

УДК 53:51+54+67.02+631+32+7.06+008
ББК 72

НАУКА И МИР

Международный научный журнал, № 6 (46), 2017, Том 1

Журнал основан в 2013 г. (сентябрь)
ISSN 2308-4804

Журнал выходит 12 раз в год

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

**Свидетельство о регистрации средства массовой информации
ПИ № ФС 77 – 53534 от 04 апреля 2013 г.**

*Импакт-фактор журнала «Наука и Мир» – 0.325 (Global Impact Factor 2013, Австралия)
Импакт-фактор журнала «Наука и Мир» – 0.350 (Open Academic Journals Index, Россия)*

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор: Муслинко Сергей Александрович
Ответственный редактор: Маноцкова Надежда Васильевна

*Лукиенко Леонид Викторович, доктор технических наук
Боровик Виталий Витальевич, кандидат технических наук
Дмитриева Елизавета Игоревна, кандидат филологических наук
Валуев Антон Вадимович, кандидат исторических наук
Кисляков Валерий Александрович, доктор медицинских наук
Рзаева Алия Байрам, кандидат химических наук
Матвиенко Евгений Владимирович, кандидат биологических наук
Кондрашихин Андрей Борисович, доктор экономических наук, кандидат технических наук*

За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы.
Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов.

Адрес редакции: Россия, г. Волгоград, ул. Ангарская, 17 «Г»
E-mail: info@scienceph.ru
www.scienceph.ru

Учредитель и издатель: Издательство «Научное обозрение»

УДК 67.02

ИННОВАЦИОННАЯ ПЕТЕЛЬНАЯ ЗАГРУЗКА ALTA BIOLOAD

М.М. Пукемо¹, Е.В. Алексеев²¹ аспирант кафедры «Водоотведение и Водная Экология», член ЭТС РАВВ,² доктор технических наук, профессор, академик РАН, почетный работник высшего образования РФ
ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»,
Россия

Аннотация. Рассмотрены основные технологические проблемы аэробной биологической ступени очистки очистных сооружений, предложен путь решения рассмотренных проблем путем введения в технологический процесс материала носителя биопленки и трансформирования технологического процесса на основе активного ила в комбинированный процесс очистки (IFAS-процесс). Рассмотрены параметры разработанного материала-носителя (биоагрузки) предлагаемого для модернизации существующих очистных сооружений, его свойства и результаты сравнительных исследований с наиболее распространенным в РФ материалом носителем (серийной загрузки) и рекомендации по проектированию и применению нового материала.

Ключевые слова: биоагрузка, материал носитель, биопленка, модернизация очистных сооружений, IFAS-процесс.

Раздел 1. Область применения петельной полимерной биоагрузки Alta BioLoad

Петельная полимерная многоуровневая биоагрузка Alta BioLoad применяется для строительства биологических ОС с биоценозом, закрепленном на носителе, модернизации существующих ОС с целью повышения качества очистки, а также повышения мощности существующих ОС без дополнительного капитального строительства, в существующих объемах реконструируемых ОС.

В настоящее время в области водоотведения остро стоит проблема улучшения качества очистки воды на очистных сооружениях. По данным Росстата в РФ в год в водные объекты сбрасывается 11,310 млн.м³ не должным образом очищенных сточных вод [1]. Не малую роль играет фактор стабильности качества очистки сточных вод.

Поскольку канализационные сети находятся в изношенном состоянии (по оценке Росстата, износ централизованных канализационных сетей на конец 2015г, составляет чуть больше 43 %) [4], то имеет место обильная инфильтрация грунтовых и поверхностных сточных вод. В разрушенном и аварийном состоянии канализационные сети активно инфильтруют грунтовые и поверхностные воды, вследствие чего гидравлическая нагрузка на ОС возрастает относительно расчетных параметров. Также в момент инфильтрации происходит разбавление сточных вод, которое приводит к уменьшению концентрации органических загрязнений. Резкое понижение концентрации органических загрязнений приводит к нарушению технологического процесса на ОС, использующих технологию биологической очистки при помощи свободноплавающего незакрепленного активного ила. При повышении гидравлической нагрузки активный ил вымывается из аэротенков и вторичных отстойников, что приводит к уменьшению расчетных концентраций активного ила в аэротенках. Одновременно с этим, уменьшение органических загрязнителей приводит к недостатку питания и нарушает сложившийся технологический баланс в ОС, что так же приводит к ухудшению качества очистки сточных вод [5]. Вышеописанные проблемы наблюдаются и на исправных полно-сплавных сетях, так как обильные осадки вносят существенные корректировки в концентрации загрязнителей и объемы сточных вод, поступающие на ОС биологической очистки.

Для решения выше обозначенных проблем предлагается использовать метод биологической очистки при помощи иммобилизованного биоценоза на носителе с применением петельной полимерной загрузки с повышенной удельной площадью поверхности по отношению к собственному объему (удельная площадь поверхности биоагрузки 2000 м²/м³ на конструктивный объем и 3400 м²/м³ по отношению к объему материала биоагрузки). Иммобилизованный биоценоз не подвержен вымыванию, а также более стабилен по видовому составу благодаря сорбционной способности матрикса биопленки [7]. Также благодаря этой способности, биопленки способны показывать высокую эффективность на так называемых «бедных стоках», т.е. стоках с низкой концентрацией загрязнителей. При использовании очистки с помощью иммобилизованного биоценоза возможно поднять концентрацию активных микроорганизмов до 15-27 г/л, что больше чем в обыкновенных аэротенках практически до 13 раз (обычная концентрация активного ила в аэротенках 2-4 г/л), что приводит к повышению окислительной способности биологической стадии ОС также в несколько раз. В международной практике результат такой модернизации называют IFAS-процесс, т.е. комбинированной очистки биопленкой и активированным илом. Технология IFAS является процессом, специально разработанным для оптимизации работы в муниципальных очистных сооружениях, работающих по технологии активированного ила, и позволяет интенсифицировать очистку сточных вод в уже существующих очистных сооружениях.

