

УДК 339.9:658:630

**ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ИЛОВЫХ СУСПЕНЗИЙ
НА РЕЗУЛЬТАТЫ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ОБРАБОТКИ****И.Э. ГОЛОВНЕВ***(Витебскводоканал);**канд. техн. наук, доц. В.Н. МАРЦУЛЬ**(Белорусский государственный технологический университет, Минск)*

Рассматривается влияние концентрации иловых суспензий на результаты ультразвуковой обработки. Установлено, что характер изменения состава жидкой фазы активного ила определяется удельным расходом энергии на ультразвуковую обработку, плотностью ультразвука и типом источника. Ультразвуковая обработка сопровождается ростом температуры иловой суспензии, которая тем больше, чем больше концентрация твердой фазы. Показано, что отношение прироста ХПК жидкой фазы к удельным энергозатратам зависит от концентрации активного ила. Основной вклад в прирост ХПК жидкой фазы вносят частицы размером 0,2...20 мкм. Содержание растворенных веществ в жидкой фазе активного ила линейно зависит от удельных энергозатрат на ультразвуковую обработку во всем исследуемом диапазоне концентраций активного ила. Отношение прироста БПК к приросту ХПК для жидкой фазы практически не зависит от плотности ультразвука.

Ключевые слова: *активный ил, ультразвуковая обработка, энергозатраты, жидкая фаза.*

Введение. Одно из перспективных направлений повышения эффективности ряда представленных на очистных сооружениях канализации процессов – использование ультразвуковой обработки (УЗО). Прежде всего, УЗО используется для повышения выхода биогаза в процессе анаэробного сбраживания и интенсификации процессов биологической очистки. Ультразвуковая обработка оказывает комплексное воздействие на биомассу активного ила. Наряду с дезинтеграцией надклеточных образований и переходом в жидкую фазу внеклеточных биополимеров наблюдается изменение состава фаз иловых суспензий за счет деструкции клеток активного ила и перехода в раствор внутриклеточных полимеров.

Основными показателями, которые используются для характеристики изменений состава фаз активного ила при ультразвуковой обработке, являются дисперсный состав и ХПК жидкой фазы. Изменение ХПК дает представление о степени деструкции (дезинтеграции) биомассы активного ила. При последующем анаэробном сбраживании обработанного активного ила стремятся достичь максимальной степени дезинтеграции биомассы. При использовании УЗ-обработки для интенсификации процессов биологической очистки информация об изменении состава жидкой фазы позволяет оценить дополнительную нагрузку на очистные сооружения по основным загрязняющим веществам.

В ранее проведенных многочисленных исследованиях по УЗО активного ила плотность ультразвука находилась в диапазоне от 0,11 [1] до 4 Вт/см³ [2] при продолжительности обработки от 0,49 мин до 150 мин [3]. Исследования влияния обработки с высокой плотностью ультразвука на состав и свойства активного ила, как правило, носили узконаправленный характер и сориентированы на оценку отдельных эффектов УЗ-обработки – изменение дисперсного состава [4], водоотдающих свойств [5; 6] и др. Имеющиеся данные по УЗ-обработке часто несопоставимы по причине отличий как в составе объектов исследований, так и условий УЗ-обработки.

Одним из основных показателей, оказывающих существенное влияние на результаты ультразвуковой обработки, является концентрация активного ила. В ранее проведенных исследованиях, как правило, УЗ-обработку проводили в ограниченном диапазоне концентраций иловых суспензий, что не позволило установить закономерности, характеризующие влияние этого параметра на результаты обработки.

Системные исследования влияния на состав фаз активного ила УЗО с высокой плотностью ультразвука и малой продолжительностью в широком диапазоне концентраций твердой фазы ранее не проводились. В качестве источника ультразвука в большинстве ранее проведенных исследованиях использовали установки с пьезоэлектрическими и магнитоотрицательными излучателями. Установки гидродинамического типа, обеспечивающие более «мягкое» воздействие ультразвуковых колебаний на иловые суспензии, в исследованиях практически не использовались. В связи с этим интерес представляют установление закономерностей изменения состава фаз активного ила при УЗО с использованием магнитоотрицательного излучателя и установки с гидродинамическим излучателем (кавитатором) в условиях малой продолжительности обработки и высокой плотности ультразвука.

