

УДК 502

## ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СТОЧНЫХ ВОД г. ДИМИТРОВГРАДА

*Н.Г. Захаров, кандидат с.-х.наук, Т.В. Починова, аспирантка кафедры почвоведения, агрохимии и агроэкологии*

Научно-технический прогресс, улучшая качество жизни человека, одновременно порождает и определенные, в том числе экологические проблемы. В настоящее время деятельность человека заметно влияет на атмосферу, литосферу и гидросферу, причем изменения принимают планетарный характер.

Большое количество вредных веществ сбрасывается в водные бассейны. Основными причинами загрязнения гидросферы является сброс неочищенных или недостаточно очищенных сточных вод промышленными, коммунальными и сельскохозяйственными предприятиями. Реки и моря загрязняются токсичными металлами, поверхностно-активными веществами, нефтепродуктами и другими отходами производства. Расход чистой воды на Земле составляет около 40% речных стоков. Если сохранятся существующие темпы загрязнения водных бассейнов, то к 2010 году все мировые ресурсы пресных вод могут оказаться исчерпанными.

Ущерб, наносимый загрязнением окружающей среды, огромен. Поэтому экологические проблемы находятся в центре внимания человечества и ни у кого не вызывает сомнения в необходимости их решения.

Экологическая проблема водных бассейнов сопряжена с накоплением техногенных отходов, в частности осадков бытовых и промышленных стоков, требующих разрешения. Наиболее прогрессивным решением является утилизация осадков сточных вод (ОСВ) в качестве ценного, органо-минерального удобрения в аграрном производстве. Последнее позволит решить актуальную проблему земледелия – сохранение и воспроизводство плодородия почвы.

Вода, использованная на производственные и бытовые нужды и получившая загрязнения, которые изменили ее свойства, и подлежащая очистке или удалению с данного объекта или населенного пункта, называется сточной. Состав сточных вод отличается исключительным многообразием и зависит от типа производства. В сточных водах могут содержаться токсические вещества такие, как цианиды, соединения мышьяка, ртути, свинца, кадмия и другие. Поэтому и ОСВ разных городов различаются по составу, свойствам и воздействию на окружающую среду (почвы, грунтовые воды и т.д.), что обусловлено не только характером стоков, но

и сроком хранения на иловых картах. Согласно литературным данным, ОСВ могут содержать большое количество органического вещества (до 45-60 % и более), азота до 6 %, фосфора до 8 %, 0,6 % – калия, а также микроэлементов: меди – 50-4000, цинка – 70-40000, кобальта – 2-300 мг на 1 кг сухого вещества [1]. Многие авторы (Алексеев Ю.В., Аллилуев Т.И., 1988; Плеханов И.О. и др.) указывают, что при внесении ОСВ увеличивается содержание органического вещества в почвах, улучшается агрегатный состав, водоудерживающая способность почв. Они характеризуются высокой степенью насыщенности основаниями, нейтральной реакцией и высокой обеспеченностью подвижными формами фосфора и калия. На основании вышеизложенного следует, что осадки сточных вод по качественному и количественному составу, а также по своим свойствам не уступают традиционным органическим удобрениям, что подтверждает целесообразность их применения при возделывании сельскохозяйственных культур. По данному направлению в странах ЕЭС используется в среднем 30 % накапливающихся осадков сточных вод, в том числе: в Люксембурге – до 90 % годового выхода ОСВ, Швейцарии – 70 %, Франции – 23 % и т.д. [2]. Положительные результаты использования ОСВ в качестве удобрений имеются и в России. Так, в Курском СХИ [3] установлено, что применение ОСВ городских очистных сооружений в умеренных дозах способствует повышению содержания гумуса и биологической активности почвы, устойчивости растений к экстремальным условиям вегетации. По мнению Чебаторева Н.Т. (1999), ОСВ являются важным резервом органических удобрений в Московской области, по удобрительной ценности не уступающим и подстилочному навозу. Мускаев Д.А. и др. (1987), Котти В.К. (1989), установили, что осадки сточных вод г.Владимира заметно увеличивают сбор клубней картофеля. Под действием ОСВ г. Ульяновска (Правобережье) содержание белка в зерне, по данным Чемаевой А.В. (2003), увеличивается на 0,30-0,91 (озимая рожь) и на 0,45-1,37 % (озимая пшеница).

