

УДК 628.16

## **В.А. ЛЫСОВ**

кандидат технических наук, профессор, заведующий кафедрой водоснабжения и водоотведения  
Ростовский государственный строительный университет

## **Д.А. БУТКО**

кандидат технических наук, доцент, директор Института инженерно-экологических систем  
Ростовский государственный строительный университет

## **Ю.А. РЫЛЬЦЕВА**

аспирант  
Ростовский государственный строительный университет

# **ИЗУЧЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОСАДКА ВОДОВОДНЫХ СТАНЦИЙ г. РОСТОВА-НА-ДОНУ В КАЧЕСТВЕ ПОЧВОГРУНТОВ**

*PROSPECTS FOR THE STUDY OF SLUDGE WATERWORKS IN ROSTOV-ON-DON AS SOILS*

*Рассматриваются вопросы перспективного использования осадка водопроводных станций в качестве почвогрунтов, что способствовало бы одновременному решению задач рекультивации земель, а также утилизации шлама водочистки. На основании приведенных экспериментальных исследований по изучению структуры, химического состава и удобрительных свойств осадка показана возможная целесообразность осуществления данного процесса.*

**Ключевые слова:** рекультивация деградированных земель, природные водоисточники, осадок водопроводных станций, почвогрунт.

Ростовская область является одним из наиболее благоприятных регионов России в плане агрономических условий, поскольку почти 65% ее территории занимают черноземы. Однако в последнее десятилетие наблюдается тенденция увеличения площади эродированных земель. Интенсивное развитие деградационных процессов, среди которых, по мнению специалистов, наиболее опасны водная эрозия и дефляция, угрожает тем, что слава о нашем регионе как о «хлебном крае» вскоре может стать историей.

Отмечается снижение содержания гумуса в почве до 3,1 %, при том что минимально допустимым значением для обеспечения эффективного роста и развития растений является уровень не ниже 3,5%. Площадь оврагов в области достигла 38,4 тыс. га и имеет тенденцию к увеличению. Также в результате

*A promising use of waterworks sludge as soil, which would solve both the reclamation and recycling of sludge treatment plant. Based on the experimental studies on the structure, chemical composition and fertilizing properties of sludge shows a possible implementation of the feasibility of the process.*

**Keywords:** restoration of degraded land, natural water sources, sediment water treatment plants, soils.

нерациональной хозяйственной деятельности растут площади заболоченных территорий.

Кафедрой водоснабжения и водоотведения Ростовского государственного строительного университета была поставлена задача изучения перспективы использования осадка шламовых вод станций водоподготовки в качестве почвогрунтов для одновременного решения вопроса его утилизации.

Несмотря на развитую инфраструктуру и высокий уровень благоустройства города, проблема обработки и дальнейшей утилизации водопроводного осадка до сих пор не нашла своего решения. Высококонцентрированные воды после промывки скорых фильтров и горизонтальных отстойников отводятся по общему коллектору в ручей Безымянный, попадая в конечном итоге в реку Дон. Данные экологического мониторинга свидетельствуют о значительном

увеличении илистых отложений, подавляющих биоту и, как следствие, процессы самоочищения реки.

На сегодняшний день накоплено немало научных данных об успешном использовании осадков канализационных станций при рекультивации нарушенных земель. Существуют нормативные документы, регламентирующие данный процесс [1,2], чего нельзя сказать об осадках природных вод ввиду их большого разнообразия, обусловленного качеством воды источника водоснабжения, реагентами, применяемыми для ее осветления, а также технологической схемой процесса очистки.

Осадки на водопроводных станциях образуются в результате очистки (осветления и обесцвечивания) природных вод от загрязняющих веществ, находящихся во взвешенном и растворенном состоянии. Основными составляющими осадка являются продукты химического взаимодействия реагентов с минеральными (песок, глина, карбонатные породы, нерастворимые соли металлов) и органическими (водоросли, фито- и зоопланктон, ил, гуминовые и фульвокислоты) веществами. По своим физико-химическим и реологическим характеристикам осадки природных вод схожи с сапропелями, нашедшими свое применение в сельскохозяйственной отрасли для повышения содержания гумуса в почве, а также её санации.

Для исследования осадок извлекался из горизонтальных отстойников либо дренажным насосом при рабочем режиме сооружений, либо ручным способом путем погружения емкости в слой скопившегося осадка при опорожненном отстойнике перед его промывкой. Отобранный осадок подсушивался на открытом воздухе на специально подготовленных площадках без дополнительного внесения реагентов для интенсификации процесса обезвоживания.

