



DOI 10.22363/2313-2310-2017-25-2-242-252

УДК 504.4.054

## СУШКА ОСАДКА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД В ЕСТЕСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Т.А. Будыкина

Курский государственный университет  
ул. Радищева, 33, Курск, Россия, 305000

Осадки сточных вод промышленных предприятий представляют значительную опасность для окружающей среды из-за высокой влажности, содержания патогенных микроорганизмов, ионов тяжелых металлов в концентрациях, значительно превышающих ПДК. В статье представлены результаты исследований сушки осадка сточных вод кожевенного завода в естественных условиях в помещении (в лабораторных условиях) и на открытой площадке при отрицательных и положительных температурах в разное время года (промышленные испытания). Установлено, что влажность осадка сточных вод кожевенного завода может быть снижена за 2 месяца с 85% до 10,8% за счет сушки в естественных условиях при температуре 17–18 °С. При организации сушки осадка в виде брикетов при температуре 20 °С за 2 месяца объем брикета уменьшается в 8,1 раза, масса — в 6 раз, линейные размеры — в 2 раза. На открытом воздухе сушка осадка в зимнее время проходит медленно и только в поверхностном слое толщиной 5–10 см; в летнее время при ворошении осадка сушка идет быстрее, и за 20 суток влажность снижается с 85 до 70%. Чередование циклов — размораживания, дренирования, сушки, замораживания способствуют получению особенного, пушистого и рассыпчатого осадка с более мелкими частицами, чем при сушке осадка только при плюсовой температуре. Обезвоженный осадок может найти применение в производстве керамзита. В статье приводятся обобщенные данные результатов исследования сушки осадка в естественных условиях в сравнении с методом геотубирования.

**Ключевые слова:** сушка осадка, сточные воды, осадки сточных вод, иловые площадки, фильтр-прессование, центрифугирование, обезвоживание

### Введение

В настоящее время в нашей стране, странах ближнего и дальнего зарубежья все более острой становится проблема обезвреживания, переработки и утилизации осадков коммунальных и промышленных сточных вод. Для складирования осадков требуется отчуждение больших земельных площадей в пригородных зонах, причем накапливаемые осадки содержат соединения тяжелых металлов (меди, хрома, свинца, никеля, ртути, кадмия и других элементов), приводя к химическому загрязнению почв и подземных вод, а также необезвоженные осадки служат источником загрязнения атмосферного воздуха. Кроме того, в осадках может содержаться до 90% патогенных микроорганизмов, поступающих со сточными водами, если не производится их предварительное обеззараживание перед размещением на иловых площадках. Такие земельные участки с размещенными на них осадками сточных вод приводят к снижению безопасности и комфортности проживания людей вокруг этих территорий.

Существует несколько направлений обращения с осадками сточных вод: механическое обезвоживание на центрифугах, фильтр-прессах, вакуум-фильтрах; переработка осадков в метантенках с получением биогаза; депонирование осадка на иловых площадках; термическая обработка; применение в качестве удобрений и др. Однако каждое из существующих направлений переработки осадков имеет свои достоинства и недостатки, и не одно из них не универсально, простое и доступное при решении данной проблемы.

На большинстве очистных сооружений городов, в основном, осадок не перерабатывается и накапливается на иловых площадках вблизи сооружений биологической очистки, а на промышленных предприятиях, в лучшем случае, обезвоживается и вывозится на полигоны промышленных отходов. Использование иловых площадок на естественном основании — самый неэкологичный и устаревший способ обращения с осадком коммунальных и промышленных сточных вод, но самым распространенным на сегодняшний день. Поэтому приоритетным направлением деятельности предприятий в области охраны окружающей при очистке сточных вод должно быть осуществление обезвоживания на специализированном оборудовании, а затем — обеззараживание и/или переработка/утилизация осадка. Однако из-за высокой стоимости обезвоживающего оборудования, финансовых трудностей предприятия, сушка осадка в естественных условиях может быть применена в качестве наименее затратного и доступного метода при условии выполнения экологических требований — создания искусственного противofильтрационного основания, дренажа для отвода фильтрата и др.

