Из функций, полезных при управлении насосом, следует также отметить возможность «подхвата» вращающегося двигателя и возможность автоматического перезапуска при исчезновении питания или рестарта при аварийном отключении. Преобразователь может перезапускаться до 10 раз с задержкой перед включением от 5 до 25 секунд.

Возможный экономический эффект от внедрения асинхронного электропривода складывается [3], в частности, из следующих факторов:

- экономия электроэнергии водокольцевым вакуумным насосом до 50%, путем изменения частоты вращения; улучшение режимов работы насоса;
- снижение износа механических звеньев и увеличению срока службы технологического оборудования вследствие улучшения динамики работы электропривода;
- в режиме энергосбережения преобразователь частоты автоматически отслеживает потребление тока, рассчитывает нагрузку и снижает выходное напряжение, снижаются потери на обмотках двигателя, и увеличивается его КПД.

1. Цой Ю.А. Тенденции развития доильного оборудования за рубежом / Ю. А. Цой, Н.П. Мишуров, В.В. Кирсанов, А.И. Зеленцов. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2000. – 76 с.
2. <http://www.agrovodcom.ru>.
3. Шилин, В. А. Теоретическое обоснование параметров и режимов работы водокольцевого вакуумного насоса / В. А. Шилин, О. А. Герасимова // Вестник ВНИИМЖ: ежекварт. науч. журн. – 2014. – № 4. – С. 70–76.

Евстигнеева Ю.В., Трофименко Ю.В., Евстигнеева Н.А.
К вопросу применения дождевых садов на автомагистралях

*Московский автомобильно-дорожный государственный технический
университет (МАДИ)
(Россия, Москва)*

doi: 10.18411/lj-06-2020-60

idsp: ljjournal-06-2020-60

Аннотация

Расчетным путем для автомагистралей (на примере участка московской кольцевой автомобильной дороги) установлена необходимость включения стадии предварительной очистки поверхностных сточных вод от взвешенных веществ в технологическую схему дождевого сада, разработанную в Пермском национальном исследовательском политехническом университете для урбанизированных территорий.

Ключевые слова: автомобильная дорога, поверхностный сток, очистное сооружение, дождевой сад, взвешенные вещества

Abstract

On the example for a section of the Moscow ring road, a need to include the stage for pre-treatment of surface runoff from suspended particles in the technological scheme of the rain garden for highway is determined by calculation. The scheme is developed at the Perm National Research Polytechnic University for urbanized territories.

Keywords: road, surface runoff, treatment plant, run garden, suspended solids

Введение. Сегодня транспортная сеть России – динамично развивающаяся система, устойчивое функционирование которой является необходимым условием социально-экономического развития регионов и страны в целом. Среди видов путей

сообщений наибольшую разветвленность и протяженность имеют автомобильные дороги, по которым осуществляется основная доля перевозок грузов и пассажиров [1]. Вместе с тем автомобильный транспорт вносит существенный вклад в загрязнение окружающей среды – атмосферного воздуха, водных объектов, почв и грунтов. Причины этого – несоответствие уровня развития дорог уровню автомобилизации, преобладание в возрастной структуре транспортных средств, с года выпуска которых прошло свыше 10 лет (51,1 % от общего их числа), а также то, что в подавляющем большинстве транспортных средств (97,06 %) в качестве моторного топлива может быть использован только бензин и дизельное топливо [2]. Одним из негативных последствий эксплуатации автомобильных дорог является высокий уровень загрязнения дорожного полотна вредными веществами от автомобиля, дороги и придорожной территории. Поверхностный сток, образующийся в результате выпадения дождей, мойки дорожных покрытий, таяния снега, содержит высокие концентрации загрязняющих веществ. Для его очистки применяют локальные очистные сооружения (далее – ЛОС), возводимые в непосредственной близости от дорог. По применяемым методам очистки все многообразие используемых в нашей стране ЛОС можно разделить на две группы [3]:

- сооружения, в которых используются механические и/или физико-химические методы очистки;
- сооружения, в основе которых лежат биологические процессы, но также используются механические и физико-химические методы очистки.

Среди сооружений первой группы наибольшее распространение в последние годы получили ЛОС модульного типа заводского изготовления различной комплектации [4], среди сооружений второй группы – слабопроточные биологические пруды-отстойники и гидробиотические площадки (далее – ГБП) [5; 6]. Однако эксплуатируемые сегодня на автомобильных дорогах ЛОС – в силу различных причин [6-8] – имеют низкую эффективность очистки при высоких капитальных и эксплуатационных затратах. В работе [6] приводится примерная стоимость ЛОС модульного типа – 1...5 млн руб., стоимость ГБП ниже стоимости аналогичного ЛОС модульного типа в 5...6 раз [Там же]. Но для размещения ГБП необходимо достаточное свободное наземное пространство, а применение в них высшей водной растительности (рогоз, камыш, тростник, рдест и др.) требует постоянного наличия воды в сооружениях, что помимо появления неприятных запахов «может способствовать бурному развитию [в зарослях растений] насекомых (комаров, мошек и т.д.)» [9].

