

ОПТИМИЗАЦИЯ СИСТЕМ ОРОШЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ ФИЛЬТРОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

На эффективность работы биологических фильтров существенное влияние оказывают способ подачи и система распределения воды по их поверхности, что в свою очередь определяется конструктивными особенностями оросительных устройств.

Существующие конструкции систем орошения разработаны давно и до настоящего времени практически не подвергались изменениям. Они обладают определенными недостатками.

Для накопления сточных вод и циклической подачи их на биофильтр устраивается дозирующее устройство, одним из главных элементов которого является опрокинутый металлический колпачок, который оборудован сифонной и разъединительной трубками. Сифонная и разъединительная трубки, как показывает опыт эксплуатации, часто забиваются и нуждаются в чистке и регулировке. Такие водораспределительные устройства не надежны в работе, т.к. срывается циклическая подача сточных вод и нарушается в целом работа биофильтров. Это вызывает необходимость разработки простых и надежных в эксплуатации конструкций оросительных устройств, обеспечивающих равномерную плотность орошения по поверхности.

С целью улучшения работы биофильтров была разработана конструкция оросителя циклического действия без сифонных трубок [1] (рис. 1).

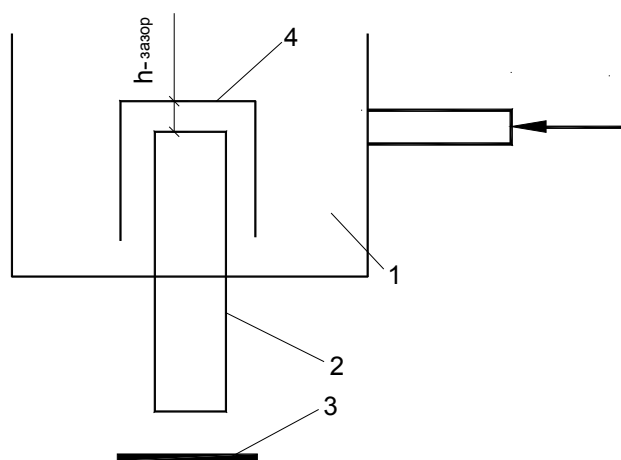


Рис. 1. Ороситель циклического действия

1 — приемная емкость; 2 — сливной патрубок;
3 — отбойник; 4 — колпачок.

Принцип работы оросителя циклического действия следующий: при заполнении приемной емкости 1 жидкостью, которая затем проходит в подколпачковое пространство, вытесняя из него воздух до определенного уровня (до верха сливного патрубка 2). Патрубок 2 засифонивается, жидкость начинает изливаться из него, увлекая воздух, находящийся под колпачком 4. После удаления воздуха подколпачковое пространство снова заполняется жидкостью и ороситель

вновь засифонивается.

Слив жидкости через патрубок 2 происходит до снижения уровня ее в приемной емкости 1 до низа колпачка 4. При этом происходит разрыв струи потока жидкости, и цикл слива прекращается. Затем уровень жидкости в оросителе начинает повышаться, и вышеописанный цикл работы повторяется.

Предложенная конструкция оросителя позволяет регулировать частоту сливов путем изменения высоты зазора. Добившись оптимальных частот орошения, можно повысить степень очистки сточных вод. Кроме того, тонкий слой вытекающей струи обеспечивает более высокое насыщение сточной жидкости кислородом воздуха. Все это позволяет интенсифицировать работу биофильтров и увеличить их пропускную способность.

Методика расчета и конструирования циклических оросителей биофильтров такого типа приводится в работе [2].

Необходимыми условиями хорошей работы систем орошения биофильтров являются периодичность орошения и равномерное распределение жидкости по площади загрузки.

Площадь орошения должна быть пропорциональна напору. Для обеспечения одинаковой плотности орошения необходимо, чтобы большим напорам соответствовали и большие расходы.

Последнее может быть достигнуто устройством приемной емкости переменного, постепенно уменьшающегося сечения (рис. 2), где $R=f(z)$.

