

ской очистки), так и инновационных экологически дружественных методик [4, 7].

Заключение. Формирование ливневых сточных вод и их влияние на водоемы является сложным процессом, подверженным воздействию большого количества факторов, связанных как с местоположением территории, на которой формируется ливневый сток, так и со степенью и назначением ее хозяйственного освоения. Вопрос об экологическом воздействии ливневого стока на окружающую среду является не достаточно изученным, хотя в последние годы все больше исследований посвящается разработке этой проблемы. Ливневые сточные воды поставляют значительное количество загрязнителей различного типа в водоемы, однако очень небольшой процент их подвергается очистке, большинство же сбрасывается непосредственно в водоемы без какого-либо контроля. Так, например, по данным Вильнюсского регионального департамента окружающей среды, лишь 30 процентов городских ливневых стоков очищаются до требуемых норм [8]. Ливневый сток имеет сложный характер – концентрация загрязнителей резко возрастает в начале дождя (так называемый эффект «первой волны») и затем постепенно снижается, что так же усложняет изучение его состава. Среди исследователей не существует единого мнения о том, каким образом следует изучать химический состав ливневого стока – некоторые из них оперируют величинами средних концентраций, другие же предлагают рассматривать концентрации в конкретный момент времени, чтобы учесть изменение состава стока по ходу дождя.

Несмотря на все трудности, связанные с изучением вопроса о воздействии ливневых сточных вод на качество воды и экосистему водоемов, очевидным является тот факт, что влияние это значительно и детальное исследование состава ливневого стока и процесса его формирования является необходимым шагом для разработки мер по очистке ливневых сточных вод. Для их эффективного обезвреживания необходимо знать качественный и количественный состав загрязнителей, а так же гидродинамические характеристики стока. Кроме того, перспективными являются экологически дружественные методы, связанные с предотвращением попадания загрязнителей в ливневые сточные воды и сокращением объема ливневого стока.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Хурина, Л.Н. Оценка экологического состояния пресноводной гидросистемы в условиях антропогенной нагрузки / О.В. Хурина, Л.Н. Саушкина, Т.И. Кузьякина // Вестник Камчатского государственного технического университета. – 2010. – № 12. – С. 26–31.
2. Машина, Л.Л. Эколого-экономические аспекты эксплуатации систем дождевой канализации / Л.Л. Машина, Э.И. Горяинов, Г.А. Демёхин // Наук. праці УкрНДГМІ. – 2003. – Вып. 251 – С. 196–203. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.uhmi.org.ua> – Дата доступа: 11.01.2012.
3. Невзорова, А.Б. Мониторинг техногенной нагрузки от поверхностных сточных вод на городскую дождевую канализацию / А.Б. Невзорова, И.Н. Ровдан, О.Г. Плаунова, И.А. Мармалюкова // Вестник Брестского государственного технического университета. – 2011. – № 2. – С. 61–66.
4. Rimeika, M. Stormwatertreatmentplantconception / MRimeika // Научно-технические проблемы водохозяйственного и энергетического комплекса в современных условиях Беларуси: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Брест, 21–23 сентября 2011 г.: в 2-х частях / Брест. гос. техн. ун-т; под ред. П.С. Пойты [и др.]. – Брест: изд-во БрГТУ, 2011. – Ч. 1. – С. 89–92.
5. Ghafouri, M. Spatial Analysis of Urban Stormwater Quality / M. Ghafouri, C.E. Swain // Journal of Spatial Hydrology. – 2004. – Spring Vol. 5. – No. 1. – P. 33–46.
6. Gnecco, I. Storm water pollution in the urban environment of Genoa, Italy / I. Gnecco, C. Berretta, L.G. Lanza, P. La Barbera // Atmospheric Research. – 2005. – Volume 77, Issues 1–4. – P. 60–73.
7. USEPADraftFactSheet 4/22/2010 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.epa.gov> – Дата доступа: 15.01.2012.
8. Мажейкене, А.Б. Исследование сорбентов, применяемых для очистки ливневых водостоков от нефтепродуктов / А.Б. Мажейкене, С.И. Швядене // Научно-технические проблемы водохозяйственного и энергетического комплекса в современных условиях Беларуси: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Брест, 21–23 сентября 2011 г.: в 2-х частях / Брест. гос. техн. ун-т; под ред. П.С. Пойты [и др.]. – Брест: изд-во БрГТУ, 2011. – Ч. 1. – С. 81–84.

Материал поступил в редакцию 25.02.12

VOLCHEK A.A., BULSKY I.V. Storm drain as source of pollution of the surface water

One of the most important environmental problems is surface water pollution. Discharges of wastewater to the water bodies leads to negative environmental effects, and even small impact provides noticeable environmental changes. Industrial and household wastewater discharges are strictly regulated. The biggest part of researches is concentrated on household and industrial wastewater investigation, attention to storm water form urban, rural and industrial arias investigation is negligible, although some research data proof storm water to be the main sours of water bodies pollution.

