

При выполнении расчетов по отысканию потокораспределения соблюдение линейного уравнения (1) обеспечивается на стадии предварительного потокораспределения. Удовлетворение уравнений (2) и (3) достигается поиском соответствующего им распределения расходов по линиям сети, который называют гидравлической увязкой. В том случае, если расчет проводится без учета характеристик водопитателей и нефиксированных отборов, то увязку называют внутренней; при учете их характеристик – внешней.

Полученные данные о распределении расходов по участкам сети и соответствующие им потери напора могут быть использованы для определения и корректировки параметров насосных станций, резервуаров, водонапорных башен и других целей.

1.Хорунжий П.Д., Ткачук О.А. Водопровідні системи і споруди. – К.: Вища школа, 1993. – 262 с.

2.Душкин С.С., Благодарная Г.И., Маслак В.Н., Зотов Н.И. Обоснование методики определения воды в системах городского водоснабжения // Тез. докл. XXXIII науч.-техн. конф. преподавателей, аспирантов и сотрудников ХНАГХ. – Харьков. 2006. – С.167-170

3.Душкин С.С., Гриценко А.В., Внукова Н.В., Сорокина Е.Б. Водоснабжение, водоотведение и улучшение качества воды. – Харьков: ХНАДУ, 2003. – 154 с.

Получено 03.11.2006

УДК 628.33

С.М.ЭПОЯН, д-р техн. наук,

В.Е.СОРОКИНА, А.С.КАРАГЯУР, кандидаты техн. наук

Харьковский государственный технический университет строительства и архитектуры

А.Я.ОЛЕЙНИК, д-р техн. наук

Киевский национальный университет строительства и архитектуры

ОБЕЗВОЖИВАНИЕ ОСАДКОВ ГОРОДСКИХ СТОЧНЫХ ВОД НА ИЛОВЫХ ПЛОЩАДКАХ

Рассматриваются процессы, протекающие при обезвоживании осадков на иловых площадках. Приводится математическая модель динамики уровня иловой воды, учитывающая влияние климатических и технологических факторов.

На канализационных очистных сооружениях в результате механической и биологической очистки городских сточных вод образуются различные категории осадков, обработка которых является весьма сложной задачей.

В настоящее время для обезвоживания осадков городских сточных вод, несмотря на наличие сооружений механического обезвоживания, в основном применяются иловые площадки. Кроме того, при

механическом обезвоживании иловые площадки согласно СНиП используют в качестве аварийных сооружений для 20% годового количества осадков [1, 2].

Процесс обезвоживания на иловых площадках носит сложный характер и в общем случае состоит из нескольких процессов по удалению воды из осадка: фильтрование, испарение и уплотнение.

Разработка существующих методов расчета технологических характеристик и конструктивных параметров иловых площадок основывалась в большинстве случаев на использовании материалов разных эмпирических исследований, преимущественно в производственных условиях, а также приближенного метода расчета с использованием основного исходного параметра – допустимой нагрузки на иловую площадку, принимаемую в зависимости от климатических условий.

Существующие теоретические исследования иловых площадок рассматривают некоторые схемы иловых площадок и технологии обезвоживания осадка на них в условиях их одноразовой загрузки.

Имеющиеся методы расчета иловых площадок ограничены и не учитывают возможности повышения их производительности. Таким образом, актуальной является разработка методики расчета процесса обезвоживания осадка на иловых площадках, которая учитывает действие дополнительного оборудования (вертикальный и горизонтальный дренаж, всасывающе-нагнетательная установка).

Целью проведенных исследований была разработка модели динамики уровня иловой воды, учитывающей влияние климатических и дополнительных технологических факторов.

Нами усовершенствована и более расширена схема обезвоживания осадков на иловых площадках на основе производственных экспериментов, проводимых на Комплексе биологической очистки «Безлюдский» г.Харькова. Эффективная технология интенсификации работы иловых площадок включает три налива осадка на площадки при гравитационном уплотнении и обезвоживании с последующим вакуумированием дренажной системы при помощи всасывающе-нагнетательной установки и регенерации дрен и обсыпки путем периодической продувки их сжатым воздухом при опорожнении системы.

В общем случае на иловых площадках происходит осаждение твердых частичек на дно или поверхность загрузки с образованием зоны осветленной иловой воды, а под ней – зоны взвешенных неосевших частичек осадка, снизу – зоны частичек осевшего осадка.

Процессы осаждения и обезвоживания осадка можно разделить на три стадии: на первой стадии после налива иловой воды на площадках

происходит формирование указанных зон иловой воды и осевших частичек, при этом толщины этих зон непрерывно меняются; на второй стадии все частички осадка оседают (зона взвешенных частичек осадка исчезает), идет уменьшение высоты осветленной зоны; на третьей стадии уровень иловой воды достигает слоя осевшего осадка и идет непосредственное обезвоживание этого слоя.

Для теоретического описания процессов обезвоживания осадка, протекающих на иловой площадке, оборудованной вертикальными и горизонтальными дренами без удаления воды из верхнего слоя, запишем уравнение динамики расхода иловой воды

$$F \cdot \frac{dH}{dt} = -Q^{\text{вер}} - F \cdot (U_{\phi}^{\text{гор}} + \epsilon_0); \quad t = 0, H = H_0, \quad (1)$$

где $U_{\phi}^{\text{гор}}$ – скорость фильтрации через слой осевшего осадка и горизонтальный дренаж, м/сут., скорость фильтрации через горизонтальные дренаи $U_{\phi}^{\text{гор}}$ определим из зависимостей, представленных в [3]:

$$U_{\phi}^{\text{гор}} = \frac{H + l_0}{1 + \frac{k_1}{k_0} \cdot \frac{F}{f} \cdot l_0} \cdot k_1. \quad (2)$$

$Q^{\text{вер}}$ – расход иловой воды, отводимой через вертикальные фильтрующие элементы, м³/сут. $Q^{\text{вер}}$ определим из уравнения

$$Q^{\text{вер}} = \omega \cdot U^{\text{вер}}, \quad (3)$$

где $\omega = 2\pi \cdot r \cdot h \cdot n$ – площадь живого сечения, м²; n – количество вертикальных фильтрующих элементов; $U^{\text{вер}}$ – скорость фильтрации в вертикальном фильтрующем элементе, м/сут.;

$$U^{\text{вер}} = k^{\text{вер}} \frac{dh}{dr}, \quad (4)$$

где h – глубина потока в данном цилиндрическом живом сечении площадью ω , м; r – радиус живого сечения, м.

Подставляя зависимость (4) в зависимость (3) получим дифференциальное уравнение $Q^{\text{вер}} = 2\pi r h n k^{\text{вер}} \frac{dh}{dr}$, которое при следующих граничных условиях $h(r_0) = 0, h(R) = H + l_0$ (рисунок) имеет решение:

$$Q^{\text{вер}} = \pi n k^{\text{вер}} \frac{(H + l_0)^2}{\ln(R / r_0)}. \quad (5)$$

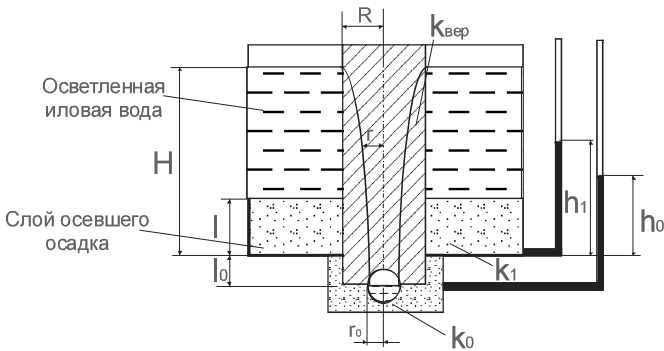


Схема обезвоживания осадка на иловой площадке, оборудованной вертикальными дренажами, с предварительным отстаиванием

Так как согласно технологической схеме перед гравитационным обезвоживанием осадка проводилось его предварительное (в течение суток) отстаивание при $H = \text{const}$, то на момент начала обезвоживания первая стадия (осаждение частичек осадка) уже завершилась. Толщину

слоя осевшего осадка l определим из уравнения $l = \sum_{i=1}^n \frac{C_{0i}}{\sigma_i} H_{0i}$ (где

C_{0i} – исходная массовая концентрация твердых частичек взвеси в i -м наливе, мг/л; σ_i – массовая концентрация твердых частичек взвеси в объеме осевшего осадка в i -м наливе, мг/л).

С учетом зависимостей (2)-(5) преобразуем уравнение (1):

$$\frac{dH}{dt} = -\left(A \cdot (H + l_0) + B \cdot (H + l_0)^2 + \varepsilon_0\right), \quad (6)$$

где $A = \frac{k_0}{l_0 \frac{F}{f_{\text{гор}}} + \frac{C_0}{\sigma} \cdot H_0 \frac{k_0}{k_1}}$, сут.⁻¹; $B = \frac{k_{\text{вер}}}{\ln \frac{R}{r_0}} \cdot \frac{\pi \cdot n}{F}$, м⁻¹ · сут.⁻¹.

Интегрируя уравнение (6) при начальных условиях $t = 0$ (сут.), $H = H_0$ (м), получим:

$$t = \frac{1}{2\sqrt{C} \cdot B} \ln \frac{H + D + \sqrt{C}}{H + D - \sqrt{C}} + T \quad \text{или} \quad H = \frac{(D - \sqrt{C}) \cdot e^{2\sqrt{C} \cdot B(t-T)} - D - \sqrt{C}}{1 - e^{2\sqrt{C} \cdot B(t-T)}}, \quad (7)$$

где $C = \left(\frac{A}{2B}\right)^2 - \frac{\varepsilon_0}{B}$, м²; $D = \frac{A}{2B} + l_0$, м; $T = -\frac{1}{2\sqrt{C} \cdot B} \ln \frac{H_0 + D + \sqrt{C}}{H_0 + D - \sqrt{C}}$, сут.

Если работа всасывающе-нагнетательной установки совпадает со второй стадией обезвоживания, то динамика уровня иловой воды описывается уравнением [3]

$$t = -\frac{1}{A} \ln \left[\frac{H + l_0 + h_{\text{вак}} + \frac{\epsilon_0}{A}}{H_0 + l_0 + h_{\text{вак}} + \frac{\epsilon_0}{A}} \right], \text{сут. или}$$

$$H = \left(H_0 + l_0 + h_{\text{вак}} + \frac{\epsilon_0}{A} \right) \cdot e^{-A \cdot t} - \left(l_0 + h_{\text{вак}} + \frac{\epsilon_0}{A} \right), \text{м.} \quad (8)$$

Разработанная математическая модель обезвоживания осадков на иловых площадках позволяет учесть влияние климатических и технологических условий, а именно кратность налива, предварительный отстой осадков, обезвоживание с помощью горизонтального и вертикального дренажа, работу всасывающе-нагнетательной установки.

1.СНиП 2.04.03-85. Канализация. Наружные сети и сооружения. – М.: Стройиздат, 1986. – 72 с.

2.Туровский И.С. Обработка осадков сточных вод. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1988. – 256 с.

3.Эпоян С.М., Сорокина В.Е. Модель расчета процесса обезвоживания осадков на иловых площадках при многократном наливе // Матер. Міжнародн. наук.-практ. конф. "Сучасні проблеми охорони довкілля, раціонального використання водних ресурсів та очистки природних і стічних вод". – Миргород, 2005. – С.39-43.

Получено 03.11.2006

УДК 628.3 (075.8)

И.В.КОРИНЬКО, д-р техн. наук, Ю.В.ЯРОШЕНКО, канд. техн. наук,

Г.В.НИКИТЕНКО

ГКП «Харьковкоммуниствод»

ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ ПРИ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА КОМПЛЕКСЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ «ДИКАНЕВСКИЙ»

Рассматривается внедрение автоматизированной системы управления технологическими процессами на КБОД на базе единой системы информационного контроля и управления технологическими процессами очистки сточных вод с применением современных аппаратных и программных средств.

Комплекс биологической очистки "Диканевский" (КБОД) производительностью 600-700 тыс. м³/сут. предназначен для очистки сточных вод г.Харькова.

Функциональное назначение технологических сооружений меха-