В настоящее время перспективным направлением развития систем очистки поверхностного стока, в т.ч. с автомобильных дорог и улично-дорожной сети, в развитых странах мира признаны биоинженерные сооружения, наиболее универсальными из которых являются дождевые сады – в силу высокой эффективности очистки стоков, экологичности строительства и эксплуатации, гармоничности с природными и техногенными ландшафтами, относительно низких капитальных и эксплуатационных расходов. Дождевой сад представляет собой запроектированное для приема поверхностного стока понижение рельефа, засыпанное фильтрующей загрузкой, в которую высажены влаголюбивые быстрорастущие высшие растения, с толстыми корнями и большой биомассой, обладающие способностью к гипераккумуляции ионов тяжелых металлов в зеленой массе, неприхотливые в уходе, распространенные в той местности, в которой предполагается их использование в ЛОС. Поверхностный сток направляется в зону накопления (глубина 10...30 см) дождевого сада и проходит через фильтрующую загрузку с растительным покровом. Время нахождения сточных вод в зоне накопления ограничено 24 часами.

В России нет опыта проектирования и строительства дождевых садов, и, хотя существует «значительное количество публикаций, посвященных изучению процессов очистки поверхностного стока, в т.ч. на биоинженерных сооружениях, комплексных исследований процессов фитофильтрации с учетом климатических особенностей, доступных фильтрующих материалов и видового состава растений Российской

Федерации не проводилось» [10]. На сегодня авторам известна только одно комплексное исследование [10], позволившее разработать и внедрить технологическую схему очистки поверхностных сточных вод с урбанизированных территорий, реализуемую в дождевых садах. Однако применимость предложенной конфигурации фильтрующей загрузки с высаженной растительностью (рисунок 1) для очистки поверхностных сточных вод с автомобильных дорог в [10] не рассматривалась. Высокие концентрации взвешенных веществ, содержащиеся в поверхностном стоке с автомобильных дорог, заставляют усомниться в возможности использования для его очистки дождевого сада означенной конструкции.

Рисунок 1 – Конфигурация фильтрующей загрузки дождевого сада с высаженной высшей растительностью (ирисом болотным)

Цель работы – используя предложенную в [10] методику расчета, выполнить оценку периода рыхления или замены верхнего песчаного слоя загрузки при достижения минимально допустимой скорости фильтрации для наиболее загрязненных поверхностных сточных вод с автомобильных дорог.

Материалы и методы. Для выполнения оценки использованы материалы исследования [10], а также нормативные правовые акты [11-14].

Расчеты по методике, предложенной в [10], выполнены для участка московской кольцевой автомобильной дороги (МКАД), эксплуатируемого в водоохранной зоне реки Ички (территория национального парка «Лосинный остров»).

Результаты и их обсуждение. МКАД по расчетной интенсивности движения в соответствии с [11] относится к категории IА автомобильных дорог (автомагистраль), поверхностные сточные воды которых содержат наибольшую концентрацию загрязняющих веществ [12]. Поскольку рассматриваемый участок МКАД находится в водоохранной зоне, сточные воды должны быть очищены до предельно допустимых концентраций вредных веществ, установленных для вод водных объектов рыбохозяйственного значения [13]. Расчет периода рыхления или замены верхнего песчаного слоя загрузки выполнен для характерного участка МКАД, результат представлен в таблице 1.

Таблица 1.

Период замены верхнего слоя фильтрующей загрузки дождевого сада

Концентрация взвешенных веществ, мг/дм ³			Период замены верхнего слоя загрузки, Т, лет
в дождевых водах	в талых водах	в очищенных водах	
1 300	2 700	25	0,0533

Учитывая малый период рыхления или замены верхнего слоя загрузки ($T \approx 19$ дней), перед поступлением поверхностного стока в дождевой сад необходимо предусмотреть его предварительную очистку от взвешенных веществ. Установленная расчетным путем зависимость периода рыхления или замены верхнего слоя фильтрующей загрузки от эффективности предварительной очистки от взвешенных веществ представлена на рисунке 2.

