

УДК 628.336.4

© 2013 Гуляев В.М.<sup>1</sup>, Корниенко И.М.<sup>2</sup>

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УЛУЧШЕННОЙ ТЕХНОЛОГИИ  
ОБЕЗВОЖИВАНИЯ ОСАДКОВ ГОРОДСКИХ СТОЧНЫХ ВОД  
НА ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ ВОЗВРАТНЫХ ВОД  
(на примере очистных сооружений г. Днепродзержинска)**

*В результате исследований экологической проблемы города Днепродзержинска установлено, что низкое качество очистки городских сточных вод обусловлено моральным старением сооружений. Экспериментами подтверждено отклонение от норм ПДК следующих ингредиентов – азота аммонийного, фосфатов, взвешенных веществ и сухого остатка. Установлено негативное влияние дренажных сточных вод и отработанного осадка на экологическое состояние грунта и поверхностных вод. Предложено внедрение в систему очистных сооружений метода обезвоживания осадка при помощи центрифуги, доказана эффективность ее использования.*

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** осадок сточных вод, центрифуга, биогенные элементы, биоценоз, азотенки.

<sup>1</sup>д-р техн. наук, проф. ДГТУ, г. Днепродзержинск, Украина

<sup>2</sup>канд. техн. наук, доц. ДГТУ, г. Днепродзержинск, Украина

**АКТУАЛЬНОСТЬ ПРОБЛЕМЫ**

Город Днепродзержинск относится к промышленной части Днепровского региона Украины. Этот фактор предопределяет интеграцию большого спектра разнообразных токсических веществ, которые поступают в городскую станцию биоочистки со сточной водой промышленных предприятий. По завершении очистки сточных вод методами механической и биологической очистки с последующим обеззараживанием вод, осуществляется их сброс в единственный источник питьевого водоснабжения на Украине – реку Днепр.

Очистные сооружения построены в 1979 г., потому не рассчитаны

на современные условия работы и требования к качественным показателям возвратных вод. Главными недостатками работы очистных сооружений

г. Днепродзержинска являются отклонения от установленных нормативов по азоту аммонийному, фосфатам, взвешенным веществам, тяжелым металлам и сухого остатка, относительно которых «Днепродзержинскводоканал» выплачивает штрафы за нанесенный ущерб окружающей природной среде.

В результате анализа работы очистных сооружений установлено, что одним из основных факторов, оказывающих влияние на низкую степень очистки вод относительно

вышеперечисленных ингредиентов, оказывает недостаточно эффективный метод обезвоживания осадков (отработанного ила) путем выдерживания его в илоуплотнителях (рис. 1). Определена влажность осадка после илоуплотнителя, она составляет 93-95%. Эти данные свидетельствуют о невозможности складирования его на иловых картах (рис. 2), так как сырой осадок займет огромные земельные площади.



Рисунок 1 – Общий вид илоуплотнителя (на примере очистных сооружений г. Днепропетровска)



Рисунок 2 – Состояние иловых карт при повышенной влажности сырого осадка (на примере очистных сооружений г. Днепропетровска)

Задачей исследовательской работы является усовершенствование системы обезвоживания сточных вод с целью решения экологических проблем – загрязнения земельных угодий, находящихся под складированием отработанного ила, а также

подземных и поверхностных водисточников, контактирующих с образовавшимися дренажными сточными водами.

Целью данной работы является разработка рекомендаций относительно введения в структуру очистных сооружений г. Днепропетровска эффективной системы обезвоживания осадка с целью повышения качества биохимической очистки сточных вод, ввиду того, что наибольшая часть (70%) образовавшихся дренажных вод подается в аэротенки на доочистку.

Автором [1] на очистных сооружениях канализации (ОСК) Новосибирска по проекту были смонтированные вакуум-фильтры для обезвоживания осадков с использованием реагентов.

Сотрудниками ООО НПФ «Экохим» предложен новый композиционный флокулянт Сибфлок на основе высокомолекулярного полиэтиленоксида для снижения влажности в осадке сточных вод [2].

#### МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА

В результате изучения существующих методов обезвоживания осадков сточных вод предложено провести исследования эффективности метода снижения влажности в сыром осадке отработанного ила с использованием действия центробежной силы.

Для проведения эксперимента использовали лабораторный образец центрифуги с различными условиями центрифугирования.

