

УДАЛЕНИЕ нефтепродуктов ИЗ СТОЧНЫХ ВОД И ОТХОДОВ с использованием биопрепаратов на основе нефтеокисляющих МИКРООРГАНИЗМОВ

Дано обоснование и приведены результаты использования биопрепаратов нефтеокисляющих микроорганизмов на примере «Дестройла» для очистки сточных вод и отходов от нефтепродуктов в реальных условиях очистных сооружений. Это позволило снизить содержание нефтепродуктов в очищенных водах после биологической очистки до 0,07-0,11 мг/л, а в смеси активного ила и осадка сточных вод после аэробной обработки – более чем в 3 раза.

Введение

Использование биопрепаратов нефтеокисляющих микроорганизмов в схеме очистки нефтесодержащих сточных вод (СВ) не является новым, но недостаточно изучено применительно к условиям реальных очистных сооружений. Биопрепараты могут быть введены при биологической и физико-химической очистке вод, а также при обработке нефтесодержащих отходов. Данные процессы предполагают изучение основных закономерностей развития микроорганизмов, составляющих биопрепарат, при контакте их с очищаемыми средами в первых фазах развития, которые включают [1]: фазу адаптации, протекающую сразу после введения биопрепарата, характеризующуюся отсутствием прироста биомассы и фазу экспоненциального роста микроорганизмов, при которой имеет место избыток питательных веществ и отсутствие продуктов обмена, что способствует поддержанию максимально возможной в данных условиях скорости размножения.

Таким образом, для достижения следующей фазы развития микроорганизмов – стацио-

А.Ф. Надеин*,

кандидат
технических наук,
старший научный
сотрудник,
Институт
экологических
проблем Севера
Уральского
отделения РАН



нарного роста, приводящего к эффективному биохимическому разложению нефтепродуктов, важнейшим показателем является высокая начальная концентрация нефтеокисляющих организмов в очищаемой среде. Достигнуть данную концентрацию введением биопрепарата нефтеокисляющих бактерий в проточные воды в аэротенке не удастся. Попыткой решения данной проблемы в условиях биологической очистки СВ, то есть для увеличения скорости роста микроорганизмов, различными исследователями предложено введение в очищаемые СВ различных добавок химического и биологического происхождения. При добавлении в среду с нефтью перфтордекалина наблюдалось увеличение в 4,5-10,2 раза максимальной концентрации и скорости роста культур нефтеокисляющих бактерий [2]. В качестве

* Адрес для корреспонденции: afnadein@mail.ru

биостимулятора роста нефтеокисляющих микроорганизмов использован препарат, являющийся комплексной органической композицией, полученной путем ферментации сахарной свеклы [3]. Далее, для интенсификации очистки нефтесодержащих вод использована технологическая схема, включающая биореактор с прикрепленной микрофлорой на стадии вторичного отстаивания [4]. В работе [5] для достижения максимальной деструкции нефтепродуктов указано на целесообразность проведения стадии подготовки нефтесодержащих стоков перед подачей в аэротенк. При этом подготовка производится в струйно-отстойном аппарате при добавлении к нефтеокисляющим микроорганизмам, наряду с азотно-фосфорными веществами, индуцирующих соединений, включающих аминокислоты, углеводы и органические кислоты, а доочистка стоков от нефтепродуктов происходит при отстаивании. В работе [6] для повышения эффективности очистки также указано на необходимость удаления нефтепродуктов перед биологической очисткой на локальных очистных сооружениях.

Результаты и их обсуждение

Таким образом, можно сделать вывод, что для завершения фаз развития нефтеокисляющих организмов – адаптации и ускоренного роста и непрерывного поступления их в очищаемую среду при концентрации, достаточной для эффективного биохимического разложения нефтепродуктов, требуется дополнительное включение в схему очистки стоков дополнительного оборудования или применение вспомогательных добавок.

Наиболее приемлемым с практической точки зрения представляется путь дости-

Ключевые слова:

сточные воды,
нефтепродукты,
очистка,
биопрепараты,
аэротенки,
флотаторы

жения достаточной концентрации нефтеокисляющих микроорганизмов в проточных стоках или нефтесодержащих отходах, используя существующую технологическую схему. При этом определяющее значение будет иметь место введения биопрепарата в схему. На основе выполненных автором в 2005-2009 гг. опытных работ по биологической очистке СВ от нефтепродуктов на очистных сооружениях пос. Исакогорка (район г. Архангельск) предложено вводить биопрепараты в СВ и в активный ил до аэротенка. При использовании препарата «Дестройл» существенное значение имеет соотношение количества биопрепарата, вводимого в данные потоки [7].

Очистные сооружения пос. Исакогорка (рис. 1) осуществляют совместную биологическую очистку хозяйственно-бытовых и производственных нефтесодержащих стоков в общем объеме 120-150 м³/час.

Источниками производственных стоков являются предприятия ст. Исакогорка, имеющие производственную канализацию. Перед подачей на сооружения биологической очистки стоки подвергаются предварительной очистке от взвешенных веществ и нефтепродуктов на станции флотации. Далее, после флотации и смешения с хозяйственно-бытовыми стоками, смешанный поток стоков подается в первичные отстойники, осветленные воды направляются в аэротенки, затем во вторичные отстойники. Осадок СВ из первичных отстойников вместе с избыточным активным илом из аэротенков или вторичных отстойников подается на аэробное сбраживание, после чего активный ил и твердый осадок сбрасывается на иловые площадки.

Применительно к данным сооружениям установлено, что для достижения наибольшего эффекта удаления нефтепродуктов биопрепарат следует вводить на водную поверхность иловых площадок. После рав-

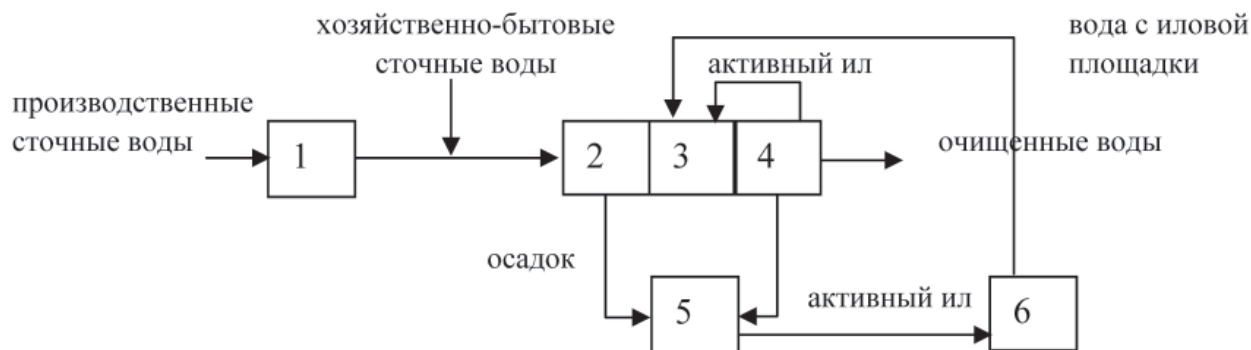


Рис. 1. Схема очистных сооружений.

1 – флотаторы; 2 – первичные отстойники; 3 – аэротенки; 4 – вторичные отстойники; 5 – аэробные сбраживатели; 6 – иловая площадка.

номерного распределения нефтеокисляющих микроорганизмов под влиянием естественного перемешивания обеспечивается протекание адаптации и интенсивного роста микроорганизмов в присутствии необходимых источников питания – нефтепродуктов, сбрасываемых с активным илом из аэробных сбраживателей, и азотно-фосфорных веществ, в избытке содержащихся изначально в хозяйственно-бытовых стоках. Воды с иловых площадок, содержащие вполне достаточное количество нефтепродуктов, во избежание переполнения площадок непрерывно отводятся в аэротенки обратно на очистку. Смешиваясь с поступающими из первичных отстойников стоками, они обеспечивают постоянное поступление активированных нефтеокисляющих микроорганизмов в протекающий через аэротенк поток СВ. В дополнение к этому, биопрепарат вводится на поверхность первичных отстойников, способствуя биоразложению образующихся нефтяных пленок.

Кроме адаптации и ускоренного роста микроорганизмов в поступающих СВ, необходимо завершение данных стадий их развития и в активном иле. Особенно важное значение имеет процесс адаптации нефтеокисляющих организмов биопрепарата к биоценозу ила. Это может быть достигнуто введением биопрепарата в активный ил до его поступления в проточные аэротенки, в частности, во вторичный отстойник после отвода из него очищенных вод или в аэротенк с илом, находящийся в состоянии покоя и временно выведенный из цикла очистки СВ.

Определено, что введение биопрепарата при биологической очистке смешанного потока СВ позволяет существенно повысить эффективность удаления нефтепродуктов и снизить концентрацию нефтепродуктов в очищенных водах, сбрасываемых в водоем [8]. Зависимость содержания нефтепродуктов в очищенных водах на выходе с очистных сооружений от тех же показателей в СВ, поступающих на очистку за летние сезоны 2005-2009 гг., показывает, что при концентрации поступающих вод 6,0 и 2,0 мг/л содержание нефтепродуктов в очищенных водах при применении биопрепарата снижается, соответственно, с 0,32 до 0,15 мг/л и с 0,13 до 0,10 мг/л. Эффективность очистки от нефтепродуктов при этом повышается, соответственно, на 4,3 % и 0,9 %. Естественно, что при уменьшении содержания удаляемого компонента (нефтепродуктов) в исходных водах эффект воздействия биопрепарата становится менее заметным.

В развитие опыта использования биопрепаратов на сооружениях биологической очистки в пос. Исакогорк и для снижения содержания нефтепродуктов в производственных СВ, поступающих на очистные сооружения, в 2008-2009 гг. тот же «Дестройл» вводился в 2 стадии – в процессе флотации производственных стоков и, далее, при биологической очистке смешанного потока стоков. Средние результаты за июль-август 2008 г. (с применением биопрепарата) (табл. 1) показывают повышение эффективности удаления нефтепродуктов на выходе флотационной установки на 19,7 % по сравнению с тем же





Таблица 1

Содержание нефтепродуктов в сточных водах до и после флотации, мг/л

Период	На входе, $C_{вх}$, мг/л	На выходе, $C_{вых}$, мг/л	$(C_{вх} - C_{вых})/C_{вх}$, %
Июль-август 2007 г.	35,8	21,0	41,3
Июль-август 2008 г.	28,7	11,2	61,0
Май-июнь 2009 г.	37,2	13,2	64,5
Июль-август 2009 г.	28,9	7,6	73,7

Таблица 2

Содержание нефтепродуктов в сточных водах до и после биологической очистки, мг/л

Период	На входе, $C_{вх}$, мг/л	На выходе, $C_{вых}$, мг/л
Июль-август 2008 г.	1,17	0,11
Июль-август 2009 г.	1,52	0,07

периодом 2007 г. (без применения препарата). В 2009 г. эффективность удаления нефтепродуктов в июле-августе (с применением биопрепарата) была выше на 9,2 %, чем в мае-июне этого же года (без применения препарата). Содержание нефтепродуктов в стоках после флотации снизилось с 13,2-21,0 мг/л до 7,6-11,2 мг/л.

Снижение содержания нефтепродуктов в потоке производственных вод отражается на уменьшении количества нефтепродуктов в смешанном потоке, поступающем на сооружения биологической очистки (до 1,28-1,37 мг/л). По той же причине в июле-сентябре 2008-2009 гг. содержание нефтепродуктов в очищенных водах после биологической очистки еще более снизилось и составило 0,07-0,11 мг/л (табл. 2) (для сравнения, санитарно-гигиенический показатель ПДК составляет 0,100 мг/л).

Как указано выше, нефтесодержащий осадок СВ из первичных отстойников вместе с избыточным активным илом подается на обработку в аэробные сбраживатели. Главная цель такой обработки – биохимическое разложение легкоокисляемых органических веществ, содержащихся, преимущественно, в осадке хозяйственно-бытовых стоков. При этом нефтепродукты как трудноокисляемые соединения, не подвергаются существенному удалению. Введение в обрабатываемую смесь осадка из первичных отстойников и активного ила биопрепарата нефтеокисляющих бактерий позволяет более чем в 3 раза повысить эффективность биохимического разложения нефтепродуктов, при этом содержание нефтепродуктов в смеси при сбросе из сбра-

живателей на иловые площадки составило, в среднем, 3,0 мг/л, что соответствует концентрации нефтепродуктов в СВ, поступающих в первичные отстойники. В данном процессе также предполагается, что для достижения наибольшего эффекта необходима максимально высокая концентрация нефтеокисляющих микроорганизмов в обрабатываемой смеси. Это достигается тем, что введение биопрепарата производят двукратно – на начальном уровне заполнения осадком и илом периодически действующего сооружения для аэробного сбраживания, составляющем 20-25 % от полезного объема, и при полном уровне заполнения. Это позволяет постоянно поддерживать в данном объеме сооружения высокую концентрацию нефтеокисляющих микроорганизмов, а при дальнейшем заполнении сооружения обрабатываемой смесью до полного уровня сохранить ее в течение периода обработки (5-7 сут.) вторичным введением биопрепарата [9].

Заключение

Полученные результаты свидетельствуют об очевидной эффективности биопрепаратов и необходимости постоянного их использования на очистных сооружениях СВ, содержащих нефтепродукты. Использование биопрепарата «Дестройл», по мнению автора, не является исключительным, аналогичные результаты предположительно могут быть получены и при использовании других коммерческих препаратов на основе нефтеокисляющих бактерий.

Литература

1. Воронов Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод. М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2006. 704 с.
2. Бакулин М.К. Интенсификация биодegradации микроорганизмами нефти и нефтепродуктов под влиянием перфтордекалина / М.К. Бакулин, В.Ю. Захаров, Е.В. Чеботарев // Прикладная биохимия и микробиология, 2004. № 3. С. 317-322.
3. Могилевская И.В. Интенсификация роста микроорганизмов-нефтедеструкторов с помощью ферментных препаратов / И.В. Могилевская, И.В. Владимцева // Современные направления теоретических и прикладных исследований: // Сб. науч. тр.. Межд. науч.-практ. конф., 15-25 апреля 2006 г. Одесса, 2006, вып. 12, С. 20-23.
4. Санданова Т.В. Совершенствование контроля и интенсификации работы биологических очистных сооружений (на примере БОС г. Улан-Удэ) / Дис... канд. техн. наук. Иркутск, 2002. 128 с..
5. Жукова О.В. Технологическая схема биочистки нефтесодержащих производственных стоков, основанная на применении отселектированных углеводородокисляющих микроорганизмов / О.В. Жукова, Н.В. Морозов, Р.Х. Хузаянов, В.Н. Кудряшов // Известия КазГАСУ, 2009. № 1. С. 214-220.
6. Шкундина Р.А. Современное состояние и перспективы автоматизированного управления очистными сооружениями предприятий нефтеперерабатывающей промышленности // Нефтегазовое дело. 2006. Электронный ресурс: <http://www.ogbus.ru>
7. Пат. 2391295 РФ / Надеин А.Ф. Способ биологической очистки сточных вод от нефтепродуктов. Заявлено 21.07.2008. Опубликовано 10.06.2010. Бюл. № 16. Приоритет 21.07.2008.
8. Надеин А.Ф. Применение нефтеокисляющих бактерий на очистных сооружениях / А.Ф. Надеин, Н.С. Житнухина // Железнодорожный транспорт, 2007. № 11. С. 65.
9. Пат. 2394779 РФ / Надеин А.Ф. Способ аэробной обработки осадка сточных вод и активного ила. Заявлено 11.09.2008. Опубликовано 20.07.2010. Бюл. № 20. Приоритет 11.09.2008.



A.F. Nadein

OIL REMOVAL FROM WASTE WATERS BY OIL-OXIDIZING BACTERIA

Research results of oil-oxidizing biological product «Destroyl» for waste water purification in real-life environment have been presented. This led to oil content reduction up to 0,07-0,11 mg/l in case of water

biological purification, and more than threefold oil content reduction in case of aerobic treatment of activated and sewage sludge mixture.

Key words: waste water, oil products, purification, biological product, aerotank, flotator