В качестве объекта исследований использованы образцы активного ила и сырого осадка, отобранные в разные периоды времени (2001–2014 гг.) на очистных сооружениях УП «Витебскводоканал» и УП «Минскводоканал». Исследования проведены на образцах активного ила и сырого осадка с использованием как

магнитострикционного, так и гидродинамического излучателей. Экспериментальные исследования с использованием гидродинамического излучателя проведены для трех концентраций активного ила – минимальной, максимальной и средней для исследуемого диапазона концентраций. Для получения сравнимых результатов эксперимент проводили сериями, а каждую серию экспериментов – с использованием активного ила одного и того же состава. Обработка ультразвуком при заданных условиях проводилась в течение не более 12-ти часов после отбора проб. В каждой серии экспериментов для УЗ-обработки использовали циркулирующий активный ил, отобраный после вторичного отстойника, и уплотненный избыточный активный ил после илоуплотнителя. Состав проб активного ила в части содержания твердой фазы (и сухого остатка) характеризовал используемый на данный момент времени режим очистки.

Образцы, отобранные для исследований, не консервировали и не разбавляли. Фактические концентрации активного ила, используемого в исследованиях, составили: 6,0; 7,7; 8,0; 9,2; 11,0; 12,8; 16,3; 17,0; 18,0; 22,3; 25,9; 29,2, что позволило провести исследования для широкого диапазона концентраций активного ила – от 6,0 до 29,2 г/дм³.

Мощность магнитострикционного излучателя варьировали на трех уровнях (315, 470 и 630 Вт). Время обработки магнитострикционным излучателем – до 120 с (2 мин); гидродинамическим – до 20 мин.

Основная часть. В качестве показателей, характеризующих условия УЗ-обработки, использовали удельный расход энергии на обработку (формулы (1), (3)) и плотность ультразвука (формула (2)). Последний показатель позволяет установить влияние концентрации иловой суспензии на результаты ультразвуковой обработки при одних и тех же энергозатратах на обработку единицы объема. В то же время при одном и том же времени обработки для различных величин плотностей ультразвука удельные энергозатраты на обработку, рассчитанные по формуле (1), существенно отличаются для различных концентраций обрабатываемых суспензий.

Для установки циркуляционного типа с гидродинамическим излучателем (кавитатором) удельный расход энергии на обработку рассчитывали по формуле (3). Для используемой в работе установки УЗО циркуляционного типа время обработки и фактические энергозатраты определяются количеством проходов иловой суспензии (объемом проходящей жидкости) через кавитатор. В ходе исследований гидравлическое сопротивление кавитатора было постоянным, а энергозатраты изменяли путем увеличения времени обработки.

$$E_a = \frac{N \cdot T}{V_a \cdot C}; \quad (1)$$

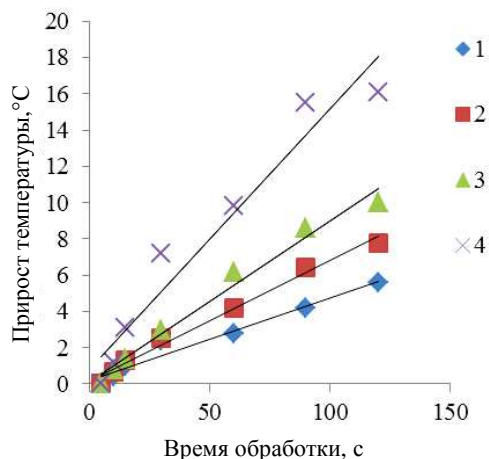
$$P = \frac{N}{V}; \quad (2)$$

$$E_r = \frac{P \cdot B \cdot T}{V_r \cdot C}, \quad (3)$$

где N – мощность излучателя, Вт; T – продолжительность обработки, с; V_a – объем, суспензии, обрабатываемой электроакустическим излучателем, дм³; C – концентрация суспензии, г/дм³; P – гидравлическое сопротивление струйного устройства, Па; B – объемный расход иловой суспензии, м³/с; V_r – объем суспензии (циркуляционной емкости), обрабатываемой в установке с гидродинамическим излучателем, дм³.