Надо отметить, что биопленки представляют из себя высокоустойчивые активные образования, хорошо переносящие повышенные концентрации бытовых токсинов, вследствие защиты от прямого контакта биоценоза с токсикантами матриксом биопленки [6].

Биопленки показывают более глубокую деградацию загрязнителей в сточных водах, так как биоценоз, стремясь к энергетической выгоде, выстраивает упорядоченную трофную структуру, в которой метаболиты верхнего уровня являются субстратом для следующего трофного уровня. По разным исследованиям в ОС муниципальных сточных вод биопленки образуют структуры, включающие в себя до 4-х трофных уровней.

Вышеописанные свойства одновременно приводят к эффекту адаптации сообщества микроорганизмов к изменяющимся внешним условиям. Сложная структура биопленки позволяет компенсировать внешние колебания параметров среды обитания внутренними резервами.

Представляется перспективной модернизация азротенков существующих ОС, работающих с применением технологии биологической очистки при помощи открепленного свободноплавающего активного ила, а также проектирование стадии биологической очистки вновь строящихся ОС с применением иммобилизованного биоценоза на петельной полимерной загрузке.

Раздел 2. Конструкция петельной загрузки Alta BioLoad.

Биозагрузка представляет собой композиционную полимерную трубу с заданной, в результате оптимизации технологических процессов термоформовки и вязки, трехслойной функциональной структурой. Схема конструкции петельной биозагрузки приведена на Рисунке 1.

Внутренний слой выполнен из полиэтлена. Внешний слой выполнен из полипропиленовых нитей. Микрофотография поперечного разреза биозагрузки показана на Рисунке 2.

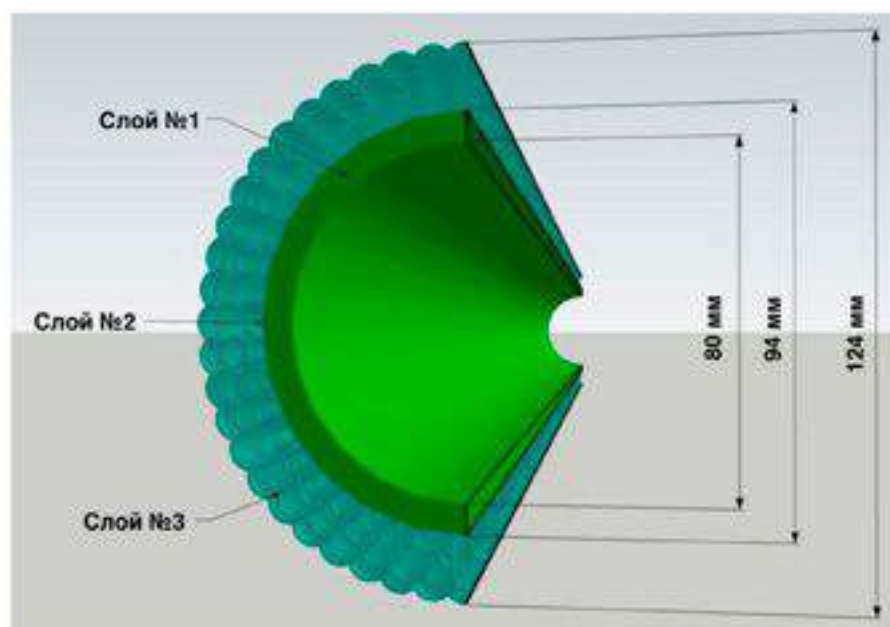


Рисунок 1. 3D-эскиз-модель сечения петельной биозагрузки.
 слой №1 – внутренний пористый слой, слой №2 – переходный «мембранный» технологический слой,
 слой №3 – рабочая «поверхность» для прикрепления большей части биомассы.

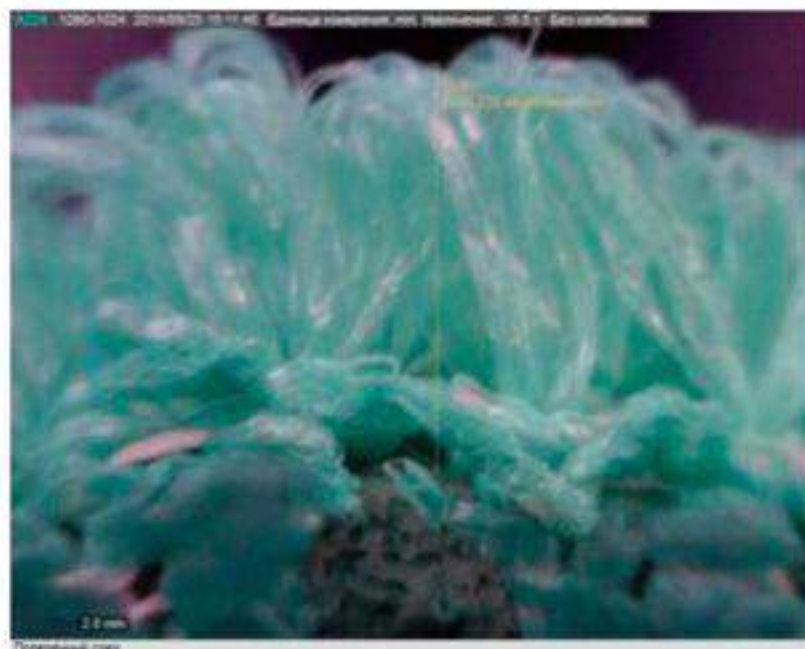


Рисунок 2. Микрофотография поперечного среза пеллевой загрузки

Единичные элементы биологической загрузки объединяются в кассеты, которые блочно монтируются в аэрируемый канал контактного биореактора. Общий вид кассеты из трех единичных модулей и изображение единичного элемента биоагрузки представлены на Рисунке 3 и Рисунке 4.



