

АНАЛИЗ ПРАКТИКИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВРАЩАЮЩИХСЯ БИОФИЛЬТРОВ В ОЧИСТКЕ СТОЧНЫХ ВОД ПРИМЕНИТЕЛЬНО К УСЛОВИЯМ СИРИИ

Сайид Марам Али, Н. С. Серпокрьлов

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Россия

Погружные вращающиеся биофильтры (ПВБ) являются одной из технологий очистки сточных вод малых населенных пунктов в соответствии с руководством по методологии изучения и выбора технологии очистки сточных вод в Сирии. ПВБ эффективно удаляют органические и биогенные вещества и также некоторые вновь появляющиеся загрязнения, такие как: фармацевтические препараты и пестициды. Они применяются для очистки хоз-бытовых, промышленных и уникальных видов сточных вод и также используются для инновационных применений, таких как производство электроэнергии или биогаза и транспорт сточных вод параллельно процессу очистки, что является важным преимуществом для альтернативного источника электроэнергии, если он прерывается.

Ключевые слова: погружные вращающиеся биофильтры, преимущества, область применения, сточные воды, Сирия.

ANALYSIS OF PRACTICE OF USING ROTATING BIOFILTERS WASTE WATER TREATMENT APPLICABLE TO THE CONDITIONS OF SYRIA

Saiyd Maram Ali, N. S. Serpokrylov

Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russia

Rotating biological contactors (RBC) are one of the technologies for wastewater treatment in small settlements in accordance with the manual of the methodology for studying and choosing the technology for wastewater treatment in Syria. RBC effectively removes organic and nutrients and also some newly emerging contaminants, such as pharmaceuticals and pesticides. They are used for the treatment of municipal, industrial and unique types of wastewater and also used for innovative applications such as generating electricity or biogas and wastewater transport in parallel with the treatment process, which is an important advantage for an alternative source of electricity if it is interrupted.

Keywords: rotating biological contactors, advantages, application area, wastewater, Syria.

Введение

Поскольку большинство стран стремится к продолжающемуся экономическому развитию, спрос на воду может также поддерживать тенденцию к сокращению популяции людей, наблюдаемую в прошлом веке. До сих пор орошение было наиболее важным фактором в расширении глобального использования пресной воды. Тем не менее, другие секторы экономики также сыграли значительную роль, особенно в промышленно развитых странах. Та же тенденция может возникнуть в развивающихся странах, поскольку рост их благосостояния становится все более зависимым от энергозатрат и других водоемких производств. Рост численности населения и уровень урбанизации в этих странах также оказывают дополнительное давление на потребление ресурсов пресной воды из-за более высокого спроса на воду со стороны домашних хозяйств [1].

Сирия является страной с ограниченными водными ресурсами и стремится к получению нетрадиционных источников воды, особенно для орошения [2]. Однако показатели качества воды основных речных бассейнов свидетельствуют о значительном загрязнении их неочищенными бытовыми и промышленными сточными водами. Эта вода характеризуется высокой концентрацией органических загрязнений и соединений азота и фосфора [3, 4]. Исходя из экологической обстановки в Сирии и проблем, связанных с сектором канализации, таких как: необоснованный выбор технологии очистки и неправильное проектирование и эксплуатация очистных сооружений, особенно в малых насе-

ленных пунктах, Министерство водных ресурсов разработало справочное руководство по методологии изучения и выбора технологий очистки сточных вод в Сирии и определило в нем наиболее подходящие технологии для условий государства [3–5].

Одним из устройств, рекомендованных указанным руководством, является ПВБ, ранее не применявшийся в Сирии. Поэтому актуально проанализировать наиболее важные технические и технологические факторы, влияющие на их работу, и обосновать способы повышения их эффективности снижения органических и биогенных загрязнений при очистке сточных вод [6].

