

Баланс воды в охладителях.

При составлении водного баланса оборотного водоснабжения должны учитываться потери, сбросы и добавления воды в систему для поддержания ее расчетного количества в системе.

При составлении баланса необходимо учитывать следующие потери:

- Отбор воды на технологические нужды из системы.
Определяется на основании технологических расчетов и может быть определен как разность между расходами подаваемой на производство и отводимой воды.
- Потери воды на испарение при охлаждении определяются по формуле:

$$Q_{\text{исп}} = k_{\text{исп}} \cdot \Delta t \cdot Q_{\text{охл}},$$

где $k_{\text{исп}}$ – коэффициент потерь воды на испарение, зависящий от температуры воздуха для градирен и брызгальных бассейнов и температуры воды для водохранилищ-охладителей.

$\Delta t = t_1 - t_2$ – разница температур нагретой и охлажденной воды, $^{\circ}\text{C}$.

$Q_{\text{исп}}$ – расход (объемный) оборотной воды, $\text{м}^3/\text{ч}$.

- Потери воды на ветровой и капельный унос, определяются по формуле:

$$Q_{\text{ун}} = k_2 \cdot Q_{\text{охл}},$$

где k_2 – коэффициент уноса, зависящий от типа охладителя.

$Q_{\text{охл}}$ – расход охлаждающей воды.

- Потери воды, связанные с очисткой охлажденной воды.
Потери воды, связанные с очисткой, рассчитываются в соответствии принятой технологией очистки воды.
- Потери воды на фильтрацию из водохранилищ.
Определяются на основании данных гидрогеологических изысканий.
- Потери воды, вызванные сбросом воды (продувкой) системы, связанные с ограничением солесодержания оборотной воды.

Количество воды, подлежащее сбросу может быть рассчитано по формуле:

$$Q_{\text{стр}} = ((C_g \cdot Q_{\text{исп}}) / (C_{\text{об}} - C_g)) - (Q_{\text{пп}} + Q_{\text{ун}} + Q_{\text{оо}} + Q_{\text{ф}}),$$

где C_g – концентрация растворенного вещества в воде, добавляемой в систему, $\text{г}/\text{м}^3$.

$C_{\text{об}}$ – концентрация допустимая в оборотной воде, $\text{г}/\text{м}^3$.

$Q_{\text{исп}}$ – потери воды на испарение, $\text{м}^3/\text{ч}$.

$Q_{\text{ун}}$ – потери на капельный и ветровой унос, $\text{м}^3/\text{ч}$.

$Q_{\text{ф}}$ – потери на фильтрацию, $\text{м}^3/\text{ч}$.

$Q_{\text{оо}}$ – потери воды на очистку, $\text{м}^3/\text{ч}$.

Обработка воды охлаждающих систем.

Причины зарастания труб и охлаждающих аппаратов.

Работа систем водного охлаждения в ряде случаев затрудняется вследствие появления отложений на стенах трубопроводов. Отложения возникают вследствие биологических обрастаний, коррозии, возникновению осадка из солей.

Биологические обрастания возникают в результате попадания в трубопровод вместе с водой микроорганизмов, водорослей и других организмов. В составе солевых отложений в охлаждающих системах подавляющую часть составляет карбонат кальция. Карбонат кальция образуется вследствие разложения содержащихся в охлаждающей воде гидрокарбонат – ионов при ее нагреве и разбрызгивании на ?.

Если в охлаждающей воде содержится большое количество кремневой кислоты, в состав накипи могут входить силикаты кальция и магния.

В связи с чем, для определения динамики солеотложения и их предотвращения рассчитывается водный и солевой балансы для систем водяного охлаждения.

Соли, поступающие в системы обратного водоснабжения можно разделить на две группы:

- соли хорошо растворимые и не переходящие в осадок ни при каких условиях работы системы (хлориды, нитраты).
- соли, которые вследствие недостаточной растворимости или физико-химических превращений, происходящих в воде обратной системы, могут выпадать в осадок (например, сульфат, бикарбонат, гидрокарбонат кальция и магния).

Солевой режим хорошо растворимых солей.

При работе системы водяного охлаждения концентрации хорошо растворимых солей вследствие испарения выше, чем в добавочной воде.

Увеличение концентрации хорошо растворимых солей может быть выражена коэффициентом концентрации k_{kc} .

$$k_{kc} = (P_1 + P_2 + P_3)/(P_2 + P_3);$$

где P_1 – потери воды на испарение; из системы в % от расхода.

P_2 – потери воды на унос ветром.

P_3 – потери на сброс (продувку), технологическое использование.

C – концентрация солей в обратной воде, мг/л.