Рисунок 3. Кассета с тремя единичными элементами пеллевой биоагрузки в сборе

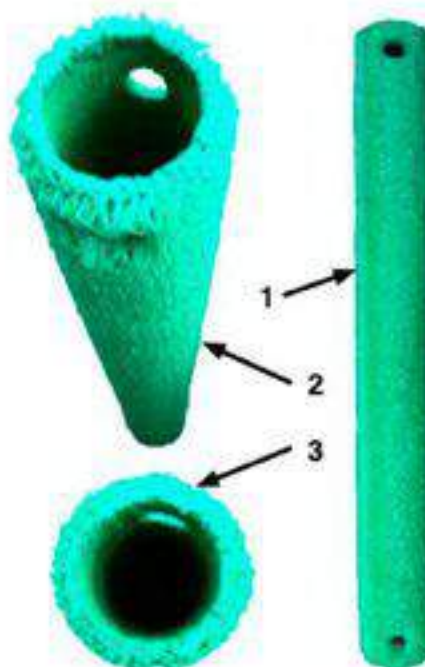


Рисунок 4. Фотографии единичного элемента пеллевой биоагрузки. 1 – вид сбоку, 2 – общий вид, 3 – вид сверху

Раздел 3. Сравнительное исследование биоагрузки Alta BioLoad с ершовой загрузкой

С целью определения технических параметров загрузочного материала, а также выяснения сравнительной эффективности применения загрузки Alta BioLoad были проведены комплексные экспериментальные исследования на стенде.

Экспериментальными исследованиями фрактального роста биопленки, а также результатами флуоресцентного сравнительного анализа и адгезивных свойств фрактальных паттернов биопленок показано, что структура загрузки биореактора с многоуровневым распределением биопленки способствует быстрому приросту

микробиологического сообщества и в 2,5 раза выше на единицу объема у петлевой загрузки относительно ершовой (Рисунок 5).

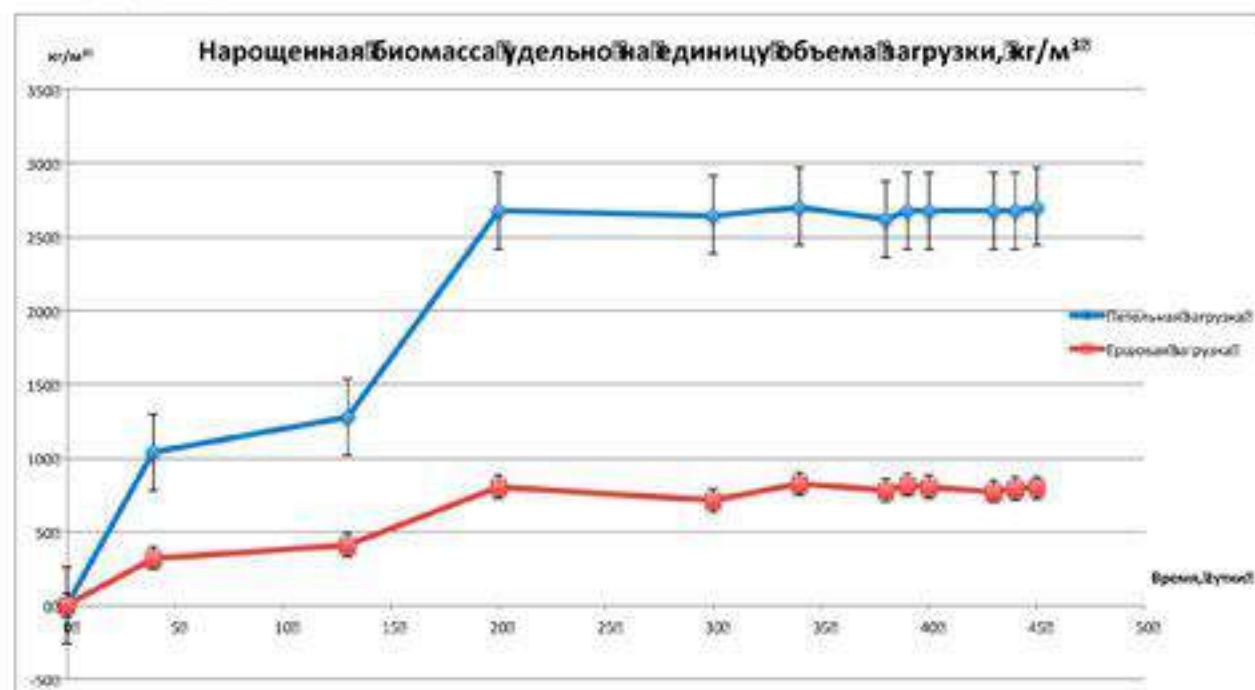
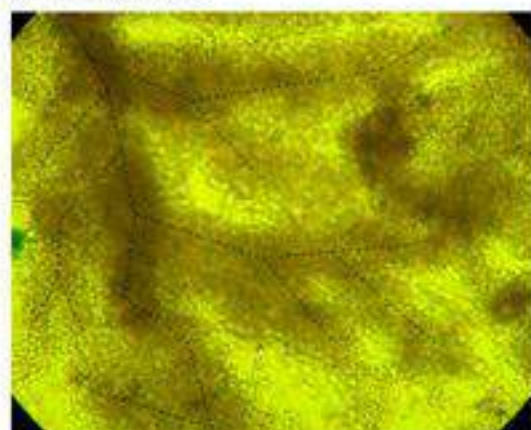
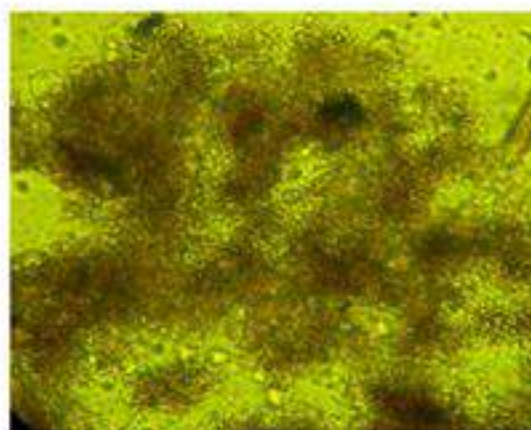


Рисунок 5. Нарощенная биомасса на петлевой и ершовой загрузках удельно на единицу объема

Выявлено, что в петлеобразных структурах загрузки бактериальная пленка образует фрактальные мостики (Рисунок 6), что может указывать на наличие пространственного, направленного роста к противоположной стороне петли у сообщества микроорганизмов, формирующих матрикс. Биопленка, заполнившая внутренность петли, приобретает двухсторонний контакт с очищаемой сточной водой, что увеличивает ее рабочую поверхность в два раза.