Таким образом, имеющиеся научные материалы отечественных и зарубежных исследователей подтверждают достаточно высокую эффективность ОСВ в качестве удобрения, однако норма их внесения в большинстве случаев не должна превышать 30-40 т/га, что

связано с проблемой получения экологически безопасной продукции. Поликомпонентный состав осадков имеет сезонную и годичную цикличность, что предопределяет строго регламентированный контроль к их применению с предварительным проведением агроэкологических исследований.

Необходимость проведения агрохимических, агроэкологических, санитарно-гигиенических анализов обусловлена действующими в РФ нормативными документами в области обращения со всеми видами отходов [Нормативные данные по предельно-допустимым уровням загрязнения вредными веществами объектов окружающей среды от отходов производства и потребления в Российской Федерации, 1994; Федеральный классификационный каталог отходов (приложение к приказу Госкомэкологии России от 27.11.1997 г.); СанПиН 2.1.7.573-96 «Гигиенические требования к использованию сточных вод и их стоков для орошения и удобрения», 1997]. Последние документы четко определяют как требования, так и ограничения по содержанию тяжелых металлов (таблицы 1 и 2).

Следует отметить, что анализ действующих в зарубежных странах норм на предельно допустимое содержание (ПДС) тяжелых металлов в осадках сточных вод и допустимой нагрузки их на почву свидетельствует об отсутствии единого мнения относительно того, поступление каких металлов следует ограничивать и каковы размеры этого ограничения. При разработке норм содержания тяжелых металлов в почве должна учитываться их полифункциональная суть, важная как для поддержания равновесия в биосфере, так и в производстве продуктов питания.

Причем фактором, ограничивающим норму внесения осадков, являются не только тяжелые металлы, но и содержание в них общего и минерального азота. Не допускается внесение общего азота с осадком более 300 кг на 1 га, в том числе минерального азота, превышающего вынос годовых урожаев культуры, под которую вносится осадок [СанПиН 2.1.7.573-96].

Следовательно, главная задача, возникающая при использовании ОСВ в качестве удобрения – не допустить загрязнения почвы и растительной продукции веществами, ухудшающими здоровье человека и животных, поэтому необходимо проводить мониторинг качества как поступающих на очистку сточных вод, так и образующихся осадков.

В качестве объекта исследований были выбраны сточные воды г. Димитровграда. Город Димитровград Ульяновской области расположен на среднехолмистой местности, покрытой на 70 % смешанным лесом. Численность населения более 375 тыс. человек (2004 г). Почвы в районе в основном серые лесные легкосуглинистые и супесчаные. Климат района определяется равнинным рельефом, а также наличием вблизи реки и крупного искусственного водохранилища. По количеству осадков территория относится к зоне недостаточного увлажнения.

Хозяйственно-питьевое водоснабжение осуществляется наземными водами из артезианских скважин в количестве 39 штук, входящих в водозабор «Горка», расположенного в 0,6 км северо-восточнее г. Димитровграда в лесном массиве и имеет протяженность с запада на восток – 2,5 км, с севера на юг – 11,5 км. Общее нормативно-расчетное водопотребление за 2003 г. составляет: 37504 м<sup>3</sup>/сут, 13689 тыс. м<sup>3</sup>/год, фактическое – 35860 м<sup>3</sup>/сут, 13089 тыс. м<sup>3</sup>/год. Вода забирается на собственные хозяйственно-питьевые нужды, передается промышленным предприятиям на хозяйственно-питьевые и технологические нужды и на хозяйственно-питьевые нужды населения города.

Общее нормативно-расчетное водоотведение составляет 25550 тыс. м<sup>3</sup>/год, 70000 м<sup>3</sup>/сут, из них хозяйственно-бытовые стоки населения – 8078 тыс. м<sup>3</sup>/год, 22132 м<sup>3</sup>/сут; собственные стоки – 960 тыс. м<sup>3</sup>/год, ливневые и талые воды – 3480 тыс. м<sup>3</sup>/год.

Превышение объемов поступающих на очистные сооружения сточных вод над объемами забираемой воды МУП ВКХ «Димитровградводоканал» объясняется наличием собственных водозаборов у промышленных предприятий, от которых принимаются стоки в систему канализации.

