

УДК 628.113:532.5

Л.В. БОРОНИНА

проректор по научной работе, кандидат технических наук, профессор кафедры инженерных систем и энергетики Астраханский инженерно-строительный институт

П.Н. САДЧИКОВ

кандидат технических наук, доцент кафедры физики и математики, информационных технологий Астраханский инженерно-строительный институт

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ ОЧИСТКИ ВОДЫ НА ОСНОВЕ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА «SUPWATER»

SELECTION OF OPTIMAL SCHEMES WATER-BASED SOFTWARE SYSTEM «SUPWATER»

Разработана математическая модель выбора наиболее эффективной технологической цепочки водоочистки в зависимости от уровня фоновых загрязнений водоисточника и присутствия антропогенных примесей на основе системы классификаторов средствами ПК «SupWater».

Ключевые слова: фоновое загрязнение, антропогенные примеси, фазо-дисперсное состояние, классификатор, водоочистка, автоматизированная система.

Структурированная методология выбора эффективной технологии очистки воды в зависимости от класса водоисточника, определяемого уровнем фоновых загрязнений и присутствием антропогенных примесей, до сих пор отсутствует. Рекомендации, представленные в справочнике проектировщика «Водоснабжение населенных мест и промпредприятий», в Своде Правил 31.13330.2012 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения» и др., крайне недостаточны. При проектировании станций по очистке воды они не учитывают сезонные изменения фазо-дисперсного состояния примесей, а следовательно, и динамику воздействий антропогенных и техногенных факторов на источники.

Группой ученых ГНЦ НИИ ВОДГЕО под руководством М.Г. Журбы предложена классификация всех поверхностных источников водоснабжения. В качестве определяющего фактора такого деления выступает уровень концентрации определяющих фоновых ингредиентов: цветности, мутности, водородного показателя, перманганатной окисляемости, минеральных загрязнений, количества клеток фитопланктона [1]. Одним из основных достоинств данной классификации является тот факт, что каждый выделенный класс характеризуется продолжитель-

A mathematical model of choosing the most effective water purification process chain, depending on the level of background contamination of water sources and the presence of anthropogenic pollutants on the basis of a classifier system means PC «SupWater».

Keywords: background pollution, man-made contaminants, the phase dispersion state, the classifier, water treatment, automated system.

ностью присутствия в воде концентраций указанных ингредиентов в конкретном диапазоне.

Для построения конкретных цепочек технологии очистки воды для питьевых нужд сделаны попытки регистрации внутри каждого класса характера антропогенного загрязнения (табл. 1). Максимальные значения концентраций веществ, находящихся в исходном материале, определяются для двух временных диапазонов: периода появления до трех месяцев в году (T1) и постоянного присутствия в течение года (T2).

Благодаря наличию представленного классификатора появляется возможность выбора наиболее эффективных технологических схем организации и управления процессом очистки воды в зависимости от класса поверхностного источника, а также уровня его антропогенного и техногенного загрязнения.

Авторами статьи были проведены исследования объемов накоплений и концентрации загрязняющих веществ в водах дельты Нижневожского бассейна по отношению к утвержденным нормативам и требованиям к чистоте и режиму водоемов [2]. Анализ полученных результатов указывает на динамику роста суммарной массы загрязнений и по большинству позиций превышает предельно допу-

Таблица 1

Подклассы поверхностных водоисточников по антропогенному загрязнению

Тип подкласса	Ингредиенты антропогенного происхождения	Часто встречающиеся концентрации, мг/л	Временной фактор присутствия
1	Нефтепродукты	0,1-0,5	T1
2	Фенолы	0,0001-0,01	T1
3	ПАВ анионоактивные	0,5-5	T1
4	Азот аммонийный	2-10	T1
5	Пестициды:		T1
	хлорорганические	0,002-0,02	
	фосфорорганические	0,02-0,1	
6	Соли тяжелых металлов:		T1, T2
	цинк	5-15	
	свинец	0,03-0,10	
	медь	1-5	
	железо	0,3-1,5	
7	Хлорорганические соединения:		T1, T2
	хлороформ	0,2-1,0	
	четырёххлористый углерод	0,006-0,03	
	диоксины, (пкг/л)	10-200	
8	Радиационные загрязнители, (Бк/л):		T2
	общая α -радиация	0,1-0,4	
	общая β -радиация	1-3	

стимые концентрации. Данный факт зафиксирован и в прогнозных значениях [3]. Экологическое состояние вод одной из крупнейших рек РФ и ее рукавов в нижнем течении в пределах Астраханской области является критическим.

Таким образом, возрастают требования к достоверности оценки качества воды в месте будущего водозабора в данном регионе. Она должна производиться на основе выборки многолетних наблюдений в близлежащих створах водотока. Результаты вероятностных расчетов показателей качества воды позволяют оценить как фоновый уровень, так и воздействие антропогенных и техногенных факторов на источник.

Для возможности учета как можно большего числа параметров и диапазонов их варьирования при проектировании водозаборов и станций по очистке воды авторами статьи разработан программный комплекс SupWater. Одна из составных

частей данной автоматизированной системы представляется в виде экспертной системы, результатом работы которой являются предложения по выбору типа водозабора и определению первичных безреагентных методов водоподготовки (рис. 1).

Окончательный выбор местоположения и узловых элементов водозаборного сооружения остается за проектировщиком, следуя которому посредством использования аппаратных возможностей ЭВМ осуществляется расчет по общепризнанной методике (рис. 2).

От выбора параметров фильтрующих элементов оголовка и водозаборного сооружения, а также их расположения зависит исходное качество воды, поступающей на станцию очистки.

