

# Система технического водоснабжения



# Расход технической воды на ТЭС и АЭС

| Назначение  | $G_{O.B}, \%$ |
|---|---------------|
| Конденсация пара  | 100           |
| Охлаждение турбогенераторов и крупных электродвигателей                             | 2,5 – 4,0     |
| То же масла, циркулирующего в масляной системе, турбоагрегата и питательных насосов | 1,2 – 2,5     |
| То же подшипников вспомогательных механизмов  | 0,3 – 0,8     |
| Гидротранспорт золы и шлака   | 0,1 – 0,5     |
| Восполнение внутренних утечек в основном цикле электростанции                       | 0,04 – 0,1    |
| Охлаждение подшипников питательных и главных циркуляционных насосов АЭС             | 0,3 – 0,5     |
| Теплообменники контура расхолаживания реактора                                      | 0,5 – 0,6     |
| Охлаждение бассейна выдержки отработавшего ядерного топлива                         | 1,0 – 1,2     |
| То же бассейна перегрузки ядерного топлива  | 0,3 – 0,5     |
| То же продувки реакторов и парогенераторов АЭС                                      | 0,2 – 0,4     |

# Техническое водоснабжение электростанции

Расход охлаждающей воды для конденсации отработавшего пара определяют из уравнения теплового баланса конденсатора:

$$Q_K = D_K (h_K - h'_K) = G_{Ц} (h_{B2} - h_{B1})$$

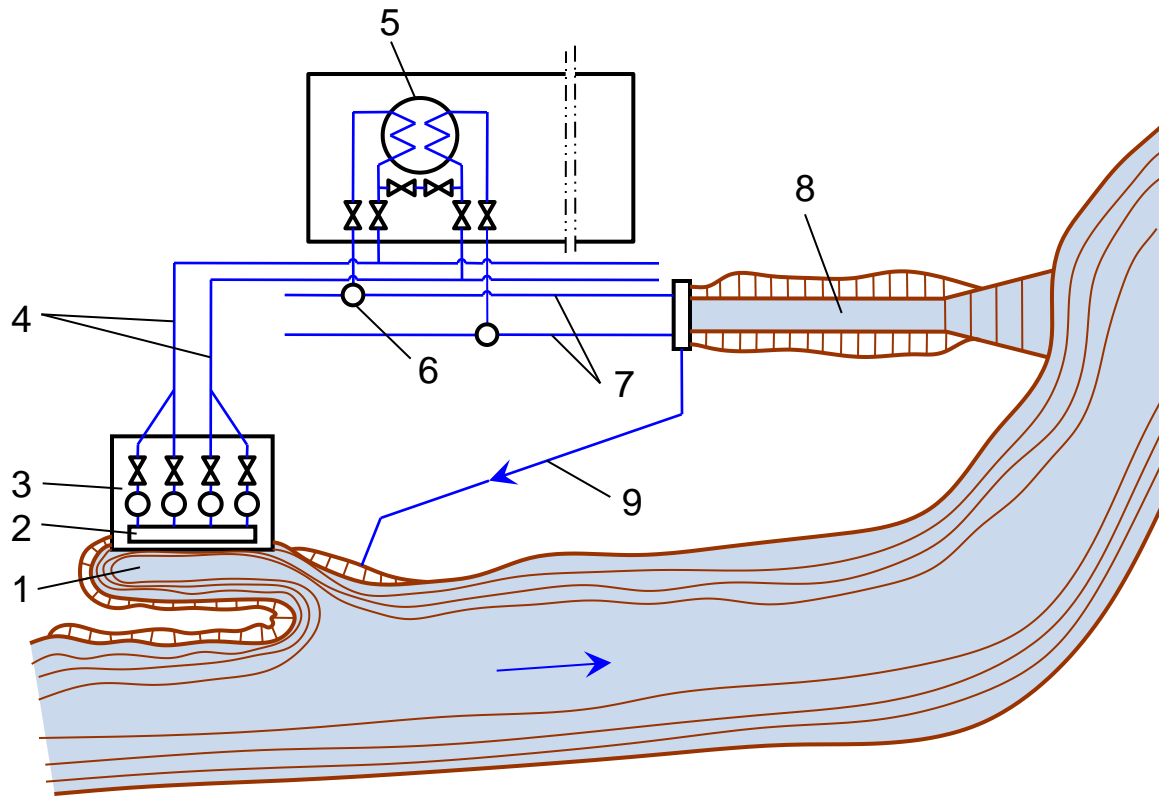
Кратность охлаждения – основной показатель работы конденсатора:

$$m = \frac{G_{Ц}}{D_K} = \frac{h_K - h'_K}{h_{B2} - h_{B1}}$$

Нагрев охлаждающей воды в конденсаторе:

$$\Delta t = \frac{h_K - h'_K}{c_p m} \approx \frac{520}{m}$$

# Схема прямооточного водоснабжения



- 1 – водозаборный ковш;
- 2 – водоприемник;
- 3 – централизованная береговая насосная станция;
- 4 – магистральные подземные напорные трубопроводы;
- 5 – конденсатор турбины;
- 6 – сливной сифонный колодец (гидрозатвор);
- 7 – отводящие самотечные подземные каналы;
- 8 – открытый отводящий канал;
- 9 – трубопровод обогрева водозабора в зимнее время.

# Схема прямоточного водоснабжения

*Прямоточные* - из естественного источника при превышении дебита реки в 3–4 раза расхода воды

Применение требует специального обоснования

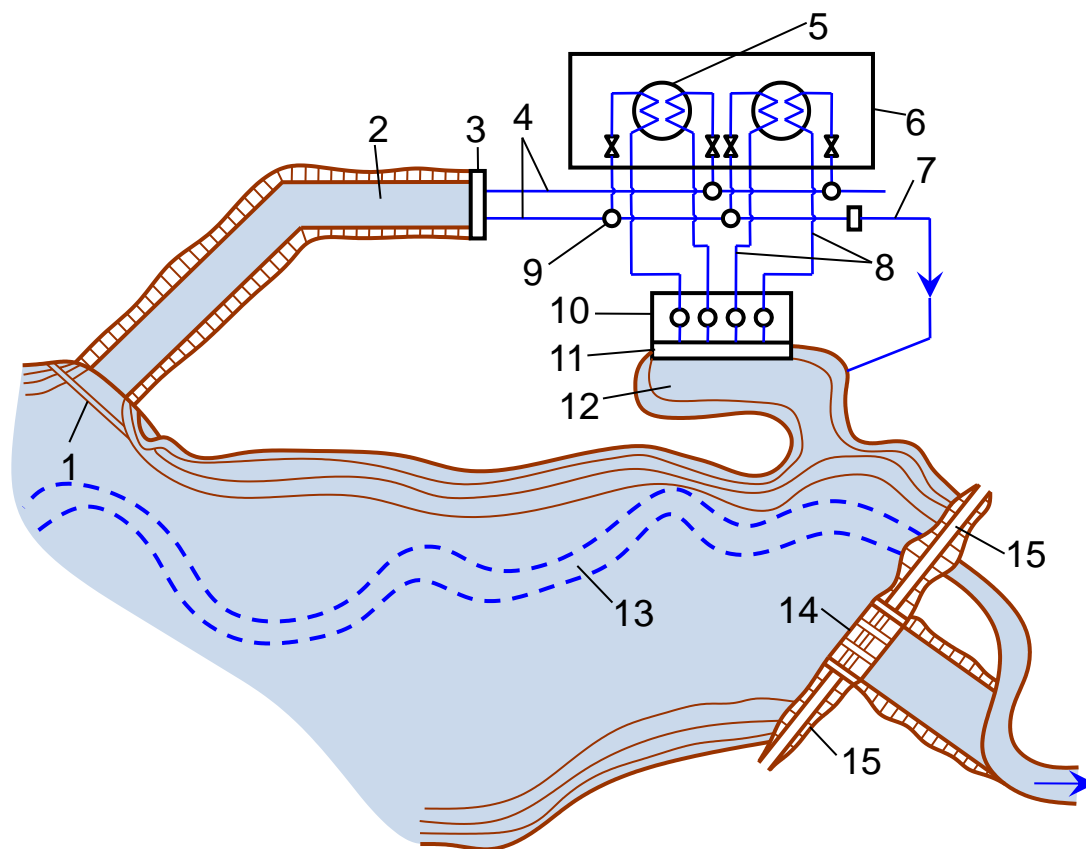
Источником для прямоточной системы технического водоснабжения ТЭС и АЭС могут быть озера достаточно больших размеров и моря

# Оборотная система

Оборотная система применяется на всех электростанциях. Используются пруды, озера, градирни, брызгальные бассейны.

Схемы с градирнями применяются в первую очередь на ТЭЦ, а в настоящее время все чаще и на КЭС и АЭС.