Фактическое водоотведение за 2003 году составило 60082 м<sup>3</sup> в сутки, 21930 тыс. м<sup>3</sup>/год, из них ливневые стоки – 1485 м<sup>3</sup>/год.

Площадка очистных сооружений канализации (ОСК) расположена на окраине города в промышленной зоне завода ОАО «ДААЗ» по адресу: ул. Промышленная, 9, с учетом розы ветров. Расстояние от площадки до жилых домов города: на северо-востоке – 2500 м, с запада, востока и юга – лесной массив. Санитарно-защитная зона по СанПиН 2.2.1/2.1.1.1031-01 для ОСК равна 500 м.

Сброс сточных вод города осуществляется через очистные сооружения (ОС) с полной механической и биологической очисткой (ПБО) в реку Большой Черемшан с правого берега на 48 км от устья. Объем СВ, сбрасываемых в реку Большой Черемшан, не должен превышать 25550 тыс. м<sup>3</sup>/год, 7000 м<sup>3</sup>/сут. Контроль за качеством сточной воды осуществляет лаборатория очистных сооружений МУП ВКХ «Димитровградводоканал» и сетевая лаборатория анализа и мониторинга окружающей среды по Ульяновской области в соответствии с графиком. Контроль воды водного объекта в фоновом створе проводит лаборатория УЦГМС. Учет и регистрация объемов воды, забираемой из скважин, осуществляется с помощью водоизмерительной аппаратуры, учет объема сточных вод – объемным методом, по лотку. Ведение учета забираемой и сбрасываемой воды ведется по журналам (формы ПОД-11,13).

Данные таблицы 3 свидетельствуют, что максимальные значения показателей загрязняющих веществ составляют на входе: взвешенные вещества – 258; биологическая потребность в кислороде (БПК) – 170; сульфаты – 165; хлориды – 136,4; азот аммонийный – 12,9; нефтепродукты – 3,34 мг/мл. На выходе

**Таблица 1. Характеристика сточных вод по удобрительной ценности (СанПиН 2.1.7.573-96)**

Вид сточных вод	Содержание в сточной воде элементов питания, мг/л	Удобрительная ценность сточных вод
Первая группа Сточные воды крахмалопаточных, гидролизных, биохимических, химико-фармацевтических, спиртовых заводов и др.	Азот >100 Фосфор >30 Калий >70	Высокая Требуется, как правило, разбавление и дополнительное внесение фосфорных удобрений.
Вторая группа Сточные воды сахарных, дрожжевых, консервных заводов и пунктов первичной подработки овощей, заводов по производству минеральных удобрений.	Азот 50-100 Фосфор 10-30 Калий 30-70	Средняя Требуется внесение NPK, как правило, в размере 50 % нормы, рекомендуемой для данной зоны при обычном орошении.
Третья группа Сточные воды городов, поселков, текстильной, целлюлозно-бумажной промышленности и др.	Азот <100 Фосфор <30 Калий <70	Требуется внесение минеральных и органических удобрений нормой, рекомендуемой в зоне при обычном орошении.

**Таблица 2. Нормативные требования к осадкам сточных вод и методы определения их состава (СанПиН 2.1.7.573-96)**

Показатель	Норма	Метод
Влага, % не более	82	ГОСТ 26713-86
Органическое вещество, % на сухой продукт, не менее	20	ГОСТ 26714-85
Кислотность, pH (KCl)	5,5...8,5	Установленная техническая документация
Валовое содержание		
Свинец, мг/кг не более	1000	Атомно-абсорбционный метод
Мышьяк, мг/кг не более	20	Атомно-абсорбционный метод
Ртуть, мг/кг не более	15	Атомно-абсорбционный метод
Кадмий, мг/кг не более	30	Атомно-абсорбционный метод
Никель, мг/кг не более	400	Атомно-абсорбционный метод
Хром, мг/кг не более	1200	Атомно-абсорбционный метод
Марганец, мг/кг не более	2000	Атомно-абсорбционный метод
Цинк, мг/кг не более	4000	Атомно-абсорбционный метод
Медь, мг/кг не более	1500	Атомно-абсорбционный метод
Колититр, г не менее	0,01	Оценочные показатели санитарного состояния почвы населенных мест № 173/9-77, М., 1977
Яйца гельминтов (жизнеспособные), шт.	0	Оценочные показатели санитарного состояния почвы населенных мест № 173/9-77, М., 1977
Патогенные энтеробактерии клеток (по эпидпоказаниям)	0	Оценочные показатели санитарного состояния почвы населенных мест № 173/9-77, М., 1977