а



б

Рисунок 6. Фрактальное (а) и хаотичное (б) распределение микроорганизмов в биопленке, выросшей внутри полимерной петли загрузки биореактора и на ершовой загрузке соответственно (Ук. 40 x 15)

В ходе исследований биоценоза сравниваемых загрузок разработан экспресс-анализ определения метаболической активности биопленки с применением люминисцентного анализа при витальной окраске акридиновым оранжевым для выявления ДНК и РНК. Удалось показать, что стимуляция роста микроорганизмов за счет фрактального распределения бактерий и грибов в матриксе биопленки на полимерном петлеобразном материале ведет к повышению в 1,5 раза синтеза РНК, а, следовательно, и к повышению метаболизма биопленки в целом (Рисунок 7).

Выяснено, что структура биозагрузки влияет на адгезивные свойства биопленки. Структура петлевой загрузки повышает адгезивные свойства биопленки, что приводит к увеличению срока нахождения отработавших бактерий в составе биопленки, находящейся в аэробном режиме внутри контактного биореактора.

Как следствие, повышается минерализация биопленки и снижается количество осадка, образуемого очистными сооружениями во время работы, что подтверждается опытом эксплуатации очистных сооружений, в которых уже внедрена петельная загрузка.

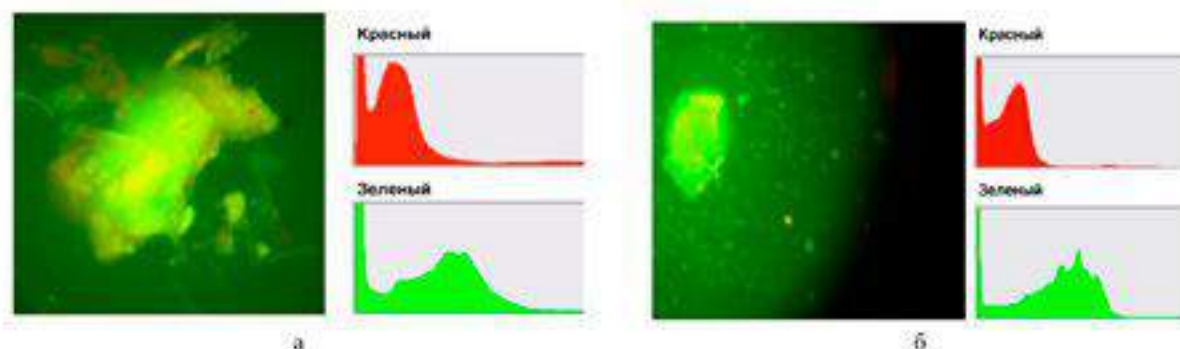


Рисунок 7. Микропрепараты биопленки, снятой с петельной (а) и ершовой загрузки (б) при люминисцентном анализе, и гистограмма распределения РНК (красный) и ДНК (зеленый)

С практической точки зрения, выявленные положения в процессе проведения исследовательской работы дают возможность применить их для интенсификации биологической очистки сточных вод только за счет применения загрузки из полимерных материалов с модифицированной поверхностью.

Стимуляция фрактального роста биопленки, за счет создания многоуровневой поверхности загрузки, не требует применения химических реагентов и затрат электроэнергии для воздействия на микроорганизмы с целью повышения их активности, поэтому она экономически выгодна и позволяет интенсифицировать очистку сточных вод в биореакторе без сложных конструктивных перестроек.

Эксперимент показал, что петельная загрузка является более эффективным решением для организации биореакторов на основе иммобилизованного биоценоза, по следующим причинам:

1. Форма полого цилиндра, размещенного над аэратором, является более эффективной, относительно цилиндрической формы ершовой загрузки, так как обеспечивает контактную площадь в 5,4 раз больше, а окислительную способность удельно на 1 dm^3 загрузки показывает более чем в 13,5 раз больше, чем у ершовой $0,3 \text{ г O}_2/\text{dm}^3$ и находится на уровне $4,1 \text{ г O}_2/\text{dm}^3$ загрузки (Рисунок 8).

