где B_i и l_i - соответствующие балл и протяженность частных микроучастков i с практически одинаковым состоянием дорожной одежды в баллах; n - количество частных микроучастков в составе однотипного участка [2, табл.5.16].

Всего было выявлено 87 трещин, из них температурных трещин 65 и отраженных - 22. Соотношение показано на диаграмме рисунка 5. В дальнейшем необходимо проводить мониторинги развития трещин. А также рассмотреть изменения состояния дорожного покрытия.

Рис. 5. Соотношение температурных и морозобойных трещин, выявленных на участке федерального дороги «Вилуй» на км 159+00 – 160+00

Исходя из данного исследования, можно сделать следующие выводы:

1. За полгода эксплуатации состояние дорожного покрытия из нежесткой дорожной одежды на данном участке понизилось на 11%.
2. Преобладают температурные трещины.

Список литературы:

1. David Sowah-Kuma. Assessment of low temperature cracking in asphalt pavement mixes and rheological performance of asphalt binders.
2. ОДН 218.0.006-2002 Правила диагностики и оценки состояния автомобильных дорог.

Повышение эффективности удаления фосфора из сточных вод на очистных сооружениях канализации г. Якутск

**Константинова Т.И., старший преподаватель,
Северо-Восточный федеральный
университет, г. Якутск
E-mail: Tyuara_Kon@mail.ru**

Очистные сооружения г. Якутска спроектированы в 1996 г. итальянской фирмой PIANIMPIANTI, при этом использована американская технология. Генеральный подрядчик проекта фирма Mabetex. Очистные сооружения включают в себя сооружения механической и биологической очистки, сооружения доочистки, обеззараживание и обработки осадка (рис. 1).

Рис. 1. Схема очистки сточных вод г. Якутска

1 – городские сточные воды; 2 – механизированные решётки; 3 – тангенциальные песколовки; 4 – горизонтальные первичные отстойники; 5 – насосная станция внутреннего подъёма; 6 – биореактор: А – анаэробная зона; Д – денитрификатор (аноксидная зона); Н – нитрификатор (аэратор); 7 – горизонтальные вторичные отстойники; 8 – зернистые фильтры; 9 – ультрафиолетовое обеззараживание; 10 – выпуск в реку Лена; 11, 12, 13 – рециркуляция активного ила

Механические очистные сооружения канализации г. Якутска в 2005 году заменены уникальной станцией биологической очистки сточных вод (СБОС) с мощностью 90 тыс. м³/сут, которая построена по первому строительному принципу с сохранением многолетней мерзлоты. Принята технология Кейптаунского университета, предусматривающая удаление азота и фосфора в биореакторе, которая размещена в отапливаемом и вентилируемом помещении.

При проектировании очистных сооружений в г. Якутске учитывались суровые природно-климатические условия Крайнего Севера. Все сооружения станции построены по принципу сохранения многолетней мерзлоты и располагаются в двух закрытых отапливаемых зданиях по очистке сточной жидкости и по обработке осадка соединённых галереей. Обработанная сточная вода должна полностью удовлетворять требованиям предельно допустимых концентраций для рыбохозяйственных водоемов, и только после этого выбрасываться в реку Лена. По проектным показателям, очистка взвешенных веществ должна составлять до 4 мг/л, по БПК - до 6 мг/л, фосфаты - до 0,3 мг/л, ХПК - до 30 мг/л.

ПДК на сброс в водоем рыбохозяйственного назначения не соблюдается по фосфору фосфатов, ХПК, иногда по нефтепродуктам и цинку. По содержанию остальных ингредиентов: ВВ, БПК, сухого остатка, иона аммония, АПАВ, железа общее, азота нитрита, хлорида и т.д. соответствует норме [1].

Эффективность очистки всего комплекса сооружений составила: по взвешенным веществам - 97 %, по БПК_{полн} - 96 %, по ХПК - 80 %. Для увеличения прироста активного ила иногда в зависимости от концентрации ВВ и БПК один отстойник отключают. Кроме того, в настоящий момент, в первичные отстойники подается избыточный активный ил, что способствует дополнительной флокуляции и повышению эффективности очистки, но предельно допустимая концентрация на сброс в водоем рыбохозяйственного назначения не соблюдается по фосфору фосфатов [2].