# Схема оборотного водоснабжения с прудом-охладителем



- 1 – струераспределительное сооружение;
- 2 – открытый отводящий канал;
- 3 – сооружение для регулирования уровня воды в закрытых отводящих каналах;
- 4 – закрытые отводящие каналы;
- 5 – конденсаторы блоков;
- 6 – главный корпус ГРЭС;
- 7 – трубопровод обогрева водозабора;
- 8 – напорные трубопроводы циркуляционной воды к конденсатору блока;

- 9 – сливной сифонный колодец (гидрозатвор);
- 10 – блочная береговая насосная;
- 11 – водоприемник;
- 12 – открытый подводящий канал;
- 13 – русло реки;
- 14 – железобетонный водосброс плотины;
- 15 – земляная плотина.

Водозабор осуществляется в наиболее глубоком месте пруда (обычно вблизи плотины) и оборудуется специальными защитными сетками для предотвращения попадания в насосы живых организмов и посторонних предметов.

Плотину сооружают в наиболее узком месте, чтобы ее длина была по возможности небольшой.

Вода после конденсаторов турбин сливается по сбросным каналам в водохранилище на таком расстоянии от места водозабора, чтобы, пройдя путь до него, она успела охладиться. Это расстояние достигает 10 км и более

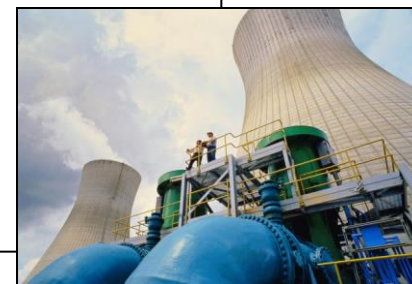
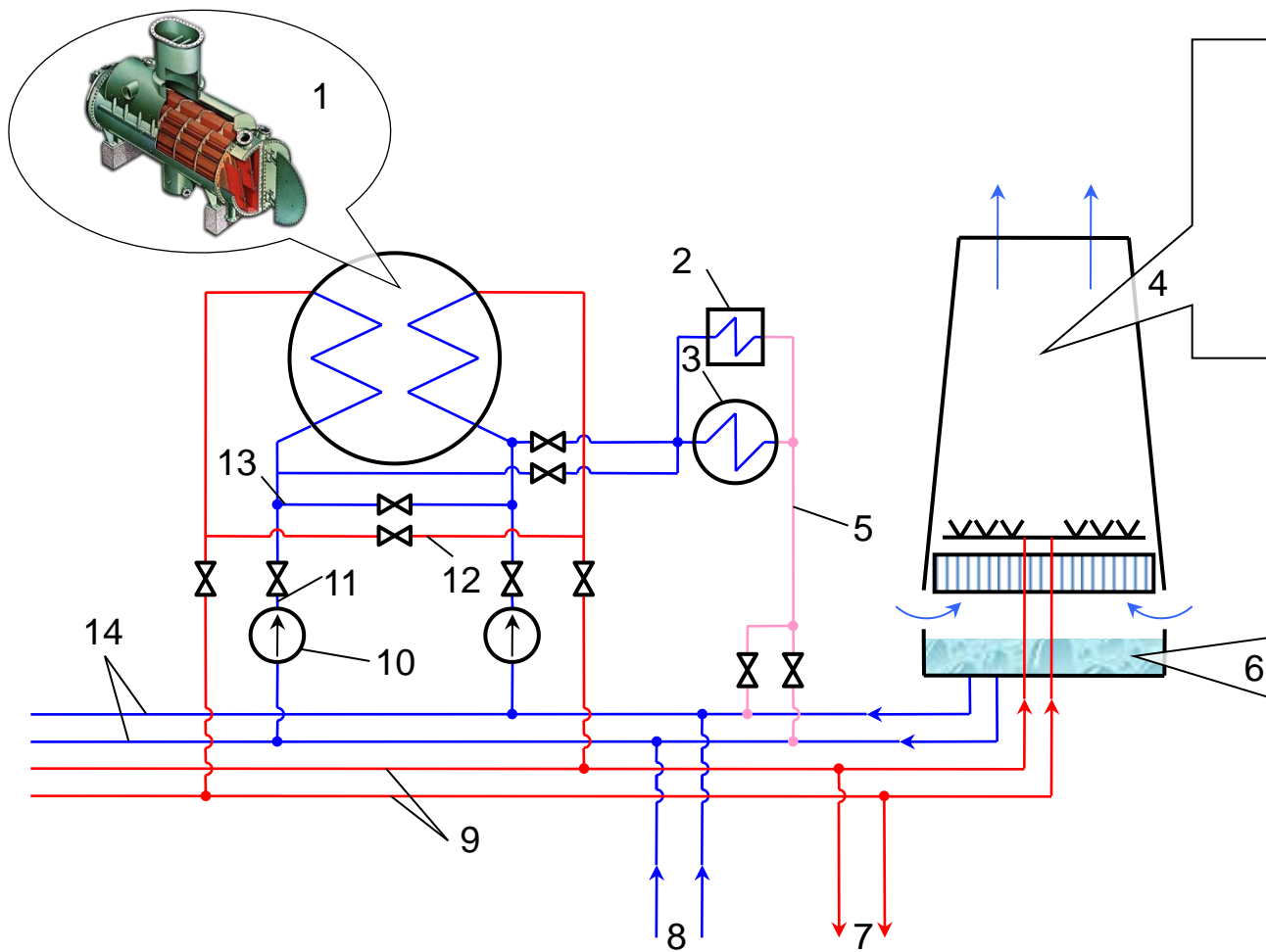
Требуемая для охлаждения воды площадь пруда зависит от мощности станции, ее КПД, конфигурации и глубины водохранилища, климата района.