При очистке производственных сточных вод образуются осадки различного состава, отражающие особенности технологии производства и содержащие компоненты веществ, применяемых при физико-химической очистке сточных вод промышленных предприятий. Осадок, образующийся при очистке сточных вод, как правило, имеет высокую влажность — 95% и более. Несмотря на то, что путем механического обезвоживания удаляется большое количество воды, и масса осадка уменьшается в 5—6 раз, все же в обезвоженном осадке остается большое количество воды (до 70—80%). Плата за вывоз и размещение его на полигоне взимается, в основном, не за вредные вещества осадка, а за содержащуюся в нем воду, так как величина платы пропорциональна массе влажного осадка. Поэтому обезвоживание осадков необходимо не только для промышленных предприятий в целях уменьшения платы за размещение отходов, но и для сохранения окружающей среды для ныне живущих и будущих поколений.

Осадки сточных вод представляют собой суспензии, в которой дисперсной фазой являются твердые частицы минерального или органического происхождения, а дисперсионной средой — вода, содержащая растворенные вещества. В осадке с малым количеством воды замедляются или вообще прекращаются процессы размножения микроорганизмов; после термической сушки осадок не загнивает, свободен от гельминтов и патогенных микроорганизмов. Поэтому снижение влажности осадка способствует улучшению экологической обстановки.

Величина влажности характеризует общее содержание влаги в осадке. Вода в осадке удерживается за счет различных форм связи с твердыми частицами. По

классификации академика П.А. Ребиндера [1], в осадке имеется свободная вода, которая удаляется за счет сил гравитации, и вода, удерживаемая за счет физико-механических, физико-химических и химических связей.

Наиболее легко удаляется свободная вода при механическом обезвоживании осадков, а также при естественной сушке на иловых площадках. Физико-механически связанная вода представляет собой капиллярную, структурную воду и воду смачивания. Для удаления физико-механически связанной воды необходимо преодолеть капиллярные силы, создав давление в обезвоживающем аппарате (или вакуум), превышающее капиллярное давление. При вакууме 0,053–0,066 МПа (0,53–0,66 атм) могут быть освобождены от воды лишь микрокапилляры с радиусом более  $5 \cdot 10^{-6}$  м. Если при вакуум-фильтрации нельзя создать разрежение более 0,1 МПа (1 атм), то при фильтр-прессовании, центрифугировании можно создать давление значительно больше, чем 0,1 МПа. Поэтому эти методы позволяют обеспечить более глубокое обезвоживание осадка с удалением не только физико-механически, но и частично физико-химически связанной воды [1].

Адсорбционная и осмотическая влага удерживается за счет физико-химических связей; химически связанная вода входит в состав веществ. Частично физико-химически связанная вода удаляется фильтр-прессованием и центрифугированием; полное удаление физико-химически и химически связанной воды возможно, соответственно, при термической сушке и сжигании осадка.

В целях снижения затрат предприятий на вывоз осадка для захоронения на полигоны промотходов, а также его возможного использования в производстве строительных материалов, представляло интерес изучить возможность дополнительного глубокого обезвоживания осадка сточных вод предприятия без применения специального оборудования.

### **Материалы и методы**

Изучалась сушка осадка производственных сточных вод одного из предприятий г. Курска — кожевенного завода в естественных условиях [2]. Сушка проводилась в условиях помещения при положительной температуре (в лабораторных условиях) и вне помещения, на открытом пространстве при отрицательных и положительных температурах в разное время года (промышленные испытания). Влажность осадка определялась гравиметрическим методом.