УДК 628.11.3

Вострова Р.Н., Макаров Д.В.

ПРОИЗВОДСТВО ТОПЛИВНЫХ БРИКЕТОВ НА ОСНОВЕ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД ГОРОДСКИХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Ухудшение экологии, непрерывно уменьшающиеся запасы энергоносителей, а так же желание освободиться от энергетической зависимости, повышает интерес многих стран к возобновляемым источникам энергии.

Собственные ресурсы ископаемых энергоносителей не велики и составляют не более 15% от их потребности. Республика Беларусь импортирует от 20% до 30% потребляемой энергии. Доля природного газа в общем балансе топливно-энергетическими ресурсами Беларуси превышает уровень 76%, а в белорусской энергосистеме – 93%.

Природные энергоресурсы Республики Беларусь составляют

месторождения бурого угля объемом 150 млн. тонн возле г. Житковичи, запасы горючих сланцев в объеме 11 млрд. тонн в районе городов Любань и Туров (добыча которых при существующей технологии не выгодна), невелики запасы нефтяных месторождений [3]. Республика обеспечена собственными топливно-энергетическими ресурсами только на 20–30 % от общего потребления.

Одной из важнейших проблем жилищно-коммунального хозяйства Республики Беларусь продолжает оставаться задача выбора направлений обработки и утилизации осадков сточных вод (ОСВ), образующихся на городских очистных сооружениях.

Вострова Регина Николаевна, к.т.н., доцент, зав. кафедрой экологии и рационального использования водных ресурсов Белорусского государственного университета транспорта.

Макаров Д.В.

Беларусь, БелГУТ, 246653, г. Гомель, ул. Кирова, 34.

Таблица 1. Теплотехнические характеристики твердого топлива с использованием осадка сточных вод

№ п.п.	Рецептура, %		Зольность A, %	Теплота сгорания рабочей массы Q _н , МДж / кг	Объем, м ³ / кг		Жаропроизводительность T, °С	Калорийный эквивалент Э
	ОСВ	ЦМ			воздуха, V _в	продуктов сгорания		
1	100	0	20,0	17,80	4,66	5,22	2008	0,608
2	75	25	15,4	17,66	4,60	5,18	2001	0,603
3	50	50	10,7	17,37	4,50	5,11	1992	0,592
4	25	75	6,1	16,91	4,36	4,98	1981	0,575
5	15	85	4,2	16,62	4,27	4,90	1976	0,567
6	5	95	2,3	16,36	4,19	4,83	1971	0,558
Торфяной брикет			10÷20	15,29÷17,29	3,98÷4,90	4,47÷5,20	2000÷2006	0,53÷0,59
Бурые угли (W = 17 %) (Челябинский бассейн)			25÷28	14,67÷15,80			1940	0,50÷0,54
Бурые угли (W = 23 %) (Волчанское месторождение)			27	11,73			1800	0,40
Бурые угли (W = 23 %) (Азейское месторождение)			10	18,85			1980	0,64

Количество осадков, выделяющихся при очистке сточных вод на современных очистных сооружениях, составляет 2–10 % от объема поступающих вод. Из них в народном хозяйстве используется 4–5 % от всего объема. Осадки, получаемые на городских очистных сооружениях, является источником химической и бактериологической опасности, так как в большом количестве содержат патогенную микрофлору и яйца гельминтов, токсичные органические вещества, тяжелые металлы, различные нефтепродукты.

Известно множество способов утилизации и переработки ОСВ:

- обезвоживание;
- сжигание;
- депонирование (захоронение);
- использование в качестве удобрений в составе почв грунта для озеленения городов и при рекультивации нарушенных земель;
- использование в составе техногенного грунта в строительстве;
- использование в качестве топлива.

Стоит отметить, что некоторые из этих способов утилизации сточных вод имеют существенные ограничения по использованию. Так, непосредственное применение ОСВ в сельском хозяйстве в качестве удобрения, или вывоз для захоронения на полигоны твердых бытовых отходов во многих странах запрещены.

Попытки компостировать, подвергать глубокой сушке и сжигать в сыром виде пока не привели к положительным экономически оправданным результатам.

Решить проблему по утилизации ОСВ можно путем сооружения специально обустроенных для этих целей свалок-полигонов, отвечающих всем требованиям, включая, эксплуатацию и мониторинг, однако это требует отчуждения на многие годы больших площадей и прилегающие к ним территории.