Методика проведения эксперимента заключалась в определении эффективности обезвоживания – определения влажности в центрифугированном осадке, а также качественных характеристик образовавшихся надосадочных сточных вод (по типу дренажных) относительно физико-химических показате-

телей сточных вод – азота аммонийного, фосфатов, железа и сухого остатка.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Проведенные исследования свидетельствуют о том, что пребывание осадка на городских очистных сооружениях превышает регламентное значение с 1,5 часа до 3-х суток. Это предопределяется недостаточностью иловых карт предназначенных для складирования отработанного ила. Во-вторых, главной проблемой является плохое оседание (уплотнение отработанного ила), вызванное бурным развитием нитчатых бактерий, которые приводят к массовому вспуханию ила в очистных сооружениях. Полученные данные свидетельствуют, что при отстаивании ила в илоуплотнителе, который выполняет функцию обезвоживания отработанного ила, происходит ухудшение качества очистки сточной воды относительно ингредиентов: аммоний солевой, фосфаты, сухой остаток и железо. Низкое качество очистки сточной воды от биогенных элементов и взвешенных веществ приводит к ухудшению экологического состояния окружающей природной среды. Потому разработка научно обоснованных мероприятий относительно повышения степени очистки сточных вод, а также эффективной переработки образовавшихся осадков является одной из актуальных и важнейших экологических задач современности. Суть проведения эксперимента основывалась на заполнении центрифужных пробирок иловой смесью, центрифугирование которых проводили в двух режимах. Первый режим обезвоживания проводится в условиях 1000 об/мин., в течение 2 минут (рис. 3).



Рисунок 3 – Эффективность процесса обезвоживания отработанного ила при центрифугировании 1000 об/мин

Анализ полученных данных свидетельствует, что за период центрифугирования произошло значительное уплотнение осадка, объем которого составил 0,3 см<sup>3</sup>.

Второй режим центрифугирования проводили с целью определения оптимальных условий проведения этого процесса, а именно при 3000 об/мин., в течение 2 минут (рис. 4). Объем уплотненного ила составил 0,2 см<sup>3</sup>.

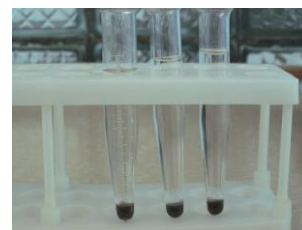


Рисунок 4 – Эффективность процесса обезвоживания отработанного ила при центрифугировании 3000 об/мин

Во всех случаях надосадочная жидкость после центрифугирования имеет высокую прозрачность (20 баллов). Это свидетельствует о возможности возвращения дренажных вод в аэротенки на повторную доочистку с исключением негативного влияния на биоценоз активного ила. Анализ полученных результатов исследований показал, что влажность в сыром уплотненном осадке при использовании первого режима работы центрифуги составила 9%, а во втором случае – 7,5%.

Полученные результаты исследований свидетельствуют, что из двух продемонстрированных режимов работы можно считать эффективным и целесообразным, исходя из энергетической точки зрения, первый режим (1000 об/мин).

С целью подтверждения эффективности использования предложенного метода обезвоживания, проведена серия экспериментальных исследований на предмет определения влажности осадка, физико-химических показателей сточных вод, за которые были выплачены штрафы.

Результаты экспериментов свидетельствуют, что ил, который возвращают на иловые площадки по классической технологической схеме, а именно: из илоуплотнителя, имеет влажность 93-95%. Такие результаты свидетельствуют о полном отсутствии эффективности работы данного сооружения и подтверждают необходимость полного исключения его из технологического режима. Для установления эффективности работы илоуплотнителя и иловых карт проведено исследование режима их работы и качества обезвоживания.

В процессе брожения отработанного ила в илоуплотнителе в результате брожения (которое проте-

кает 1-3 суток) осуществляется вторичное загрязнение надосадочной жидкости со значительным повышением азота аммонийного, фосфатов и сухого остатка. Во время центрифугирования илоуплотненной массы фиксируется резкое повышение этих показателей в 2-3 раза. Неэффективность работы илоуплотнителя объясняется присутствием в иле значительного количества нитчатых бактерий, которые приводят к вспуханию биоценоза и препятствуют его самостоятельному уплотнению, осадению под действием сил притяжения.

Для исследования использованы два образца: первый – надосадочная жидкость, полученная из илоуплотнителя в результате естественного уплотнения ила под действием сил притяжения; второй образец – надосадочная жидкость, полученная в результате обезвоживания отработанного ила под действием центробежной силы. Результаты исследований приведены в табл. 1, 2.