Краткое описание метода ПВБ и основных областей применения:

Концепция погружных вращающихся биофильтров появилась в Германии в 20-х годах XX века. Однако первое сооружение было зарегистрировано в США и названо «контактный фильтр» или «биологическое колесо». Конструкция была запатентована в 1961 году, а первый зарегистрированный экспериментальный пилотный погружной вращающийся биофильтр был введен в эксплуатацию и апробирован в 1964 году. После этого произошли значительные улучшения в типе загрузки и конфигурации оборудования [6, 7]. ПВБ представляют собой комбинированные сооружения для биологической очистки сточных вод, имеющие признаки биофильтров и аэротенков [8, 9]. Основные конструктивные элементы ПВБ: резервуар биофильтра, ротор с загрузкой, закрепленный на горизонтальном валу, механический двигатель или привод сжатого воздуха для

вращения вала, лотки для распределения поступающей и сбора обработанной сточной воды [9, 10]. Они обычно работают в серии нескольких ступеней в зависимости от степени необходимой очистки [6, 10].

Непрерывное вращение вала приводит к формированию биопленки на всей площади поверхности загрузочного материала, который метаболизирует органические вещества, содержащиеся в сточных водах. В аэробных процессах перенос кислорода происходит следующими путями: при абсорбции кислорода воздуха пленкой жидкости, удерживаемой на поверхности загрузки; путем прямого переноса кислорода в жидкость, находящуюся в резервуаре; при потреблении кислорода биопленкой в момент ее контакта с атмосферой [11]. Вращение также обеспечивает турбулентность на поверхности смешанной жидкости и позволяет удалять избыточную биопленку из загрузочного материала [2]. ПВБ также может быть плотно закрыт, чтобы избежать попадания воздуха, поэтому их можно использовать для анаэробных процессов [10]. ПВБ часто располагают в перекрытых узлах на очистных сооружениях сточных вод для защиты от низких и высоких температур (рис. 1), покрытия также уменьшают потерю тепла, позволяют отбирать и очищать при необходимости газ [14].

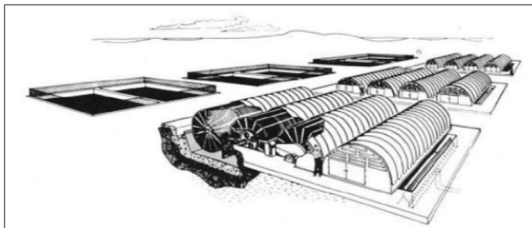


Рис. 1. ПВБ в перекрытых узлах очистных сооружений сточных вод

Преимуществами этой технологии считаются:

- 1) относительно малые занимаемые площади;
- 2) простота в строительстве и эксплуатации, (например, в Великобритании половина капитальных затрат ПВБ связана с механическими и электрическими компонентами) [7];
- 3) низкие значения илового индекса во вторичном отстойнике;
- 4) устойчивость к залповым поступлениям загрязнений и токсическим нагрузкам [10];
- 5) компактность погружного биофильтра и возможность промышленного изготовления ротора для такого биофильтра, а также всего сооружения в заводских условиях;
- 6) по сравнению с биологической очисткой методом активного ила ПВБ превосходят в следующих пунктах:
 - а) затрат электроэнергии в 3-5 раз ниже [8]; (в США результаты исследования показали сниже-

ние потребления электроэнергии ПВБ от 30 до 50% по сравнению с системами активного ила) [7];

б) объем избыточной биопленки из вторичного отстойника в 5–10 раз меньше, поскольку влажность биопленки 95–96 % а активного ила 99–99,5 %. Это позволяет снижать капитальные затраты для строительства сооружений обработки избыточного ила [11];

с) значительное сокращение времени обработки, например, при обработке городских сточных вод с аналогичными характеристиками и требуемой степенью очистки, время обработки составляло 60-90 минут с использованием ПВБ, тогда как при использовании аэротенков оно составляло не менее 6 часов [11];

7) по сравнению с капельными фильтрами, ПВБ имеют ряд преимуществ. Эти преимущества включают в себя:

а) устранение вращающегося распределителя. Поскольку меньше механических компонентов, для правильного обслуживания требуется меньше средств и времени;

