

А.М. Благоразумова, М.В. Крупно, Л.В. Ворон, Е.С. Калашникова

Сибирский государственный индустриальный университет

ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ 5-ГО КАНАЛИЗАЦИОННОГО БАССЕЙНА Г. ПРОКОПЬЕВСКА

Очистные сооружения 5-го канализационного бассейна г. Прокопьевска (рис. 1) расположены на правом берегу реки Аба в районе мясокомбината. На них направляют городские сточные воды от жилых районов города: Центрального, Красногорского, Ясной Поляны, Зенковского. Кроме того, поступают сточные воды со следующих промышленных предприятий: шахты им. Дзержинского, ООО «Электропром», ООО «Технология МСК», ОАО «Хлебокомбинат № 1», АО «Подземтрансмаш», АО «Пингвин». На этих сооружениях применяется традиционная схема двухступенчатой очистки сточных вод, приведенная на рис. 2, по которой стоки с расходом 15000 м³/сут. поступают в приемную камеру. Концентрации загрязнений за исследуемый период приведены в таблице.

Часть сооружений находится в законсервированном состоянии из-за низких значений БПК (биохимическое потребление кислорода) сточных вод в результате закрытия и снижения производственных мощностей многих промышленных предприятий города и в связи с изменением количественного и качественного состава сточных вод.

Данные получены по результатам лабораторных анализов сточных вод, а технологические схемы – из регламента очистных сооружений [1].

Сточные воды в соответствии с технологической схемой проходят механическую очистку на решетках с прозорами 16 мм.

Для очистки стоков от песка применены горизонтальные песколовки диам. 4,2 м с круговым движением воды. Песколовки предназначены для задержания тяжелых примесей, содержащихся в сточной воде. Их удаление является обязательным, так как абразивные свойства песка приводят к разрушению механизмов и бетонных сооружений. Кроме того, песок может накапливаться в каналах, аэротенках, метантенках и снижать рабочий объем сооружений. Песковая пульпа гидроэлеватором подается на песковые площадки на обезвоживание.

Первичные отстойники располагают в технологической схеме очистки сточных вод непосредственно за песколовками. Грубодисперсные нерастворимые примеси под воздействием гравитационной силы оседают на дно отстойника, а жировые вещества всплывают на поверхность.



Рис. 1. Очистные сооружения 5-го канализационного бассейна

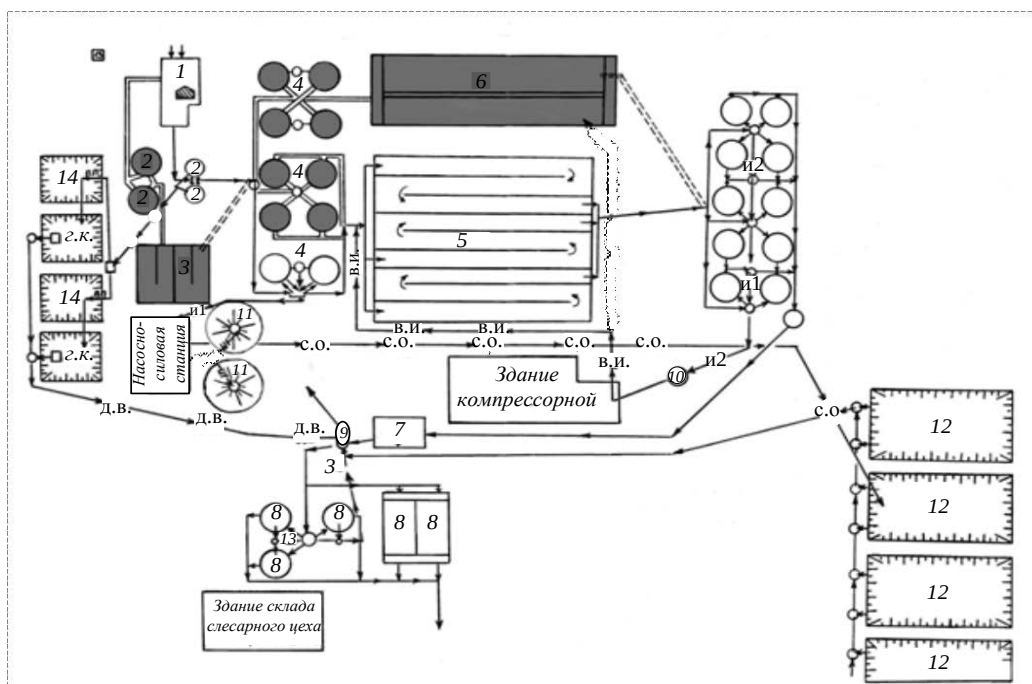


Рис. 2. Технологическая схема очистных сооружений:

1 – здание решеток; 2 – вертикальные песколовки; 3 – горизонтальный преаэратор; 4 – первичный вертикальный отстойник с нисходяще-восходящим потоком; 5 – аэротенк; 6 – вторичный вертикальный отстойник с центральной трубой; 7 – здание хлораторной; 8 – контактные резервуары; 9 – резервуар для приема дренажных стоков и перекачки в голову сооружений; 10 – резервуар для приема и перекачки активного ила; 11 – метантенки (законсервированы); 12 – иловые карты; 13 – контейнеры для сбора крупного мусора и отбросов с решеток; 14 – песковые площадки; п.п. – песковая пульпа; с.о. – сырой осадок; г.к. – гравийный колодец; и1 – осадок с первичных отстойников; и2 – ил со вторичных отстойников; в.и. – возвратный ил; д.в. – дренажная вода

На очистных сооружениях 5-го канализационного бассейна используют вертикальные первичные отстойники с нисходяще-восходящим потоком поступления сточной жидкости диам. 9,0 м. Для увеличения нагрузки на очистные сооружения перед первичными отстойниками вмонтирован лоток, погруженный в сточную воду, куда направляют одну треть часть сырого осадка первичных отстойников.

Биологическая очистка. Биологические методы очистки сточных вод основаны на жизнедеятельности гетеротрофных микроорганизмов, которые минерализуют растворенные органические соединения, являющиеся для них источником питания. К сооружениям био-

логической очистки относятся азротенки и вторичные отстойники.

Аэротенк представляет собой железобетонный резервуар прямоугольной формы в плане, разделенный продольными перегородками на коридоры, по которым протекает сточная жидкость, смешанная с активным илом. Активный ил с физико-химической точки зрения – коллоид с $pH = 4 - 9$, заряд отрицательный, с биологической точки зрения – это скопление аэробных бактерий в виде зооглей, образующих хлопья, легко отделяемые от очищенной воды гравитационным отстаиванием или флотацией.

На очистных сооружениях 5-го канализационного бассейна функционируют трехкоридорные

Концентрация загрязнений

Дата (месяц)	Показатели загрязнений сточных вод, мг/л					
	Взвешенные вещества	БПК _{полн}	Азот (аммоний- ный)	Азот (нитрит- ный)	Азот (нитрат- ный)	Фосфаты
Январь	56,60	63,40	11,39	0,11	0,92	1,33
Февраль	51,60	46,70	11,36	0,11	1,92	0,98
Март	40,20	46,70	11,40	0,17	1,67	1,79
Апрель	57,20	43,40	11,13	0,69	2,44	1,25
Май	51,60	54,20	11,20	0,30	1,90	0,88
Июнь	52,20	49,30	14,61	0,34	0,95	0,89

аэротенки-вытеснители с мелкопузырчатой системой аэрации из полимерных труб НПФ «Экотон», уложенных в две нитки. Система аэрации необходима для снабжения аэробных микроорганизмов кислородом, окислительных процессов и перемешивания сточных вод с активным илом.

Вторичные отстойники служат для разделения иловой смеси из аэротенков на активный ил и очищенную воду. Установлены вертикальные отстойники с центральной трубой диаметром 9,0 м в количестве 10 шт. Активный ил, осевший во вторичных отстойниках, направляется в аэротенки.

Обеззараживание очищенных сточных вод осуществляется гипохлоритом кальция. После очистки и обеззараживания стоки сбрасываются в реку Аба.

Обработка осадков выполняется по следующей схеме: сырой осадок первичных отстойников подается насосами на иловые площадки с естественным основанием и дренажем на обезвоживание. Обезвоженные осадки с песколовков и иловых площадок направляются на карьеры шахты им. Дзержинского для рекультивации нарушенных земель.

Рекомендации для повышения эффекта очистки воды при реконструкции очистных сооружений

Предлагаются следующие варианты технических решений:

1. Повысить эффективность задержания отбросов в решетках путем установки решеток НПФ «Экотон» с прозорами 4 – 5 мм.

2. Очистку сточных вод производить в аэротенках с продленной аэрацией для удаления из сточных вод соединений азота нитриденитрификацией.