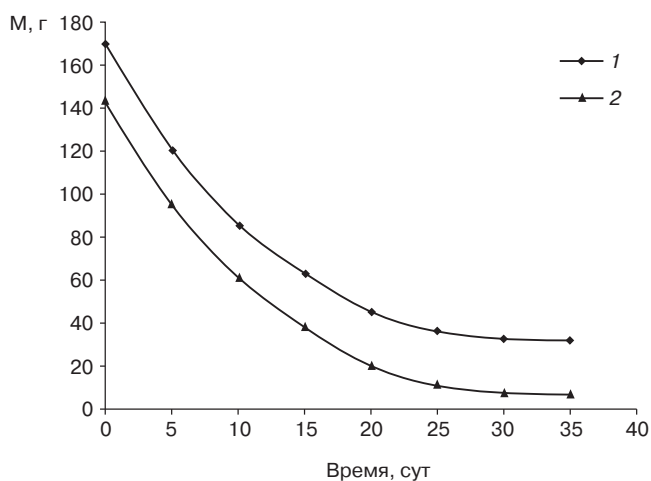
### **Результаты и их обсуждение**

Осадок представлял собой продукт очистки сточных вод гидролизующимися солями сульфата закисного железа и сульфата алюминия, применявшимися в качестве реагентов (коагулянтов) с исходной влажностью около 95%. Осадок подвергался механическому обезвоживанию на фильтр-прессе немецкой фирмы «Klein» с применением полимерного органического флокулянта «Praestol» (фирма «Stokhausen») с конечной влажностью 82–85%. Содержание металлов в обезвоженном осадке в пересчете на их окислы составляло следующие значения:  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  — 0,13%,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  — 0,6%,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  — 0,43%, флокулянта — 0,15% к массе влаж-

ного осадка. В сухом остатке содержалось органических веществ — 35% и неорганических — 65%.

Характеристика сухого вещества осадка: содержание органических веществ —  $32,7 \pm 3,3\%$ ; сульфаты —  $886 \pm 89$  мг/кг; Са —  $10335 \pm 517$  мг/кг; Сг —  $6375 \pm 1351$  мг/кг; Fe —  $19965 \pm 2994$  мг/кг; радиоктивность — 13 мкР/ч.

*Исследование сушки осадка в лабораторных условиях.* Изучение сушки осадка на воздухе в условиях лаборатории показало (рис. 1, 2), что при температуре 17–18 °С осадок за 35 суток практически полностью высыхает, при этом испаряется 96,5% воды, содержащейся в исходном образце осадка. Конечная влажность осадка — 16,5%. За последующие 25 дней (при общем времени сушки 60 суток) убыль общей массы и массы воды незначительны. Итоговая влажность 10,8%. Установлено, что за первые 9 дней сушки удаляется основная масса воды (57,6%) при снижении влажности с 85 до 70%.



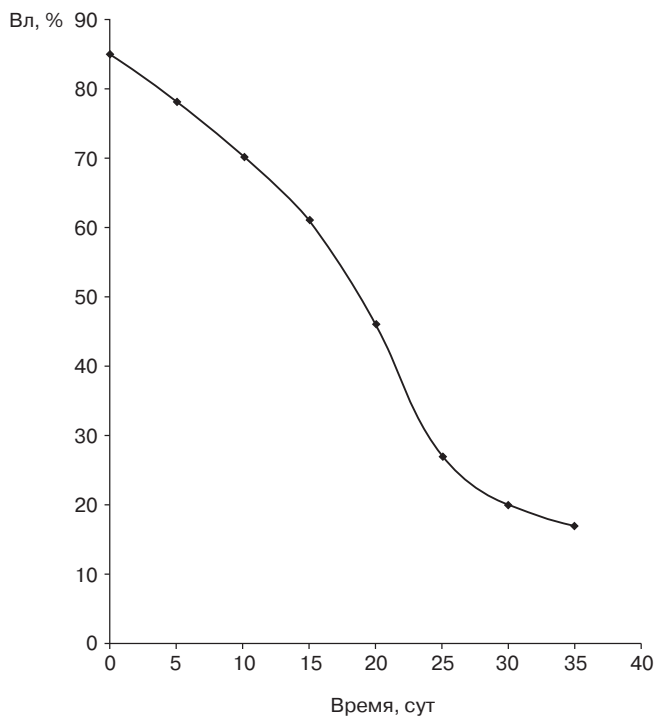
**Рис. 1.** Изменение общей массы и массы воды обезвоженного на фильтр-прессе осадка сточных вод от времени сушки на воздухе при температуре  $t = 17–18$  °С: 1 — общая масса; 2 — влажность  
(**Fig. 1.** Changes in total mass and water mass of sewage sludge dewatered in a pressure filter depending on the time of airing, with  $t = 17–18$  °С: 1 — total mass; 2 — humidity)