При ультразвуковой обработке наблюдается дезинтеграция частиц твердой фазы с переходом её компонентов в жидкую фазу в виде растворенных соединений и дисперсных частиц. После ультразвуковой обработки проводили разделение обработанного ила на жидкую и твердую фазы центрифугированием (получали фугат и кек) и фильтрованием (получали фильтрат и остаток на фильтре). При этом фугат обработанной ультразвуком иловой суспензии, как установлено ранее [7], содержит частицы твердой фазы размером до 20 мкм (без учета вторичной флокуляции). Фильтрат для анализа получали фильтрованием фугата на мембранных фильтрах с размером пор 0,2 мкм. При этом полагали, что в фильтрате содержатся только растворенные соединения.

Жидкую фазу (фугат и фильтрат) анализировали с определением показателей ХПК, БПК₅, содержания тяжелых металлов (Zn, Pb, Cu, Cd), фосфатов, азота аммонийного, углеводов. Для фугата оценивали содержание мелкодисперсных неседиментирующих частиц по мутности в единицах NTU. Элементный анализ (содержание C, H, N, S) проводили как для твердой фракции (кек), отделяемой при центрифугировании, так и фугата после его выпарки и высушивания. Для системного представления результатов исследований далее они приведены в порядке возрастания концентрации без указания объектов, на которых были отобраны пробы. В результате проведенного исследования выявлено, что ультразвуковая обработка активного ила сопровождается повышением температуры, оказывая тем самым влияние на состав жидкой фазы. На рисунке 1 представлена зависимость температуры обработанного ультразвуком активного ила от времени обработки.

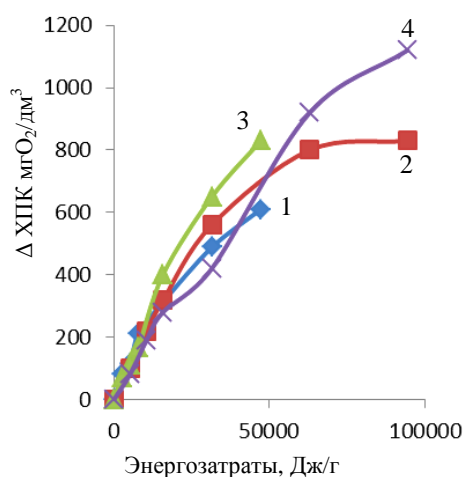


- 1 – концентрация 9,2 г/дм³ при плотности ультразвука 3,15 Вт/см³;
 2 – концентрация 22,3 г/дм³ при плотности ультразвука 3,15 Вт/см³;
 3 – концентрация 9,2 г/дм³ при плотности ультразвука 6,30 Вт/см³;
 4 – концентрация 22,3 г/дм³ при плотности ультразвука 6,30 Вт/см³

Рисунок 1. – Зависимость прироста температуры иловых суспензий от времени обработки

Как видно из рисунка 1, при УЗО повышение температуры составило до 17 °С. Причем при одних и тех же плотностях ультразвука большее повышение температуры наблюдается для высокой концентрации активного ила (22,3 г/дм³). Это, вероятно, связано с тем, что с увеличением концентрации иловой суспензии увеличивается её вязкость, что приводит к затруднению в формировании кавитационных пузырьков, и большая часть энергии УЗО расходуется на нагрев осадка. Такое явление в меньшей степени наблюдается для активного ила концентрацией 9,2 г/дм³. При проведении сравнительных исследований с использованием термостатированной и нетермостатированной емкостей, в которых обрабатывался активный ил, установлено, что повышение температуры на 20 °С практически не сказывается на результатах определения ХПК жидкой фазы (разница не превышает 3%). Для гидродинамического излучателя в используемых условиях обработки температура повышалась не более чем на 2 °С при неизменном расходе циркулирующего активного ила.

