

Изобретение относится к микробиологической очистке воды и касается пуска прямоточного многосекционного биореактора (МСБР) для очистки высококонцентрированных сточных вод сложных по составу загрязнителей.

Наиболее близким к изобретению по технической сущности и достигаемому эффекту является способ пуска аэробного прямоточного МСБР для очистки сточных вод газоперерабатывающего производства.

Сущность способа заключается в следующем. 18-ти секционный биореактор общим объемом 3,6 дм³, загруженный пропиленовым волокном, из расчета 5 г на секцию, заселяют бактериальной суспензией, содержащей микроорганизмы-деструкторы, которые были предварительно получены в лабораторной установке. Аэрацию каждой секции проводят микрокомпрессором АЭН-2, при средней подаче воздуха 10 дм³/ч. Подачу жидкости осуществляют перистальтическим насосом МП-1М. Используют модельную сточную воду следующего состава, г/дм³: N₃2HPO₄ - 0,6, NH₄NO₃ - 0,4, KCl - 0,2, MnSO₄ - 0,01, MgCl₂ - 0,02, диэтиленгликоль (ДЭГ) - 1,2, Суспензию бактерий и модельную сточную воду вводят в первую секцию установки, где их рециркулируют в течение 10 сут. Через 10 сут. содержание ДЭГ в очищаемой жидкости снижается, что свидетельствует о том, что процесс адаптации микрофлоры к реальной сточной воде окончен. Установку переводят на проток который обеспечивает расселение бактерий по секциям. Скорость протока 0,04 ч⁻¹.

При стабилизации процесса сточные воды очищались от 3 г/дм³ ДЭГ на 99%, при этом массовая доля ДЭГ на выходе не превышала 15 мг/дм³. Показатель ХПК на выходе составил 300 мг/дм³. Очищенную воду подавали для доочистки на БОС.

Время пуска МСБР по известному способу состоит из времени, необходимого для адаптации биомассы (10 сут.), времени для расселения и для накопления биомассы. Однако, длительность двух последних этапов в статье не указана. Согласно нашим данным, расселение биомассы протоком жидкости происходит в течение 2-х суток, а накопление биомассы в секциях - 2 нед. Т.о. время пуска МСБР известным способом составляет 26 сут.

В известном способе для заселения установки используют бактерии, которые рециркулируют в первой секции установки, а затем их расселяют по следующим секциям. В результате этого в установке формируются, в основном, бактериальные биоценозы, которые не могут обеспечить глубокую очистку воды.

Т.о. известный способ требует усовершенствования в направлении повышения глубины очистки и сокращения длительности пускового периода.

Задачей изобретения является разработка способа пуска прямоточного МСБР для очистки воды, обеспечивающего высокую степень очистки воды от растворенных и взвешенных органических веществ, в том числе и от микроорганизмов-деструкторов, с тем, чтобы очистить сточные воды до ПДК сброса в водоем при минимальном времени запуска биореактора, а именно 2-7 сут. Достигаемый изобретением результат обеспечивается полнотой перенесения адаптированного и иммобилизованного на носителе характерного биоценоза каждой секции.

Для решения поставленной задачи предложен способ пуска прямоточного МСБР для очистки сточной воды, включающий контактирование сточной воды с нативным носителем и заселение последнего биоценозом, в котором, согласно изобретению, заселение нативного носителя осуществляют одновременно и раздельно в каждой секции биоценозом, ранее выделенным из однотипных секций действующего биореактора и иммобилизованным на волокнистом носителе в виде биопленки с максимально достигнутой массой на единицу массы носителя, причем массовое соотношение носителя с иммобилизованным биоценозом и нативного носителя составляет 1:(1-6).

Нами установлено, что заселение каждой секции МСБР иммобилизованным на волокнистом носителе в виде биопленки биоценозом, который характерен для очистки сточных вод в данной секции, создание определенного соотношения биологически активного носителя (БАН) и нативного носителя (НН) позволяет сохранить пространственную сукцессию микроорганизмов и установившиеся уже трофические взаимоотношения между гидробионтами, все звенья трофической цепи. В результате в секциях биореактора развивается микрофлора, прошедшая адаптацию к токсическим веществам - загрязнениям реальных сточных вод и хорошо адгезирующаяся к носителю.

Способ реализуется следующим образом.

Очищают сточные воды (СВ) цеха мочевино-формальдегидных смол концерна (КК) "Хлорвинил", г, Калуш, имеющих состав, мг/дм³: ХПК - 11800, формальдегид - 4000, азот - 1000, взвешенные вещества (ВВ) - 300, pH - 5,2. Очистку проводят в прямоточном 5-секционном биореакторе (пилотная установка) с рабочим объемом каждой секции 1 дм³, заполненной носителем типа "ВИЯ" из расчета 10 г/дм³ воды.

Для пуска пилотной установки необходимо получить носители с иммобилизованным специфическим для каждой секции биоценозом (БАН). Для получения БАН в каждую секцию прямоточного 5-ти секционного лабораторного биореактора с рабочим объемом каждой секции 0,35 дм³ помещают носитель типа "ВИЯ" из расчета 10 г на секцию. Первые секции № 1 и № 2 - анаэробные. Остальные секции № 3 - № 5 - аэробные (средняя подача воздуха 10 дм³ *ч⁻¹). Подачу сточных вод (СВ) осуществляют перистальтическим насосом МП-1М.

В секции №1, № 2 вносят сброженный осадок, взятый из биологических очистных сооружений КК "Хлорвинил". В секции № 3 - №5 добавляют свежий активный ил, взятый из тех же БОС. Количество введенного сброженного осадка и активного ила составляют 1 % (по сырому весу), от рабочего объема установки. СВ рециркулируют в анаэробной и аэробной частях установки раздельно в течение 7 суток для заселения носителя микроорганизмами. Момент перевода установки на проток устанавливают, регистрируя убыль токсичных веществ в рециркулируемой жидкости. После снижения показателя ХПК примерно на 30% анаэробную и аэробную части установки соединяют и переводят на проток при скорости протока 0,04 ч⁻¹. Через 2 недели работы установки на

протоке адаптация микрофлоры к загрязнителям СВ заканчивается. В анаэробной части установки степень очистки воды от загрязнителей составляет 70-80%, в аэробной части происходит полная доочистка. В

результате получают в каждой секции БАН с характерным биоценозом. Биомассу на НН наращивают до получения биопленки с максимально достигнутой массой на единицу массы носителя.

Для осуществления пуска пилотной установки БАН из каждой секции лабораторной установки переносят в аналогичные секции пилотной установки. При этом массовое соотношение БАН и НН составляет 1:1. 5 г БАН закрепляют в верхней части каждой секции над Н Н таким образом, чтобы БАН хорошо омывался рециркулируемой жидкостью. Возможно размещение БАН между полосками НН. Затем рециркулируют реальную СВ в течение 24 ч: в секциях № 1 и № 2 - неразведенную, в секциях №3 - №5 разведенную водопроводной водой в соотношении 1:2, 1:3, 1:4 соответственно. Через 3 суток, после того как волокна Н Н обросли микроорганизмами и концентрация загрязнителей по ХПК в очищаемой воде снизилась на 30%, систему переводят на поток при $0,04 \text{ ч}^{-1}$ и контролируют работу установки. Через 4 сутустановка выходит на стабильный режим работы, характеризующийся высокой степенью очистки воды (табл.1).

Эффективность очистки воды и длительность пускового периода зависят от соотношения массы биопленки и носителя и массового соотношения БАН и НН. Для уточнения этих величин проведены специальные исследования, в которых, изменяя каждый из указанных параметров, определяли степень очистки реальной сточной воды мочевино-формальдегидного цеха КК "Хлорвинил" по ХПК и взвешенным веществам (ВВ). Полученные результаты представлены в табл. 2.

На эффективность очистки воды существенное влияние оказывает зрелость биопленки на БАН. Глубокая очистка и малое время пуска достигается при условии, если биоценоз был иммобилизован на носителе в виде биопленки с достигнутой максимальной массой на единицу массы носителя, составляющей 1 г/г (примеры 1-3). Большое количество биомассы на носителе невозможно получить, т.к. количество биомассы ограничено предельной адгезионной емкостью носителя "ВИЯ". При меньшем количестве биомассы на носителе глубина очистки ниже, а пусковой период длительнее (примеры 4, 5).

Эффективная очистка воды имеет место при массовом соотношении БАН:НН равном 1:(1-6) примеры 1-3. При соотношении БАН:НН равном 1:7 показатели очистки воды ухудшаются, а время пуска увеличивается (пример 6).

Т.о. эффективная очистка и наименьший пусковой период достигаются, если биоценоз иммобилизован на носителе в виде биопленки с достигнутой максимальной массой на единицу массы носителя, при этом массовое соотношение носителя с иммобилизованным биоценозом и нативного носителя 1:(1-6).

Для сопоставления эффективности известного и предлагаемого способов были проведены исследования по очистке СВ цеха мочевино-формальдегидных смол известным (прототип) способом в описанной выше 5-ти секционной пилотной установке. Биомассу микроорганизмов-деструкторов получили из лабораторной установки по очистке СВ КК "Хлорвинил" и ввели в количестве не менее 1 % по сырому весу от массы воды в установку. Биомассу и реальные сточные воды рециркулировали в 1-ом биореакторе 10 сут, после чего установку перевели на проток и контролировали показатели очистки воды. Сравнительные результаты очистки СВ КК "Хлорвинил" предлагаемым и известным способами представлены в табл.3.

Из данных табл. 3 видно, что показатели качества воды при очистке предлагаемым способом выше, чем известным: по ХПК в 7 раз, по В В в 5 раз, по формальдегиду и азоту аммонийному в 20 раз. При этом время пуска биореактора по предлагаемому способу сокращается в 6,5 раза по сравнению с исходным.

Более глубокая очистка воды по предлагаемому способу обусловлена функционированием более богатых в качественном отношении биоценозов. Эффективное использование различных групп гидробионтов в процессе очистки воды способствует повышению глубины очистки воды. Поскольку трофические цепи гидробионтов (простейшие организмы, в том числе фильтраторы) выедают избыточную биомассу, это увеличивает эффективность очистки воды от взвешенных органических веществ.

Таким образом, предлагаемый способ позволяет: сохранить структурно-функциональную организацию биоценозов, полученную на стадии адаптации микрофлоры к загрязнениям реальной сточной воды, перенести уже сбалансированную устойчивую экосистему, для которой свойственно равновесие основных функциональных процессов и высокая очищающая способность. Это обеспечивает ликвидацию как внесенных извне, так и первоначально продуцированных в этой системе органических загрязнений, создает условия для оптимальной работы различных физиологических групп микроорганизмов в МСБР.

Предлагаемый способ по сравнению с известным позволяет значительно увеличить глубину очистки воды и сбросить очищенную воду в водоем рыбохозяйственного назначения. При этом время пуска установки сокращается более чем в 6 раз.

Достоинством способа является возможность получения и накопления анаэробных биоценозов. Используя принципы данного способа, можно быстро и в достаточно большом количестве выделить и закрепить на носителе, а затем перенести биоценозы с БАН на Н Н и накопить БАН в

необходимом количестве для загрузки анаэробных секций при пуске МСБР. Анаэробные биоценозы можно получить как при непрерывных условиях культивирования, так и в периодических условиях культивирования.

Достоинством способа является также то, что в случае дальнейшей транспортировки или необходимости передачи большой массы БАН, последние высушивают в тени при $5-40^{\circ}\text{C}$. В высушенном состоянии биоценозы хранят при температуре 5°C без потери активности до 1,5 лет. Высушенные БАН размещают в установке над Н Н и все манипуляции по реализации способа осуществляют как описано выше.

Способ предполагается использовать на КК "Хлорвинил" г. Калуж для очистки сточных вод цеха мочевино-формальдегидных смол.

Таблица 1

Показатели, мг/дм ³	До очистки	После очистки
ХПК	11800	30
Формальдегид	4000	0,05
Взвешенные вещества	300	10
Азот аммонийный	1000	0,5

Время пуска – 4 сут

Таблица 2

Пример №	Отношение массы биопленки к массе носителя, г/г	Массовое соотношение БАН/НН	Время пуска, сут	Глубина очистки, мг/дм ³	
				ХПК	взвешенные вещества
1	1,0	1:1	2	30	10
2	1,0	1:3	4	30	10
3	1,0	1:6	7	30	10
4	0,75	1:3	14	100	15
5	0,5	1:3	17	150	18
6	1,0	1:7	21	200	25

Таблица 3

Наименование	Величина показателя, мг/дм ³			Повышение эффекта пред- лагаемого спо- соба над известным
	до очистки	после очистки способом		
		известным	предлагаемым	
ХПК	11800	210	30	в 7 раз
Формальдегид	4000	1	0,05	в 20 раз
Азот аммонийный	1000	10	0,5	в 20 раз
Взвешенные вещества	300	50	10	в 5 раз
Время пуска		26 сут	4 сут	в 6,5 раза