



Технологии и управление системой произ- водства удобре- ний из осадков дождевых вод

Одной из главных экологических проблем существования и развития современных городов является утилизация хозяйственно-бытовых и промышленных сточных вод. Для решения этой задачи предлагаются различные методы, описанные в литературе. В частности, Е. И. Пупырев в статье [1] представляет детальный анализ централизованных и децентрализованных систем управления водоочисткой и водоотведением с данными по различным странам, А. П. Андрианов представляет технологию мембранного биореактора [2], Ю. А. Кайгородова рассказывает и анализирует применяемое оборудование — осадительные центрифуги, декантеры, сепараторы, сгустители [3].

Другие исследователи представляют различные способы и технологии очистки, в том числе биологические, повышающие эффективность очистки сточных вод. При этом в исследованиях явно недостаточно внимания уделяется специфике очистки дождевых вод, собирающихся в ливнестоках.

Современный город Сочи — это, с одной стороны, уникальный приморский и горноклиматический курорт федерального значения, самый крупный бальнеологический курорт, а с другой — быстро развивающаяся «южная столица» России. При этом Сочи — город, расположенный в субтропиках, что обуславливает значи-

тельное количество осадков, собирающихся и в силу ландшафта и организации ливнестоков, попадающих в горные реки и далее в море, что приводит к загрязнению моря, пляжей, что отрицательно влияет, во-первых, на здоровье отдыхающих, во-вторых, на туристическую привлекательность курорта.

Сочи расположен в субтропиках, что обуславливает значительное количество осадков, в силу ландшафта и организации ливнестоков попадающих в горные реки и далее в море, что приводит к загрязнению моря и пляжей

Важность решения проблемы утилизации осадков дождевых вод практически проявилась, например, в Краснодарском водохранилище — фактом появления настоящих «островов» из различных отходов и осадков [4]. В состав этих отложений входят деревянные палки, останки мёртвых животных, остатки жизнедеятельности животных, сорняки растений, которые ухудшают качество воды водохранилища. Гниение этих отходов значительно ухудшает экологию водохранилищ вследствие протекания сопутствующих опасных биологических процессов.

Рецензия эксперта на статью получена 23.03.2022 [The expert review of the article received on Mart 23, 2022].

УДК 628.38. Научная специальность: 05.23.04.

Технологии и управление системой производства удобрений из осадков дождевых вод

Л. Н. Приходько, к.т.н., доцент; С. В. Гриненко, д.э.н., профессор; Е. В. Белякова, старший преподаватель, [Сочинский государственный университет](#) (СГУ, г. Сочи)

В курортной зоне, где продолжительное время года наблюдается большое количество осадков, которые приводят к загрязнению моря, влияют на окружающую среду и на здоровье проживающих жителей и отдыхающих, стоит вопрос о необходимости утилизации осадков сточных дождевых вод. В работе рассмотрена конструкция биокомпостеров высокой производительности компостирования в виде вращающихся миксеров с подводом горячего воздуха для получения удобрений из осадков дождевых сточных вод.

Ключевые слова: сточные воды, осадки, ливнестоки, утилизация осадков дождевых вод.

UDC 628.38. The number of scientific specialty: 05.23.04.

Technologies and management of the fertilizer production system from rainwater precipitation

L. N. Prikhodko, PhD, Associate Professor; S. V. Grinenko, Doctor of Economics, Professor; E. V. Belyakova, senior lecturer, [Sochi State University](#) (Sochi city)

In the resort area, where there is a large amount of precipitation for a long time of the year, which leads to sea pollution, affects the environment and the health of residents and vacationers, there is a question of the need to dispose of sewage rainwater. The paper considers the design of biocomposters of high composting performance in the form of rotating mixers with hot air supply for obtaining fertilizers from rainwater precipitation.

Key words: sewage, precipitation, storm drains, utilization of rainwater precipitation.

