

## ЛИТЕРАТУРА

1. Кузнецов А. Е. Прикладная экобиотехнология: учебное пособие: в 2 т. / А. Е. Кузнецов [и др.]. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний. 2010. – Т. 1. – 629 с.; – Т. 2. – 485 с.
2. Wojciechowska, E. Application of microwaves for sewage sludge conditioning // Water research, 2005. – № 39. – P. 4749–4754.
3. Yu Qiang, Hengyi Lei, Zhong Li et al. Physical and chemical properties of waste-activated sludge after microwave treatment // Water research, 2010. – № 44. – P. 2841–2849.
4. ГОСТ Р 56226-2014. Ресурсосбережение. Осадки сточных вод. Методы отбора и подготовки проб. – М.: Стандартинформ, 2015. – 8 с.
5. Исаева А.М. Очистка сточных вод: методич. указания к лабораторным работам. Ч.1 / А. М. Исаева, И. И. Шпилева, В. С. Тюриков. – Пенза: ПГУАС, 2013. – 48 с.

УДК 676.088

А.В. Лихачева, доц., канд. техн. наук (БГТУ, г. Минск);  
М.С. Бессмертная, лаборант хим. анализа  
(ОАО «Минский завод шестерен», г. Минск)

### **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА БИОКОМПСТИРОВАНИЯ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД РУП «ЗАВОД ГАЗЕТНОЙ БУМАГИ»**

Осадок сточных вод, который образуется на РУП «Завод газетной бумаги», представляет собой смесь избыточного активного ила, осадка из первичных отстойников и неорганического шлама от процесса подготовки технологической воды. Данный отход имеет 4 класс опасности и характеризуется следующими показателями: влажность 75%, зольность 35%. Проведенные ранее исследования показали, что органическое вещество включает в основном волокнистые материалы, биокомпостирование которых достаточно продолжительно.

Поэтому целью работы являлось исследование возможности интенсификации процесса биокомпостирования осадков сточных вод, с использованием в качестве биоактиватора биодеградированной древесины.

В работе использовали биодеградированную древесину следующих пород деревьев: березы, ольхи, липы, осины, сосны, ели.

Работа выполнялась в несколько этапов предусматривающих: измельчение биодеградированной древесины и разделение ее на различные фракции; отработку методики определения содержания микроорганизмов в пробах биодеградированной древесины различной породы и фракции; определение содержания дереворазрушающих гри-

бов в анализируемых пробах на агаре Чапека-Докса; компостирование осадков сточных вод с биodeградированной древесиной березы фракции 1-2 мм.

По результатам проведенных исследований было установлено, что наибольшим биоразнообразием дереворазрушающих грибов характеризуется проба биodeградированной древесины сосны, а наибольшее количество дереворазрушающих грибов обнаружено в пробах биodeградированной древесины березы.

В пробах биodeградированной древесины были идентифицированы следующие роды грибов: *Penicillium*, *Trichoderma*, *Chrysosporium*, *Phytophthora*, *Phoma*, *Rhizoctonia*, *Verticillium* и др.

Полученные данные использовали при проведении технологического моделирования процесса биокомпостирования осадков сточных вод РУП «Завод газетной бумаги».

По истечении четырех месяцев зольность готовых компостов не соответствовала требованиям, что свидетельствовало о незавершенности процесса и необходимости его продолжения до 5-6 месяцев.

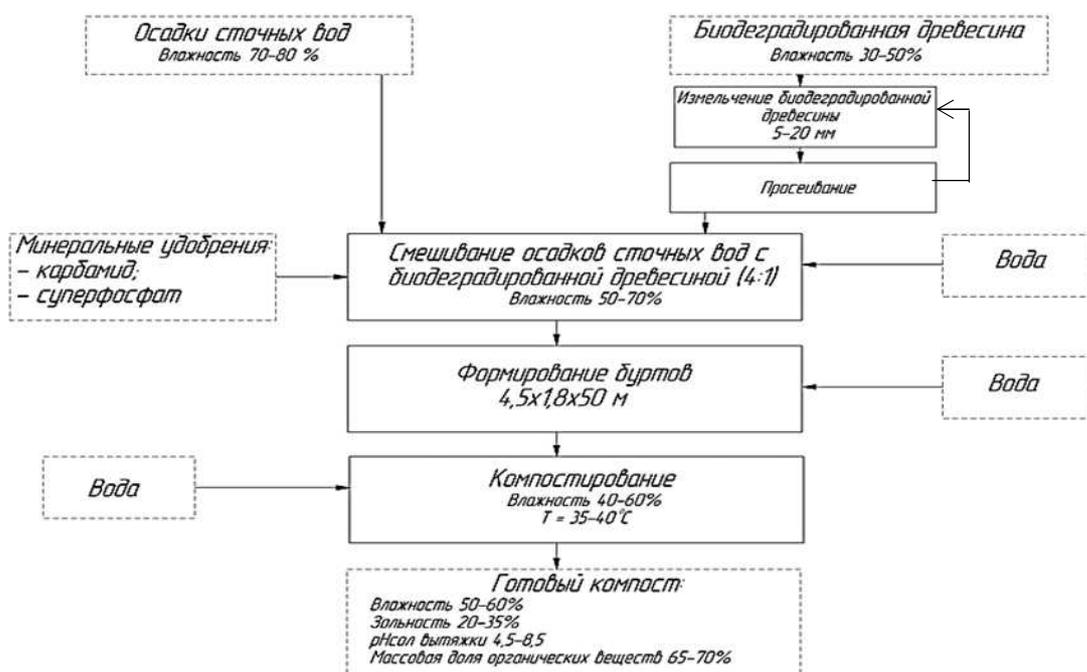
Все полученные компосты соответствовали установленным требованиям по таким показателям как  $pH_{\text{вод}}$ , ХПК. Содержание в полученных компостах фосфора и азота ниже установленных требований, поэтому, в случае использования компостов как структурообразующей почвенной добавки, почвоулучшающей добавки или при получении составов для биологической рекультивации нарушенных земель, в них необходимо корректировать содержание азота и фосфора с помощью минеральных удобрений.