**Таблица 3. Результаты анализов сточных вод по очистным сооружениям канализации г. Димитровграда, усредненные за 12 месяцев 2003 года**

Загрязняющие вещества	Очистные сооружения				Черемшанский залив		Эффективность очистки	
	вход, мг/л	выход, мг/л	min (выход), мг/л	max (выход), мг/л	выше сброса	ниже сброса	проект., %	фактич., %
Взвешенные вещества	258,0	26,0	13,2	39,9	17,4	15,2	до 91,0	90,0
БПК <sub>5</sub>	170,0	13,0	9,6	35,9	4,7	3,9	до 91,0	92,4
Сухой остаток	779,0	756,0	695,8	827,5	502,0	472,9	–	–
Хлориды	136,4	126,5	102,0	157,0	15,8	19,6	–	–
Сульфаты	165,0	162,0	151,0	175,0	92,7	93,6	–	–
Фосфаты	2,5	2,3	1,88	2,91	0,096	0,13	30,0	8,0
Азот аммонийный	12,9	4,82	3,63	6,56	0,17	0,22	30,0	62,6
Азот нитратный	0,44	4,4	3,15	8,6	0,79	0,87	–	–
Азот нитритный	0,25	0,23	0,1	0,44	0,016	0,026	–	–
Хром	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	65,0	–
Железо	1,7	0,3	0,18	0,41	0,42	0,39	65,0	82,4
Медь	0,049	0,009	0,005	0,019	0,004	0,006	65,0	81,6
Цинк	0,45	0,067	0,03	0,1	0,022	0,029	60,0	85,1
Никель	0,022	0,009	0,004	0,015	0,002	0,003	40,0	59,0
Кадмий	0,00045	0	0	0	0	0	50,0	–
СПАВ	1,52	0,28	0,16	0,35	0,096	0,13	65,0	81,6
Нефтепродукты	3,34	0,24	0,59	0,1	0,202	0,19	70,0	92,8

**Таблица 4. Результаты анализов сточных вод по очистным сооружениям канализации г. Димитровграда, усредненные за 12 месяцев 2004 года**

Загрязняющие вещества	Очистные сооружения					Черемшанский залив		Эффективность очистки	
	вход, мг/л	сброс 1, мг/л	сброс 2, мг/л	min (выход), мг/л	max (выход), мг/л	выше сброса	ниже сброса	проект., %	фактич., %
Взвешенные вещества	256,60	34,50	35,00	23,2	40,6	12,9	11,9	до 91,0	87,0
БПК <sub>5</sub>	160,00	8,10	8,20	7,7	16,8	2,36	2,13	до 92,0	92,0
Сухой остаток	791,50	793,00	790,00	717,0	905,0	515,3	504,6	–	–
Хлориды	137,70	131,00	130,00	115,3	142,4	14,3	16,3	–	–
Сульфаты	159,00	164,00	163,00	121,7	178,0	90,8	101,13	–	–
Фосфаты	2,71	2,53	2,53	2,26	3,3	0,13	0,19	30,0	7,0
Азот аммонийный	18,90	4,50	4,60	2,5	5,7	0,27	0,3	30,0	76,0
Азот нитратный	4,56	27,00	27,90	13,5	40,1	2,4	2,9	–	–
Азот нитритный	1,54	1,09	1,10	0,48	1,69	0,035	0,04	–	–
Хром	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0007	н/о	н/о	65,0	–
Железо	1,60	0,36	0,35	0,25	0,48	0,39	0,24	65,0	78,0
Медь	0,05	0,02	0,02	0,005	0,027	0,0038	0,0026	65,0	60,0
Цинк	0,37	0,07	0,07	0,047	0,14	0,0055	0,004	60,0	81,0
Никель	0,022	0,010	0,01	0,006	0,02	0,0025	0,0022	40,0	55,0
Кадмий	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	–	–
СПАВ	1,55	0,25	0,25	0,15	0,35	0,176	0,167	65,0	84,0
Нефтепродукты	3,72	0,24	0,25	0,13	0,34	0,116	0,204	70,0	94,0

эти показатели уменьшаются в 9,9 раза по взвешенным веществам, нефтепродукты в 13,9 раза, азот аммонийный в 2,7. Показатели по хлоридам, сульфатам, фосфатам изменились незначительно.

