

Практическое занятие № 9

Предотвращения биологических обрастаний СОО

Для предотвращения биологических обрастаний в системах охлаждения, которые являются идеальной средой для роста живых организмов, так как снабжаются кислородом, теплом, светом, а также в целях удаления сформировавшихся отложений применяются очистка конденсаторных трубок резиновыми шариками и обработка воды сильными окислителями.

Повсеместно используемым методом снижения минерализации охлаждающей воды является продувка СОО, т.е. отвод части циркулирующей воды с заменой ее свежей. При продувке происходит общее понижение концентраций всех примесей, в том числе, кроме ионов Ca^{2+} и HCO_3^- , ионов Cl^- и SO_4^{2-} , что способствует ослаблению процессов коррозии в оборотной системе. Вывод солей из оборотной системы осуществляется за счет организованной продувки и потерь при капельном уносе из градирни. Так как основным назначением продувки является поддержание карбонатной жесткости циркуляционной воды ниже предельно допустимой $J_{\text{к.пред}}$, значение требуемой продувки можно определить из модифицированных уравнений:

$$J_{\text{к.пред}}(P_{\text{ун}} + P_{\text{прод}}) = J_{\text{к.доб}}(P_{\text{исп}} + P_{\text{ун}} + P_{\text{прод}}),$$

откуда

$$P_{\text{прод}} = \frac{P_{\text{исп}} J_{\text{к.доб}}}{J_{\text{к.пред}} - J_{\text{к.доб}}} - P_{\text{ун}},$$

где $J_{\text{к.доб}}$ — карбонатная жесткость воды, добавляемой для восполнения потерь в СОО, мг-экв/дм³.

Значения $J_{\text{к.пред}}$ обычно определяются опытным путем для конкретных условий работы СОО. На основе обобщения опытных данных для добавочных природных вод с окисляемостью до 25 мгО₂/дм³ в интервале температур от 30 до 60 °С Г.Е. Крушелем была предложена формула

$$0,28 J_{\text{к.пред}} = 8 + \frac{OK}{3} - \frac{t - 40}{5,5 - \frac{OK}{7}} - \frac{2,8 J_{\text{нк}}}{6 - \frac{OK}{7} + \left(\frac{t - 40}{10}\right)^3}$$

где OK — окисляемость воды, мгО₂/дм³; $J_{\text{нк}}$ — некарбонатная жесткость воды, мг-экв/дм³; t — максимальная температура воды в системе, °С (при $t < 40$ °С в уравнение подставляют $t = 40$ °С).

Таблица

Потери воды с капельным уносом

Тип охлаждающих устройств	v%
Брызгальные бассейны производительностью более 4000	1,5—2,5
Открытые градирни с решетками,	1,0—3,0
Башенные градирни с площадью опопения м ² :	
до 150	0,5—1,0
более 150	0,5
более 150 (с каплеуловителями)	0,05
Вентиляторные градирни с каплеуловителями	0,2—0,3

Потери воды на испарение в градирнях, %, определяются в виде

$$P_{исп} = 0,16x\Delta t,$$

где x — доля теплоты, отдаваемой охлаждающей водой за счет ее испарения в градирне (летом — 1,0, зимой — 0,5, весной и осенью — 0,75); Δt — снижение температуры в градирне.

Потери воды в результате уноса капель колеблются от 0,25—0,5 до 1,5—3,5% в зависимости от скорости ветра и типа градирни, а также зависят от наличия и эффективности работы брызгоуловителей в градирнях.

Задача № 1. Определите размер продувки системы оборотного охлаждения, стабилизирующей циркуляционную воду, и расход добавочной воды при следующих условиях ее работы: $Ж_0 = 3,0$ мг-эquiv/дм³; $Ж_к = 2,2$ мг-эquiv/дм³; $OK = 16$ мгO₂/дм³; $t = 42$ °C; $\Delta t = 12$ °C; $P_{ун} = 0,5$ %.