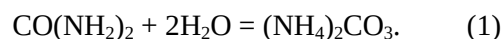
3. Применение биоблоков научно-производственных фирм «Экотон», «Этек», «Экополимер». Биоблоки устанавливают по новым технологиям в коридорах аэротенков после регенераторов или биореакторов, которые устраивают после вторичных отстойников для удаления из сточных вод соединений азота и фосфора.

4. Применение нитриденитрификации по методике, изложенной в работе [2], которая позволяет без сложной реконструкции увеличить эффект задержания соединений азота и фосфора.

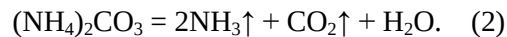
Нитрификация и денитрификация – совокупность реакций биологического окисления аммонийного азота до нитритов и нитратов и восстановления их до свободного азота.

Процесс трансформации азота начинается в канализационной сети, когда под воздействием

уробактерий мочевины гидролизуются с образованием углекислого аммония [3]:



Углекислый аммоний диссоциирует на аммиак, углекислый газ и воду:



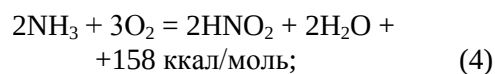
В водном растворе аммиак присутствует в виде гидроксида аммония:



После полной аммонификации азот присутствует в сточной жидкости в виде аммиака NH_4 (при высоком pH) или иона аммония NH_4^+ (преобладает при низком pH).

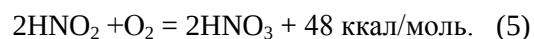
Окисление азота осуществляется аэробными микроорганизмами, использующими для синтеза клетки неорганический углерод, присутствующий в сточной жидкости в виде CO_2 , HCO_3^- и CO_3^{2-} . Окисление протекает в две стадии:

1 – образуются нитриты



2.1 – при недостатке кислорода (0,5 – 1,0 мг/л) нитриты восстанавливаются до NO, N_2O , N_2 или NH_4 ;

2.2 – при избытке кислорода (3 – 4 мг/л) нитриты окисляются до нитратов



В условиях острого дефицита кислорода (0,1 – 0,2 мг/л) анаэробы способны для дыхания использовать связанный кислород нитратов, в результате происходит денитрификация, в ходе которой нитриты восстанавливаются до элементарного азота.

Поддержание активного ила во взвешенном состоянии в денитрификаторе производится механическими мешалками. В качестве питательного субстрата там могут использоваться сточная жидкость, метанол CH_3COOH , этанол $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, уксусная кислота CH_3COOH и другие карбоновые кислоты. Если денитрификатор устанавливается на последней стадии очистки, после него предусматривается постаэротатор для отдувки азота.

В процессе нитриденитрификации происходит увеличение концентрации фосфора. Для глубокого его изъятия включают зону ана-

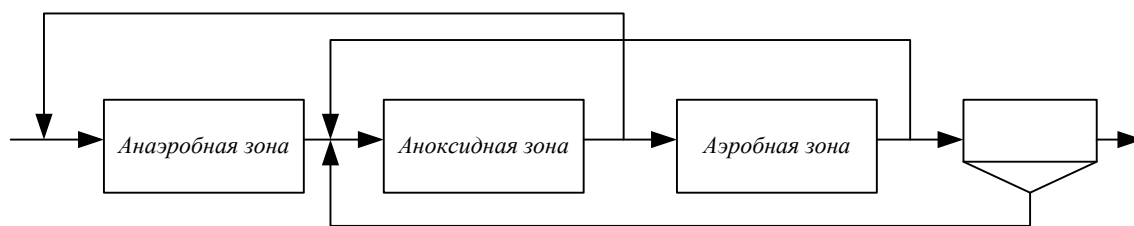


Рис. 3. Предварительная денитрификация

эробной обработки активного ила. Создаются условия, в которых активный ил поочередно проходит анаэробную и аэробную зоны, что стимулирует развитие в нем фосфорных бактерий-анаэробов. При длительном пребывании активного ила в бескислородных условиях происходит вывод фосфора из клеток. В анаэробных условиях фосфорные бактерии активно потребляют фосфор из среды, т.е. безреагентный способ основан на выделении фосфора в составе избыточного активного ила.

Наиболее эффективной для очистки низкоконцентрированных (что как раз характерно для очистных сооружений 5-го канализационного бассейна) по органическим веществам городских сточных вод признана схема с предварительной денитрификацией перед подачей ее в анаэробную зону (рис. 3).

