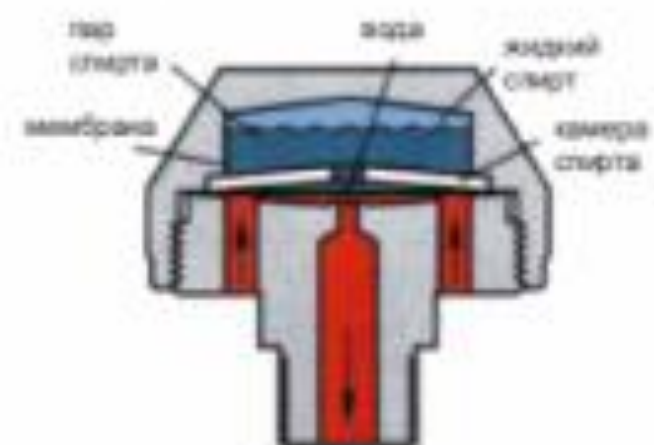
Термостатические конденсатоотводчики делятся на сильфонные и игольчатые.



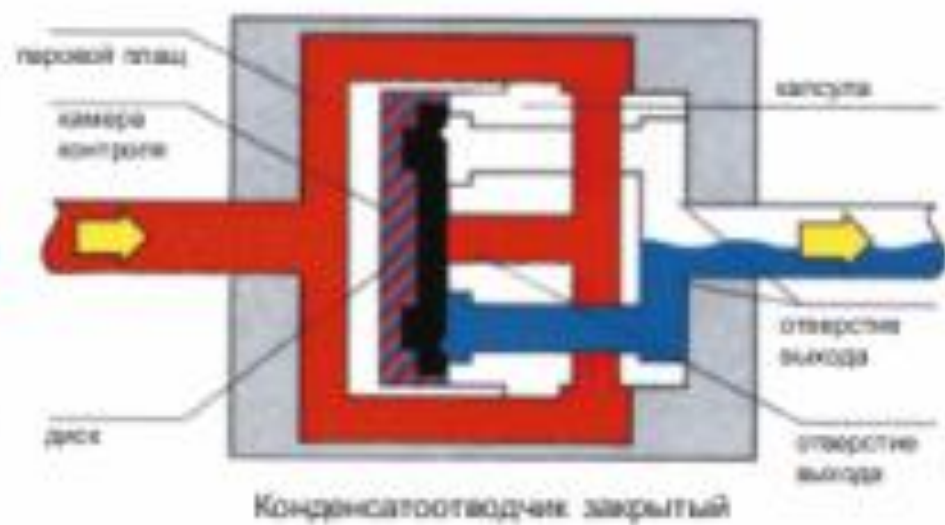
