

Конструктивно-техническое решение снижения влажности осадков

Нгуен Динь Дап, аспирант, Н.Т. Джумагулова, к.т.н., ФГБОУ ВО НИУ МГСУ

При выборе рациональной технологии обработки и утилизации осадков сточных вод необходимо учитывать основные экономические и экологические факторы: сокращение транспортных расходов на вывоз осадков, сокращение площадей, необходимых для захоронения, сокращение вредных выбросов в атмосферу. Обработка и удаление осадков представляют собой важнейшие проблемы при очистке сточных вод. На городских очистных станциях для обезвоживания осадков широко используются иловые площадки. Главным недостатком данного метода является отторжение значительных земельных территорий, загрязнение геосреды, выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух, а также потеря ресурсной ценности земли. При обработке осадков и их утилизации необходимо добиться минимума ущерба, наносимого окружающей среде, и возможности их использования в интересах народного хозяйства. Технологические схемы, применяемые для реализации этой задачи, отличаются большим многообразием [1–3].

Разработка технологии, позволяющей сократить площади, используемые для размещения осадков, является одной из первоочередных задач на станции очистки стоков г. Чехова. Очистные сооружения канализации были построены в 1976 г. с проектной производительностью 50 тыс. м³/сут. Фактическое количество поступающих на очистные сооружения городских и промышленных сточных вод составляет в настоящее время около 25 тыс. м³/сут.

В связи с освоением пригородных земель под жилищное строительство ожидается рост населения и увеличение производительности станции канализации до проектной мощности. Соответственно ожидается рост образования осадков после очистки сточных вод. Очистка воды на этих сооружениях осуществляется по классической схеме, включающей в себя механическую, биологическую очистку и доочистку. Обезвоживание осадков на протяже-

нии всего периода эксплуатации происходит на 17 иловых картах каскадного типа, созданных на естественном основании. Общая площадь данных очистных сооружений составляет 13,45 га, или 134500 м², и определяется объемом сбросов осадков, а также временем их естественного высыхания до состояния, пригодного для вывоза автомашинами на полигоны [4].

Материал и методы исследования. В целях улучшения экологической ситуации, снижения влажности и объемов осадков было запроектировано механическое обезвоживание осадков и их подготовка к дальнейшему использованию в качестве органических удобрений в зелёном строительстве, лесоразведении, а также для биологической и технической рекультивации нарушенных земель и т.п. В процессе реконструкции иловых карт было принято решение предварительно обезвоживать осадок на сгустителях. В качестве основного оборудования для обезвоживания осадков были рекомендованы ленточные фильтр-прессы типа ЛФ-1500П в комплекте с ленточными сгустителями. Такой фильтр предназначен для обезвоживания осадков городских и промышленных сточных вод, гальваношламов, предварительно обработанных реагентами.

Технические данные сгустителя должны соответствовать техническим условиям (ТУ) и настоящему техническому описанию согласно таблице 1.

Результаты исследования. Фильтр состоит из горизонтальной рамы – сборно-сварной конструкции, изготовленной из сортового швеллера и покрытой цинком (метод горячего цинкования). Заливочный стол представляет собой сварной поддон из тонколистовой нержавеющей стали. Заливочный лоток представляет собой П-образный короб без дна с уплотнениями по контуру, соприкасающимися с подвижной сеткой. Положение короба по высоте относительно движущейся сетки может регулироваться. На фильтре устанавливаются две фильтрующие сетки. Их запасовка производится согласно схеме, прилагаемой к данному ТУ (рис.).

Одна фильтрующая сетка (L1) скользит по заливочному столу. На заливочном столе установлен

1. Основные технические данные и характеристики ленточного фильтра ЛФ-1500С

Параметр		Норма для фильтра
Площадь поверхности фильтрования, м ²		3,5
Ширина фильтровальной сетки, м	полная	1,5
	рабочая	1,3
Температура суспензии, К (°С)		278–308 (5–35)
Производительность при исходной концентрации в суспензии твёрдой фазы до 5%, м ³ /час, не более		25
Мощность, кВт	привода-сгустителя	0,55
	компрессора	1,1
Характеристика питающей электросети		3-фазная, 50 гц, 380 В, с глухо заземлённой нейтралью
Количество и качество промывной воды взвешенные вещества, мг/л	менее	6
	расход, м ³ /час, более	5
	давление, МПа, более	0,5
Материал основных частей, соприкасающихся с продуктом		ГОСТ 380–84, полиуретановая композиция
Габаритные размеры, мм	длина	3100
	ширина	1920
	высота	1250
Масса, кг		600

заливочный лоток, в который подаётся смесь осадков, обработанная раствором флокулянта. Исходный осадок попадает на фильтрующую сетку – это зона гравитационной фильтрации. Затем осадок перегружается на другую сетку и начинается зона клинового отжима – это зона постепенно повышающегося давления на осадок. Клин образуется двумя постепенно сходящимися сетками. Далее фильтрующие сетки движутся совместно и производится последовательный отжим осадка сначала на перфорированном барабане, потом на отжимных роликах и в заключение – в зоне окончательного (роликового) отжима. Узел роликового отжима представляет собой систему роликов одинакового диаметра. Далее в зоне выгрузки осадка фильтрующие сетки разделяются и движутся отдельно. Обезвоженный осадок с фильтрующих сеток снимается плавающими ножами. Лезвия ножей выполнены из винилпласта. Усилие прижима ножей к поверхности сеток может регулироваться путём увеличения либо уменьшения жёсткости (длины) пружин.