Заключение. Результаты выполненной оценки для участка МКАД (автомобильная дорога категории IА) показали, что технологическую схему дождевого сада, разработанную в Пермском национальном исследовательском политехническом университете для урбанизированных территорий, для применения на автомобильных дорогах с высокой интенсивностью движения необходимо дополнить стадией предварительной очистки поверхностных сточных вод от взвешенных веществ.

Рисунок 2 – Зависимость периода рыхления или замены верхнего песчаного слоя фильтрующей загрузки дождевого сада от эффективности стадии предварительной очистки поверхностного стока от взвешенных веществ

1. Евстигнеева Ю.В., Евстигнеева Н.А. Актуальность задачи очистки поверхностного стока с дорожного полотна автомобильных дорог// Научное обозрение. Педагогические науки. 2019. № 2-3. С. 26–30.
2. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды в Российской Федерации в 2018 году». М.: Минприроды России, 2019. 844 с.
3. Евстигнеева Ю.В., Трофименко Ю.В., Евстигнеева Н.А. Биоремедиационные технологии очистки поверхностного стока с улично-дорожной сети населенных пунктов// European Journal of Natural History. 2020. № 1. С. 81–87.
4. ОДМ 218.8.005-2014 Методические рекомендации по содержанию очистных сооружений на автомобильных дорогах/ Росавтодор. М., 2014. 87 с.
5. Минченко Н.Н. Критерии назначения мероприятий по очистке поверхностных сточных вод, отводимых с автомобильных дорог и мостовых переходов. URL: <https://www.transcoproject.ru/press-center/235/> (дата обращения: 01.04.2020).
6. Очистные сооружения для автодорог // Сантехника. 2014. № 2. С. 36–43.
7. Разработка методики оценки экологических рисков, связанных с очисткой поверхностного стока с дорог: отчет о НИР (промежуточ.) / МАДИ; рук. Трофименко Ю.В.; исполн.: Григорьева Т.Ю. [и др.]. М., 2013. 105 с. № И120213141513.

8. Веремеев А.М., Томилов А.А., Ручкина О.И. Поверхностные сточные воды с автомобильных дорог// Современные технологии в строительстве. Теория и практика. 2016. Т. 1. С. 393–402.
9. Мелехин А.Г., Щукин И.С. Применение биоинженерных сооружений для очистки ливневых и талых вод с урбанизированных территорий// Вестник ПНИПУ. Строительство и архитектура. 2012. № С. 122–132.
10. Щукин И.С. Очистка поверхностных сточных вод с применением фитофильтров: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.04 / Пермский нац. исслед. политехн. ун-т. Пермь, 2019. 177 с.
11. СП 34.13330.2012 Автомобильные дороги.
12. ОДМ 218.8.012-2019 Методические рекомендации (указания) по прогнозной оценке воздействия на окружающую среду при строительстве и эксплуатации автомобильных дорог общего пользования / Росавтодор. М., 2019. 152 с.
13. Приказ Минсельхоза России от 13.12.2016 № 552 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения».
14. Рекомендации по расчету систем сбора, отведения и очистки поверхностного стока селитебных территорий, площадок предприятий и определению условий выпуска его в водные объекты: метод. пособие/ Федер. центр нормирования, стандартизации и техн. оценки соответствия в строительстве. М., 2015. 146 с.

Измайлова А.Р., Рустамова А.И.

Оценка и интенсификация биологических очистных сооружений

*Казанский государственный энергетический университет
(Россия, Казань)*

doi: 10.18411/lj-06-2020-61

idsp: ljournal-06-2020-61

Аннотация

Острой экологической проблемой являются стоки промышленных предприятий, так как показатели чаще всего превышают установленные нормативы. Во многих случаях решением данной проблемы является устаревшее оборудование, подлежащее модернизации и доработке.

Поэтому целью работы является проведение оценки и предложение усовершенствования технологической схемы для большей эффективности работы биологических очистных сооружений.

Ключевые слова: биологические очистные сооружения, промышленные стоки, очистка воды

Abstract

An acute environmental problem is the effluent of industrial enterprises, since the indicators often exceed the established standards. In many cases, the solution to this problem is outdated equipment that needs to be modernized and refined.

Therefore, the aim of the work is to evaluate and propose the improvement of the technological scheme for greater efficiency of the biological treatment plants.

Keywords: biological treatment facilities, industrial effluents, water treatment.

В настоящее время биологические очистные сооружения (БОС) предприятия состоят из решетки, песколовки, первичных и вторичных отстойников, аэротенков и баков - усреднителей, в которых происходит процесс хлорирования.

После хлорирования очищенные сточные воды перекачиваются насосами в водоем. Технологическая схема представлена на рис. 1: 1 – механическая решетка; 2 – песколовка; 3 – первичный отстойник; 4 – аэротенк; 5 – вторичный отстойник.