



Рисунок 5 – Микроструктура ДФ литевой смазки с добавками УДА при различных схемах введения наночастиц: а – после кристаллизации ДФ, б – до начала кристаллизации ДФ

Разработан состав комплексной литевой пластичной смазки для тяжело нагруженных узлов трения, который содержит многофункциональный пакет наноразмерных добавок, включающий дисульфид молибдена (противозадирная добавка), гидросиликаты никеля (противоизносная добавка), алмазно-графитовую шихту (структурирующая и приработочная добавка). Введенные добавки повышают уровень предельных эксплуатационных нагрузок (нагрузка сваривания не менее 5000 Н) и расширяют температурный диапазон применения (от -40 до $+180$ °С). Сравнительный анализ физических и триботехнических характеристик показал преимущество разработанной смазки над наиболее распространенной в СНГ универсальной пластичной смазкой Литол-24 и смазкой марки Shell Retinax EP 2, предназначенной для тяжело нагруженных узлов трения [6]. Смазка предназначена для смазывания узлов трения, работающих в условиях высоких нагрузок и вибраций (карьерная техника, железнодорожный транспорт, строительно-дорожные машины, сельхозтехника), при высоких температурах (сталепрокатные станы, кузнечно-прессовое оборудование, теплоэнергетическое оборудование, вентиляторы печей, системы приточно-вытяжной вентиляции и др.). Ее применение увеличивает ресурс машин и механизмов, снижает затраты на их обслуживание и обеспечивает экономию энергоресурсов. Промышленное производство разработанной смазки освоено ОДО «Спецсмазки», входящем с Инновационную ассоциацию «Республиканский центр трансфера технологий».

Анализ научно-технических разработок в области материаловедения показывает, что применение новых технологий получения наноструктурированных материалов позволяет существенно снизить затраты материальных и энергетических ресурсов на производство промышленной продукции, повысить ее качество и конкурентоспособность.

Список использованных источников

1. Нанотехнология в ближайшем десятилетии. Прогноз направления исследования. / Под ред. М.К. Роко, Р.С. Уильямса и П. Аливисатоса. – М.: Мир, 2002. – 292 с.
2. Витязь П.А., Жорник В.И., Кукареко В.А., А.И. Комаров, В.Т. Сенють Модифицирование материалов и покрытий наноразмерными алмазосодержащими добавками. – Минск: Беларуская навука, 2011. – 527 с.
3. Процессы пластического структурообразования металлов / В.М. Сегал, В.И. Резников, В.И. Копылов и др. Минск: наука и техника, 1994. – 232 с.
4. Трибохимические технологии функциональных композиционных материалов. Ч. 2. Технология и опыт применения / С.А. Авдейчик, В.И. Кравченко, Ф.Г. Ловшенко и др. / под ред. В.А. Струка, Ф.Г. Ловшенко. – Гродно: ГГАУ, 2008. – 399 с.
5. Жорник В.И., Ивахник А.В. Эволюция структуры дисперсной фазы пластичных смазок с наноразмерными углеродными добавками в процессе трибовзаимодействия // Наночастицы в конденсированных средах: сб. науч. ст. – Минск: БГУ, 2008. – с. 66-71.
6. Zhornik, V.I. Tribomechanical Modification of Friction Surface by Running-In Lubricants with Nano-Sized Diamonds / V.I. Zhornik, V.A. Kukareko, M.A. Belotserkovsky // Advances in Mechanics Research. Volume 1 / Editor: Jeremy M. Campbell. – New York: Nova Science Publishers, Inc., 2011. – P. 1–78.

УДК 628.335.2

ПРИМЕНЕНИЕ УЛЬТРАЗВУКА ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ИЗБЫТОЧНОГО АКТИВНОГО ИЛА К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ

Головнев И.Э., инж.,

УП «Витебскводоканал», г. Витебск, Республика Беларусь,

В.Н. Марцуль, доц.,

УО «Белорусский государственный технологический университет»,

г. Минск, Республика Беларусь

Ультразвуковая обработка является эффективным способом воздействия на жидкие среды различного состава с целью интенсификации процессов диспергирования, фазового разделения, химических превращений. В технологии очистки сточных вод ультразвук используется для обеззараживания сточных вод

и осадков, уменьшения количества осадков и подготовки их к анаэробному сбраживанию [1,2], выделения отдельных компонентов из осадков [3].

К достоинствам ультразвуковой обработки осадков сточных вод можно отнести удобство и сравнительную простоту практической реализации, возможность регулирования интенсивности воздействия в широких пределах.

Объектом исследования в большинстве работ по применению ультразвуковой обработки в технологии биологической очистки сточных вод является суспензия активного ила. Ультразвуковая обработка суспензии активного ила очистных сооружений канализации чаще всего используется для регулирования минерального состава твердой фазы иловой суспензии [3] и дезинтеграции биомассы с целью повышения доступности органического вещества для последующего использования или переработки. При определенных условиях при ультразвуковой обработке обеспечивается удаление с поверхностного слоя клеток внеклеточных биополимеров, которые обладают флокулирующими свойствами [4].