Для аэротенков с большим соотношением длина/ширина требуется использование значительного количества мешалок в зоне денитрификации для предотвращения расслоения иловой смеси. В этом случае целесообразно использование карусельных компоновок, в которых требуемая скорость потока обеспечивается циркуляцией смеси по замкнутому контуру низкооборотными мешалками с большим диаметром лопастей.

Для очистных сооружений 5-го канализационного бассейна была разработана пред-

ставленная на рис. 4 схема нитриденитрификатора. Ее особенности состоят в следующем.

1. Имеются три зоны: анаэробная (для эффективного изъятия фосфора), аноксидная, аэробная.

2. Для подпитки смеси питательными веществами устроены три внешних цикла: из конца аноксидной зоны в начало анаэробной, из конца аэробной в начало аноксидной, из вторичного отстойника в начало аноксидной зоны (предварительная денитрификация). Имеется один внутренний цикл (карусель во втором коридоре) для интенсификации перемешивания иловой смеси.

3. Первый коридор разделен на три подкоридора, что позволяет использовать меньшее количество мешалок.

4. Широкая аэрируемая полоса (70 % от площади зеркала аэротенка) позволяет снизить интенсивность аэрации без риска осаждения ила.

5. Поочередное прохождение смеси через кислородные и бескислородные зоны во втором коридоре стимулирует рост фосфорных бактерий.

Выводы. Сооружения по очистке сточных вод и обработке осадков справляются с работой, но в связи с низкими концентрациями загрязнений сточных вод, поступающих на очистку, появляются проблемы эксплуатации, например, нагрузка на активный ил имеет малое

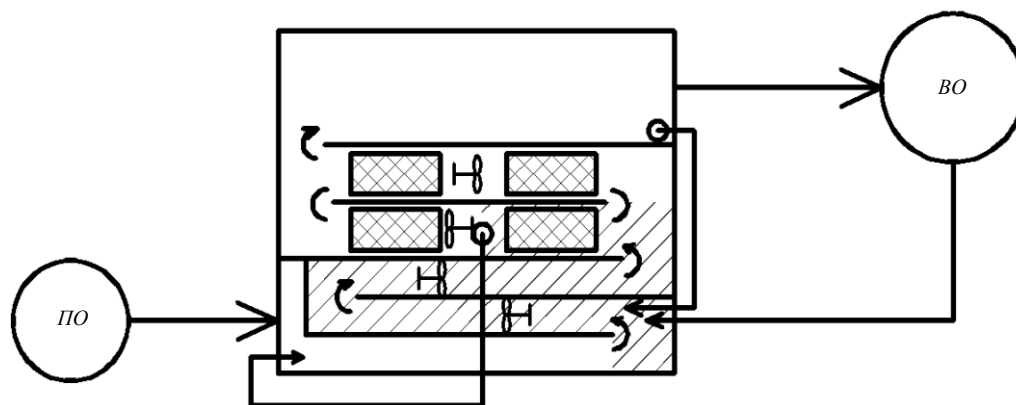


Рис. 4. Разработанная схема нитриденитрификатора

значение, в связи с чем возникает необходимость направления его в полном объеме из вторичных отстойников в аэротенки. Для увеличения нагрузки на активный ил необходимо исключить из работы первичные отстойники, а стоки после песколовков направлять сразу в аэротенки. Удаление (более полное) соединений азота из сточных вод возможно за счет ввода в эксплуатацию секций аэротенков, которые законсервированы, путем переоборудования их в аэротенки с продленной аэрацией сточных вод; внедрение схемы с применением предварительной денитрификации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Регламент эксплуатации очистных сооружений 5-го канализационного бассейна. – Прокопьевск, 2008. – 32 с.
2. Д о л и н а Л. В. Очистка сточных вод от биогенных элементов. – Днепропетровск: Континент, 2011. – 198 с.
3. А м б р о с о в а Г.Т., Ц в е т к о в а О.П., К с е н о ф о н т о в а О.В. Очистные сооружения канализации. Ч. 5. Расчет нитрификатора-денитрификатора: Методические указания. – Новосибирск: Сибстрин, 2005. – 33 с.

© 2015 г. А.М. Благоразумова, М.В. Крупно,
Л.В. Ворон, Е.С. Калашикова
Поступила 3 декабря 2014 г.