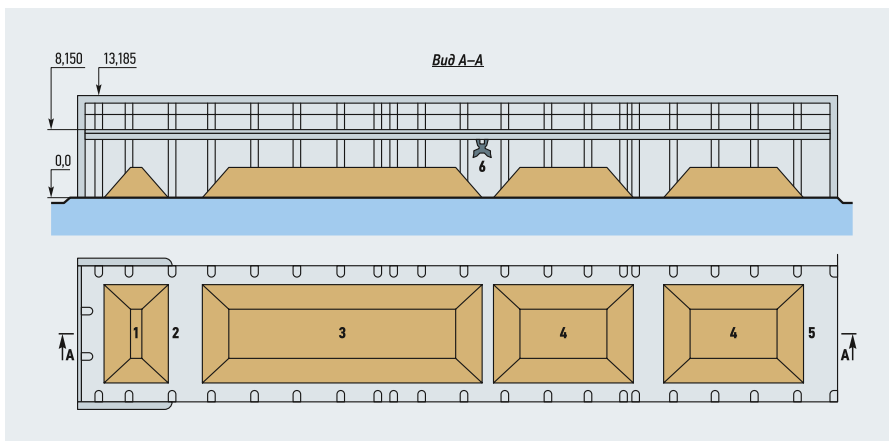


Рис. 1. Площадка компостирования (1 — закрытая площадка для хранения присадочного материала; 2 — площадка для погрузки готового компоста; 3 — площадка дозревания; 4 — площадка компостирования; 5 — площадка смешения осадка с присадочным материалом; 6 — кран)

Особые условия формирования ливневых стоков, высокие требования к степени очистки ливневых вод, неравномерность расхода и состава поверхностного стока, необходимость обеспечения круглогодичной готовности к работе очистных сооружений определяют специфику и важность принятия особых технологических решений в вопросе сбора, регулирования, очистки и обработки осадков ливневых вод.

Дождевые воды транспортируют погибшие деревья и их обломки, листву, сорную траву, останки животных и продуктов их жизнедеятельности, масла, нефтепродукты (выделения автотранспорта), пластмассовые бутылки и прочее. На территории локальных очистных сооружений (ЛОС) или в дождевых лотках и каналах все эти примеси могут задерживаться и подлежат измельчению. Измельчённые отходы подвергаются компостированию на площадках компостирования или в биокомпостерах высокой производительности [5, 6].

В качестве примера такой переработки отходов дождевых вод можно назвать производсто, реализованное инженером С. Н. Бабасюк, который использовал отходы, накапливающиеся в нагорных канавах Имеретинской низменности, а также задерживающиеся на решётках приёмных резервуаров, усреднителей и накопителей дождевых вод.

Скорость процесса при аэробном биокомпостировании зависит от массообмена, температуры и наличия соответствующих микроорганизмов, адаптивных к разложению целлюлозы, древесины, белковых веществ, углеводов и жиров, а также прочих компонентов, входящих в состав отходов.

Поскольку в компосте происходит интенсивный разогрев, то при повыше-

нии температуры в компостной массе до 60–70°C наблюдается обеззараживание компостируемых веществ от большинства болезнетворных бактерий, вирусов и мелких животных. Выделяющийся при компостировании углекислый газ целесообразно задействовать для фотосинтеза растений и обогащение воздуха кислородом, поэтому площадки компостирования желательнo совмещать с теплицами, окружать заборами из вечнозелёных растений, например, хвойных деревьев.

Следует также отметить, что пластмассовые изделия после измельчения тоже разрушаются под воздействием светового излучения воды и микроорганизмов. Необходимо только подобрать наиболее оптимальный спектр излучения.

Н. И. Куликов запатентовал и описал конструкции биокомпостеров высокой производительности компостирования в виде вращающихся миксеров с подводом горячего воздуха [7]. Скорость компостирования в них увеличена в пять раз в сравнении с переработкой отходов в площадках компостирования.

Образец конструкции площадки компостирования представлен на рис. 1.