Для выбора режима ультразвуковой обработки суспензии активного ила в зависимости от направления его использования необходимо располагать информацией об изменении состава фаз.

Объектом исследования была суспензия активного ила, отобранная после вторичных отстойников и илоуплотнителей на Минской очистной станции аэрации и очистных сооружениях УП «Витебскводоканал».

Ультразвуковую обработку суспензии активного ила проводили на установке ИЛ100-6 при частоте 22 кГц. Амплитуда колебаний изменялась в диапазоне 20-80 мкм, мощность излучателя - в диапазоне 315-630 Вт. Для сравнения различных вариантов ультразвуковой обработки использовали удельный расход энергии (E_a , Дж/г), который для электроакустического излучателя рассчитывали по формуле

$$E_a = N T / (V_a C),$$

где N - мощность излучателя, Вт; T - продолжительность обработки, с; V_a - объем, суспензии, обрабатываемой электроакустическим излучателем, дм^3 ; C - концентрация суспензии, г/дм^3 .

Для оценки влияния условий УЗ-обработки иловой суспензии на состав фаз, после обработки их разделяли на фугат и кек и анализировали на содержание углеводов, С, Н, N, S, тяжелых металлов. Для фугата определяли показатель ХПК.

Содержание тяжелых металлов (Zn, Pb, Cu, Cd) определяли методом атомно-абсорбционной спектроскопии на спектрометре Avanta GM с графитовой печью GF3000 и автосемплером PAL3000. Минерализацию проб активного ила на минерализаторе Минотавр-2 проводили после высушивания при температуре 105 °С и обработки высушенной пробы 15 см^3 65%-ной азотной кислоты и 1 см^3 30%-ного пероксида водорода. Содержание общего фосфора в твердых пробах определяли по ГОСТ 26717 [5]. Определение массовой концентрации фосфат-ионов в жидкой фазе проводили фотометрическим методом с молибдатом аммония [6]. Анализ жидкой и твердой (кек) фаз после ультразвуковой обработки проводили после разделения центрифугированием в течение 5 минут при 5000 мин^{-1} .

Определение содержания углерода, азота, серы, водорода в органическом веществе проводили путем сжигания и последующего анализа продуктов окисления методом газовой хроматографии на анализаторе CHNS фирмы Elementar vario EL III с детектором по теплопроводности. Определение общего содержания углеводов в жидкой фазе суспензии активного ила проводили фенол-сернокислотным методом

Результаты элементного анализа свидетельствуют, что в составе жидкой фазы обработанной ультразвуком суспензии активного ила возрастает содержание азотсодержащих соединений (полипептидов, аминокислот) и углеводов. При увеличении удельного расхода энергии с 7,1 до 19,0 кДж/г содержание углеводов в жидкой фазе возрастает с 6 до 77 мг/дм^3 .

Показатель ХПК фугата возрастает с увеличением энергозатрат на обработку суспензии активного ила и при расходе энергии 19,0 кДж/г более, чем в 5 раз превышает начальное значение.

Одним из результатов ультразвуковой обработки является дезинтеграция надклеточных образований и выделение в жидкую фазу внеклеточных биополимеров [7]. Так как значительная часть тяжелых металлов, накапливаемых биомассой активного ила, сконцентрирована на поверхности клеточной стенки, капсулы или слизистого слоя, то следует ожидать, что при ультразвуковой обработке они перейдут в составе мелкодисперсных частиц в водную фазу. Установлено, что ультразвуковая обработка обеспечивает переход в жидкую фазу цинка и свинца и в значительно меньшей степени меди и кадмия. 14,7- 71,2 %.

Исследование влияния ультразвуковой обработки на распределение фосфора между фазами избыточного активного ила (сухой остаток 22,27 г/дм^3) показало, что содержание фосфатов в жидкой фазе возрастает более, чем в 5 раз (с 20 до 103 мг/дм^3) при удельном расходе энергии 4,3 кДж/г .

С увеличением затрат энергии наблюдается дезинтеграция структур активного ила и увеличение доли частиц с размерами менее 10 мкм. Микробиологический анализ показал, что с увеличением продолжительности обработки происходит уменьшение количества живых особей микроорганизмов, таких, как раковинные амёбы (*Arcella vulgaris*), брюхоресничные инфузории (*Aspidisca* sp.), свободноплавающие инфузории (*Trachelophyllum pusillum*), мелкие и крупные жгутиконосцы (*Peranema trichophorum*). Для раковинных амёб характерно увеличение встречаемости разрушенных раковин. С увеличением времени обработки увеличивается количество поврежденных, деформировавшихся и видоизмененных особей.

Значительное уменьшение численности живых особей отмечается как для иловой суспензии, так и для избыточного активного ила. Однако влияние ультразвуковой обработки на состояние живых микроорганизмов в меньшей степени сказывается для уплотненного избыточного активного ила.

Установлено, что ультразвуковая обработка при определенных условиях позволяет значительно усилить флокулирующие свойства твердой и жидкой фаз активного ила.

Для концентраций глинистой суспензии в диапазоне 200-1000 мг/л добавление обработанного активного ила способствует увеличению степени очистки по взвешенным веществам на 17 – 20 % при отстаивании в течение часа.

Для определения влияния отдельных фаз активного ила на скорость и полноту осаждения взвешенных веществ обработанный активный ил подвергали разделению на центрифуге. Полученные жидкую (фугат) и твердую (кек) фазы активного ила использовали для обработки глинистых суспензий. Кек перед использованием разбавляли до концентрации исходного активного ила.

Установлено, что ускорение осаждения частиц глинистой суспензии достигается как при использовании кека, так и фугата. Причем для кека положительное влияние на скорость осаждения в наибольшей степени выражено при концентрациях суспензии до 500 мг/л, а для фугата – 1000 мг/л. Это, вероятно, связано с различиями в механизмах действия отдельных фаз обработанного активного ила.

Флокулирующие свойства обработанного активного ила, установленные применительно к глинистым суспензиям, подтверждаются на реальных сточных водах. Дозирование обработанного активного ила в городские сточные воды, отобранные после песколовок, позволяет увеличить степень очистки по взвешенным веществам на 10-15% в зависимости от дозировки и вида используемого продукта (кек, фугат или неразделенный активный ил).

Полученные результаты свидетельствуют о том, что ультразвуковая обработка активного ила при определенных условиях изменяет состав и свойства твердой и жидкой фаз, что отражается на их флокулирующих свойствах.

Использование обработанного избыточного активного ила в качестве флокулирующей добавки в сточные воды перед первичными отстойниками позволяет интенсифицировать механическую очистку, снизить объемы образования избыточного активного ила на конечной стадии биологической очистки и создает предпосылки для эколого-безопасного использования осадков сточных вод.

Таким образом, в работе установлено, что при ультразвуковой обработке наблюдается значительное изменение состава фаз суспензии активного ила, которое зависит от удельного расхода энергии. Подбирая условия ультразвуковой обработки можно существенно повысить эффективность биологической очистки сточных вод, подготовить к использованию избыточный активный ил.

Список использованных источников

1. Akin, B. Waste Activated Sludge Disintegration in an Ultrasonic Batch Reactor. CLEAN – Soil, Air, Water. 2008, Vol 36, №4, p. 360–365.
2. Bartholomew, R. Conversion of Biosolids: An Innovative Alternative to Sludge Disposal. Pennsylvania Department of Environmental Protection. (October 2002). www.epa.gov/owm/mtb/epa-biosolids.pdf (Доступ 02.09 2013).
3. Deng J., Fen X., Qiu X. Extraction of heavy metal from sewage sludge using ultrasound-assisted nitric acid. Chemical Engineering Journal. 2009, vol. 152, №1, p. 177-182.
4. Патент РФ № 1958 «Способ отделения взвешенных веществ от исходной сточной жидкости при аэробной очистке сточных вод». МПК C02F 3/12. Авт. Денисов А.А., Семижон А.В. Опубл. 30.12.1997.
5. ГОСТ 26717-85 Удобрения органические. Метод определения общего фосфора.
6. Булатов, А.И. Справочник инженера-эколога нефтеперерабатывающей промышленности по методам анализа загрязнителей окружающей среды в трех частях / А.И. Булатов, П.П. Макаренко, В.Ю. Шеметов. – М.: ООО «НедраБизнесцентр», 1999. – часть 1: Вода. – 641 с.
7. Марцуль В.Н., Мошев А.Б. Исследование процесса аккумуляции тяжелых металлов активным илом // Экология и ресурсосбережение. – 2000. – № 4. – С. 57-60.

УДК 678.7:544.77.051+677.4.027.625.121

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛАТЕКСОВ ОТЕЧЕСТВЕННОГО И ЗАРУБЕЖНОГО ПРОИЗВОДСТВА ДЛЯ ПРИДАНИЯ ХИМИЧЕСКИМ ВОЛОКНАМ АНТИАДГЕЗИОННЫХ СВОЙСТВ

Горин М.С., Исаева Ю.В., Колоколкина Н.В., Редина Л.В.,
Московский государственный университет дизайна и технологии,
г. Москва, Российская Федерация

Для придания волокнистым материалам антиадгезионных (масло-, водо-, кислото-, грязеотталкивающих) свойств используются различные типы гидро-, олеофобизаторов. В мировой практике для этих целей разработаны и широко применяются латексы на основе различных фторсодержащих полимеров. В основном это полифторалкилакрилаты с длинным перфторалкильным радикалом. Установлено, что полимеры перфторалкилакрилатов на основе мономеров с перфторалкильной цепью с восемью фторированными атомами углерода наиболее эффективны для получения масло-, водо-, грязеотталкивающих покрытий. Однако такие фторсодержащие соединения могут разлагаться в некоторых условиях с выделением перфтороктанкарбоновой кислоты. Данный продукт не способен к дальнейшему разложению и негативно влияет на экологическую обстановку. Поэтому исследование и изобретения последних лет посвящены получению фторсодержащих полимеров и сополимеров на основе фтормономеров, которые содержат линейную перфторалкильную цепь с числом фторированных атомов углерода меньше восьми, и