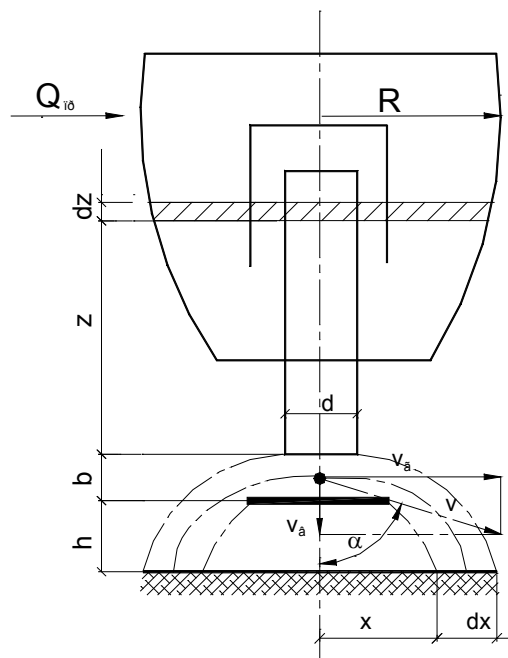


Рис. 2. Ороситель циклического действия переменного сечения.

Объем жидкости, вытекающий из приемной емкости за время dt с учетом того, что во время опорожнения приемной емкости жидкость продолжает поступать в нее, будет равен:

Пойта Людмила Лаврентьевна. Доцент каф. водоснабжения, водоотведения и теплоснабжения Брестского государственного технического университета.

Беларусь, БГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.

$$(Q - Q_{\text{ПР}}) \cdot dt = \pi \cdot R^2 \cdot dz, \quad (1)$$

где: Q - расход жидкости через ороситель, м³/с;
 $Q_{\text{ПР}}$ - приток жидкости, м³/с;
 dt - время орошения, с;
 R - радиус приемной емкости, м;
 dz - понижение уровня жидкости в приемной емкости за время dt , мин.

Расход через ороситель равен

$$Q = q \cdot dF, \quad (2)$$

где: q - плотность орошения или расход жидкости, приходящийся на единицу площади насадки, м³/с·м²;
 dF - орошаемая площадь насадки, м².

Из уравнения (1) с учетом (2) следует, что радиус приемной емкости

$$R = \sqrt{\frac{Q - Q_{\text{ПР}}}{\pi} \cdot \frac{dt}{dz}} = \sqrt{\frac{q \cdot dF - Q_{\text{ПР}}}{\pi} \cdot \frac{dt}{dz}}. \quad (3)$$

Орошаемую площадь насадки можно определить по формуле

$$dF = 2\pi \cdot x \cdot dx, \quad (4)$$

где: x - дальность отлета струи, м;
 dx - толщина струи, м.

Из уравнения свободного падения

$$x = v_{\Gamma} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot h}{g}}, \quad (5)$$

где: v_{Γ} - горизонтальная составляющая скорости, м/с;
 h - высота падения;
 g - ускорение свободного падения, м/с².

Из уравнения неразрывности потока, расход через ороситель равен:

$$Q = \omega \cdot v_{\Gamma} = \pi \cdot d \cdot b \cdot v_{\Gamma}, \quad (6)$$

где: ω - площадь сливного патрубка, м²;
 b - расстояние между сливным патрубком и отбойником, м.

Этот же расход

$$Q = \mu \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \sqrt{2gz}, \quad (7)$$

где: μ - коэффициент расхода;
 z - напор истечения, м.

На основании уравнений (6) и (7)

$$v_{\Gamma} = \frac{\mu \cdot d}{4b} \cdot \sqrt{2gz}. \quad (8)$$

Подставив в уравнение (5) значение v_{Γ} , через уравнение (8) получим

$$x = \frac{\mu \cdot d}{2b} \sqrt{h \cdot z}. \quad (9)$$

На основании правил геометрии по рис. 3 находим

$$dx = \frac{a}{\cos \alpha}; \text{ из рис. 2 } \cos \alpha = \frac{v_b}{v}.$$

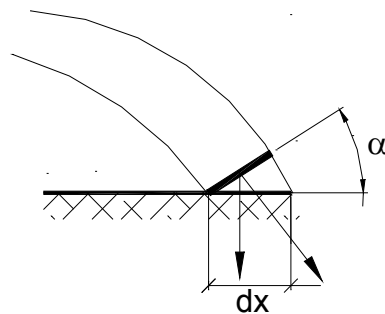


Рис. 3. Истекающая из оросителя струя.