Выполнены два варианта испытаний по применению осадка в качестве почвогрунта: в первом случае шлам обезвоживался до влажности 60-65 %, а, согласно второму, подвергался максимально возможному подсушиванию в естественных условиях. Следует отметить, что при получении осадка предельно низкой влажности немало важным фактором является температура окружающего воздуха, оказывающая влияние на структуру осадочной массы. В случае воздействия исключительно положительных температур и малого количества атмосферных осадков, формируются агрегаты размером  $0,3 \div 1,5$  см, поэтому для исключения фракций свыше 1 см осадок нуждался в периодическом ворошении. В случае же даже разового воздействия отрицательных температур, осадок приобретает мелкозернистую равномерную структуру с фракцией  $0,1 \div 0,3$  см. Влажность осадка в естественно сухом состоянии составляет 8-12 %. Значения насыпной плотности, подверженные некоторым сезонным колебаниям, представлены на рис. 1. Цвет обезвоженного водопроводного осадка - от буровато-серого до темно-серого.

Основные химические показатели осадка сведены в табл. 1 и сопоставлены с нормативными значениями, предъявляемыми в [3] к искусственным почвогрунтам, нуждающимся в дополнительном внесении компостов от 10 до 20 %, а также самим биокомпостам.

Анализируя данные табл. 1, можно предположить, что осадок занимает промежуточное положение по органической составляющей и элементам питания между показателями искусственного грунта и биокомпоста, что указывает на вероятную возможность снижения добавочной дозы удобрений к шламам водоочистки для обеспечения нормального роста и развития растений. Так, к примеру, содержание питательных веществ в доступных для растений фор-



Рис. 1. Усредненные значения насыпной плотности осадка за период исследования 2011-2013 гг.

Таблица 1

## Основные химические показатели осадка донской воды

№	Наименование параметра	Единица измерения	Норма параметра		Параметры водопроводного осадка
			для искусственных почвогрунтов	для биокомпостов	
1	Органическое вещество	% к сухой массе	4÷15	Не менее 20	12,39÷15,43
2	Реакция среды (рН водной вытяжки)	ед. рН	6,1÷7,1	6,5÷7,5	7,05÷8,49
3	Содержание элементов питания				
3.1	Фосфор (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	мг/кг	100÷200	Не менее 100	240÷410
3.2	Калий (K <sub>2</sub> O)	мг/кг	100÷200	Не менее 100	172÷200
4	Валовое содержание тяжелых металлов				
4.1	Медь (Cu)	мг/кг	Не более 117	Не более 1000	51,34÷69,69
4.2	Цинк (Zn)	мг/кг	Не более 198	Не более 2500	155,84÷269,37
4.3	Свинец (Pb)	мг/кг	Не более 65	Не более 750	4,84÷27,34

Таблица 2

## Усреднённый химический состав осадка водопроводных станций г. Ростова-на-Дону (в сухой массе)

Соединение/элемент	Единица измерения	Содержание
Оксид кальция (CaO)	%	7,66
Оксид магния (MgO)	%	2,04
Оксид марганца (MnO)	мг/кг	2905
Оксид железа(III) (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	%	7,01
Оксид алюминия (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	%	11,99
Оксид кремния (IV) (SiO <sub>2</sub> )	%	55,23
Диоксид титана (TiO <sub>2</sub> )	%	0,57
Ванадий (V)	мг/кг	86,11
Хром (Cr)	мг/кг	97,59
Кобальт (Co)	мг/кг	17,56
Никель (Ni)	мг/кг	134,74
Мышьяк (As)	мг/кг	4,34
Стронций (Sr)	мг/кг	340,48

мах в пахотном слое чернозема составляет: по P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - от 100 до 300 мг/кг, по K<sub>2</sub>O - от 200 до 250 мг/кг.

Согласно [4], был выполнен рентгенофлуоресцентный анализ осадка с целью определения наиболее полного химического состава (табл. 2).

Выращивание растений на почвенных субстратах, состоящих из водопроводного осадка и универсальной почвенной смеси, проводилось в условиях защищенного грунта. В целях выявления пригодности осадка по отношению к различным видовым разнообразиям (порядкам) растений, было произведено выращивание семян декоративных растений – цветов бархатцев (однолетние растения семейства Астровые) и сельскохозяйственных культур – яровой пшеницы. Процентное соотношение осадка и универсальной почвенной смеси (N<sub>общ</sub>=0,4 %, P<sub>общ</sub>=0,16 %, K<sub>общ</sub>=0,1 %, рН<sub>сод</sub>=6,0) в субстратах было следующим: №1=0%:100 %, №2=30%:70 %, №3=50%:50 %, №4=100%:0 %.