В настоящее время, во многих странах мира, ведутся работы по улучшению эффективности существующих методов утилизации ОСВ, а так же разработке новых.

Для Республики Беларусь с ее скудными запасами углеводородного сырья и обедненной гумусом почвой наиболее перспективным представляется утилизация ОСВ путем использования в качестве топлива и компонента при производстве компостов.

Как показывает зарубежный и отечественный опыт, при утилизации ОСВ оптимальным является комплексное применение различных методов утилизации. В странах ЕС перерабатываются тем или иным методом около 30–40% общего объема накопленных ОСВ, которые подвергаются обработке с целью улучшения их физических свойств и уничтожения патогенной микрофлоры посредством эффективных способов механического обезвоживания и термической сушки, что позволяет получить из ОСВ твердое органическое топливо.

В настоящее время, во многих странах имеется тенденция к снижению объемов ОСВ складироваемых на очистных сооружениях, а соответствующее законодательство накладывает на владельцев

очистных сооружений обязательство интегрального решения проблемы (таблица 2).

Таблица 2. Способы утилизации осадков сточных вод в странах ЕС

Способы утилизации ОСВ	Доля использования различных способов утилизации ОСВ, %	
	1998 г.	2007 г.
Складирование	48	10
Использование в сельском хозяйстве	23	45
Сжигание	13	38
Компостирование	2	7

Одним из важных элементов комплексной схемы обращения с ОСВ является энергосберегающая технология высушивания и прессования осадков с получением топливных брикетов. В этом случае ОСВ могут рассматриваться в качестве вторичного сырьевого и энергетического ресурса, который можно подвергать дальнейшему сжиганию в котельных и ТЭЦ.

Механически обезвоженный осадок содержит 65–80 % воды. После термической сушки его теплотворная способность может достигать 9–13 МДж/кг [2], что соответствует примерно половине теплоты сгорания каменного угля. Этот топливно-энергетический ресурс может быть использован на станциях ТЭЦ, в индивидуальных заводских отопительных печах, которые уже установлены на некоторых предприятиях. Рассматриваемый способ утилизации ОСВ является одним из направлений по созданию альтернативного возобновляемого топлива.

Переработка 1 тонны ОСВ (в расчете на сухую массу) позволит получить: 500 кг условного топлива [3]. Добавление отходов производства, таких как нефтесодержащие шламы и лигнин, позволяет увеличить полноту сгорания, что в свою очередь приводит к снижению содержания вредных веществ в отходящих газах. После сжигания остается зола, которая может использоваться при производстве строительных материалов (керамзит, цемент) или в качестве дополнительного наполнителя при производстве асфальтобетона. Существует так же альтернативный метод производства топливных брикетов из ОСВ.

Отходы, в виде осадка от очистки сточных вод с влажностью не более 80% (основной сырьевой компонент), древесно-растительных и других энергонесущих отходов – измельчаются, дозируются, перемешиваются с добавкой связующего, которое также является отходом производства, затем смесь активируется, гидрофобизируется, формируется в брикеты и брикеты подвергают сушке. Готовые брикеты могут быть реализованы, как товар, для использования в каминах, печах, котельных или могут быть переработаны в газогенераторах в тепло, в генераторный газ и далее в электроэнергию. Брикеты имеют теплотворную способность на рабочее состояние 3500–5000 ккал/кг в зависимости от рецептуры и режимов производства, влажность 8–

15%, содержание летучих 50–65%, зольность 9–25%, содержание серы 0,7–0,9%, хорошую термостойкость, хорошую реакционную способность, экологически безвредны при сжигании.

Несмотря на необходимость больших капитальных вложений связанных с созданием установки по производству брикетов из ОСВ, получаемый эффект будет больше, особенно если учесть экономический и экологический ущерб от нецивилизованного складирования ОСВ [4, 5].

Значительные трудности вызывает то, что для промышленного использования осадков сточных вод в Республике Беларусь отсутствует соответствующая нормативно-правовая база, позволяющая произвести сертификацию (паспортизацию) ОСВ для определения способа утилизации.

Интерес представляют исследования в области технологии утилизации ОСВ и получения топливных брикетов на их основе с использованием нефтесодержащих шламов, лигнина и прочих отходов производства предприятий г. Гомеля и Гомельской области. Это позволит частично решить задачу размещения ОСВ Гомельских очистных сооружений в окружающей среде с учетом экологической безопасности, создать альтернативные возобновляемые виды топлива и обеспечить тепловой энергией собственные потребности Гомельских очистных сооружений.

Оригинальный вклад исследований заключается в том, что в случае успешной реализации будет найдено комплексное решение эффективного использования вторичных возобновляемых материальных ресурсов и улучшения экологической обстановки территорий, прилегающих к городской черте.