б) ликвидация прудов на поверхности загрузки, созданных увеличенными потоками, как это происходит в капельных фильтрах. В ПВБ поток проходит через загрузки;

с) отсутствие анаэробных условий. Поскольку носитель биопленки постоянно подвергается воздействию атмосферного воздуха во время вращения;

д) экономит занимаемые площади в очистных сооружениях. Из-за прямоугольной конфигурации резервуаров ПВБ один блок может быть расположен рядом или, возможно, напротив другого блока ПВБ. Это может быть невозможно для круглых капельных фильтров;

е) для капельного фильтра требуется либо внутрикорпусное перекачивание либо гидравлическое распределение потоков, чтобы сточные воды могли проходить через каждое сооружение; однако, ПВБ может не требовать перекачивания между сооружениями обработки [12];

8) по сравнению с «мокрой землей», ПВБ отличаются следующими признаками:

а) более высокая эффективность удаления биогенных веществ. Результаты сравнительного исследования показывают, что при сравнении ПВБ с «мокрой землей» со свободной поверхностью воды «Free water surface (FWS) wetland system» и подповерхностным горизонтальным потоком «Horizontal subsurface flow (HSF) wetland system», средняя эффективность удаления биогенных веществ составила: 6 %, 21 % и 40 %, соответственно, для общего азота и 21 %, 39 % и 41 % – для общего фосфора [13];

б) ПВБ более эффективны при удалении вновь появляющихся загрязнений, чем на «мокрой земле». Это подтверждается результатами исследования, проведенного в Испании, которое

показывает, что средняя эффективность удаления вновь появляющихся загрязнений, таких как: фармацевтические препараты, солнцезащитные средства, ароматизаторы, антисептики, антипирены, поверхностно-активные вещества, пестициды и пластификаторы, достигалась с использованием методом ПВБ 63 %, в то время как используя метод «мокрой земли» только 42 % [14];

с) экономические затраты на строительство и потребление энергии на «мокрой земле» значительно меньше, однако этот метод требует в 4 раза больше занимаемых площадей, чем ПВБ. Этот метод нецелесообразен к применению при высоких ценах на землю или имеются ограниченные площади для строительства очистных сооружений [13].

Хотя ПВБ имеют существенные преимущества, они также не лишены недостатков:

1) механические отказы (наиболее распространенными являются сбои в приводе вала и в загрузке);

2) трудности в поддержании соответствующей толщины биопленки в неблагоприятных условиях;

3) достаточно низкая концентрация растворенного кислорода в сточной воде, что требует включения в ПВБ инновационных технологий для увеличения скорости массопереноса и содержания кислорода [2].

Метод ПВБ применяется в разных областях, он обычно используется для вторичной биологической очистки сточных вод [15, 16] не только для небольших объектов, таких как малые населенные пункты, дома отдыха, коттеджи и отдельно стоящие промышленные предприятия [9], а также для обработки потоков до нескольких тысяч кубометров в сутки [17].

Например, в Китае ПВБ использовались в качестве экономичной, эффективной, стабильной и мало потребляемой в электроэнергию технологии для очистки сточных вод в сельской местности [18]; в Канаде система третичной очистки, использующая ПВБ, содержит 8 ступеней, успешно применялась для нитрификации аммиака содержащегося в городских сточных вод [19].

Данный метод не получил широкого использования в РФ, однако успешно применяется для очистки бытовых сточных вод в небольших населенных пунктах и предприятиях (на действующих очистных сооружениях, расположенных в Ставропольском и Красноярском краях, в Самарской области [20], в логистическом центре «Логопарк Дон» в Ростовской области [21]).

ПВБ также использовались в качестве инновационной технологии для очистки серых вод в децентрализованных районах Средиземноморского бассейна, страдающих от дефицита воды [22]. Согласно справочному руководству по методологии изучения и выбора технологии очистки

сточных вод в Сирии, этот метод используется для населения до 10000 эквивалентных жителей (ЭЖ) [5].