Эти исследования проводились по аттестованным методикам КНД, РНД. Для определения этих показателей использовали спектрофотометр СФ-46.

Таблица 1 – Показатели качества очистки сточных вод (надосадочная жидкость)

Место отбора проб	NH <sub>4</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	PO <sub>4</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	Сухой остаток, мг/дм <sup>3</sup>	Fe <sup>3+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	ЦДК, мг/дм <sup>3</sup>				Прозрачность, %	Влажность, %
					NH <sub>4</sub>	PO <sub>4</sub>	сухой остаток	Fe <sup>3+</sup>		
Надосадочная жидкость из вторичного отстойника	5,280	13,22	1200	0,416	3,5	2,0	1100	0,3	14	-
Надосадочная жидкость из илоуплотнителя	18,00	36	1200	0,419					10	-
Осадок после отстойника									96	
Осадок из илоуплотнителя									94	

Таблица 2 – Зависимость показателей качества очистки сточной воды на этапе применения метода центрифугирования

Место отбора проб	NH <sub>4</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	PO <sub>4</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	Сухой остаток, мг/дм <sup>3</sup>	Fe <sup>3+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	ПДК, мг/дм <sup>3</sup>				Прозрачность, %	Влажность, %
					NH <sub>4</sub>	PO <sub>4</sub>	сухой остаток	Fe <sup>3+</sup>		
Надосадочная жидкость из вторичного отстойника	5,28	13,22	1200	0,416					14	-
Надосадочная жидкость после центрифугирования	6,1	14,56	1200	0,47	2,0	3,5	1000	0,3	26	
Осадок после центрифуги									-	7

Исходя из табличных данных, можно сделать вывод, что использование методов центрифугирования для уплотнения и обезвоживания отработанного ила являются наиболее эффективными, т.к. эффективность процесса составляет 90%.

На базе выполненных лабораторных исследований разработаны рекомендации относительно внедрения эффективной системы обезвоживания и уплотнения ила с полным исключением из технологического режима энергозатратного сооружения – илоуплотнителя.

Внедрение в действующие очистные сооружения современной системы обезвоживания позволит решить глобальные экологические проблемы, а именно:

- сокращение земельных участков, путем снижения объемов сырого осадка на 90%;

- в результате эффективного обезвоживания, существует возможность предупреждения перебраживания осадка с образованием больших объемов дренажной сточной воды, которая содержит токсические вещества;

- внедрение метода центрифугирования позволит исключить образование дренажных вод, отправляемых на доочистку в аэротенки, так как влажность осадка будет составлять 7,5%;

- гарантируется полное исключение использования физического труда операторов иловых карт, который связан с необходимостью постоянного разрыхления ила (этот процесс является необходимым, потому что он обеспечивает естественную аэрацию и высушивание промежуточных слоев ила).

Предупреждение процессов брожения оказывает позитивное действие на атмосферу, поскольку этот процесс характеризуется интенсивным газообразованием с выделением кислых и сероводородных газов.

#### РЕКОМЕНДАЦИИ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

Ухудшение качества сточной воды происходит в результате плохого процесса уплотнения отработанного ила и образования дренажной сточной воды. Поэтому целесообразным является использование метода центрифугирования после вторичного отстойника: биогенные элементы

в жидкости после центрифугирования не будут накапливаться.

В качестве рекомендаций предложена следующая схема центрифугирования осадков (рис. 5).