Биметаллические



Термостатические



Термодинамические



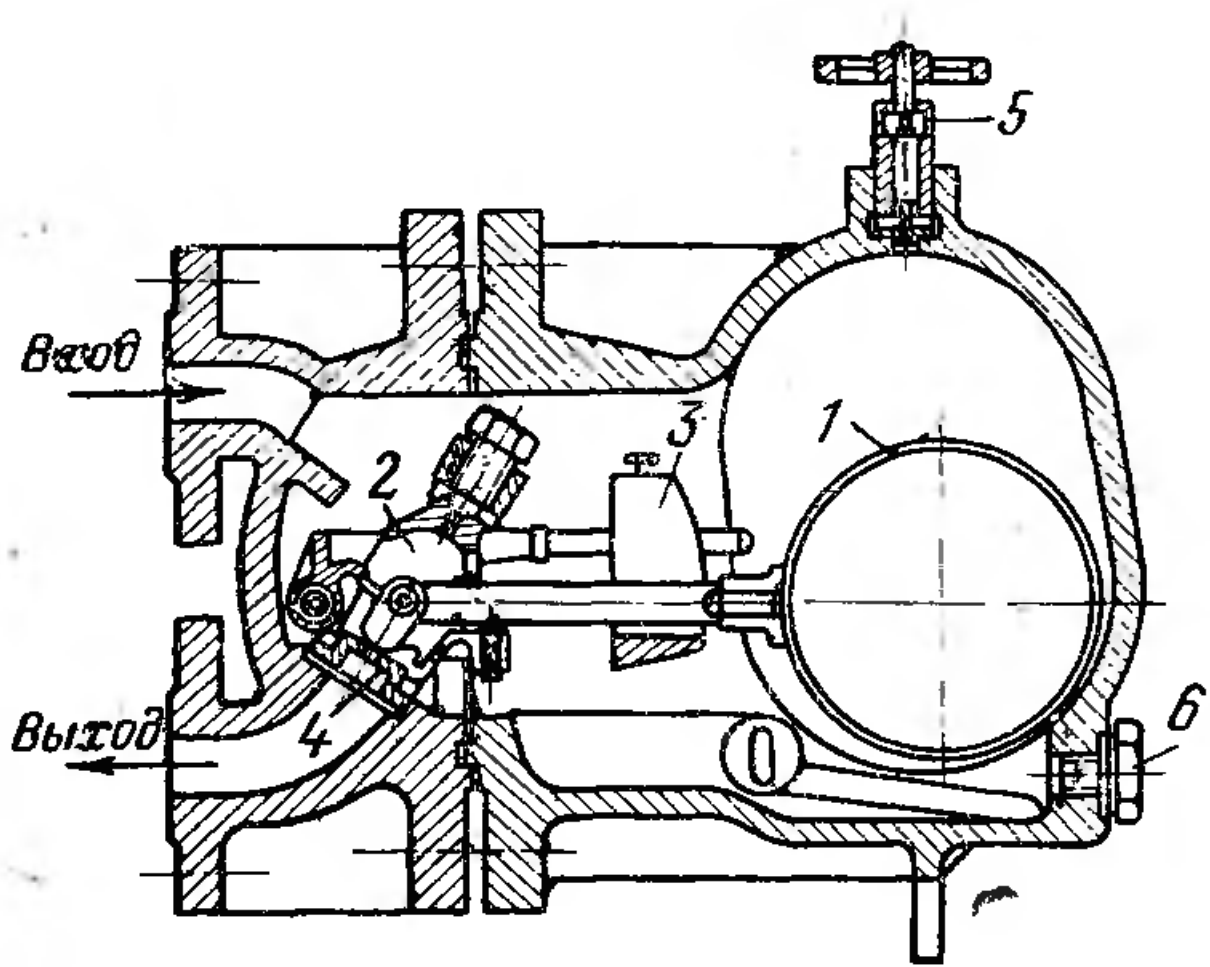
Сильфон заполнен легкокипящей жидкостью.