Экономический эффект состоит в экономии денежных средств на строительство новых иловых карт и вывоз ОСВ на полигон твердых бытовых отходов, в сокращении расходов на обеспечение тепловой энергией собственные потребности очистных сооружений, в получении дополнительной прибыли от реализации топливных брикетов сторонним промышленным предприятиям и населению.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Туровский, И.С. Осадки сточных вод. Обезвоживание и обеззараживание. – М.: ДеЛи принт, 2008. – 376 с.
2. Пахненко, Е.П. Осадки сточных вод и другие нетрадиционные органические удобрения: учебное пособие / Е.П. Пахненко. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. – 311 с.: ил.
3. Черноусов, С.В. Энергосбережение, как средство решения экологических проблем // С.В. Черноусов, С.П. Руднева / Энергоэффективность. – № 11. – 1999. – С. 6–9.
4. Определение размера экономического ущерба, причиненного загрязнением, деградацией и нарушением земель (Методика 0212.4.-97). Утверждена приказом Министра природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь 20 мая 1997. – № 112.
5. Временная методика определения размера экономического ущерба, причиненного загрязнением, деградацией и нарушением земель (Методика 0212.4.-97). Утверждена приказом Министра природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь № 112 от 20.05.1997.

Материал поступил в редакцию 21.02.12

VOSTROVA R.N., MAKAROV D.V. Production of fuel briquettes on the basis of the precipitation of sewage of city treatment facilities

At present there is an urgent need for disposal of sewage sludge, caused by its large accumulations in plants. The problems of making fuel briquettes from sewage sludge with the addition of waste from other industries.

УДК 620.9

Северянин В.С., Янчилин П.Ф.

НЕКОТОРЫЕ ПУТИ РАЗВИТИЯ ГЕЛИОТЕХНИКИ

Введение. Возрастающие потребности в энергии – электричества и теплоты – заставляет, несмотря на многолетние и масштабные исследования, разработки, применения, искать дальнейшие пути развития гелиоустановок. Для укрепления позиций гелиоэнергетики в ряду других энергопроизводителей необходимо:

- снижать капитальные затраты на изготовление, монтаж, эксплуатацию солнечных установок (СУ);
- повышать энергетическую эффективность СУ (отношение поданной потребителю энергии к первоначальному солнечному потоку);
- решать вопрос аккумуляции энергии непостоянного восприятия солнечной энергии;
- предложить новые применения СУ для других технологий, кроме отопления и электротехники.

Эти задачи следует решать как через изучение энергетических процессов, так и созданием новых принципиальных схем и конструкций СУ.

В ряде работ [1...5] описываются проекты, посвященные упомянутым проблемам: геогелиотеплоцентральный (аккумуляция и использование большого количества теплоты, накопленной за лето); солнечная газотурбинная установка (нагрев рабочего тела – воздуха – гелиоконцентратором, работа его в турбине для электрогенератора); ректификационные СУ для крекинга нефти; плавательный наплавной бассейн, обогреваемый гелиоконцентратором; новые схемы привода следящего гелиоконцентратора нового типа и др. Предложен расчет геометрии гелиоконцентратора нового типа.

В научно-исследовательской лаборатории «ПУЛЬСАР» Брестского государственного технического университета к настоящему времени разработаны на уровне изобретений дальнейшие усовершенствованные конструкции, рассмотрены перспективные пути применения СУ.

Технологические возможности Солнечного потока. Солнце – центральное тело Солнечной системы, раскаленный плазменный шар, типичная звезда-карлик. Температура фотосферы 5770 К. Хромосфера и корона излучают в межпланетное пространство лучистую энергию и солнечный ветер. Планета Земля, находящаяся на расстоянии $149 \cdot 10^6$ км от нее, получает $2 \cdot 10^{17}$ Вт лучистой энергии. Суммарный поток солнечного излучения, проходящий через единичную площадку, перпендикулярную направлению солнечных лучей и находящуюся на расстоянии 1 астрономической единицы от Солнца, составляет 1373 ± 20 Вт/м² [6].

Однако до поверхности Земли доходит существенно меньшая доля этой энергии, что зависит от широты местности, погодных условий, суточных и сезонных изменений. Применительно к Республике Беларусь Кузьмич В.В. дает следующие параметры [7], представленные в таблицах 1 и 2.

Естественно, воспринимаемая мощность зависит от диаметра (поперечного сечения) солнечного потока, а температура у теплоприемника – от качества изготовления, оптических свойств, концентрации солнечных лучей. В [8] приводятся такие данные как

Северянин Виталий Степанович, д.т.н., профессор кафедры теплогазоснабжения и вентиляции Брестского государственного технического университета.

Янчилин П.Ф.

Беларусь, БрГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.

Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология