

сти: измеряется отметка свободной поверхности x_2^n и ветровое напряжение τ_B ; выполняется идентификация (измеряется продольная скорость в репрезентативных точках потока), вычисляется уклон I по (6); выбираются полиномы (7), соответствующие величине ветрового напряжения, и вычисляются величины $\overline{Q}(x_2^n)$ и (или) $\overline{C}(x_2^n)$, а также абсолютные значения расхода воды и (или) концентрации примеси:

$$Q(x_2^n) = \overline{Q}(x_2^n) I^{-0,5}; \quad C(x_2^n) = \overline{C}(x_2^n) I^{-0,5}.$$

Следует отметить, что предлагаемый способ будет иметь наибольшую эффективность при выполнении измерений с помощью автоматических устройств.

ЛИТЕРАТУРА

1. Р о г у н о в и ч В.П., О с и п о в и ч А.А. Совершенствование первичного учета использования водных ресурсов на мелиоративных системах // Тез. докл. Всесоюз. НТС "Проектир. комплексн. использ. и охраны водн. рес. на мелиор. системах" / ЦБНТИ Минводхоза СССР. — М., 1978. — С. 14—17.
2. Р о г у н о в и ч В.П., Б о г д а н о в и ч М.И. Распределения осредненных скоростей в руслах неправильной формы сечения // Водное хозяйство и гидротехническое строительство. — 1983. — Вып. 13. — С. 56—62.
3. Р о д и В. Модели турбулентности окружающей среды // Методы расчета турбулентных течений. — М., 1984. — С. 227—332.
4. Т и х о н о в А.Н., С а м а р с к и й А.А. Уравнения математической физики. — М., 1977. — 735 с.
5. Р о у ч П. Вычислительная гидродинамика. — М., 1980. — 616 с.

УДК 628.356

Т.В. ЦЕЛИКОВА, Г.Ф. КОЗАК

ДИНАМИКА СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В СТОЧНЫХ ВОДАХ МИНСКОЙ СТАНЦИИ АЭРАЦИИ

На очистные сооружения г. Минска поступают бытовые сточные воды и сточные воды предприятий автомобильной, станкостроительной, электронной и радиопромышленности, тракторного и сельскохозяйственного машиностроения. Количество сточных вод, сбрасываемых в р.Свислочь по г.Минску за 7 лет (1980—1986 гг.) возросло на 180,5 тыс. м³/сут.

Цель данной работы — изучение динамики содержания тяжелых металлов и влияние их на биологическую очистку Минской станции аэрации (МСА), оценка качества сточных вод с целью охраны окружающей среды.

Табл. 1. Среднегодовое содержание тяжелых

Металл	Год								
	1980			1981			1982		
	до очист- ки	после очист- ки	вы- пуск	до очист- ки	после очист- ки	вы- пуск	до очист- ки	после очист- ки	вы- пуск
Железо	1,18	0,23	0,51	1,00	0,27	0,72	1,10	0,49	0,68
Хром	0,26	0,08	0,06	0,27	0,12	0,14	0,23	0,10	0,12
Цинк	0,54	0,27	0,27	0,38	0,16	0,20	0,44	0,11	0,13
Медь	0,18	0,09	0,06	0,11	0,07	0,09	0,70	0,19	0,23
Никель	0,22	0,10	0,12	0,10	0,05	0,04	0,13	0,07	0,04

Динамика содержания тяжелых металлов изучалась на примере тех из них, которые чаще всего встречаются в сточных водах, поступающих на МСА: железо, хром, цинк, медь и никель. Среднегодовое их содержание колеблется в пределах: железо — 0,706—1,18 мг/л; хром — 0,23—1,22; цинк — 0,13—0,54; медь — 0,11—0,97; никель — 0,06—0,22 мг/л (табл. 1).

Так как в период исследований полной биологической очистке подвергалась часть стока, то среднегодовое содержание металлов в сточной воде, сбрасываемой в р. Свислочь, превышает их содержание после биологической очистки (за исключением цинка). Максимальное содержание металлов в исходном стоке наблюдалось: железа — в 1980 г. (август), хрома — в 1986 г. (январь), цинка — в 1980 г. (февраль), меди — в 1984 г. (январь), никеля — в 1982 г. (апрель) и соответственно составило 2,9; 1,61; 1,71; 5,7 и 0,65 мг/л. Сопоставив имеющиеся данные с требованиями СНиП [1], можно сделать вывод, что по ряду металлов (никель — 1980, 1982 гг., цинк — 1980, 1981 гг., медь — 1983—86 гг.) предельно допустимые концентрации не выдерживались. Так, в 1984 г. (январь) содержание меди в сточной воде было в 11 раз больше, в 1980 г. (февраль) цинка — в 1,71 раза, в 1982 г. (апрель) концентрация никеля увеличилась в 1,3 раза по сравнению с предельно допустимой.

Такая неравномерность содержания металлов в поступающих на МСА стоках может быть объяснена недостаточной локальной очисткой стоков на предприятиях города и имеющими место залповыми сбросами, содержащими тяжелые металлы, что не может не оказывать существенного влияния на их биологическую очистку.

Процент снижения содержания тяжелых металлов после биологической очистки при максимальном содержании их в поступающей сточной воде составил: железо — 97,59%; хром — 91,93; медь — 96,49; цинк — 74,85; никель — 30,77%. При минимальном — соответственно 83,3; 7,89; 57,14; 22,22; 0%.