Можно разграничить два направления использования ПВБ: первое – традиционное, для очистки различных типов сточных вод, второе – расширенное, для инновационных применений в других отраслях.

1. Очистка различных типов сточных вод: ПВБ используются для очистки хоз-бытовых, промышленных и других видов сточных вод.

а) Очистка хоз-бытовых сточных вод: при этом ПВБ используется для нитрификации сточных вод, либо в сочетании с окислением углеродсодержащих соединений, либо – для отдельной стадии нитрификации, денитрификации и удаления фосфора [11].

ПВБ эффективно удаляют загрязняющие вещества: органические (по ХПК и БПК), взвешенные вещества, $\text{NH}_4\text{-N}$ и общий азот даже из высококонцентрированных сточных вод [18, 19, 22, 23]. Таблица (1) показывает результаты эффективности очистки сточных вод с использованием технологий ПВБ.

б) Очистка промышленных сточных вод различных отраслей промышленности. Например, метод успешно использовался для обработки нефтесодержащих сточных вод [24] и сыворотки, получаемой в процессе производства сыра [25] (см. табл. 1).

с) Очистка уникальных видов сточных вод, производимых другими сферами жизнедеятельности кроме населенных пунктов или промышленности. Например, ПВБ использовались для денитрификации фильтрата с высокой концентрацией нитратов [26] и удаления свободного цианида из сточных вод золотых приисков [27] (табл. 1).

2. Инновационные применения: относительно простая конструкция системы ПВБ позволила использовать ее в качестве инструмента для различных назначений параллельно с очисткой сточных вод. Например, в Польше ПВБ новой конструкции были применены как нестандартная система одновременной утилизации и очистки сточных вод в сельской местности, чтобы решить проблему, возникающую из-за необходимости строительства и эксплуатации многочисленных небольших очистных сооружений или строительства чрезвычайно длинных систем канализации для сбора и транспортировки, которые подают сточные воды на коллективные очистные сооружения [28]. Также существуют множество систем ПВБ, которые применяются для прямого производства электроэнергии или косвенного производства электроэнергии с помощью биогаза, водородсодержащих или микробных топливных элементов «Microbial fuel cells» [29–31].

Таким образом, технологические параметры ПВБ соответствуют требованиям руководства по методологии изучения и выбора технологий очистки сточных вод в Сирии. В дополнение к высокой эффективности удаления органических и биогенных веществ из хоз-бытовых сточных вод ПВБ адаптируется к очистке промышленных вод для удаления новых типов загрязняющих

веществ, которые могут появиться в будущем, таких как фармацевтические соединения. Кроме того, они могут быть разработаны для генерации электроэнергии или биогаза, что является важным преимуществом для альтернативного источника электроэнергии, если он прерывается.