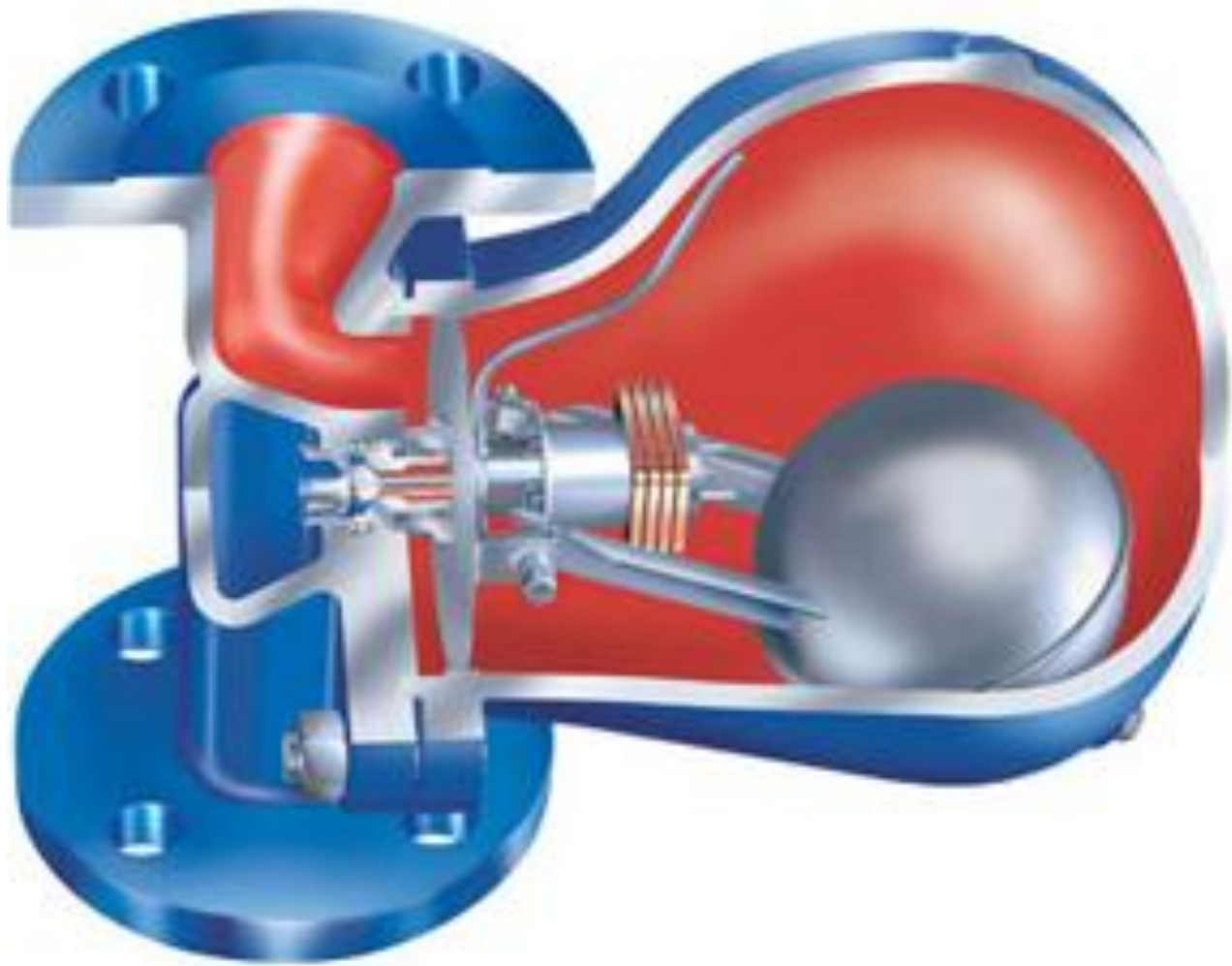
Термостатические конденсатоотводчики регулируют выпуск конденсата по его температуре.

Недостатки:

1. сильфоны быстро изнашиваются,
2. отрегулированы под определенную температуру,
3. большая дороговизна.

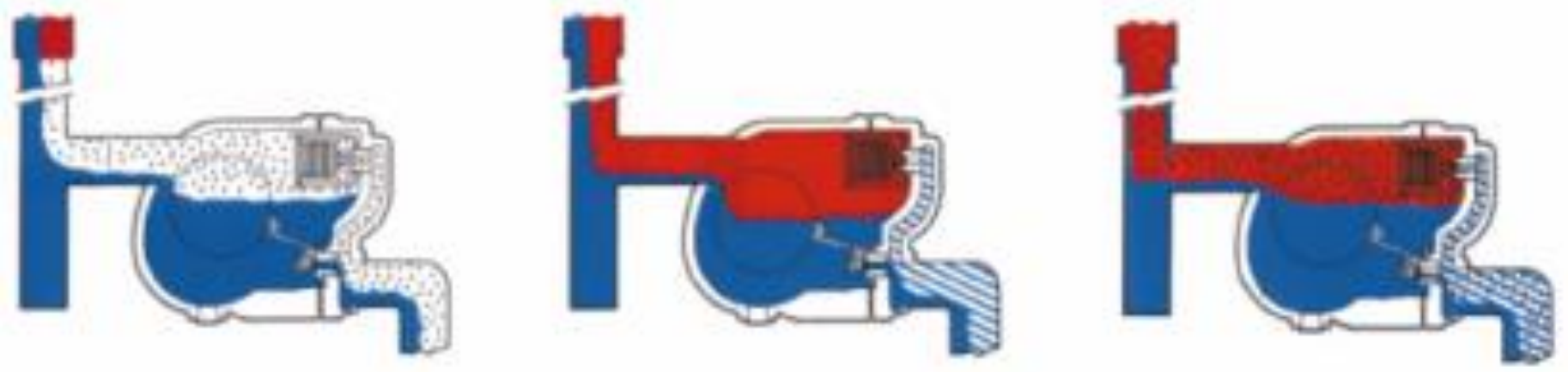
Поплавковые конденсатоотводчики.





