

Гуринчик Н. А.

Одесская государственная академия строительства и архитектуры, г.Одесса

ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ОПИСАНИЯ ФИЛЬТРОВАНИЯ С ПЕРЕМЕННОЙ СКОРОСТЬЮ

Разработаны рекомендации по использованию математической модели фильтрования для расчета скорых водоочистных фильтров (далее «Рекомендации») предназначены для работников станций очистки воды (технологов), наладочных и научно-исследовательских организаций, а также проектных фирм.

«Рекомендации» применяются для вновь строящихся сооружений, при реконструкции существующих станций очистки воды, а также интенсификации их работы без проведения реконструкции. Во всех случаях при применении «рекомендаций» необходимы предварительные технологические изыскания.

«Рекомендации» позволяют решать следующие основные виды задач:

–Определение коэффициентов кинетики математической модели фильтрования.

–Расчет параметров работы фильтров при заданных его характеристиках.

–Оптимизация работы фильтров.

«Рекомендации» могут использоваться для режимов фильтрования:

1) С постоянной скоростью, обеспечиваемой регулятором скорости.

2) С постоянным подаваемым расходом.

3) С постоянным уровнем воды в фильтре.

4) С убывающей во времени скоростью.

Изыскания могут быть проведены на одном из действующих фильтров станции очистки воды при условии оборудования его необходимыми измерительными приборами, которые должны быть предварительно проградуированы (расходомеры, уровнемеры, мутномеры и т.п.). Однако выполнение изысканий на действующем фильтре требует больших затрат и ресурсов, чем с помощью экспериментальной (пилотной) установки.

При проведении технологических изысканий фиксируются параметры¹:

- мутность исходной воды и фильтрата на выходе из слоя;
- скорость фильтрования;
- уровень воды в фильтре;
- потери напора в слое;
- температура воды;
- тип и дозы реагентов.

Частота отбора проб и замеров принимается равной 0,5–1,0 ч, причем эта частота максимальна в начальный период времени (при заполнении фильтра в

¹ При возможности целесообразно использовать самопишущие приборы.

начале цикла) и в конце цикла, когда мутность фильтрата близка к предельно-допустимой.

Перед началом изысканий производится гранулометрический анализ фильтрующей загрузки [1], ее отмывка и кондиционирование. Дозы реагентов определяются по одной из известных методик [2].

В процессе наладочных работ определяют пьезометрические отметки до и после фильтра, а также рассчитывают сопротивления.

Определение параметров фильтрации α , β , γ , заключается в сравнении экспериментальных данных и численных результатов, полученных с помощью модели. Для снижения трудоемкости вычислений использована подпрограмма «Поиск решения» программы Excel.

Расчет ведется в следующем порядке:

1. При известных исходных данных и произвольных кинетических коэффициентах производится численный расчет процесса фильтрации. При этом определяются относительные среднеквадратичные отклонения численных значений от опытных:
 - a. по мутности фильтрата,
 - b. скорости фильтрации,
 - c. потерям напора в загрузке,
 - d. уровню воды в фильтре.
2. Производится подбор коэффициентов кинетики с целевой функцией – минимальное значение суммарного среднеквадратичного отклонения.

Оптимизация работы фильтров заключается в определении значений высоты слоя и крупности загрузки, обеспечивающих рациональные продолжительности фильтроцикла и расходы воды на собственные нужды [3.4]. Расчеты выполняются после подбора кинетических коэффициентов.

Необходимые данные для расчета и оптимизации динамики фильтрации заполняются в форму программы расчета, выполненную в программе Visual Basic.

Подбор параметров загрузки выполняется с использованием надстройки «Поиск решения» стандартного пакета Microsoft Excel. Оптимизация может быть произведена для двух вариантов:

- максимальная полезная производительность;
- минимизация расходов воды на собственные нужды.

Задача решается при ограничениях:

1. Мутность фильтрата должна быть не более допустимой;
2. Продолжительность фильтроцикла должна быть в нормативных пределах;
3. Кроме того, продолжительность фильтроцикла должна быть не более времени защитного действия загрузки и времени достижения предельных потерь напора.

При оптимизации решаются следующие основные типы задач:

1. При заданных видах загрузки и реагентов, их дозе, а также полезной скорости находят высоту слоя и эквивалентный диаметр зерен, обеспечивающий максимальную продолжительность фильтроцикла (что соответствует минимуму расхода воды на собственные нужды).
2. В случае острого дефицита воды для тех же условий ищут продолжительность фильтроцикла, соответствующую максимуму полезной скорости.
3. При разных видах загрузки, реагентов и их дозах для каждого варианта их сочетания определяют кинетические коэффициенты α , β и γ , после чего выполняют расчеты динамики фильтрования. Выбор оптимального варианта производят технико-экономическим сравнением путем определения чистого дисконтированного дохода.

Литература

1. Аюкаев Р.И., Мельцер В.З. Производство и применение фильтрующих материалов для очистки воды: Справ. пособие. – Л.: Стройиздат, Ленингр. отд-ние, 1985.– 118 с.: ил.
2. Правила технической эксплуатации систем водоснабжения и канализации населённых пунктов Украины. РДП 204-12 Укр. 242-95/Госком. ЖКХ Украины. – К.: 1995. – 141 с.
3. ДБН В.2.5 - 74:2013. Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування.
4. Правила технічної експлуатації систем водопостачання та каналізації населених пунктів України. КДП 204–12. – 95 с.
5. ПОСТАНОВА від 12 липня 2006 р. N 959 Київ Про затвердження Порядку формування тарифів на послуги з централізованого водопостачання та водовідведення/ ЗАТВЕРДЖЕНО постановою Кабінету Міністрів України від 12 липня 2006 р. N 959.
6. Методика оценки эффективности научно-исследовательских работ в высших учебных заведениях (НИР).
7. Дзезик С.С., Михайлистый А.Л., Ларкина Г.М. Методические указания по расчёту себестоимости воды и тарифов на водопроводных предприятиях. – Одесса: Астропринт, 1999. – 64 с