В ходе технологического анализа исследовалась эффективность работы сооружений по фосфору, выполняемых при контроле биореакторов по суткам. Биореактор состоит из трех принципиально отличных зон. Первая зона – анаэробная, вторая – анноксидная, третья – аэробная. В свою очередь под анаэробную зону в каждом

биореакторе выделено два отделения реактор А и реактор В. Результаты анализа эффективности представлены на рисунке 2.

Рис. 2. Эффективность удаления фосфора

Эффективность удаления фосфора (рис. 2) значительно колеблется, как по реакторам, так и в среднем – от 20-25% (что соответствует потреблению фосфора на прирост ила) до 80 % (что характерно для хорошо работающего процесса дефосфотации). Это говорит о неустойчивости процесса биологического удаления фосфора. Анализ графиков концентрации фосфора по ходу процесса показывает, что периодически нарушается в первую очередь процесс выделения фосфора в анаэробной зоне.

Рис. 3. Изменение концентрации фосфатов по зонам нормальный процесс

Рис. 4. Изменение концентрации фосфатов по зонам нарушенный процесс

Изменение концентрации фосфатов по этапам очистки в нормальном и нарушенном процессах приводится на рисунках 3 и 4. Такое нарушение процесса теоретически связано с поступлением нитратов в анаэробную зону с рециклом ила.

Учитывая, что рециклы денитрификации и подачи денитрифицированного ила в анаэробную зону не автоматизированы, то ситуация поступления нитратов возможна. Поэтому был выполнен анализ зависимости концентраций нитратов в зоне денитрификации и процента выделения фосфатов в анаэробной зоне [2]. Полученные зависимости представлены на рис. 5.

Рис. 5. Зависимость выделения фосфатов от концентрации нитратов в денитрификаторе

Эти данные подтверждают влияние концентрации нитритов в зоне денитрификации на выделение фосфора в анаэробной зоне. При концентрации до 2 мг/л происходит выделение фосфора (эффект выделения фосфатов от 50 до 80%), а при высоких концентрациях нитратов (более 2 мг/л), выделение отсутствует и может наблюдаться потребление фосфатов (см. рис 5).

Аналогично прослеживается связь между концентрацией азота нитратов в зоне денитрификации и общей эффективностью удаления фосфора в аэротенках (см. рис. 6)

Рис. 6. Зависимость удаления фосфора от концентрации нитратов

Таким образом, технологический анализ удаления фосфора показывает, что процесс биологического удаления фосфора на очистных сооружениях города Якутска возможен. Эффективность удаления фосфора, очевидно, будет находиться на уровне 75-80 %, что характерно для нормально работающих технологий биологического удаления фосфора. Для нормализации процесса необходимо осуществить управления рециркуляционным расходом [2].

Концентрации загрязнений в городских сточных водах в течение года подвержены значительным колебаниям. Так, максимальные концентрации, могут превышать минимальные более чем в 2 раза. Для расчёта очистных, сооружений необходимы данные за длительный период времени. При выполнении же большинства работ, связанных с реконструкцией или новым строительством, одним из лимитирующих факторов являются сроки. Два раза за год природные условия резко увеличивают расход сточных вод.

Проведенный анализ позволяет сделать вывод о циклическом изменении расходов и концентраций загрязнений в сточных водах г. Якутска по сезонам года. Для нормализации процесса необходимо осуществить управления рециркуляционным расходом. Технологический анализ удаления фосфора показывает, что процесс биологического удаления фосфора на очистных сооружениях города Якутска возможен. Очевидна возможность улучшить работу участка биологической очистки. Необходимо внедрять современные технологии очистки сточных вод, обеспечивающих удаление биогенных элементов и провести экспериментальные исследования с целью определения оптимальной схемы биологической очистки на СБОС города Якутска

Список литературы:

1. Пермяков П.П., Кожухов К.В., Иванова С.Д., Константинова Т.И. Необходимые мероприятия для повышения эффективности очистки сточных вод города Якутска. // Промышленное и гражданское строительство. – М., 2013. - № 8. – С. 43-48.
2. Определение технологических возможностей и разработка оптимального режима эксплуатации станции биологической очистки сточных вод г. Якутска на стадии проектных разработок. Заключительный отчет - М.: ЗАО «Водоснабжение и водоотведение. - 2010. – С. 32-143.