В состав технологической линии входят следующие элементы: склад отходов веществ, измельчитель отходов, транспортёр подачи измельчённых отходов на площадку компостирования, передвижной рыхлитель компостируемой смеси, бункер для накопления готового удобрения, мешки для перевозки удобрения потребителям.

Процесс компостирования на площадках длится одну-две недели и сопровождается выделением тепла, что позволяет его осуществлять в Сочи в течении всего года. Ускорить процесс компостирования до трёх-пяти суток можно в биокомпостерах Н. И. Куликова [8, 9] (рис. 2), выполненных в виде вращающихся ёмкостей (их конструкция аналогична бетономешалкам), установленных на площадке компостирования.

Получение удобрений из осадков дождевых сточных вод очень актуально, особенно с учётом текущей экономической ситуации и в районах с большим количеством атмосферных осадков, вымывающих из почвы необходимые растениям органоминеральные вещества.

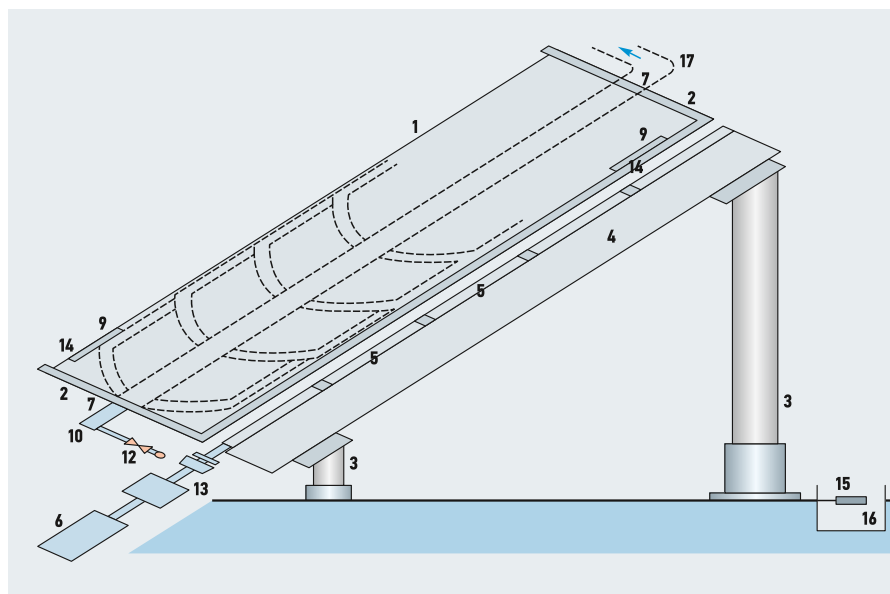


Рис. 2. Биокомпостер высокой производительности (1 — обечайка биобарабана (ББ); 2 — крышка ББ; 3 — выдвижные опоры платформы ББ; 4 — платформы ББ; 5 — ролики вращения ББ; 6 — мотор-редуктор вращения роликов; 7 — подшипники в крышках ББ; 8 — люк загрузки компостируемой смеси; 9 — люк выгрузки готового компоста; 10 — воздуховод горячего воздуха; 11 — трубы распределения воздуха внутри ББ, скребки; 12 — задвижка на воздуховоде; 13 — муфта сцепления моторов-редукторов в роликах; 14 — крышка люка; 15 — канал транспортёра готового компоста; 16 — лента транспортёра; 17 — отвод газов компостирования]

При добавлении компоста в почву он быстро разлагается, выделяя основные питательные вещества для растений: азот, фосфор, калий и микроэлементы. Органические компоненты компоста увеличивают способность почвы удерживать влагу. Эти факторы повышают устойчивость почвы к ветровой и почвенной эрозии.

Гигиенические исследования переработанных отходов, а также полученного из них компоста подтвердили их санитарно-эпидемиологическую безопасность, высокую удобрительную ценность и позволили рекомендовать эти продукты для удобрения почв под лесопарковые посадки, посадки декоративных кустарников и технические культуры при соблюдении соответствующих мероприятий.