C_0 – концентрация солей в добавочной воде, мг/л.

Текущее значение коэффициента k_{kc} может быть определено по формуле:

$$k_{kc} = ((P_1 + P_2 + P_3)/(P_2 + P_3)) - (P_1/(P_2 + P_3)) \cdot e^{-(P_2 + P_3) \frac{t}{a}},$$

где t – время от момента пуска обратной системы, г.

a – продолжительность одного цикла.

$a = \frac{W}{Q}$, где W - объем воды в системе, m^3 ; Q – расход оборотной воды, $m^3/ч$.

Разница между предельной величиной $k_{к с}$ и мгновенной величиной $k_{к с}$ по формуле:

$$k_{к с пр} - k_{к с} = (P_1 / (P_2 + P_3)) \cdot e^{-(P_2 + P_3) \frac{t}{a}}.$$

Величина этой разности стремится к 0 при $t \rightarrow \infty$, а величина $k_{к с} = N/N_0$ как $f(f)$. Повышение концентрации растворенных солей или значение коэффициента ?.

Карбонатные отложения в системах оборотного водоснабжения.

К наиболее часто встречающимся отложениям относятся карбонат кальция, который образуется на поверхностях теплообмена вследствие нарушения углекислого равновесия в системах оборотного водоснабжения.

Оценку термостабильности воды производят по индексу насыщения воды карбонатом кальция (индекс Ломжелье):

$I = pH - pH_s$, где pH -активная реакция воды при ее анализе; pH_s – активная реакция при равновесном насыщении рассчитываемая по формуле:

$pH_s = f_1(t) + f_2(Ca^{2+}) - f_3(Щ) + f_4(p)$, где $f_1(t)$ -функция температуры воды: $f_1(t) = pK_2 - pS_{CaCO_3}$, где pK_2 - отрицательный lg константы второй ступени диссоциации угольной кислоты; pS_{CaCO_3} – отрицательный lg произведения растворимости карбоната кальция.

$f_2(Ca^{2+})$ -функция содержания в воде ионов кальция $f_2(Ca^{2+}) = lg(Ca^{2+})$;

$f_3(Щ) = lg Щ$ – функция щелочности воды;

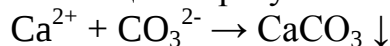
$f_4(p)$ – функция общего солесодержания воды.

При $pH > pH_s$ ($I < 0$) вода склонна к растворению карбонатных отложений, (коррозионная), при $pH \approx pH_s$ ($I = 0$) вода не склонна ни к одному из процессов.

Реакция диссоциации угольной кислоты идет по уравнению:

$H_2CO_3 \rightarrow H^+ + HCO_3^- \rightarrow H^+ + H^+ + CO_3^{2-}$ с образованием равновесного состояния $HCO_3^- \rightarrow CO_3^{2-} + CO_2 + H_2O$.

Если в растворе, находящемся в состоянии углекислотного равновесия снизить концентрацию свободной углекислоты, то карбонатные ионы с ионами кальция образуют осадок



При нагревании воды и аэрации на ? количество углекислоты снижается и приводят к ? процесса солеотложения . ? эксплуатации оборотных систем охлаждения опасность карбонатных отложений возрастает с превышением карбонатной жесткости более 1,5 мг экв/л в подземных водах и 2,5 мг экв/л в поверхностных водах.

В отличие от хорошо растворимых солей концентрация карбоната кальция в оборотной воде, при отсутствии специальной обработки как правило возрастает значительно медленнее либо не возрастает вовсе.

С одной стороны испарение оборотной воды вызывает повышение концентрации CaCO_3 ; с другой – выпадение солей CaCO_3 в осадок снижает его концентрацию в воде. И величина разности между концентрацией бикарбонатов, которая была бы при отсутствии их распада и действительной ее концентрацией в оборотной воде называется глубиной распада бикарбонатов.

Количество карбоната кальция, выделяющегося при распаде бикарбоната в системе оборотного водоснабжения может определяться по зависимости:

$$X = [(P_1 + P_2 + P_3) \text{Щ}_\text{д} - (P_2 + P_3) \text{Щ}_\text{об}] \frac{Q}{100} \Delta t E,$$

Где P_1, P_2, P_3 – потери воды из системы при ее работе на испарение, унос и сброс продувку в %;

$\text{Щ}_\text{д}$ – концентрация бикарбонатов в добавочной воде, мг экв/ л;

$\text{Щ}_\text{об}$ – концентрация бикарбонатов в оборотной воде;

Q – расход оборотной воды, $\text{м}^3/\text{ч}$;

Δt – время от пуска системы в эксплуатацию;

E – эквивалентный вес карбоната кальция (50 г/л экв).