В табл.3 сведены результаты наблюдений за всхожестью вышеуказанных культур при использовании водопроводного осадка с влажностью 60-65 % и 8-12 %.

Детальное изучение структуры и удобрительных свойств почвенных субстратов, приготовленных с использованием различного процентного содержания водопроводного осадка исходной влажности 60-65 %, показало удовлетворительные результаты в смесях №2 и №3. Всхожесть на данных образцах аналогична результатам, полученным на почвенном субстрате №1, являющемся контрольным. Значительных отличий в процессе роста и развития растений не зафиксировано. Исключение в данном случае составляет образец №4, характеризующийся явным отставанием в количестве всходов и их росте. Объяснением этому является глыбистая структура осадка с достаточно плотным сложением. Высокая объемная плотность в свою очередь снижает воздухопроницаемость почвогрунта и, как следствие, создает анаэробные условия, при которых подавляется нормальное развитие растений и усвоение ими питательных веществ.

Анализ экспериментов, полученных при использовании осадка с влажностью 8-12 %, показал более приемлемые результаты как в качестве допол-

Таблица 3

Результаты наблюдений за всхожестью растений при использовании осадка природных вод в качестве почвогрунта или компонента почвенного субстрата

Период времени с момента посева, сут	Количество всходов в почвенном субстрате, шт.				Средняя высота ростка в почвенном субстрате, см			
	№1	№2	№3	№4	№1	№2	№3	№4
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Влажность осадка 60-65 %								
Бархатцы (Tagetes). Посев 25 семян								
5	19	18	21	6	0,8	0,9	0,8	0,2
10	20	21	21	9	1,5	1,5	1,5	1,0
17	20	21	21	9	5,0	5,0	6,0	3,0
25	20	23	21	9	8,5	9,0	9,5	5,0
Пшеница яровая. Посев 20 зерен								
3	1	1	3	0	0,2	0,2	0,4	0
7	11	15	9	1	6,0	7,0	7,0	2,5
10	14	15	12	3	11,0	12,0	12,0	5,0
14	14	15	14	6	23,0	22,0	23,0	10,0
Влажность осадка 8-12 %								
Бархатцы (Tagetes). Посев 25 семян								
5	10	14	24	25	1,0	1,0	1,2	1,3
10	12	16	25	25	1,0	1,5	1,5	1,8
17	18	20	25	25	5,0	5,0	5,5	6,0
25	18	20	25	25	8,5	9,5	10,0	11,0
Пшеница яровая. Посев 20 зерен								
3	2	2	3	2	0,3	0,3	0,3	0,3
7	13	15	16	16	7,0	7,0	7,5	7,0
10	16	17	17	17	12,0	12,0	13,5	13,0
14	16	17	17	17	25,0	25,0	26,0	25,0

нительного (№2, №3), так и единственного (№4) компонента почвенного субстрата. Образец №4 в отличие от своего аналога из первой серии опытов (при влажности осадка 60-65 %) имеет зернистую структуру рыхловатого строения, благотворно влияющую на всхожесть, рост и развитие растений.

В результате проведенных исследований по определению пригодности осадка природных вод в качестве почвогрунта или его компонента можно обозначить следующие выводы:

1) химический состав осадка по содержанию элементов питания (фосфора и калия) аналогичен чернозему, что обеспечивает нормальное питание растений;

2) содержание тяжёлых металлов в осадке достаточно мало и соответствует предъявляемым к почвогрунтам требованиям;

3) добавление обезвоженного осадка с предельно низкой исходной влажностью в почвенные смеси положительно сказывается на их фильтрационных характеристиках;

4) увеличение дозы осадка влажностью свыше 60 % в составе почвенного субстрата отрицательно

влияет на его аэрационные процессы ввиду формирования высокой объемной плотности грунта. Решением данной проблемы может стать внесение листвы, древесных опилок, торфа или прочих подобных дополнителей.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СанПиН 2.1.7.573-96. Гигиенические требования к использованию сточных вод и их осадков для орошения и удобрения [Текст]. - М.: Стройиздат, 1996.

2. ГОСТ Р 17.4.3.07-2001. Охрана природы. Почвы. Требования к осадкам сточных вод при использовании их в качестве удобрений [Текст]. - М.: Стройиздат, 2001.

3. Постановление правительства Москвы от 17.06.2008 г № 514-ПП. Об утверждении методических рекомендаций и требований по производству компостов и почвогрунтов, используемых в городе Москве. Приложение 1.

4. МВИ М-049-П/10. Методика выполнения измерений массовой доли металлов и оксидов металлов в порошковых пробах почв рентгенофлуоресцентным методом.

© Лысов В.А., Бутко Д.А., Рыльцева Ю.А., 2013