Эффектом от внедрения систем очистки дождевых вод станет производство органического удобрения, обладающего рядом ценных характеристик, поскольку оно соответствует водно-физиологическим свойствам сельскохозяйственных почв. В таком удобрении содержится значительное количество необходимых растениям микро- и макроэлементов, а также оно способствует повышению биологической активности почв [10].

Отсутствие эффективной системы обработки осадков ливневых стоков в городе-курорте Сочи приводит к загрязнению Чёрного моря и антисанитарной ситуации на территории пляжей. Поэтому применение новых эффективных способов получения удобрений из дождевых вод — это важная задача, требующая решения для повышения привлекательности города для туристов.

Следует также отметить, что подобные ЛОС могут стать эффективным инвестиционным проектом, поскольку позволят получать органическое удобрение, востребованное во многих регионах нашей страны, начиная с Краснодарского края.



Безусловно, следует рассматривать данную проблему системно — с учётом необходимости модернизации ливнестоков, что возможно при формировании генерального градостроительного плана города Сочи, а также при реализации данных проектов обязательно на основе государственно-частного партнёрства.

Эффективной формой управления при реализации децентрализованной модели управления системами водоотведения является государственно-частное партнёрство, как альтернатива обычной централизованной канализационной системе

Системы водоотведения, как свидетельствует мировая практика, могут находиться как в муниципальной, так и в частной собственности. В России управление системами водоотведения централизованное и находится в муниципальной собственности. Большинство очистных сооружений крупных городов построены в 1970-е годы, и в настоящее время, за исключением некоторых крупных городов,

очистные сооружения находятся в неудовлетворительном состоянии. Это же касается и ливнестоков, которым не уделяется должного внимания при осуществлении новой застройки, а также не осуществляется регулярная очистка и капитальный ремонт в «старых» районах Сочи. Имеют место и такие случаи, когда ливнестоки закрываются частными застройщиками, что, безусловно, недопустимо.

Эффективной формой управления при реализации децентрализованной модели управления системами водоотведения является государственно-частное партнёрство (ГЧП), как альтернатива централизованной канализационной системе. Помимо выстраивания системы управления очисткой дождевых осадочных вод, ГЧП также может стать платформой для осуществления инвестирования в модернизацию системы ЛОС со встроенными площадками очистки. ●



1. Пупырев Е.И. Сбор и очистка хозяйственно-бытовых сточных вод: критический обзор достигнутых результатов // Вестник МГСУ, 2019. №11. С. 1365–1407.
2. Андрианов А.П. Очистка сточных вод с применением технологии мембранного биореактора // Экология производства, 2012. №11. С. 66–74.
3. Кайгородова Ю.А. Утилизация осадков сточных вод // Экология производства, 2012. №11. С. 65.
4. Очистка муниципальных сточных вод с повторным использованием воды и обработанных осадков: теория и практика / Н.И. Куликов, А.Н. Ножевникова и др. — М.: Логос, 2015. 400 с.
5. Водоотведение / Н.И. Куликов, Е.Н. Куликова и др. — М.: Ленанд, 2018. 406 с.
6. СНиП 2.04.03–85. Канализация. Наружные сети и сооружения / Дата введ.: 01.01.1986. — М.: ЦНТИ Госстроя СССР 1986. 72 с.
7. Патент РФ №151102 U1. МПК C05F 7/00. Биокomпостер для переработки осадков сточных вод / Н.И. Куликов, Д.В. Попов, Е.Н. Куликова, Л.Н. Приходько. Патентообл.: ЗАО «Компания «Экос» №20141159640/13. Заявл. 18.04.2014; опубл. 20.03.2015. Бюл. №8.
8. Биологическая очистка воды (теоретическая практика) / Н.И. Куликов, М.Г. Зубов и др. — Сочи: Изд-во «Дория», 2013. 285 с.
9. Искусственные круговороты воды, воздуха и пищи как основа системы жизнеобеспечения нового поколения / Н.И. Куликов, Е.Н. Куликова и др. — М.: Ленанд, 2016. 129 с.
10. Зайнуллин Р.Р., Галяутдинов А.А. Производство удобрений из осадков сточных вод // Инновационная наука, 2016. №6. С. 77–79.