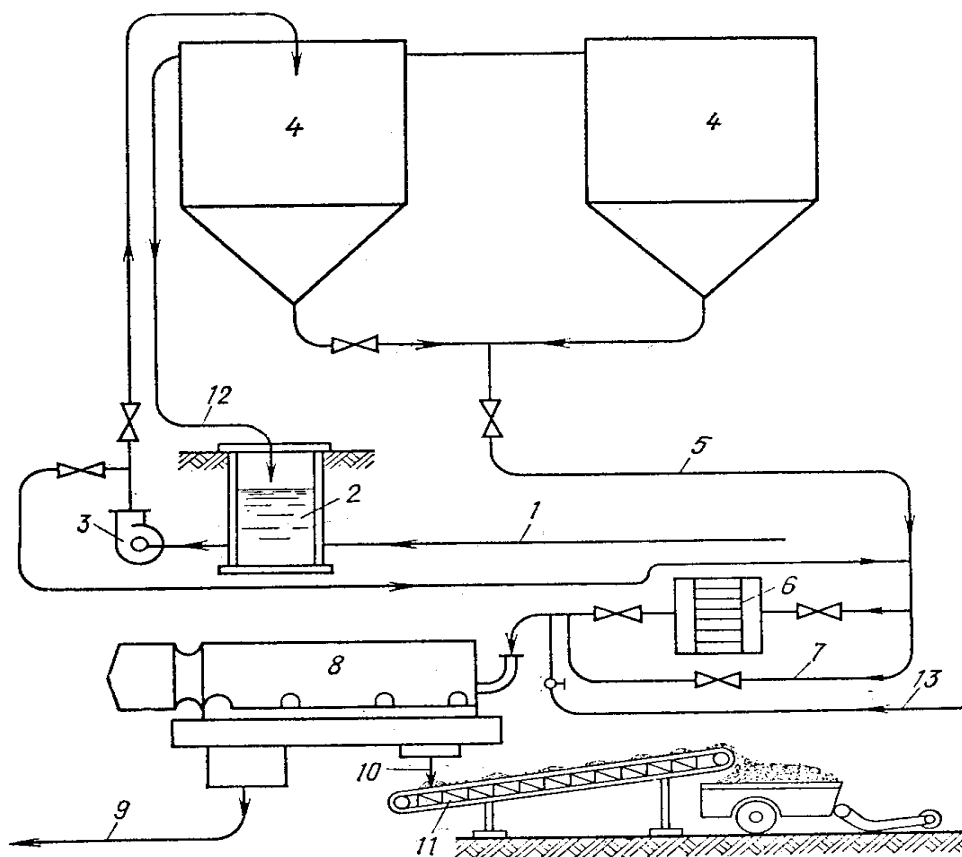


Рисунок 5 – Схематическое изображение процесса обезвоживания осадка на центрифуге:

1 - подача осадка; 2 - приемный резервуар; 3 - питательный насос; 4 - емкости для загрузки смесью осадков; 5 - подающий трубопровод; 6 - дополнительный резервуар; 7 - обводная линия; 8 - центрифуга; 9 - линия фугата; 10 - сброс фугата; 11 - транспортер; 12 - переливная труба; 13 - трубопровод для промывки центрифуги

Центрифугирование дает те же преимущества, что и вакуум-фильтрация, то есть позволяет автоматизировать процесс обезвоживания осадков, не зависит от климатических условий, способствует сокращению земельных площадей и длительности обезвоживания осадков.

#### ВЫВОДЫ

Полученные данные свидетельствуют, что при отстаивании активного ила в илоуплотнителе, который выполняет функцию обезвоживания отработанного ила, происходит ухудшение качества очистки сточной воды относительно ингредиентов: аммония солевого, фосфатов, сухого остатка и железа. Низкое качество очистки сточной воды от биогенных элементов и

взвешенных веществ приводит к ухудшению экологического состояния окружающей природной среды, потому разработка научно обоснованных мероприятий относительно повышения степени очистки сточных вод и эффективного метода обезвоживания отработанного ила является одной из актуальных и важнейших экологических задач современности.

#### Список литературы

1. Похил Ю.Н., Багаев Ю.Г., Вешкурцев В.М. и др. // *Водоснабжение и санитарная техника*. – 2004. – №3. – С. 12-18.
2. Кармазин Ф.В., Квиток В.И., Ильин Ю.А. и др. // *Водоснабжения и санитарная техника*. – 2004. – №5. – С. 3-8.

Поступила в редакцию 06.11.2013 г.

Gulyaev V.M., Kornienko I.M.  
(DSTU, Dneprodzerzhinsk, Ukraine)

#### THE RESEARCH OF IMPROVED TECHNOLOGY INFLUENCE OF SEWAGE SEDIMENT DEWATERING ON ECOLOGICAL SAFETY OF RETURN WATER

The given article presents the results of ecological problem researches in Dneprodzerzhinsk. It was stated that low quality of sewage reclamation was caused by obsolescence of waste water treatment plant. Experiments confirmed the deviation from norms of the following ingredients – ammonium nitrogen, phosphates, weighted substances and solid residual. Negative influence of drainage sewage and waste sediment on ecological condition of the ground and surface water was stated. The introduction of sewage purification works according to the method of sediment dewatering with the help of centrifuge was proposed. The effectiveness of its usage was proved.

Key words: sewage sediment, centrifuge, biogenic elements, biocenosis, aeropacks.