Таблица 1

Результаты эффективности очистки сточных вод с использованием технологии ПВБ

Режим работы и масштаб	Тип ПВБ	Материал загрузки	Число ступеней	Погружение барабана, %	Тип сточных вод	Гидравлическая нагрузка / время пребывания	Исходная концентрация, (мг/л)	Частота вращения, мин ⁻¹	Эффективность очистки	Литература
Аэробный-лаб. иссл.	Дисковый (18 дисков, Ø=40 см, т _д =1 см)	-	1	40	Хоз-быт.	35 мл/мин + рециркуляция поток (200%)	ХПК=105-407; ВВ=30-102.6; NH ₄ -N=51.3-88.1; TN=66.4-101	5	По концентрации мг/л: ХПК=15.34 ± 7.29; ВВ=5.32 ± 2.33; NH ₄ -N=1.70 ± 2.47; TN=12.73 ± 3.94	18
Аэробный-пилотный проект	Дисковый (36 дисков, пл.=16.2 м ²)	-	1	40	Сырая вода	0.03 м ³ /м ² сут	ВВ= 28, 79, 146; БПК= 72, 119, 182; ТKN= 2, 8, 13	-	По %: ВВ= 92.9, 86/1, 86.3; БПК= 93.1, 94.7, 95.6 TKN= 85; 71.3; 5	22
Аноксидный/анаэробный-лаб-я модель	Дисковый (Ø=7 см, 4 диска) Анаэробный (Ø=20 см, 4 диска)	Плексиглас	2	100, 35	Высококонцентрированные хоз.-быт.	2, 3; 4 (л/сут) + рециркуляция (1; 2; 3; 4) %	Аноксидный: (г/м ³ сут): ХПК= 38 - 182; N= 0.22 - 14; Анаэробный: ХПК= 3.4-18; NH ₄ -N = 0.24-1.8	2, 8	По %: ХПК= 82; БПК= 86; ВВ= 63; TN= 54	23
Аэробный-лаб-я модель	Барабанный (Ø=20 см, Л=10 см, ПЗ=90%)	Полиэтилен высокой плотности	2	-	Нефтекодержащие промышленные	18 /24 ч.	ХПК и общее количество нефтяных углеводородов (ОНУ) ХПК/ОНУ= 0.2 ~ 0.8	10	По %: ОНУ= 99% ХПК/ОНУ= 0.6, время пребывания= 24 ч.	24
Аэробный-пилотный проект	Дисковый (16 дисков, пл.= 8.72 м ² , Ø=320 мм)	ПЕХ	1; 2; 3	40	сточные воды, содержащие сыворотку	12; 16 /24; 36 ч.	ХПК = 40; 50; 60; 70 г/л	4; 10	эффективность удаления ХПК= 98%, ХПК = 50 г/л, 24 ч. 10 об/мин, 3 ступени	25
Аноксидный-лаб-я модель	Дисковый (8 дисков, пл.= 0.218 м ² , Ø=130 мм)	полиметилметакрилат	1	100	Фильтрат свалки	0.25 л/ч, время преб.= 10 ч.	С/Н= 2	4	Наибольшая наблюдаемая скорость денитрификации= 55 мг N-NO ₂ /л.ч.	26
Аэробный-лаб-я модель	Дисковый (6 дисков)	древесина	3	40	сточные воды золотого прииска	0.42 л/ч.	10, 300 мг CN/л	5; 10	самый высокий процент удаления= 96.89% CN= 300 мг/л, C= 3.8 г/л, 5 об/мин.	27