Фильтр снабжён устройствами для оптимального натяжения фильтрующих перегородок, а также механизмами их центрирования, предотвращающими их недопустимое смещение по ширине фильтра. Каждая фильтрующая перегородка промывается водой при помощи своего промывного устройства.

В промывных устройствах установлены форсунки. Факелы промывной жидкости перекрывают всю поверхность промываемых сеток. После промывки каждая сетка попадает на свой центрирующий ролик.

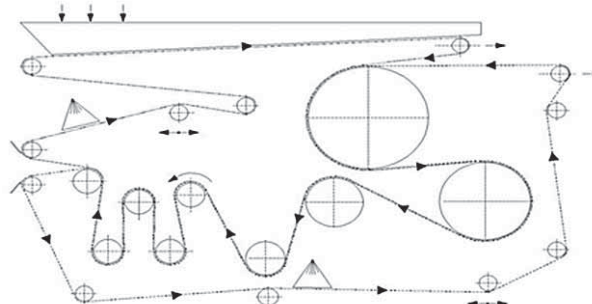


Рис. – Схема движения фильтровальных лент

Одна сторона центрирующего ролика установлена неподвижно и имеет возможность поворота, а другая сторона имеет возможность перемещения, которое осуществляется пневмоцилиндром. Обезвоженный осадок вывозится на площадки складирования, на месте существующих карт (табл. 2) после их реконструкции. Суммарная площадь иловых карт составляет 15487 м² (табл. 3).

Количество и объём осадков, поступающих на очистные сооружения, определяются по формулам:

$$Q_{\text{сyx}} = C \times \mathcal{E} \times K \times Q / 1000 \times 1000 \text{ т/сут}; \quad (1)$$

$$Q_{\text{сyx}} = 151 \times 0,5 \times 1,1 \times 50000 / 1000 \times 1000 = 9000 \text{ кг/м}^3, \quad (2)$$

где: $Q_{\text{сyx}}$ – количество сухого вещества;
 C – начальная концентрация взвешенных веществ;
 \mathcal{E} – эффект задержания взвешенных веществ в первичных отстойниках в долях единицы принимают равным 0,5–0,6;
 K – коэффициент, учитывающий увеличение объёма осадка за счёт крупных фракций взвеси, не улавливаемых при отборе проб для анализа, принимают равным 1,1–1,2;
 Q – приток сточных вод на очистную станцию, м³/сут [5].

Количество сырого осадка, образующегося на очистных сооружениях, составляет 300 м³/сут при влажности 97%. Количество осадка по сухому веществу (СВ) рассчитывается по формуле:

$$V_{\text{oc}} = 100 \times Q_{\text{сyx}} / (100 - W_{\text{oc}}) \times P_{\text{oc}} \text{ м}^3/\text{сут}; \quad (3)$$

$$V_{\text{oc}} = 100 \times 9000 / (100 - 97) \times 1 = 300 \text{ м}^3/\text{сут}, \quad (4)$$

где W_{oc} – влажность сырого осадка;
 P_{oc} – плотность сырого осадка, принимают равной единице.

оно составит 30 кг/м³

Количество обезвоженного осадка будет равно:

$$V_{\text{oc}} = 100 \times Q_{\text{сyx}} / (100 - W_{\text{oc}}) \times P_{\text{oc}} \text{ м}^3/\text{сут}; \quad (5)$$

2. Характеристика объединённых иловых карт

№ иловой площадки	Периметр иловой площадки, м	Площадь иловой площадки, м ²	Высота заполнения иловой площадки, м	Объём заполнения иловой площадки, м ³
Площадки до объединения				
2	246	3128	2,3	7194,4
4	273	4274	2,3	9830,2
6	332	6535	2,3	15030,5
Итого		13397		32055
Площадки после объединения				
2, 4, 6	542	16200	2,3	37260

$$V_{oc} = 100 \times 9000 / (100 - 83) \times 1 = 50 \text{ м}^3/\text{сут.} \quad (6)$$

Объём заполнения иловых площадок до объединения рассчитывается по формуле:

$$V = S \times h \text{ м}^3 \quad (7)$$

и будет равен:

$$V = 13397 \times 2,3 = 32055 \text{ м}^3.$$

Объём заполнения иловых площадок после объединения рассчитывается по формуле:

$$V = S \times h \text{ м}^3 \quad (8)$$

и равен:

$$V = 16200 \times 2,3 = 37260 \text{ м}^3,$$

где: S – площадь иловой площадки, м²;

h – высота заполнения иловой площадки, м.