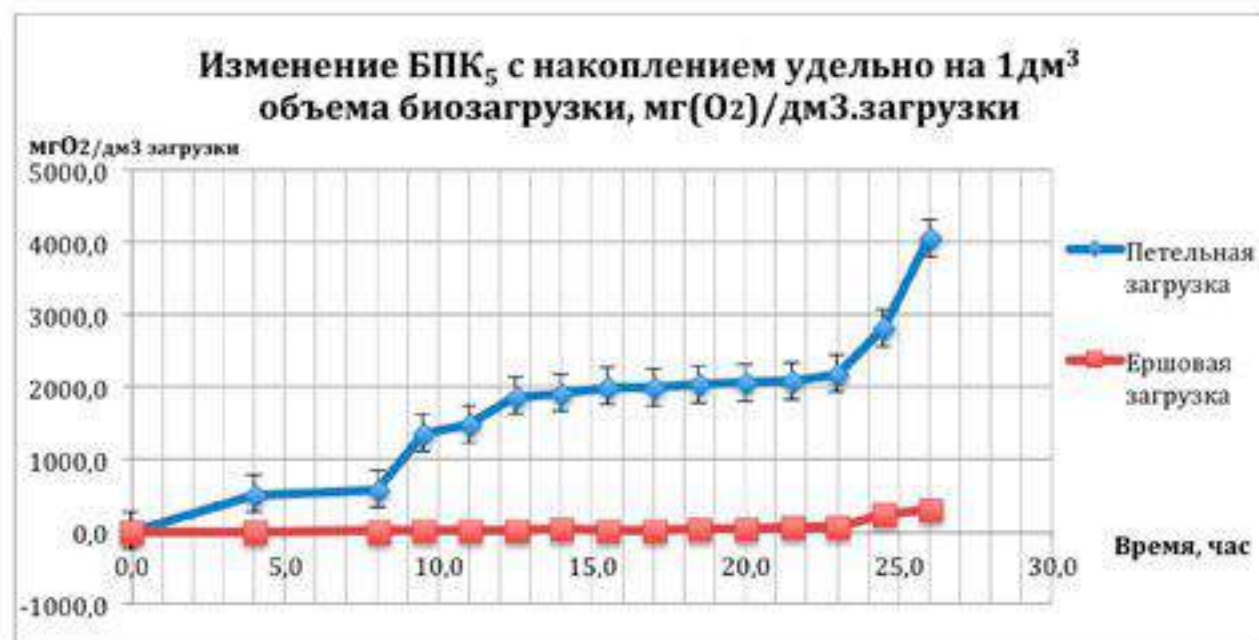


Рисунок 8. Изменение БПК₅ с накоплением удельно на 1 dm^3 объема биозагрузки, $\text{mg}(\text{O}_2)/\text{dm}^3$ загрузки

2. Тестовый биореактор, оснащенный петельной загрузкой, показывает более высокую окислительную мощность на уровне $10,9 \text{ мг/л/час}$ (по БПК₅), тогда как аналогичный тестовый биореактор с ершовой загрузкой $3,8 \text{ мг/л/час}$ (по БПК₅), что в 2,9 раза ниже.

3. Биоценоз, сформированный на петельной загрузке, более эффективно удаляет загрязнения из сточной воды, что выражается в более эффективной удельной окислительной способности 1 кг биомассы, сформированной на биоагрузке, и составляет в среднем для петельной загрузки величину около 810 мг O₂/час и в течение эксперимента была больше аналогичного показателя на ершовой загрузке от 2,2 до 33 раз (Рисунок 9).

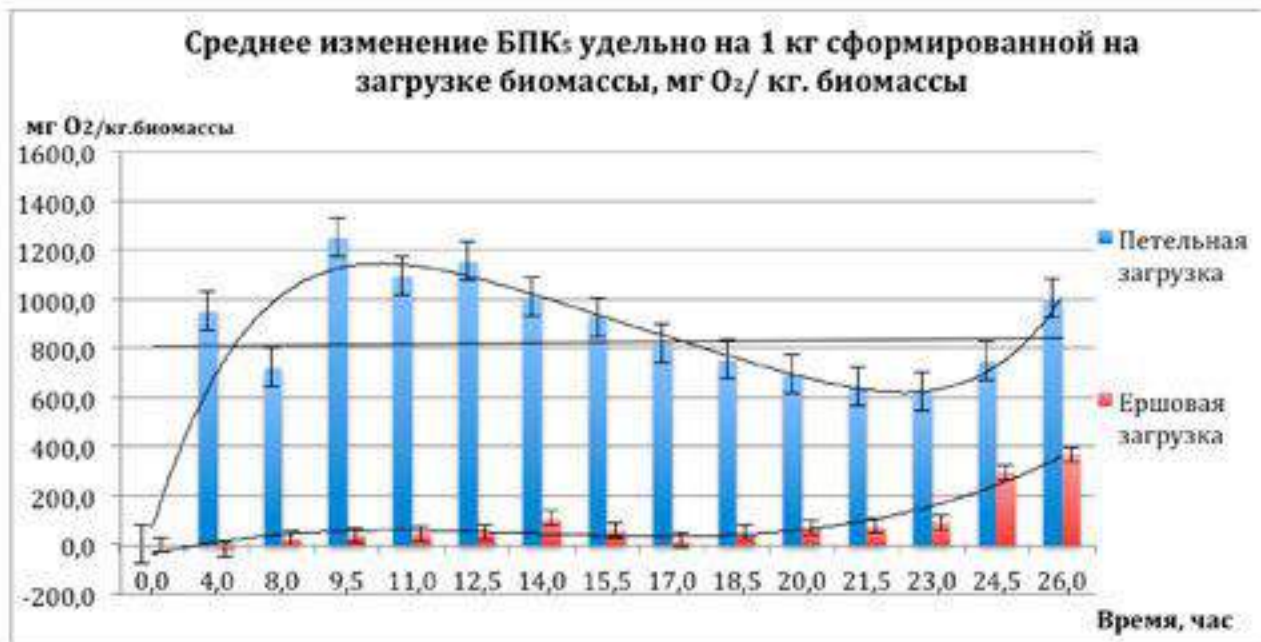


Рисунок 9. Среднее изменение БПК₅ удельно на 1 кг сформированной на загрузке биомассы, мг O₂/кг. биомассы

4. В процессе биологической очистки конверсия показателя ХПК в показатель БПК, связанная с гидролизом тяжелой органики на петельной загрузке, выше, чем на ершовой и составляет на конец эксперимента 11,6 мг/кг биомассы, наращенной на петельной загрузке, тогда как на ершовой тот же показатель составил 3,4 мг/кг биомассы. Показатель конверсии ХПК в БПК удельно на 1 кг наращенной биомассы для петельной загрузки выше на 241 %, чем на ершовой, что показывает высокую эффективность по проведению гидролиза тяжелых углеводов на сформированном на петельной загрузке биоценозе (Рисунок 10).



Рисунок 10. ΔХПК(i) - ΔБПК₅(i), с накопительным итогом, мгO₂

Раздел 4. Параметры биоагрузки Alta BioLoad

Для проектирования биореакторов с использованием петельной загрузки необходимо пользоваться технологическими параметрами загрузки, приведенными в Таблице 1.