■ Конденсат ■ Пар ■ Воздух ■ Вскипающий конденсат

Поплавковые и термостатические



При заполнении поплавкового конденсатоотводчика на $2/3$ своего объема конденсатом, поплавок всплывает и при помощи рычага открывает клапан.

Достоинства:

1. простота и надежность,
2. полное исключение пролетного пара в конденсате.

Недостатки:

1. значительные габариты,
2. если конденсатоотводчик работает непрерывно и поплавков находится в одном положении, то возможно залипание шарнирных соединений.

Диаметр седла клапана поплавкового конденсатоотводчика подбирается по формуле

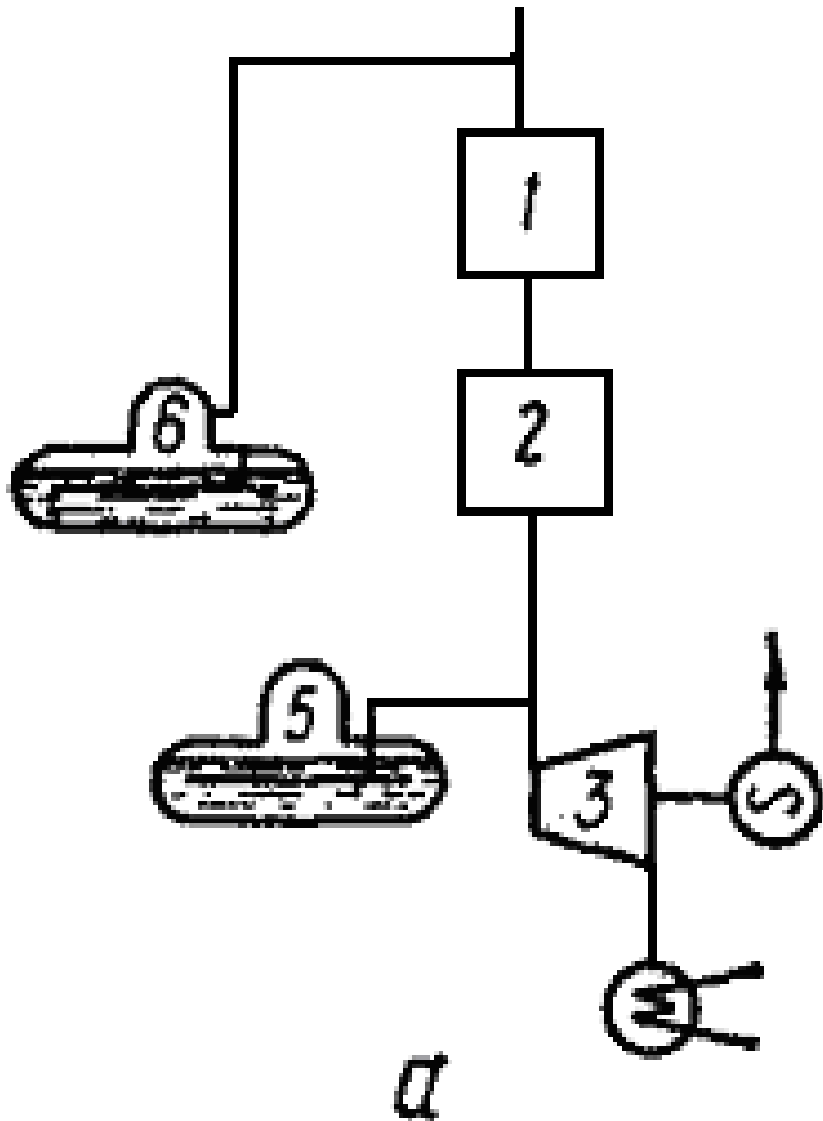
$$d_c = 188,6 \left(\frac{m_p}{(p_1 - p_2)^{0,5}} \right)^{0,5}$$

Выработка электроэнергии

Отработавший пар для выработки электроэнергии может использоваться в

- турбинах мятого пара,
- турбинах двойного давления.