металлов в сточных водах МСА, мг/л

Металл	Год											
	1983			1984			1985			1986		
	до очист- ки	после очист- ки	вы- пуск									
Железо	0,96	0,35	0,53	0,71	0,24	0,43	0,835	0,47	0,495	0,706	0,19	0,225
Хром	0,27	0,06	0,08	0,79	0,11	0,23	0,76	0,15	0,22	1,22	0,13	0,17
Цинк	0,13	0,04	0,04	0,28	0,05	0,074	0,275	0,06	0,08	0,24	0,07	0,056
Медь	0,28	0,21	0,16	0,97	0,17	0,26	0,298	0,056	0,08	0,33	0,067	0,06
Никель	0,06	0,03	0,04	Отсутствует			Отсутствует			Отсутствует		

Анализируя полученные данные, необходимо отметить, что в сточной воде остается такое количество металлов, которое Минская станция аэрации при существующем режиме работы практически очистить не в состоянии. А резкое повышение их содержания в сточных водах снижает очищающую способность ила [2, 3] и способствует накоплению металлов в осадке.

Следует отметить, что и после биологической очистки (табл. 2) часть металлов остается в воде и поступает в р. Свислочь. Так, только за 1986 г. в реку было сброшено: 53,4 т железа, 14,2 — меди, 13,3 — цинка, 40,3 т хрома. Однако содержание металлов в очищенной воде в 1986 г. значительно уменьшилось по сравнению с предыдущими годами (исключение составляет лишь хром): железа по сравнению с 1982 г. на 59,8%, а с 1985 г. — на 52%; меди по сравнению с 1982 г. на 68%, а с 1984 г. — на 74,5%; цинка — с 1980 г. — на 71,3%, с 1982 г. — на 47,6%; никель с 1984 г. в сточной воде на выпуске в водоем отсутствует. В целом же содержание тяжелых металлов, поступающих в водоем, остается высоким и не может не вызывать беспокойства.

Табл. 2. Содержание тяжелых металлов в сточной воде МСА на выпуске в р. Свислочь

Металлы	Годы													
	1980		1981		1982		1983		1984		1985		1986	
	мг/л	т/год	мг/л	т/год	мг/л	т/год	мг/л	т/год	мг/л	т/год	мг/л	т/год	мг/л	т/год
Железо	0,51	87,4	0,72	132,9	0,68	133,0	0,53	109,0	0,43	92,0	0,495	111,5	0,225	53,4
Медь	0,06	10,3	0,09	16,6	0,23	45,0	0,16	32,9	0,26	55,6	0,08	18,0	0,06	14,2
Цинк	0,27	46,3	0,20	36,9	0,13	25,4	0,04	8,2	0,074	15,8	0,08	18,0	0,056	13,3
Хром	0,064	11,0	0,14	25,8	0,12	23,5	0,08	16,5	0,23	49,2	0,22	49,5	0,17	40,3
Никель	0,12	20,6	0,04	7,4	0,04	7,8	0,04	8,2	Отсутствует		Отсутствует		Отсутствует	

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

содержание тяжелых металлов в сточных водах превышает установленные ПДК для промышленных предприятий города, что свидетельствует не только о низкой эффективности работы локальных очистных сооружений, но и о сбросах в канализацию осадков, содержащих тяжелые металлы;

сложившаяся ситуация (существующее поступление тяжелых металлов, пропускная способность МСА и эффективность ее работы) способствует превышению допустимых концентраций тяжелых металлов в р. Свислочь и в осадке МСА, что исключит возможность его сельскохозяйственного использования.

Для улучшения экологической обстановки необходимо срочно решить вопросы по централизованному сбору и утилизации осадков очистных сооружений промышленных предприятий и повышению эффективности работы МСА.

ЛИТЕРАТУРА

1. СНиП 2.04.03—85. Канализация. Наружные сети и сооружения. 2. Грушко Я.М. Вредные неорганические соединения в промышленных сточных водах. — Л., 1979. — 155 с. 3. Козловская С.Б. Интенсификация биологической очистки сточных вод // Тез. докл. Всесоюз. науч. техн. конференции "Основные направления развития водоотведения, очистки сточных вод и обработки осадка". Ч. I. Харьков. — 1985. — 24 с.

УДК (631.432:631.436).001.572

К.А. ГЛУШКО, П.И. ЗАКРЖЕВСКИЙ

ПОЛЕВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МИГРАЦИИ ВЛАГИ В МЕЛКОЗАЛЕЖНЫХ ТОРФЯНИКАХ

В процессе промерзания почвы происходит накопление влаги в зоне промерзания, что приводит при определенных гидрогеологических условиях к существенному ее перераспределению с равновесным состоянием исходного осеннего периода. Увеличение влаги в зоне промерзания сопровождается иссушением подстилающей талой толщи почвы и подтоком влаги от уровня грунтовых вод. Переток влаги в зону промерзания происходит за счет действия кристаллизационно-пленочного [1, 2], вакуумно-компрессионного [3] и диффузионного [4] механизмов формирования потенциала влажности. Основным из них считается кристаллизационно-пленочный.

Закономерности передвижения влаги при замерзании грунта