Исследовалась сушка осадка в естественных условиях в виде брикетов. Брикет изготовлялся путем спрессовывания вручную обезвоженного на фильтр-прессе осадка сточных вод Курского кожзавода в пресс-форме трубчатого вида. На рисунке 3 представлены размеры брикета в процессе сушки. За два месяца сушки при 15 °С линейные размеры брикета уменьшаются в 2 раза, объем — с 275 см<sup>3</sup> до 34 см<sup>3</sup>, то есть в 8,1 раза. В процессе сушки линейные размеры брикета изменяются неравномерно по высоте, что связано с движением жидкости по вертикали, по закону Пуазейля, и большей влажностью брикета в его нижней части по сравнению с верхней (образец № 2 на рис. 3). В конце сушки линейные размеры образца становятся одинаковыми по высоте (образец № 3). Конечная влажность осадка при естественной сушке — 10,5%.

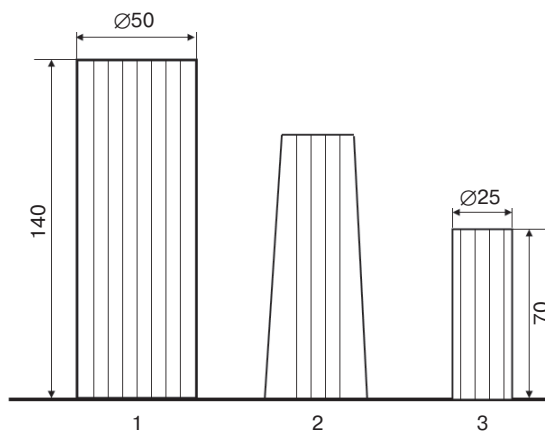
Учитывая исходную влажность осадка — 85%, можно заключить, что снижение объема осадка пропорционально снижению его влажности ( $85\% : 10,5\% = 8,1$ ). Отсюда конечный объем брикета можно определить по эмпирической формуле

$$V_{\text{к}} = V_{\text{н}} \frac{W_{\text{к}}}{W_{\text{н}}},$$

где  $V_{\text{к}}$  — конечный объем брикета, см<sup>3</sup>;  $V_{\text{н}}$  — начальный объем брикета, см<sup>3</sup>;  $W_{\text{к}}$  — влажность конечная, % или о.е.;  $W_{\text{н}}$  — влажность начальная, % или о.е.



**Рис. 2.** Изменение влажности обезвоженного на фильтр-прессе осадка сточных вод от времени сушки на воздухе при температуре  $t = 17–18\text{ }^{\circ}\text{C}$   
(**Fig. 2.** Changes in humidity of sewage sludge dewatered in a pressure filter depending on the time of airing, with  $t = 17–18\text{ }^{\circ}\text{C}$ )



**Рис. 3.** Брикет осадка в процессе сушки: 1 — начало сушки; 2 — середина; 3 — конец сушки  
(**Fig. 3.** Sludge briquette in the process of drying: 1 — beginning of the drying process; 2 — middle of the drying process; 3 — end of drying)

Масса осадка, соответствующая данной влажности, может быть определена на основе следующих уравнений:

$$M_k = M_H - M_H W_H + M_k W_k;$$

$$M_k = M_H(1 - W_H) + M_k W_k;$$

$$M_k - M_k W_k = M_H(1 - W_H);$$

$$M_k(1 - W_k) = M_H(1 - W_H);$$

$$M_k = M_H \frac{1 - W_H}{1 - W_k},$$

где  $M_k$  — масса осадка с конечной влажностью;  $M_H$  — масса осадка с начальной влажностью;  $W$  — влажность осадка, о.е.

Масса осадка при естественной сушке 1 т осадка с влажностью 85% до влажности 10% по приведенному уравнению составит:

$$M_k = 1 \frac{1 - 0,85}{1 - 0,1} = 0,166 \text{ т,}$$

т.е. масса осадка уменьшится в 6 раз.

Если объем осадка в брикете уменьшается в 8 раз, а масса — в 6 раз, то плотность осадка в процессе сушки повысится; при исходной плотности 0,93 г/см<sup>3</sup>, конечная плотность брикета

$$\frac{0,93 \cdot 8}{6} = 1,24 \text{ г/см}^3.$$

Брикетиrowание осадка и последующая сушка брикетов в естественных условиях позволит избежать затрат на тепловую или электрическую энергию для сушки, однако требует затрат на специальное оборудование по брикетиrowанию и погрузочно-разгрузочные работы по складированию брикетов для сушки, последующей их погрузки и вывоза. Высушенные брикеты могут быть использованы в качестве добавки к топливу (сам осадок не горит) после дробления при производстве асфальта, в качестве вспучивающей добавки в производстве керамзита.

Сушка осадка в брикетах позволит упростить и ускорить естественную сушку за счет создания большой поверхности, в отличие от сушки при хранении осадка насыпью на площадке с твердым покрытием при периодическом ворошении.

*Исследование сушки осадка на открытой площадке.* Исследования сушки осадка на воздухе под навесом в зимнее время в течение 2-х месяцев при температурах +5—–10 °С показали, что осадок без ворошения сохнет только в верхнем слое толщиной 5—10 см и имеет влажность в этом слое 69,1%. На больших глубинах влажность осадка составляла значение 81,4% и выше. При ворошении количество подсушенного осадка увеличивается.

Сушка осадка массой 15 т в естественных условиях в летнее время осуществлялась на открытом воздухе под навесом на бетонированной площадке при средней температуре воздуха +15—+20 °С в течение 15—20 суток при периодическом ворошении. За это время влажность его за счет дренирования воды и естественной сушки снижалась с 85 до 70%. Осадок приобретал сыпучесть и становился легко дозируемым и перемешиваемым при приготовлении сырьевой смеси в производстве керамзита. В результате промышленных испытаний было установлено, что подсушенный до влажности 69—70% осадок может найти применение в производстве керамзита в качестве вспучивающей добавки [3].

В зимних условиях сушка проводилась в режиме замораживания при температурах от 0 до –20 °С в морозные дни, причем убыль влаги в это время была незначительной, и размораживания при температурах воздуха 0 °С и выше. При замораживании происходит криоструктурирование массы осадка и при последующих размораживании, дренировании и сушке получается особенный, пушистый и рассыпчатый осадок с более мелкими частицами, чем при сушке осадка только при плюсовой температуре. В зимнее время осадок ворошился в оттепели, и влажность 69—70% достигалась только в течение 2 месяцев.