Таблица 1

Технологические параметры петельной загрузки

Удельное формирование биомассы	270 кг/м ³
Удельная окислительная способность на 1 кг сформированной биомассы по БПК	810 мгО ₂ /час (19,4 гО ₂ /сутки)
Удельная окислительная способность 1 м ³ биоагрузки по БПК	5,25 кгО ₂ /сутки
Удельная окислительная способность на 1 кг сформированной биомассы по ХПК	1500 мгО ₂ /час (36гО ₂ /сутки)
Удельная окислительная способность 1 м ³ биоагрузки по ХПК	9,72 кгО ₂ /сутки
Вес одного погонного метра элемента	0,8 кг

Геометрические параметры петельной биологической загрузки приведены в Таблице 2.

Таблица 2

Геометрические параметры петельной загрузки

Габаритные размеры стандартного установочного элемента	Длина	1000 ± 3 мм
	Диаметр наружный	124 ± 3 мм
	Диаметр внутренний	80 ± 3 мм
Пористость материала наружного слоя петельной загрузки		96,3%
Пористость материала каркаса (зона энзимного гидролиза)		74%
Удельная площадь поверхности физическая (по отношению к физически занимаемому объему)		3414 м ² /м ³
Удельная площадь поверхности конструкционная (по отношению к конструктивному объему элемента биоагрузки)		1993 м ² /м ³
Удельная площадь биопленки, формируемая на элементе биоагрузки физическая (по отношению к физически занимаемому объему)		3580 м ² /м ³
Удельная площадь биопленки, формируемая на элементе биоагрузки конструкционная (по отношению к конструктивному объему)		2090 м ² /м ³
Удельная геометрическая контактная площадь наружной поверхности, обеспечивающей массоперенос, не менее		58 м ² /м ³

Для подсчета необходимого количества единичных элементов, необходимо воспользоваться технологическими параметрами в пересчете на единичный элемент петельной загрузки. Технологические данные в пересчете на единичный элемент загрузки приведены в Таблице 3.

После подсчета необходимого количества единичных элементов необходимо разместить их в проектируемом биореакторе, как описано ниже в Разделе 5.

Таблица 3

Технологические параметры единичного элемента петельной загрузки

Удельное формирование биомассы	3,26 кг
Удельная окислительная способность на 1 кг сформированной биомассы по БПК	2639,744 мгО ₂ /час
	63,22 гО ₂ /сутки
Удельная окислительная способность 1 м ³ биоагрузки по БПК	0,063 кгО ₂ /сутки
	63,37 гО ₂ /сутки
Удельная окислительная способность на 1 кг сформированной биомассы по ХПК	4888,41 мгО ₂ /час
	117,32 гО ₂ /сутки
Удельная окислительная способность 1 м ³ биоагрузки по ХПК	0,12 кгО ₂ /сутки
Удельная окислительная способность 1 м ³ биоагрузки по ХПК	117,32 гО ₂ /сутки
Вес одного погонного метра элемента без вароценной биомассы	0,8 кг
Вес одного погонного метра элемента с вароценной биомассой	4,06 кг

Раздел 5. Размещение элементов биоагрузки

Элементы рекомендуется размещать над аэраторами вертикально. От верхней кромки единичного элемента биоагрузки до поверхности аэрируемой сточной воды должно быть не менее 50 мм. Водно-воздушный поток, возникающий над аэраторами, способствует промывке внутреннего пространства цилиндрического каркаса биоагрузки. Также водно-воздушный поток от аэратора способствует эффективному массопереносу загрязнителей из сточных вод в матрице биопленки.

Для обеспечения вертикальной ориентации в аэрируемом канале элементы петельной биоагрузки рекомендуется крепить на полипропиленовых трубах, надевая элементы на трубы. Для фиксации элементов в пространстве

необходимо использовать две трубы: верхнюю и нижнюю. Нижняя труба не несет нагрузки по весу и служит для фиксации элементов относительно друг друга. Нижнюю трубу рекомендуется использовать во всех случаях диаметром 20мм. Верхнюю трубу рекомендуется использовать диаметром 32мм. Толщину стенки трубы необходимо выбирать исходя из количества размещенных на ней единичных элементов петлевой биоагрузки. При размещении на одной трубе до пяти элементов толщину стенки трубы допускается применять не менее 3мм (PN10), от шести до десяти единичных элементов применять трубу с толщиной стенки не менее 5,6мм (PN20). При размещении в кассете более десяти элементов рекомендуется усиливать полипропиленовую трубу с толщиной стенки 3мм вставкой внутри оцинкованной трубы в качестве армирующего элемента с обязательной герметизацией внутреннего пространства полипропиленовой трубы путем наваривания на ее концы торцевых заглушек. Концы труб необходимо закрепить на стенках канала так, чтобы элементы биоагрузки, сгруппированные по кассетам, были расположены вертикально. Рекомендуется фиксировать трубы на стенках канала при помощи пластиковых болтов и гаек. При размещении более десяти единичных элементов в одной кассете расчет прочности верхней трубы проводить исходя из массы единичного элемента с сформировавшейся биомассой равной 3,5 кг.

В связи с вертикальной ориентацией биоагрузки необходимо обеспечивать минимальный технологический зазор между единичными элементами биоагрузки не менее 30мм в составе одной кассеты и не менее 50мм между соседними кассетами. Зазор необходим для обеспечения конвекции водо-воздушного потока от аэратора для предотвращения зарастания пространства между единичными элементами биоагрузки. Расстояние между аэратором и нижней кромкой единичного элемента биоагрузки должно быть не менее 200мм от аэратора. Указанное расстояние необходимо для раскрытия факела аэратора и достаточной дисперсии воздуха из аэратора в аэрируемую среду. Расстояние между трубчатыми мембранными аэраторами при поперечном расположении в канале должно быть не больше 500 мм. Это расстояние найдено экспериментальным путем и позволяет достичь устойчивых конвекционных потоков аэрируемой жидкости для предотвращения заиливания и зарастания внутреннего пространства каркаса петлевой биоагрузки. При продольном, относительно канала, расположении аэраторов, расстояние от оси аэратора до наиболее удаленного единичного элемента биоагрузки от аэратора должно быть не больше 300мм. При необходимости увеличить ширину канала необходимо разместить дополнительный(е) аэратор(ы). Схема размещения в аэрируемом канале элементов петлевой биоагрузки сгруппированных по кассетам приведена на Рисунке 11.

