

ФТОРУВАННЯ ТА ДЕФТОРУВАННЯ ПИТНОЇ ВОДИ

Мета заняття - набути знання про методи утримання вмісту фтору в питній воді в оптимальних межах, навчитися розраховувати фтораторні та дефтораторні установки.

Оптимальною дозою фтору в питній воді являється 0,7-1,2 мг/л. При вмісті фтору в воді більше ніж 1,5 мг/л у людини розвивається флюороз, захворювання кісток. Для запобігання цьому питну воду дефтородірують за допомогою активованого оксиду алюмінію, гідроксилапатиту, сильноосновних аніонітів, а також сорбції на свіжеприготовлених гідроксидах магнію, алюмінію, фосфату кальцію.

При вмісті фтору в питній воді нижче 0,7 мг/л у людей розвивається карієс і псуються зуби. Тому при низьких концентраціях фтору у воді проводять фтородірування, додаткове дозування фторвміщуючих реагентів – кремній фториду натрію, фториду натрію, кремнійфтористу кислоту, кремнійфториду алюмінію, фториду кальцію і таке інше.

Для фтородірування питної води розроблені фтораторні установки з сатураторами; з розчинними баками; з розчинно-затворними баками; з застосуванням кремнійфтористо-водородної кислоти [2,6,8].

Приклад 10.1. Розрахувати установку для очистки води від фтору продуктивністю 500 м³/год. Вміст фтору в воді – 6 мг/л..

Площа напірного фільтру з завантаженням сорбентом:

$$f = \frac{Q_{\text{год}}}{N \times v} = \frac{500}{8 \times 6} = 10,42 \text{ м}^2,$$

де N – кількість фільтрів;

V – допустима швидкість фільтрування, м³/год;

при нормальному режимі – 6 м/год.

при форсованому – не більше 8 м/год.

Приймаємо до установлення 8 фільтрів діаметром 3400 мм. Висота шару загрузки в напірному фільтрі приймаємо:

$H = 2$ м при вмісті фтору в воді до 5 мг/л;

$H = 3$ м при вмісті фтору – 8-10 мг/л.

В якості сорбенту приймається активований оксид алюмінію.

$$T_{\text{роб}} = \frac{Q_{\text{доб}} \times H \times E_{\text{роб}}}{Q_{\text{ф}} \left(C_{\text{поч}} - \frac{C_{\text{ф}}}{3} \right)} = \frac{24000 \times 3 \times 900}{62,5 \left(6 - \frac{1}{3} \right)} = 51,35 \text{ ч,}$$

де f – площа фільтру;

H – висота шару сорбенту, дорівнює 2м;

$E_{\text{роб}}$ – робоча ємкість поглинання фтору, в даному випадку 900 г/м³;

$Q_{\text{ф}}$ – продуктивність одного фільтру: $\frac{Q_{\text{г}}}{N} = \frac{500}{8} = 62,5$ м³/год;

$C_{\text{поч}}$ – початковий вміст фтору, дорівнює 6 г/м³;

$C_{\text{ф}}$ – середня концентрація фтору в кінці фільтроциклу, рівна 1 г/м³.

Приклад 10.2. Розрахувати фтораторну установку з сатураторами, якщо $Q_{\text{доб}} = 24000$ м³/добу, фтор вводиться перед швидкими фільтрами, вміст фтору в початковій воді 0,35 мг/л.

Витрати насиченого розчину реагенту:

$$Q_{\text{н}} = \frac{Q_{\text{год}}}{K_{\text{н}}} [na - (F^-)] \times \frac{100}{K},$$

де $K_{\text{н}}$ – концентрація насиченого розчину в сатураторі, г/л;

n – коефіцієнт рівний 1 при ввіді фторвміщуючого реагенту після очисних споруд і 1,1 перед ними;

a – вміст фтору в обробленій воді, рівний взимку – 1 мг/л, літом – 0,8мг/л;

K – вміст чистого фтору в сполуці, рівний для Na_2SiF_6 – 60%;

F – вміст фтору в початковій воді, мг/л.

$$Q_H = \frac{1000}{4,3} [1,1 \times 1 - 0,35] \times \frac{100}{60} = 294 \text{ л/год.}$$

Площа перерізу циліндричної частини сатуратору:

$$F_{ц} = \frac{Q_H}{3600 \times V} = \frac{294}{3600 \times 0,1} = 0,81 \text{ м}^2,$$

де V – швидкість руху води в циліндричній частині, приймаємо 0,05-0,1 м/с.

Діаметр сатуратора:

$$D_C = \sqrt{\frac{4F_{ц}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,81}{3,14}} = 1,0 \text{ м.}$$

Висота циліндричної частини сатуратору:

$$H_{ц} = 3,6 \times t \times v = 3,6 \times 4 \times 0,1 = 1,44 \text{ м,}$$

де t – термін перебування води в сатураторі, рівний 4 годинам (рекомендуємо до 5 годин);

Об'єм циліндричної частини:

$$W_{ц} = H_{ц} \times F_{ц} = 1,44 \times 0,81 = 1,16 \text{ м}^3.$$

Висота конічної частини:

$$H_K = \frac{1}{2}(D_C - d) \operatorname{ctg} \frac{60}{2} = \frac{1}{2}(1,08 - 0,35) \operatorname{ctg} 30^\circ = 0,63 \text{ м.}$$

Загальна висота сатуратору:

$$H_C = 1,44 + 0,63 = 2,07 \text{ м.}$$

Питання для самоконтролю

1. Від яких факторів залежить рушійна сила процесу десорбції?
2. При яких умовах застосовують фтораторні установки сатураторного типу?
3. Для станцій якої потужності є доцільним будівництво сатураторних фтораторів?
4. При яких умовах необхідно потрібно дефторувати воду?