Важно отметить, что эффективность очистки по факту исследуемых показателей значительно выше, кроме фосфатов и взвешенных веществ. Так, наибольшая степень очистки наблюдается по показателям: азот аммонийный – 32,6, цинка – 25,1, нефтепродукты – 22,8, СПАВ (синтетические поверхностно активные вещества) – 16,6 %. Данные таблицы 3 свидетельствуют, что азот аммонийный, азот нитратный, БПК, нефтепродукты, СПАВ, в среднем превышали установленный лимит на 2003 год. Последнее, вероятнее всего, связано с ухудшением качества стоков, поступающих от предприятий.

По расчетным данным таблицы 4 видно, что произошло наибольшее повышение по содержанию основных показателей по сравнению с 2003 годом: азот аммонийный – на 6 %, азот нитратный – на 5 %, нитриты – на 1,3 %. Содержание БПК, взвешенных веществ, сульфатов, ионов цинка, кадмия – уменьшились примерно в 1-2 раза. Количество нитратов, нитритов увеличилось от 4,7 до 6,1 раза со-

ответственно, что превышает установленный лимит на 2004 год в 2-3,6 раза.

Наибольшая степень очистки по сравнению с плановым наблюдалась по следующим показателям: азот аммонийный – 46 %, нефтепродукты – 24 %, цинк – 21-25 %, железо 13-17,4 %.

Анализ показателей загрязняющих веществ за 2003-2004 годы по входу и по выходу сточных вод показал, что средняя эффективность степени очистки равна 89,6 %.

В целом, сравнивая данные в фоновом и контрольных створах сточных вод после очистки на очистных сооружениях, можно утверждать, что наблюдается превышение над ПДК воды р. Черемшан в фоновом створе по БПК<sub>5</sub>, азоту нитритному, азоту аммонийному, фенолу, железу, меди. Однако в результате эффективной работы очистных сооружений качество воды в контрольном растворе улучшается по сравнению с фоновым.

Показатели таблиц 3 и 4 показывают, что концентрация загрязняющих веществ по годам различается, что подчеркивает значимость исследований в области экологической оценки СВ и ОСВ в качестве удобрений.

#### Литература

1. *Алексеев Ю.В.* Осадки сточных вод в качестве удобрения. / Ю.В. Алексеев, Г.Б. Рабинович, Г.И. Аллилуева // Химия в сельском хозяйстве. - 1986. - № 12. - С. 27-30.
2. *Жукова Л.А.* Осадки сточных вод в качестве удобрения. / Л.А. Жукова, А.Ф. Пехлецкая, А.Ф. Сулима // Химизация сельского хозяйства. - 1998. - №10. - С. 35-39.
3. *Коровин Н.В.* Общая химия. - М.: Высшая школа, - 2004. - С.476-477.
4. *Чеботарев Н.Т.* Осадки сточных вод – на удобрение // Агрехимический вестник. - 1999. - № 5. - С. 39 - 40.
5. *Мускаев Д.А. и др.* Изменение удобрительных свойств осадков городских сточных вод в результате их обработки с целью обеззараживания / Д.А. Мускаев, Я.А. Касатиков, С.М. Касатикова // Науч. труды Центр. Горфоболотной станции, 1987. - С. 133 - 140.
6. *Котти В.К.* Изменение химического состава почвы в результате применения органо-минерального удобрения на основе осадка городских сточных вод // Применение удобрений, микроэлементов и регуляторов в сельском хозяйстве, 1989. - С. 42 - 45.
7. СанПиН 2.1.7.573-96 «Гигиенические требования к использованию сточных вод и их осадков для орошения и удобрения». - М.: Мин. здравоохранения РФ. - 1997. - 51 с.
8. Федеральный классификационный каталог отходов (приложение к приказу Госкомэкологии России от 27.11.1997).
9. *Чемаева О.В.* Экологическая оценка осадков сточных вод и использование их в качестве удобрений. // автореф. дисс. кандидата биол. наук. - Ульяновск, 2003. - 22
10. *Baxter J.C.* Heavy metal retention in cattle tissues from ingestion of sewage sludge. // Journal of Environmental Quality. - 1982/ - V/11/ - №4. - P.161-177.