References — see page 80.

Technologies and management of the fertilizer production system from rainwater precipitation. Pp. 27–29.

Lyudmila N. Prikhodko, PhD, Associate Professor; **Svetlana V. Grinenko**, Doctor of Economics, Professor; **Ekaterina V. Belyakova**, senior lecturer, [Sochi State University](#) (Sochi city)

1. E.I. Pupyrev. *Sbor i oshistka hozjajstvenno-bytovyh stochnyh vod: kriticheskij obzor dostignutyh rezul'tatov* [Collection and treatment of domestic wastewater: A critical review of the results achieved]. *Vestnik MGSU* [Bulletin of Moscow State University of Civil Engineering]. 2019. No. 11. Pp. 1365–1407.
2. A.P. Andrianov. *Oshistka stochnyh vod s primeneniem tehnologii membrannogo bioreaktora* [Wastewater treatment using membrane bioreactor technology]. *Jekologija proizvodstva* ["Ecology of production" Magazine]. 2012. No. 11. Pp. 66–74.
3. Ju.A. Kajgorodova. *Utilizacija osadkov stochnyh vod* [Disposal of sewage sludge]. *Jekologija proizvodstva* ["Ecology of production" Magazine]. 2012. No. 11. P. 65.
4. N.I. Kulikov, A.N. Nozhevnikova et al. *Oshistka municipal'nyh stochnyh vod s povtornym ispol'zovaniem vody i obrabotannyh osadkov: teorija i praktika* [Municipal wastewater treatment with reuse of water and treated sludge: theory and practice]. Moscow. Logos ["Logos" Publishers]. 2015. 400 p.
5. N.I. Kulikov, E.N. Kulikova et al. *Vodootvedenie* [Drainage]. Moscow. Lenand ["Lenand" Publishers]. 2018. 406 p.
6. SNiP 2.04.03–85 [Building Norms & Regulations (National Codes and Standards of Russia) No. 2.04.03–85]. *Kanalizacija. Naruzhnye seti i sooruzhenija* [Sewerage. External networks and structures]. Moscow. CNTP Gosstroja SSSR [Central Institute for Standard Design of the State Committee of USSR for Construction and Municipal Complex]. 1986. 72 p.
7. The patent RU 151102 U1. IPC C05F 7/00. *Biokomposter dlja pererabotki osadkov stochnyh vod* [Biocomposter for sewage sludge processing]. N.I. Kulikov, D.V. Popov, E.N. Kulikova, L.N. Prihod'ko. Patent owner: ZAO "Kompanija "Jekos" ["Ekos" Company", CJSC]. No. 20141159640/13. Decl.: April 18, 2014. Publ.: Mart 20, 2015. Bul. No. 8.
8. N.I. Kulikov, M.G. Zubov et al. *Biologicheskaja oshistka vody (teoreticheskaja praktika)* [Biological water purification (theoretical practice)]. Sochi. Izd-vo "Dorija" ["Doria" Publishers]. 2013. 285 p.
9. N.I. Kulikov, E.N. Kulikova et al. *Iskusstvennye krugovoroty vody, vozduha i pishhi kak osnova sistemy zhizneobespechenija novogo pokolenija* [Artificial cycles of water, air and food as the basis of a new generation life support system]. Moscow. Lenand ["Lenand" Publishers]. 2016. 129 p.
10. R.R. Zajnullin, A.A. Galjautdinov. *Proizvodstvo udobrenij iz osadkov stochnyh vod* [Production of fertilizers from sewage sludge]. *Innovacionnaja nauka* ["An innovative science" Magazine]. 2016. No. 6. Pp. 77–79.