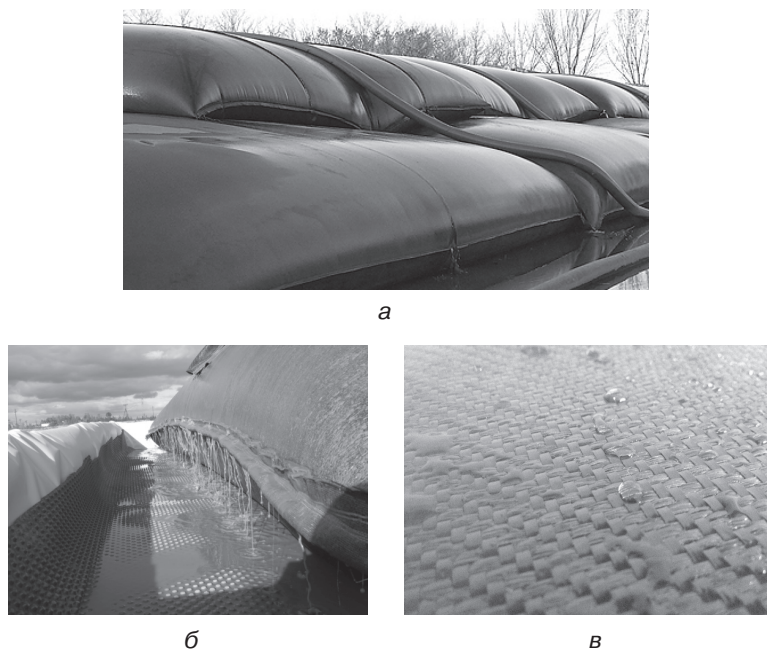
Аналогичный принцип сушки осадка под действием сил гравитации в естественных условиях за счет создания большой поверхности контакта, только в специальных контейнерах — геотубах, обладающих высокой светопоглощающей способностью, отводом атмосферных осадков, реализуется в технике защиты окружающей среды в последнее время (рис. 4).

Метод *Geotube* (TenCate Geosynthetics, Нидерланды) является современным методом обезвоживания осадков производственных и бытовых сточных вод. Сущность метода заключается в наполнении контейнера осадком, предварительной обработанного полимерами, и фильтровании жидкой фазы осадка через стенки контейнеров (геотубов), изготовленных из полимерного фильтрующего материала — геотекстиля. После завершения процесса обезвоживания контейнер разрезается, а обезвоженный материал вывозится для дальнейшего размещения/применения или из контейнеров *Geotube* создаются искусственные сооружения с поверхностным перекрытием и озеленением склонов. В результате сушки или зимнего вымораживания в течение нескольких лет происходит уменьшение объема осадка на 90% с остаточной влажностью  $60 \pm 5\%$  [4; 5].

Контейнеры *Geotube* располагают на специально подготовленной дренажной площадке (щебень, георешетка) с гидроизолирующим подстилающим слоем. Контейнеры шиты из тканого материала марки *Geolon*<sup>®</sup>, произведенного из нитей полипропилена высокой плотности. Материал геотуба обладает высокими эксплуатационными характеристиками: устойчивостью к биоразложению, химическому воздействию щелочей и кислот; ультрафиолетовому излучению; имеет прочность на разрыв — до 100 кН/м; эффективный действующий диаметр пор — 0,223—0,380 мм. Свойства геотекстиля позволяют фильтровать твердые фракции размером 0,2 до 0,3 мм [4].

Перед подачей в геотубы осадок обрабатывается реагентами: полимерным флокулянтom для повышения эффективности фильтрации; стабилизатором — для подавления процесса гниения органической части; дезинфекантом — для пода-

вления запаха и микрофлоры осадка; специальным реагентом — для связывания солей тяжелых металлов [4].



**Рис. 4.** Обезвоживание осадка в контейнерах Geotube [4]: *a* — наполнение контейнеров-геотубов; *б* — фильтрование воды через геотекстиль геотуба; *в* — материал геотуба (геотекстиль)  
**(Fig. 4.** Sludge dewatering in Geotube containers [4]: *a* — filling of a Geotube container; *b* — water filtering through Geotube geotextile; *c* — Geotube material (geotextile)

Таблица

**Обобщенные данные результатов исследования сушки осадка  
в естественных условиях в сравнении с методом геотубирования**