Охлаждение воды в водохранилище происходит вследствие конвективного теплообмена с воздухом и испарения части воды с поверхности водохранилища.

**Требуемая площадь пруда составляет 5–9 м<sup>2</sup>/кВт.**



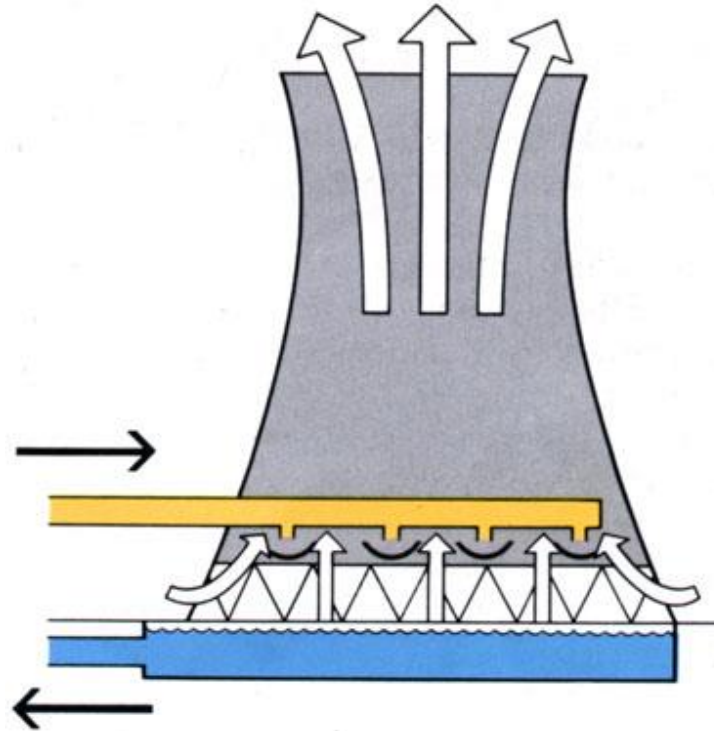
# Схема оборотного водоснабжения с градирней



## Условные обозначения для схемы оборотного водоснабжения с градирней

- 1 – конденсатор;
- 2 – газоохладители генератора;
- 3 – маслоохладители турбины;
- 4 – градирня;
- 5 – трубопровод сбросной воды от охладителей масла и газа в подводящие водоводы;
- 6 – водосборный бассейн градирни;
- 7 – трубопроводы продувки циркуляционного контура в систему гидрозолоудаления;
- 8 – трубопроводы подпитки циркуляционной системы;
- 9 – сливные напорные трубопроводы к градирням;
- 10 – циркуляционные насосы;
- 11 – напорные трубопроводы к конденсаторам турбин;
- 12 – перемычка между сливными трубопроводами конденсатора;
- 13 – перемычка между напорными трубопроводами;
- 14 – подводящие самотечные водоводы к циркуляционным насосам

# Градирня



|   |      |      |      |      |      |      |
|---|------|------|------|------|------|------|
| Средняя площадь оросителя, м <sup>2</sup> | 915  | 1730 | 2060 | 2240 | 2680 | 3180 |
| Средний диаметр оросителя, м              | 31,9 | 44,0 | 48,3 | 50,8 | 56,3 | 60,0 |
| Высота башни градирни, м                  | 42,7 | 55,3 | 64,1 | 79,3 | 85,5 | 64,6 |

Вода охлаждается на 6-12 град.