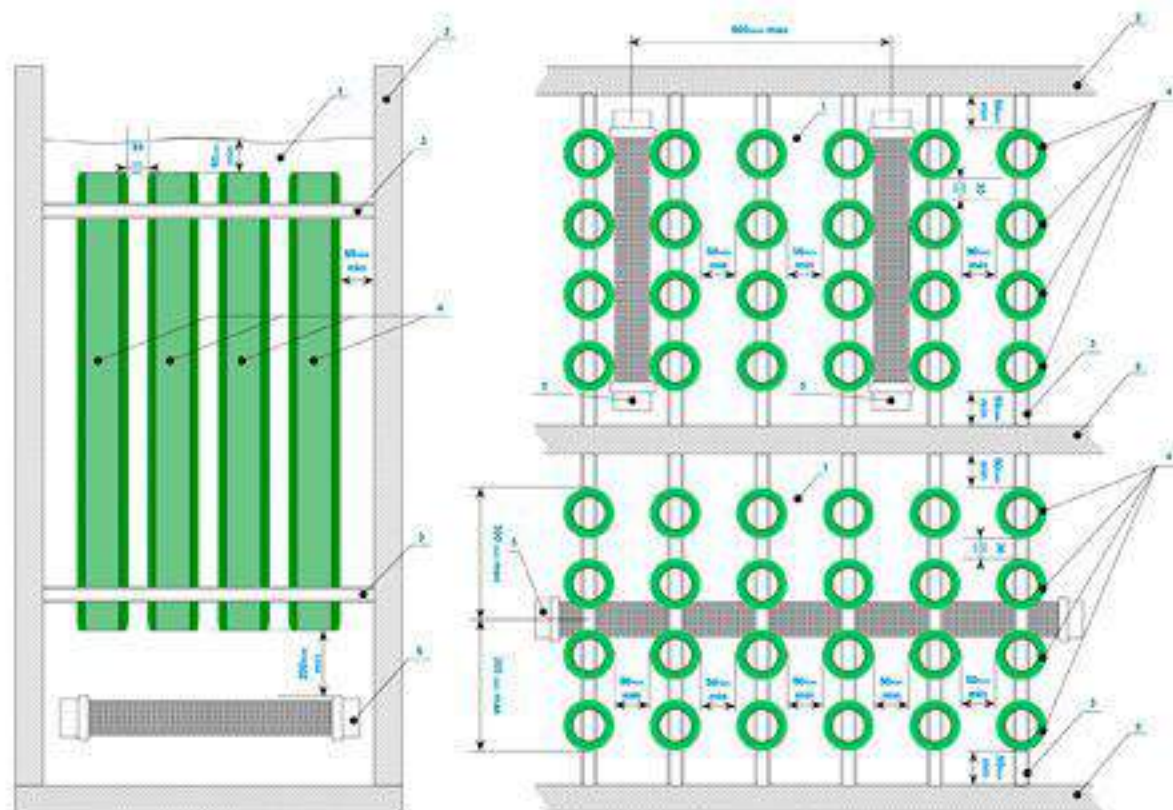


Рисунок 11. 1 – аэрируемый канал, 2 – стенки канала, 3 – трубы крепления единичных элементов, 4 – единичные элементы петлевой биоагрузки, 5 – аэратор [2]

Для интенсификации работы биореакторов с переменным уровнем обрабатываемой воды разработан плавучий модуль. Модуль из себя представляет объемную конструкцию, в которой центральный стержень представляет из себя элемент с устойчивой положительной плавучестью, которую возможно изменять в процессе

эксплуатации биореактора. На центральной стержень при помощи полипропиленовых труб закреплены единичные элементы петельной биологической загрузки. Общий вид плавающего модуля представлен на Рисунке 12.

Плавающие модули помещаются в резервуар с переменным уровнем в секции с размещенными аэраторами. Размещение плавающих элементов в секции без аэрации приведет к заливанию внутреннего пространства каркаса единичных модулей загрузки. В верхней части плавающего модуля находится кольцо, через которое необходимо пропустить направляющий трос, который будет ограничивать перемещение модуля по поверхности резервуара. Длина троса должна быть рассчитана с учетом переменного уровня жидкости в реакторе. Также трос необходим для удаления модуля из реактора перед обслуживанием реактора и при проведении регламентных работ по изменению плавучести модулей. Длина троса должна быть отрегулирована так, что в случае незапланированного опорожнения резервуара или снижения минимального уровня жидкости ниже расчетного, расстояние от нижнего края плавающего модуля до аэратора не будет меньше 200мм.

Для изменения плавучести модуля, которая может меняться в процессе его эксплуатации из-за обрастания биомассой, необходимо изменить количество пригрузочного песка внутри центрального стержня-поплавка. Для этого необходимо открыть верхнюю крышку центрального стержня-поплавка. Плавучесть модуля должна быть настроена таким образом, чтобы верхняя кромка единичных элементов биоагрузки была погружена минимум 50мм.