№ опыта	Условия проведения опыта	Температура воздуха, °С	Промежуток времени, сут	Влажность осадка, %
I	Лабораторные условия	17—18	1	85
			35	16,5
			60	10,8
II	Лабораторные условия, брикеты	15	1	85
			60	10,5
III	На открытой площадке, под навесом, без ворошения	+5— –10	1	85
			60	69,1 (в верхнем слое толщиной 5—10 см) 81,4 (в нижних слоях)
IV	На открытой площадке, под навесом с ворошением	+15—+20	1	85
			15—20	70
V	На открытой площадке, под навесом с ворошением в оттепель	зимнее время года, 0— –20	1	85
			60	70
Сравнение с технологией Geotube [5]				
На открытой площадке, без ворошения	+15— –10 Несколько лет		1	95
			60 ± 5	



**Generalized statistics of study results regarding the sludge drying procedure  
in natural conditions in contrast to the geotube method**

Experiment	Terms of the experiment	Temperature, °C	Time interval, day	Humidity draft, %
I	Laboratory conditions	17—18	1	85
			35	16,5
			60	10,8
II	Laboratory conditions, briquettes	15	1	85
			60	10,5
III	In an open area, under a canopy, without tumblin	+5—10	1	85
			60	69.1 (in the upper layer 5—10 cm thick)
				81.4 (in the lower layers)
IV	In an open area, under a canopy with a wake	+15—+20	1	85
			15—20	70
V	In an open area, under a canopy with a wake	Winter season, 0—20	1	85
			60	70
Comparison with the technology Geotube [5]				
On the open area, without tumbling		+15—10 some years	1	95
			60 ± 5	

По расчетам фирмы-производителя, технология *Geotube* имеет неоспоримые преимущества по сравнению с другими методами обезвоживания: себестоимость обезвоживания осадка на 20—30% ниже, чем с использованием аппаратов; отсутствие сложных элементов; эстетичность; отсутствие обводнения атмосферными осадками и ожигения кека; возможность обезвоживания осадка, временного складирования или постоянного захоронения на месте его образования; низкое энергопотребление [1; 4].

В таблице приводятся обобщенные данные результатов исследования сушки осадка в естественных условиях в сравнении с методом геотубирования (по данным производителя).

### Выводы

Как видно из представленных данных таблицы, сушка осадка в естественных условиях позволяет получить приблизительно одинаковую влажность (70%) в условиях открытого хранения, ворошения, размораживания, дренирования и сушки в осеннее-зимнее время, как и в случае использования геотубов (60%), но за более короткий срок (2 месяца), в отличие от обезвоживания осадка в геотубах в течение нескольких лет. Исследователи [2; 5] пришли к одинаковому выводу о том, что чередование циклов — размораживания, дренирования, сушки, замораживания способствуют получению особенного, пушистого и рассыпчатого осадка с более мелкими частицами, чем при сушке осадка только при плюсовой температуре. Такой осадок может найти применение в производстве керамзита в качестве вспучивающей добавки [3].

Проведенные исследования сушки осадка производственных сточных вод в естественных условиях показали высокую эффективность и перспективность реализации процесса при условии организации гидроизоляции и дренажа основания площадки для сушки осадка, мероприятий по снижению уноса легких частиц с воздушным потоком, брикетирования исходного осадка или его ворошение в процессе сушки.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Будыкина Т.А. Переработка осадков сточных вод. М.: Креативная экономика, 2012. 188 с.
- [2] Будыкина Т.А. Комплексная система очистки сточных вод предприятий кожевенной промышленности: дисс. ... д-ра техн. наук. Москва, 2006.
- [3] Патент РФ на изобретение № 2183206 / 10.06.02. Бюл. № 16. Ханин А.Б., Будыкина Т.А., Шевцов О.А., Студеникин В.И. Способ подготовки вспучивающего компонента для сырьевой смеси производства керамзита.
- [4] НПК Геотуб. URL: <http://geotub.ru/manufacture> (дата обращения: 08.12.2016).
- [5] АДМИРЕВБРАЗИЯ. Применение технологии Geotube® в ЖКХ. URL: <http://admir-ea.ru> (дата обращения: 09.12.2016).