По результатам исследований биodeградированную древесину рекомендуется использовать при проведении процесса биокомпостирования как структурообразующую добавку.

В пробе с добавлением биodeградированной древесины в качестве структурообразующей добавки, процесс идет настолько быстро, что зольность данной компостируемой смеси такая же, как и в других пробах, где разложение происходит преимущественно только осадков сточных вод.

Применение на практике именно варианта с использованием биodeградированной древесины в качестве структурообразующей добавки позволит получить не только хорошего качества компост, но и позволит снизить затраты, необходимые на отделение структурообразующей добавки, с целью ее возврата на повторное компостирование.

На основании вышеизложенного была разработана принципиальная схема биокомпостирования (рисунок 1).



**Рисунок 1 – Принципиальная схема биокомпостирования**

Целлюлозосодержащие отходы (влажностью 70-80%) смешиваются с предварительно измельченной биодеградированной древесиной (до размеров 5-20 мм) на площадке для смешения отходов в соотношении 4:1. В данную смесь для ускорения процесса и повышения эффективности добавляются минеральные удобрения в количестве 1% карбамида и 0,25% суперфосфата.

Полученная смесь укладывается погрузчиками в бурты определенной формы для созревания компоста.

Раз в месяц бурты перемешиваются для обеспечения аэрации, и предотвращения загнивания. На протяжении всего периода компостирования необходимо поддерживать влажность компостируемой смеси 50-60%. При этом используется для увлажнения компоста вода из сборника поверхностного стока.

Вода необходима в процессе компостирования, так как питательные вещества для микроорганизмов должны растворяться в воде, перед тем как станут, доступны для потребления. Процесс биокомпостирования длится от 3 до 7 месяцев. Данный процесс протекает с выделением тепла, и может достичь температуры 50-80<sup>0</sup>С. Высокая температура является причиной самопроизвольного возгорания отходов, поэтому приблизительно через месяц необходимо обеспечить аэрацию компостируемой массы путем перелопачивания с использованием специальной машины.

Процесс биокомпостирования реализуется на площадке для компостирования, которая предусматривает наличие следующих зон:

- зона компостирования, которая включает участок подготовки вспомогательных материалов (измельчение), участок увлажнения древесины и участок смешивания ее с осадком;
- сборник поверхностного стока, используемого для увлажнения компостируемой массы. Вода собирается в сборник, который расположен в самой низкой точке площадки имеющей необходимый уклон;
- участки хранения сырья и вспомогательных материалов;
- участок хранения готового компоста.

В результате биокомпостирования образуется темно-коричневый материал, влажностью 50-60% без неприятного запаха, который может использоваться в качестве удобрения, почвоулучшающей добавки и для улучшения структуры почв.

УДК 628.355

И. А. Гребенчикова, доц., канд. техн. наук (БГТУ, г. Минск)

А. А. Шкадун, техник-лаборант,

(ОАО «Пуховичский комбинат хлебопродуктов», г. Марьина Горка)

### **ДООЧИСТКА АНАЭРОБНО ОБРАБОТАННОГО ФУГАТА ПОСЛЕСПИРТОВОЙ БАРДЫ В БИОРЕАКТОРЕ С ИММОБИЛИЗОВАННЫМ АКТИВНЫМ ИЛОМ**

Одним из перспективных направлений переработки послеспиртовой барды является получение на ее основе кормового продукта и биогаза [1]. Технология включает стадию обработки фугата барды в анаэробных условиях в биореакторе с гранулированной биомассой активного ила (АИ). Образующийся при этом анаэробно обработанный фугат имеет высокий уровень загрязненности, и перед сбросом в городские канализационные сети требуется его дополнительная очистка.

Целью настоящей работы являлась установка параметров доочистки анаэробно обработанного фугата послеспиртовой барды в аэробных условиях.

Объектом исследования являлись анаэробно очищенные жидкие отходы спиртового завода, характеризующиеся следующими показателями: уровень загрязненности по ХПК – 1150–3500 мг/дм<sup>3</sup>, БПК<sub>5</sub> – 350–2100 мг/дм<sup>3</sup>, взвешенным веществам – не более 100 мг/дм<sup>3</sup>, азоту аммонийному – 500 мг/дм<sup>3</sup>, рН 6,5–7,8.

Эксперимент проводили с февраля по май 2016 г.

Аэробный процесс моделировали в лабораторном биореакторе вместимостью 1,1 дм<sup>3</sup>. Аппарат оснащали загрузкой из полиамидного волокна (насадка «ВИЯ»), расположенного вертикальными рядами на