Заметки: 1- толщина дисков; 2- площадь поверхности загрузки; 3- длина барабана

Список литературы

1. Nechifor, V. Global Economic and Food Security Impacts of Demand-Driven Water Scarcity—Alternative Water Management Options for a Thirsty World / Winning, M. // Water .- 2018.- №10.- 1442.
2. Саид, М. А. Разработка фото-вращающегося биофильтра для повышения эффективности очистки в перекрытых узлах очистных сооружений сточных вод// Точная наука .- 2018.- №30. -- С. 05-11.
3. Саид, М. А. Перспективы применения погружных вращающихся биофильтров для очистки сточных вод малых населенных пунктов в Сирии// Наука и инновации современные концепции: конф.- Москва, 2019.- С. 109 – 114.
4. Саид, М. А. Очистка сточных вод малых населенных пунктов в Сирии методом погружных вращающихся биофильтров// Научные разработки: евразийский регион: конф.- Москва, 2019.- С. 194 – 199.
5. Министерство водных ресурсов. Справочное руководство по методологии изучения и выбора технологии очистки сточных вод в Сирии [текст] // Сирия, 2013.- 165 с.
6. Саид, М. А. Краткое описание процесса очистки сточных вод методом погружных вращающихся биофильтров // Современная мировая экономика: проблемы и перспективы в эпоху развития цифровых технологий и биотехнологии: конф.- Москва, 15-16 июня 2019.- 264 с.
7. Rotating biological contactors for wastewater treatment- a review / Hassard, F. [et al.] // Process Safety and Environment Protection.- 2015.- № 94.- pp. 285-306.
8. Шувалов, Р. М. Результаты сравнения технологических показателей при выборе типа биореактора для очистки сточных вод малых населенных пунктов// Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура - №2 – 2011. - С. 88-96.
9. Давод, К. Совершенствование технологии очистки сточных вод на вращающихся биоконтакторах// дис. ... канд. техн. наук; С.- Петербург. гос. архит. – строит.ун.- СПб. 2003. – 165с.
10. Cortez, S. Rotating biological contactors: a review on main factors affecting performance/ Teixeira, P.; Oliveira, R. and Mota, M. // Reviews in Environmental Science and Bio/Technology. 2008.- №7.- pp. 155-172.
11. Дегтярь, М.В. Использование биодисковых фильтров для очистки сточных вод// Экологічна безпека та природоохористування.- № 3(19).- 2015. –С. 61-64.
12. Wastewater Treatment Plant Operator Certification Training/ Module 21: Rotating Biological Contactors / The Pennsylvania Department of Environmental Protection. 2016.- 54 p.
13. Pilot-scale comparison of constructed wetlands operated under high hydraulic loading rates and attached biofilm reactors for domestic wastewater treatment / Fountoulakis, M.S. [et al.] // Science of the Total Environment.- 2009.- №407.- pp. 2996-3003. doi:10.1016/j.scitotenv.2009.01.005.
14. Matamoros, V. A comparative assessment of intensive and extensive wastewater treatment technologies for removing emerging contaminants in small communities/ Rodríguez, Y. and Albaigés, J. // Water Research.- 2016.- №88.- pp. 777-785.

15. Tchobanoglous, G. Wastewater Engineering (Treatment Disposal Reuse)/ Burton, F.L. and Stensel, H.D. // Metcalf & Eddy, Inc (4th ed.), McGraw-Hill Book Company.- 2003.- 1846 p.
16. Spellman, F. R. Spellman's Standard Handbook for Wastewater Operators // CRC Press.- 2000.- 296 p.
17. Banerjee, G. Hydraulics of bench-scale rotating biological contactor// Water Res.- 1997a.- №31.- pp. 2500–2510.
18. New Integrated Self-Reflexing Rotating Biological Contactor for ruralsewage treatment / Han, Y. [et al.] // Journal of Cleaner Production.- 2019.- № 217.- pp. 324-334.
19. Low-ammonia niche of ammonia-oxidizing archaea in rotating biological contactors of a municipal wastewater treatment plant / Sauder, L. A [et al.] // Environmental Microbiology.- 2012.- № 14.- pp 2589–2600.
20. Шувалов, Р. М. Очистка бытовых сточных вод малых населенных пунктов на коммунальных очистных сооружениях с применением дисковых биофильтров// дис. ... канд. Техн. Наук; Самарский гос. арх.-стр. ун.- 2010.- 213с.
21. Красильников Е.А. Опыт эксплуатации модернизированных очистных сооружений сточных вод логистического центра «логопарк дон» / Макаров В.Л., Серпокрылов Н.С., Марам Сайид. // Технологии Очистки Воды «Техновод-2017»: конф.- Астрахань, 2017. – С. 209-214.
22. Abdel-Kader, A. M. Studying the efficiency of grey water treatment by using rotating biological contactors system // Journal of King Saud University – Engineering Sciences.- 2013.- №25, pp. 89–95.
23. Hiras, D. N. Organic and nitrogen removal in a two-stage rotating biological contactor treating municipal wastewater / Manriotis, I. D. and Grigoropoulos, S. G. // Bioresource Technology.- 2004.- № 93.- pp 91-98.
24. Safa, M. Biodegradability of oily wastewater using rotating biological contactor combined with an external membrane / Alemzadeh, I. and Vossoughi, M. // Journal of Environmental Health Science & Engineering.- 2014.- № 12.- pp. 117 - 122.
25. Ebrahimi, A. Optimization of Whey Treatment in Rotating Biological Contactor: Application of Taguchi Method / Najafpour, G. D.; Anazadeh, M. and Ghavami M. // Iranian Journal of Energy and Environment.- 2018.- №9.- pp. 146-152.
26. Cortez, S. Denitrification of a landfill leachate with high nitrate concentration in an anoxic rotating biological contactor / Teixeira, P.; Oliveira, R. and Mota, M. // Biodegradation.- 2011.- №22, pp. 661–671.
27. Guadalima, M. Evaluation of the rotational speed and carbon source on the biological removal of free cyanide present on gold mine wastewater, using a rotating biological contactor / Monteros, D. // Journal of Water Process Engineering.- 2018.- №23.- pp. 84–90.
28. Szulzyk-Cieplak, J. Study on the Influence of Selected Technological Parameters of a Rotating Biological Contactor on the Degree of Liquid Aeration/ Tarnogórska, A. and Lenik, Z. // Journal of Ecological Engineering.- 2018.- №19.- pp. 247–253.
29. Cheng, K.Y. Novel methanogenic rotatable bioelectrochemical 794 system operated with polarity inversion / Ho, G. and Cord-Ruwisch, R. // Environ. Sci. Technol.- 2011.- №45.- pp. 796–802.
30. A photosynthetic rotating annular bioreactor (Taylor-Couette type flow) for phototrophic biofilm cultures / Paule, a. [et al.] // Water Res.- 2011.- №45.- pp. 6107–18.
31. Reactor performance iedn terms of COD and nitrogen removal and bacterial community structure of a three-stage rotating bioelectrochemical contactor / Sayess, R.R[et al.] // Water Res.- 2013.- №47.- pp. 881–94.