Следовательно,

$$a = \frac{dx \cdot v_b}{v}. \quad (10)$$

По уравнению неразрывности

$$2\pi \cdot x \cdot a \cdot v = 2\pi \cdot x \cdot \frac{dx \cdot v_b}{v} = 2\pi \cdot x \cdot dx \cdot v_b. \quad (11)$$

Из уравнения свободного падения

$$v_b = g \cdot t = g \sqrt{\frac{2h}{g}}. \quad (12)$$

С учетом (9), (10) и (12):

$$\frac{\mu \cdot d^2}{4} = \sqrt{2gz} = \frac{\mu \cdot d \cdot g \cdot h}{b} \sqrt{\frac{2z}{g}} \cdot dx. \quad (13)$$

Откуда:

$$dx = \frac{\mu \cdot d^2 \cdot b}{4\mu \cdot dgh} \sqrt{\frac{2gz \cdot g}{2z}} = \frac{db}{4h}. \quad (14)$$

Подставим (14) в уравнение (4)

$$dF = \frac{2\pi \cdot \mu \cdot d \cdot \sqrt{hz} \cdot db}{2b \cdot 4h} = \frac{\pi \cdot \mu \cdot d^2 \sqrt{hz}}{4h}. \quad (15)$$

Учитывая, что

$$Q_{\text{ПР}} = \mu \frac{\pi \cdot d^2}{4} \sqrt{2gH_{\text{ПР}}}, \quad (16)$$

где: $H_{\text{ПР}}$ - напор, м; а также полученное уравнение (15), получим новое выражение для радиуса

$$R = \sqrt{\left(\frac{q \cdot \pi \cdot \mu \cdot \frac{d^2}{4h} \sqrt{hz} - \mu \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \sqrt{2gH_{\text{ПР}}}}{\pi} \right) \cdot \frac{dt}{dz}} =$$

$$= \sqrt{\left(\frac{q \cdot \mu \cdot d^2 \sqrt{hz}}{4h} - \frac{\mu \cdot d^2}{4} \sqrt{2gH_{\text{ПР}}} \right) \cdot \frac{dt}{dz}} =$$

$$= \frac{d}{2} \sqrt{\left(\frac{q \cdot \mu \sqrt{hz}}{h} - \mu \sqrt{2gH_{\text{ПР}}} \right) \cdot \frac{dt}{dz}}. \quad (17)$$

Учитывая, что $\frac{dz}{dt}$ — есть скорость опускания уровня и, принимая ее равномерной, получим

$$R = \frac{d}{2} \sqrt{\left(\frac{q \cdot \mu \cdot \sqrt{hz}}{h} - \mu \sqrt{2gH_{\text{ПР}}} \right) \cdot \frac{1}{v}}. \quad (18)$$

ВЫВОДЫ

1. Применяемые в настоящее время конструкции оросительных систем биологических фильтров для очистки сточных вод требуют усовершенствования.
2. Оптимизация систем орошения биофильтров может осуществляться путем реконструкции за счет внедрения оросителей циклического действия.
3. Предложена методика расчета циклического оросителя с переменным сечением приемной емкости.

4. Применение оросителей циклического действия описанного типа позволяет повысить степень очистки сточных вод и увеличить пропускную способность биофильтров.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. А. с. 1640921 СССР, Струйный аэратор / Л.Л. Пойта, Н.В. Васин, Е.И. Дмухайло и др. (СССР). - № 4701126; заявлено 25.04.89; зарег. 8.12.90.
2. Пойта Л.Л. Исследование рациональных конструкций оросителей биологических фильтров/ Вестник БГТУ. - 2001. - №2, - С.40-42.

УДК 628.16

Житнев Б.Н., Воробьева Т.А.

ПРОБЛЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОГО ГИПОХЛОРИТА КАЛИЯ ДЛЯ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ И КОРРЕКТИРОВКИ УДОБРИТЕЛЬНЫХ СВОЙСТВ ОСАДКОВ ГОРОДСКИХ СТОЧНЫХ ВОД

Целью настоящей работы является рассмотрение аспектов проблемы применения электролитического гипохлорита калия для обеззараживания осадков городских сточных вод. На городских очистных сооружениях образуется осадок вследствие выпадения нерастворимых веществ в первичных отстойниках. Кроме того, в результате биоочистки образуется большое количество избыточного активного ила, который выделяется во вторичных отстойниках. Общий объем осадка, как правило, не превышает 1% от объема обработанных стоков. [1]

Осадок состоит из твердых веществ, сильно разбавленных водой. В сыром состоянии при очистке бытовых сточных вод этот осадок имеет неприятный запах и является опасным в санитарном отношении, так как содержит большое количество бактерий, вирусов и яиц гельминтов [2]. Кроме того, большое содержание органических веществ обуславливает способность осадка быстро гнить. Поэтому основной задачей обработки осадков является их обезвреживание: получение безопасного в санитарном отношении продукта. Наиболее распространены: радиационная обработка, компостирование, химическая обработка, нагревание, пастеризация и др.

НИИ КВОВ АКХ им. К.Д. Памфилова разработан способ нагрева жидкого осадка во встречных струях газозвеси. За рубежом применяется метод нагревания осадков в теплообменниках и реакторах, называемый методом пастеризации. В Германии разработана установка для непрерывной пастеризации осадка при 65 °С в течение 30 мин в трубчатых теплообменниках. В Швеции выпускаются спиральные теплообменники, предназначенные для непрерывной пастеризации осадков, с выдержкой при 80 °С в течение 5 мин. Наряду с обеззараживанием нагреванием и пастеризацией в последнее время начинает осваиваться химическое обеззараживание как жидких, так и обезвоженных осадков сточных вод. [1]

Введение в осадки извести повышает их рН до 10 и более. Исследованиями АКХ им. К.Д. Памфилова и Московского института гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана установлено, что при указанном значении рН сырые осадки теряют запах, и развитие в них санитарно-показательных микроорганизмов подавляется. Однако щелочная среда не оказывает существенного влияния на яйца гельминтов. Деформация и гибель яиц гельминтов происходит при введении в осадки гашеной извести, которая наряду с повышением щелочности осадков обеспечивает в

процессе гашения повышение температуры осадков.

Существенное влияние на эффективность обеззараживания осадка оказывают также условия смешения извести с осадком. Результаты опытов показали, что при смешении осадка с известью дозой 22,5-25,2% (по СаО) он прогревается до 50-56 °С при начальной температуре 16 °С. Требуемая для обеззараживания температура 60 °С достигается при дозе извести более 30%. [1]. Наиболее давно известный метод обеззараживания - компостирование. Компостирование - это биотермический процесс разложения органических веществ осадков, осуществляемый под действием аэробных микроорганизмов с целью обеззараживания, стабилизации и подготовки осадков к утилизации в качестве удобрения. Аэробный процесс разложения органического вещества сопровождается выделением теплоты. Наиболее простой метод - полевое компостирование - давно используется в сельском хозяйстве для получения компоста из торфофекальных смесей. [1]

Исследования, проведенные в 70-х годах в США показали, что компостирование позволяет существенно сократить топливно-энергетические расходы на обеззараживание осадков и улучшить их санитарно-гигиенические показатели. В процессе жизнедеятельности аэробных микроорганизмов происходит потребление и расход органических веществ, поэтому биотермический процесс наиболее эффективен при компостировании сырых несброженных осадков.

Для создания пористой структуры осадка требуемой влажности и оптимального соотношения углерода и азота, обеспечивающих проведение биотермического процесса в аэробных условиях, компостирование осадков следует осуществлять в смеси с наполнителями. Наиболее благоприятное соотношение углерода и азота 20-30: 1.

Совместное биотермическое обезвреживание осадков сточных вод и твердых отходов позволяет ускорить процесс разложения органического вещества путем взаимообогащения компонентами, способствующими интенсификации процесса, в частности, улучшению соотношения углерода и азота, повышению пористости осадков и относительному уменьшению инертных включений в смеси (стекла, песка и т.п.). Основными компонентами твердых бытовых отходов являются бумага и пищевые отходы, играющие главную роль в процессе биотермического разложения. Увеличение содержания в твердых бытовых отходах бумаги ведет к сокращению в них органического азота. Смешивание же твердых бы-

Житнев Борис Николаевич. Зав. каф. водоснабжения, водоотведения и теплоснабжения Брестского государственного технического университета.

Беларусь, БГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.

Воробьева Татьяна Андреевна. Инженер УКП «Брестдорпроект».