Решение:

1) находим $Ж_{к.пред}$:

$$0,28Ж_{к.пред} = 8 + \frac{16}{3} - \frac{42 - 40}{5,5 - \frac{16}{7}} - \frac{2,8(3,0 - 2,2)}{6 - \frac{16}{7} + \left(\frac{42 - 40}{10}\right)^3}$$

$$= 11,2 \text{ мг - экв/дм}^3$$

$$Ж_{к.пред} = \frac{11,2}{2,8} = 4,0 \text{ мг - экв/дм}^3;$$

2) определяем $P_{исп}$ для осенне-весеннего периода:

$$P_{исп} = 0,16 \cdot 0,75 \cdot 12 = 1,44\%;$$

3) вычисляем $P_{прод}$:

$$P_{прод} = \frac{1,44 \cdot 2,2}{4,0 - 2,2} - 0,5 = 1,26\%;$$

4) рассчитываем $P_{доб}$ для осенне-весеннего периода:

$$P_{доб} = 1,44 + 0,5 + 1,26 = 3,20\%;$$

5) в летний период при $x = 1,0$

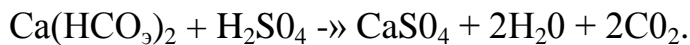
$$P_{исп} = 0,16 \cdot 1,0 \cdot 12 = 1,92\%;$$

$$P_{прод} = \frac{1,92 \cdot 2,2}{4,0 - 2,2} - 0,5 = 1,85\%;$$

$$P_{доб} = P_{исп} + P_{ун} + P_{прод} = 1,92 + 0,5 + 1,85 = 4,27 \%$$

Отметим, что чем меньше разность $J_{к\text{ пред}} - J_{к\text{ доб}}$, тем больше должно быть значение продувки. Обычно для добавочной воды с $J_{к} > 2,0$ мг-экв/дм³ стабилизацию циркуляционной воды проводят комплексным методом, совмещающим продувку и обработку циркуляционной воды химическими реагентами, к последней относят подкисление, фосфатирование, рекарбонизацию дымовыми газами.

Подкисление циркуляционной воды проводится в целях частичного снижения $J_{к}$ до значения, равного или несколько ниже $J_{к\text{ пред}}$, с использованием H_2SO_4 в качестве наиболее дешевого и доступного реагента. Введенная в воду кислота разлагает гидрокарбонат кальция по реакции



В дополнение к разрушению потенциального накипеобразователя $Ca(HCO_3)_2$ при подкислении выделяется CO_2 , который стабилизирует оставшуюся часть гидрокарбоната кальция ($J_{к\text{ ост}}$). Последний служит буфером, предохраняющим систему от переокисления воды и соответственно от интенсификации коррозии. Значение $J_{к\text{ ост}}$ находится из соотношения

$$J_{к\text{ ост}} = J_{к\text{ пред}} \frac{P_{ун} + P_{прод}}{P_{исп} + P_{ун} + P_{прод}} = 4,0 \frac{1 + 1,26}{1,44 + 1 + 1,26} = 0,244 \text{ мг - экв/дм}^3;$$

Расход технической серной кислоты σ_k г/ч, на обработку охлаждающей воды подсчитывается по найденному значению $J_{к\text{ ост}}$ в виде

$$\frac{49 Q_{цирк} P_{доб}}{100 K} (J_{к\text{ доб}} - J_{к\text{ ост}}) = \frac{\sigma_k = 49 \cdot 28000 \cdot 4,27}{100 \cdot 0,93} (2,2 - 0,244) = 123216,068 \text{ г/ч};$$

где $Q_{цирк}$ — расход охлаждающей воды в системе, м³/ч; $P_{доб}$ — добавка в систему охлаждающей воды, %; K — содержание H_2SO_4 в техническом продукте, доли единицы.

Ответ: $\sigma_k = 123216,068$ г/ч;

$$\text{Цена } H_2SO_4 = 3300 \text{ руб/т, тогда } \frac{123216,068}{1000000} 3300 = 406,6 \text{ руб/ч.}$$