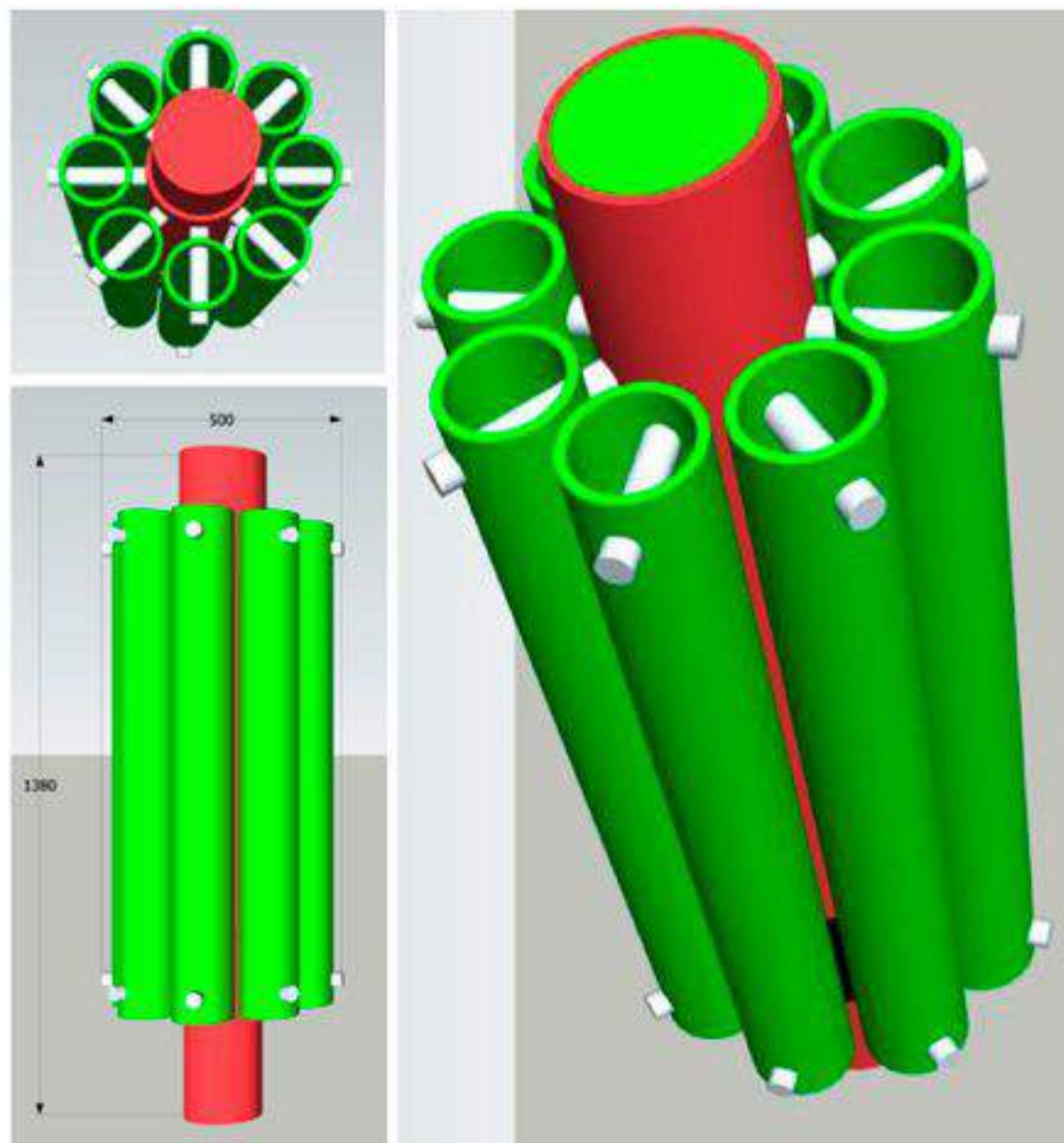


Рисунок 12. Плавающий элемент на основе петельной загрузки для реакторов переменного действия и реакторов с переменным гидравлическим уровнем

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации. ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ДОКЛАД «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2015 году». – Москва: НИИ-Природа, 2016.
2. Пукемо, М. М. Методическое пособие по проектированию биореакторов с использованием биоагрузки Alta BioLoad / М. М. Пукемо. – Москва: Alta Group, 2016.
3. Пукемо, М. М. Экологические аспекты жизнедеятельности – основа технического прогресса в очистке сточных вод автономных систем канализации / М. М. Пукемо, Е. В. Алексеев // Безопасность жизнедеятельности. – 2014. – №9. – С. 25-32.
4. РосСтат. (07 08 2016 г.), Жилищные условия. Получено 09 02 2017 г., из Федеральная служба государственной статистики: http://www.gks.ru/free_doc/new_site/population/jil-fjkh2.docx
5. Харьковина, О. В. Эффективная эксплуатация и расчет сооружений биологической очистки сточных вод / О. В. Харьковина. – Волгоград, Российская Федерация: Панорама, 2015
6. Olson, M. E. Biofilm bacteria: formation and comparative susceptibility to antibiotics / M. E. Olson, H. Ceri, D. W. Morck, et al. // Can. J. Vet. Res. – 2002. – №66. – 86-92.
7. Welander, U. Denitrification at low temperatures using a suspended carrier biofilm process / U. Welander, B. Mattiasson // Water Research 37 2003 г. – 2394-2398.

Материал поступил в редакцию 24.05.17.

INNOVATIVE MESH LOAD ALTA BIOLOAD

M.M. Pukemo¹, Ye.V. Alekseyev²

¹ Postgraduate Student of Department “Water Removal and Aquatic Ecology”,
Member of Expert and Technological Council of Russian Association of Water Supply and Water Removal,

² Doctor of Engineering, Professor, Member of the Russian Academy of Natural Sciences,
Honored Worker of Higher Education of the Russian Federation
National Research Moscow State University of Civil Engineering, Russia

Abstract. *The main technological problems of an aerobic biological cleaning step of waste treatment facilities are considered, the solution of the considered problems by introduction of the biofilm carrier material to technological process and transformations of technological process on the basis of activated sludge in the combined cleaning process (IFAS-process) is suggested. The parameters of the developed carrier material (bioload), which is offered for modernization of the existing treatment facilities, its properties and results of comparative analysis with the most widespread carrier material in the Russian Federation (brush loading) and recommendations about design and usage of new material are considered.*

Keywords: *bioload, carrier material, biofilm, modernization of the treatment facilities, IFAS-process.*