© Сайид Марам Али, Н. С. Серпокрылов

Ссылка для цитирования:

Сайид Марам Али, Н. С. Серпокрылов. Анализ практики использования вращающихся биофильтров в очистке сточных вод применительно к условиям Сирии // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2019. № 4 (30). С. 100–104.

УДК 656.2 + 06

ЭМПИРИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВИБРОАКУСТИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ОПЕРАТОРОВ ВЫПРАВОЧНО-ПОДБИВОЧНЫХ МАШИН

А. С. Козлюк, В. А. Финоченко

Ростовский государственный университет путей сообщения, г. Ростов-на-Дону, Россия

В настоящее время большое внимание уделяется обеспечению безопасных условий труда, однако производственная деятельность не может обойтись без факторов, негативно влияющих на состояние здоровья работников. В статье рассмотрены экспериментальные исследования шума и вибрации на рабочих местах операторов выправочно-подбивочных машин железнодорожно-строительных организаций. В ней приведены результаты полученных эмпирически уровней шума и вибрации и проведен анализ, который показал, что при работе виброплит, уровень шума превышает нормативный на всех октавах. Такой уровень шума создает акустический дискомфорт, который соответствует вредным условиям второй степени (класс 3.2) и повышает риск профессиональных заболеваний, связанных с виброакустическими факторами.

Ключевые слова: охрана труда, выправочно-подбивочная машина, шум, вибрация, акустический фактор, рабочее место, оператор.

EMPIRICAL STUDIES OF VIBROACOUSTIC EFFECTS ON OPERATORS STRAIGHTENING AND TAMPING MACHINES

A. S. Kozlyuk, V. A. Finochenko

Rostov State Transport University, Rostov-on-Don, Russia

Currently, much attention is paid to ensuring safe working conditions, but production activities can not do without factors that adversely affect the health of workers. The article deals with experimental studies of noise and vibration in the workplaces of operators of straightening and tamping machines of railway construction organizations. It presents the results of empirically obtained noise and vibration levels and analyzes that showed that when the plates are working, the noise level exceeds the normative level in all octaves. This noise level creates acoustic discomfort, which corresponds to harmful conditions of the second degree (class 3.2) and increases the risk of occupational diseases associated with vibroacoustic factors.

Keywords: straightening and tamping machine, experiment, noise, acoustic factor, workplace, operator, labor protection.