Схема с турбиной мятого пара



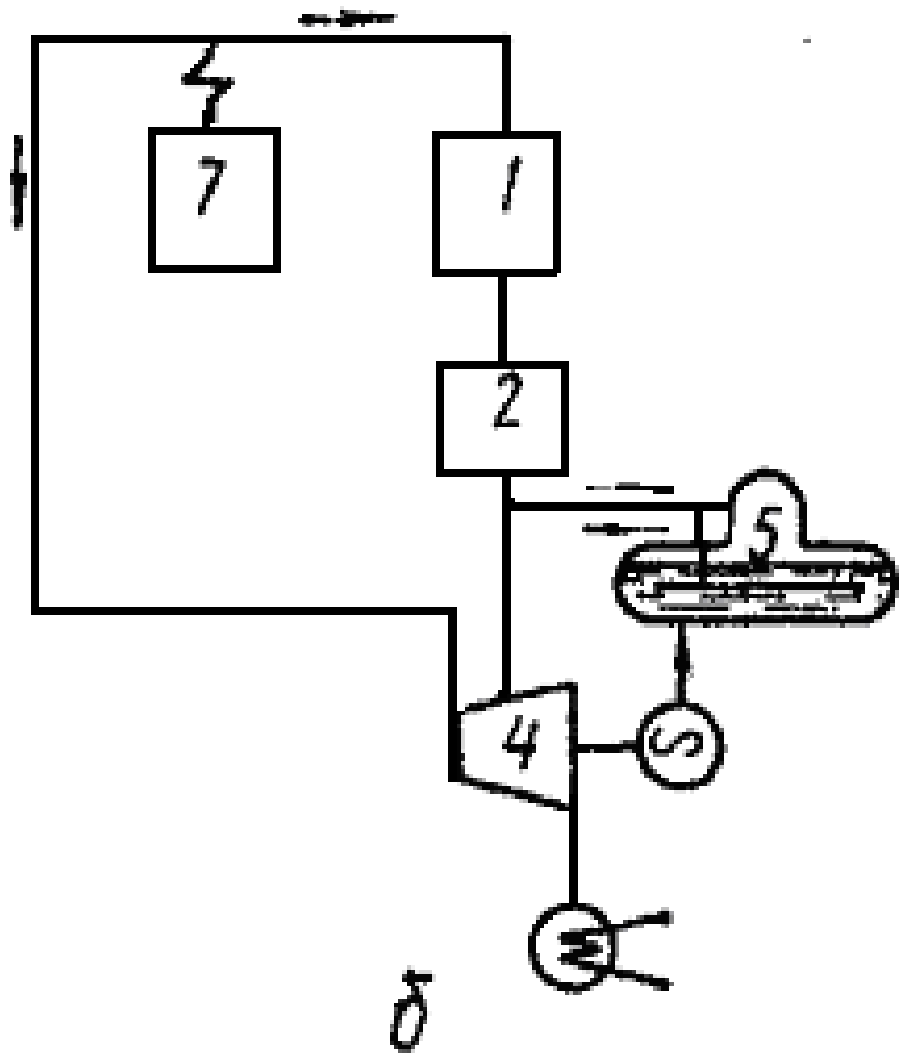
1 – производственный агрегат;

2 – пароочиститель;

3 – турбина мятого пара;

5, 6 – тепловые аккумуляторы.

Схема с турбиной двойного давления



1 – производственный агрегат;

2 – пароочиститель;

4 – турбина двойного давления;

5 – тепловые аккумуляторы;

7 – котел