Объём осадка, подлежащего размещению на аварийных иловых картах, составит 22000 м³.

3. Характеристика аварийных иловых карт

Площадки 1, 3, 5, 7				
№ иловой площадки	Периметр иловой площадки, м	Площадь иловой площадки, м ²	Высота заполнения иловой площадки, м	Объём заполнения иловой площадки, м ³
1	265	4046	1,38	5583
3	255	3788	1,38	5227
5	261	3830	1,38	5285
7	268	4183	1,38	5772
Итого		15847		22000

Объём заполнения иловых площадок после объединения рассчитывается по формуле и равен:

$$V = S \times h \text{ м}^3, \quad (9)$$

$$V = 15847 \times 1,38 = 22000 \text{ м}^3.$$

4. Характеристики иловых карт до реконструкции

Вещество	U , м/сек	F , м ²	F_0 , м ²	Ci , мг/м ³	mi , г/моль	Mi , г/сек	Mic , т/год
Сероводород	05	74386	74386	0,010000	34	0,003655	0,115269
Аммиак	0,5	74386	74386	0,100000	17	0,051692	1,630145
Этилмеркаптан	0,5	74386	74386	0,000013	62	3,520006	0,000111
Метилмеркаптан	0,5	74386	74386	0,000027	48	8,31E-06	0,000262
Углерода оксид	0,5	74386	74386	0,060000	28	0,024167	0,762119
Азота оксид	0,5	74386	74386	0,038000	46	0,011941	0,376578
Метан	0,5	74386	74386	0,150000	16	0,079924	2,520472
Итого:						0,17139	5,404956

5. Характеристики иловых карт после реконструкции

Вещество	U , м/сек	F , м ²	F_0 , м ²	Ci , мг/м ³	mi , г/моль	Mi , г/сек	Mic , т/год
Сероводород	05	40186	40186	0,010000	34	0,001975	0,062272
Аммиак	0,5	40186	40186	0,100000	17	0,027926	0,880663
Этилмеркаптан	0,5	40186	40186	0,000013	62	1,90006	5,99E-05
Метилмеркаптан	0,5	40186	40186	0,000027	48	4,490006	0,000142
Углерода оксид	0,5	40186	40186	0,060000	28	0,013056	0,411724
Азота оксид	0,5	40186	40186	0,038000	46	0,006451	0,203441
Метан	0,5	40186	40186	0,150000	16	0,043178	1,36165
Итого:						0,092591	2,919952

Примечание: U – скорость ветра, м/сек; F – площадь поверхности отдельного сооружения, м²; F_0 – площадь открытой поверхности отдельного сооружения, м²; Ci – концентрация загрязняющего вещества в насыщенном паре, мг/м³; mi – относительная молекулярная масса загрязнённых веществ, г/моль; Mi – общее количество вещества, выделяющегося в единицу времени от отдельного сооружения, г/сек; Mic – общее количество вещества, выделяющегося за год от отдельного сооружения, т/год

Расчёт приземных концентраций загрязняющих веществ в атмосферу при эксплуатации проектируемых сооружений выполнен фирмой «Бифар» в соответствии с «Методикой расчёта концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий» ОНД-86 по программе «Эколог-ПРО», версия 3.0, в радиусе 400 м с шагом координатной сетки 25 м.

Расчёт рассеивания выполнен в один этап на летний период с учётом фоновых концентраций (табл. 4, 5).

Выводы. Внедрение технологии обезвоживания позволит выполнить ряд природоохранных задач:

– произойдёт четырёхкратное уменьшение площадей, используемых под складирование осадка (с 134500 до 32047 м²);

– в шесть раз уменьшится количество осадка, образующегося на очистных сооружениях (с 300 м³ до 50 м³/сут) в результате обезвоживания на фильтр-прессах;

– максимальное обезвоживание осадка с 97 до 83% будет обеспечено при сохранении нормативного качества отводимых стоков;

– произойдёт сокращение приземной концентрации загрязняющих веществ в атмосферный воздух с 5,4 до 2,9 т/год.

Литература

1. Туровский И.С. Обработка осадков сточных вод. Обезвоживание и обеззараживание. М.: Делипринт, 2008. 93 с.
2. Джумагулова Н.Т., Волшаник В.В., Голубка Т.В. Организация эффективного использования земель, отведённых под размещение осадков // Теоретические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса. 2015. № 2. С. 28 – 32.
3. Волшаник В.В. Оценка экологического состояния поверхностных вод в городе Ханое (Вьетнам) / В.В. Волшаник , Н.Т. Джумагулова, Нгуен Динь Дап, Фам Ван Нгок // Экология урбанизированных территорий. 2017. № 2. С. 36 – 41.
4. Технологический регламент очистных сооружений ВКХ МП ЖКХ Чеховского района. Чехов, 2009. 35 с.
5. СНиП 2.04.03 – 85. Канализация. Наружные сети и сооружения. / Государственный комитет СССР по делам строительства. М., 1986.