© Будыкина Т.А., 2017

#### История статьи:

Дата поступления в редакцию: 15.12.2016

Дата принятия к печати: 30.03.2017

#### Для цитирования:

Будыкина Т.А. Сушка осадка производственных сточных вод в естественных условиях // *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности*. 2017. Т. 25. № 2. С. 242—252.

#### Сведения об авторе:

Будыкина Татьяна Алексеевна — доктор технических наук, профессор; профессор кафедры безопасности жизнедеятельности и сервиса транспортных средств, Курский государственный университет. E-mail: [tbudykina@yandex.ru](mailto:tbudykina@yandex.ru)

## DRYING SEDIMENTARY PRODUCTION OF SEWAGE WATER IN NATURAL CONDITIONS

T.A. Budykina

Kursk State University  
Radishcheva str., 33, Kursk, Russia, 305000

Industrial sewage sludge poses a considerable threat to the environment due to the high level of humidity and due to the fact that it contains pathogenic microorganisms and heavy metals ions in quantities that considerably exceed threshold limit value. The article covers the results of a study regarding the drying of sewage sludge produced by a tannery in natural conditions indoors (controlled conditions) and outdoors, with temperatures below and above zero at different times of the year

(production testing). The study discovered that humidity of sewage sludge produced by a tannery can be reduced within 2 months from 85% to 10,8% due to the drying technology in natural conditions at a temperature of 20 °C. If the drying procedure takes place in form of briquets at a temperature of 20 °C the size of the briquet would be reduced by 8,1 times, its mass — by 6 times, its linear size — by half. Sewage sludge drying conducted outdoors in winter progresses slowly and affects only the uppermost layer of 5—10 cm; in summer the drying process progresses faster and within the time frame of 20 days the humidity of the sludge is reduced from 85% to 70%. Rotation of defrostation, drainage, drying and freezing procedures is conducive to a specific, more powdery sludge than the one that is produced by using only the drying procedure with temperatures above zero. A dewatered sludge can be used to produce LECA (lightweight expanded clay aggregate). The article provides generalized statistics of study results regarding the sludge drying procedure in natural conditions in contrast to the geotube method.

**Key words:** sludge drying, sewage, wastewater, sewage sludge, pressure filter, centrifugation, dewatering

## REFERENCES

- [1] Budykina T.A. *Processing of sewage sludge*: Moscow: Kreativnaya ekonomika, 2012. 188 s. (In Russ).
- [2] Budykina T.A. *Kompleksnaya sistema ochistki stochnyih vod predpriyatij kozhevennoy promyshlennosti* [dissertation]. Moscow, 2006.
- [3] Patent RUS № 2183206 / 10.06.02. Byul. № 16. Khanin A.B., Budykina T.A., Shevtsov O.A., Studenikin V.I. *Sposob podgotovki vspuchivayushego komponenta dlya syirevoy smesi proizvodstva keramzita*.
- [4] NPK Geotub. Available from: <http://geotub.ru/manufacture> [cited 08.12.2016].
- [5] ADMIRREVRAZIA. Application of Geotube® technology in Housing and communal services. Available from: <http://admir-ea.ru> [cited 09.12.2016].

### Article history:

Received: 15.12.2016

Revised: 30.03.2017

### For citation:

**Budykina T.A. (2017) Drying sedimentary production of sewage water in natural conditions. *RUDN Journal of Ecology and Life Safety*, 25 (2), 242—252.**

### Bio Note:

*Budykina Tatyana Alekseevna* — Doctor of Technical Sciences, Professor; Professor of the Department of Life Safety and Vehicle Service, Kursk State University. E-mail: [tbudykina@yandex.ru](mailto:tbudykina@yandex.ru)