По химическому составу вода реки Волги принадлежит к гидрокарбонатному классу с преобладанием ионов HCO_3^- [4]. Величина минерализации

Предварительная экспертиза

Характеристика источника

Вид водоемника: речной

Содержание взвешенных в-в: выше 500 мг/л

Сор. обрастания: отсутствуют

Берег и русло

Морфометрия: устойчивое ложе

Сезонные деформации: отсутствуют

Ледовый режим

Ледостав: устойчивый

Образование шуги: в зоне неуст. покрова

Классификационная характеристика водозабора

Назначение: хозяйственно-питьевой

Производительность: малая (до 1 куб.м/с)

Способ приема воды: поверхностный

Степень стационарности: стационарный

Срок эксплуатации: постоянный

Надежность подачи воды

Допускается аварийное снижение подачи воды не более 30% в течении 3 суток. Полное прекращение подачи воды или снижение более 30% не больше чем на 10 мин

Предельное снижение подачи воды не более 30% на время до 10 суток. Полное прекращение подачи воды или снижение более 30% не больше чем на 6 ч

Допускается снижение подачи воды не более 30% в течении 15 суток. Полное прекращение подачи воды или снижение более 30% не больше чем на 24 часа

Экспертное заключение

Данный речной водоемник характеризуется средними условиями забора воды
 Водозабортное сооружение удовлетворяет второй категории надежности подачи воды
 Обеспеченность расчетного уровня воды в источнике должна соответствовать:
 Максимальная: 3%, Минимальная: 95%

Предложения по выбору типа водозабора

Целесообразно проектирование и проведение расчета водозабора руслового типа с затопленным железобетонным оголовком и береговым водоприемным колодцем

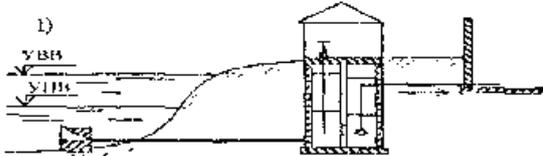
Обработка данных

Отмена

Сохранить

Рис. 1. Окно «Предварительная экспертиза» ПК SupWater

Расчет водозабора из поверхностных источников

1) 

Общие данные по фильтрации

применяется фильтрующий оголовок

Пористость фильтрующего материала: 0,45

Средний размер частиц фильтрующего материала: 35 мм

Просвет между стержнями решетки: 50 мм

Толщина стержней решетки: 8 мм

Тип водоочистной сетки: плоская

Диаметр проволоки сетки: 1,2 мм

Размер ячейки сетки в свету: 2,50 x 2,50 мм x мм

Скорость течения воды в ячейках сетки: 0,2 м/с

с учетом требований рыбозащиты

Скорость входа воды в водоприемные отверстия Vвт: 0,2 м/с

Длина труб самотечного или сифонного водовода: 80 м

Транспортируемая по водоводу взвесь: песок мелкий

Концентрация взвеси: 1,35 кг/куб.м

Характеристика труб: стальные новые

Относительные отметки уровней воды

- низкий летний: 345,0 м

- низкий при ледоходе: 352,0 м

- высший при ледоходе: 361,9 м

- низкий зимний: 347,5 м

- паводка: 372,2 м

Общие данные по водозабору

Производительность водозабора: 12000

Число секций сооружения: 2

Расход воды наибольшего водопотребления (Qmax): 12000

Длительность наибольшего водопотребления (T): 24

% затрат воды от Qmax на собственные нужды (Сн): 5

% допустимого временного снижения объема воды: 30

Пример

Произвести расчет

Рис. 2. Окно «Расчет водозабора из поверхностных источников» ПК SupWater

волжских вод изменяется от 150 мг/дм³ в период половодья до 350 мг/дм³ в межень. Согласно представленной системе классификаторов, в зависимости от параметров области питания, гидрографа стока, производительности проектируемого или реконструируемого водозаборного сооружения определяется несколько альтернативных технологических схем дальнейшей очистки воды.

Разработанная авторами математическая модель, в которой в качестве управляющего критерия выступают годовые эксплуатационные затраты, позволяет произвести выбор базовой технологической схемы очистки воды. Она включает в себя методы и формы воздействия по удалению примесей, а также дозировку реагентов с учетом временного фактора. Выбор оптимальной технологической схемы однозначно определяет состав водоочистных сооружений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Журба, М.Г. Классификаторы технологий очистки природных вод [Текст] / под общ. ред. д.т.н., проф. М.Г. Журба. – М.: ГНЦ НИИ ВОДГЕО, 2000. – 118 с.
2. Государственные нормативы 2.1.5.1315-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. Гигиенические нормативы (с изменениями от 28 сентября 2007 г.) [Текст] / Государственное санитарно-эпидемиологическое нормирование РФ. Государственные санитарно-эпидемиологические правила и нормативы – Минздрав России. – М., 2003. – 353 с.
3. Боронина, Л.В. Анализ результатов экологического мониторинга по состоянию водных ресурсов Нижнего Поволжья [Текст] / Л.В. Боронина, П.Н. Садчиков // Материалы VI Международной научно-практической конференции «Перспективы развития строительного комплекса». – Астрахань, 2012. – С. 167-173.
4. Боронина, Л.В. Экологическая оценка источников коммунального и промышленного водоснабжения Астраханской области / Л.В. Боронина // Водоочистка. – Астрахань, 2011. – № 9 (11). – С. 63-69.

© Боронина Л.В., Садчиков П.Н., 2013