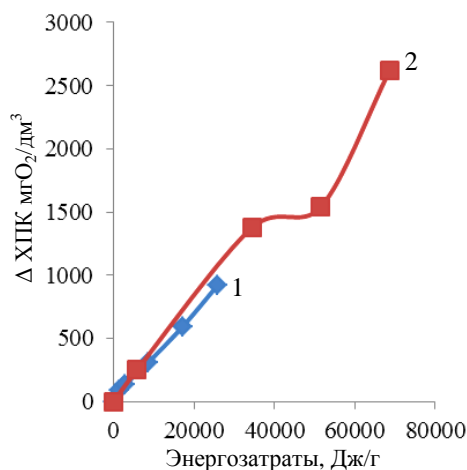
Одним из показателей, характеризующих режим ультразвуковой обработки с использованием магнестрикционного и пьезоэлектрического излучателей, является амплитуда колебаний излучателя (рисунок 2). Для оценки влияния этого параметра на результат УЗ-обработки проводили обработку с использованием излучателей, позволяющих создавать ультразвук разной амплитуды.



- 1 – плотность ультразвука 3,15 Вт/см³, амплитуда 20 мкм;
 2 – плотность ультразвука 6,30 Вт/см³, амплитуда 20 мкм;
 3 – плотность ультразвука 3,15 Вт/см³, амплитуда 80 мкм;
 4 – плотность ультразвука 6,30 Вт/см³, амплитуда 80 мкм

Рисунок 2. – Зависимость прироста ХПК фугата активного ила (C = 6,0 г/дм³) от энергозатрат на ультразвуковую обработку

Сравнение результатов ультразвуковой обработки с использованием магнестрикционных излучателей при одинаковых удельных энергозатратах с амплитудой колебаний 20 и 80 мкм показало, что во всем диапазоне концентраций активного ила большей амплитуде соответствует больший прирост ХПК жидкой фазы. Причем величина этого прироста более выражена при меньшей плотности ультразвука, что видно из рисунка 2. В дальнейшем все эксперименты проводили с использованием излучателя амплитудой ультразвуковых колебаний 80 мкм. Разница между достигнутым приростом ХПК жидкой фазы для плотностей ультразвука 3,15 и 6,30 Вт/см³ практически не зависит от амплитуды колебаний.

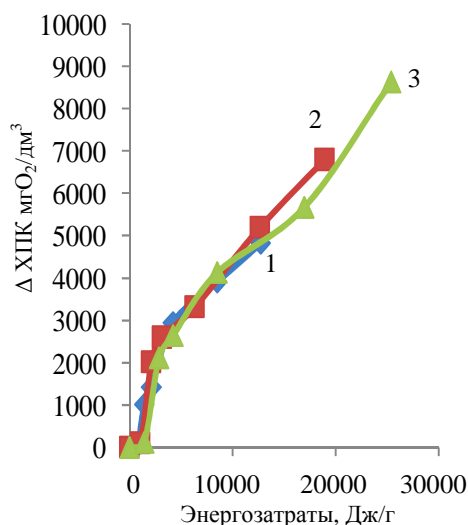


1 – плотность ультразвука 3,15 Вт/см³; 2 – плотность ультразвука 6,30 Вт/см³
Рисунок 3. – Зависимость прироста ХПК фугата активного ила ($C = 11,0$ г/дм³) от энергозатрат на ультразвуковую обработку

Как видно из рисунков 2 и 3, зависимость, характеризующая увеличение ХПК жидкой фазы от удельных энергозатрат на УЗ-обработку, близка к линейной для активного ила с содержанием сухого вещества до 11 г/дм³ для используемых в эксперименте плотностей ультразвука. Большей плотности ультразвука при одном и том же времени обработки соответствует больший прирост ХПК жидкой фазы во всем исследуемом диапазоне концентраций активного ила. Для оценки влияния концентрации дисперсной фазы активного ила на энергозатраты предложен показатель – индекс деструкции (D) [8], который рассчитывается как

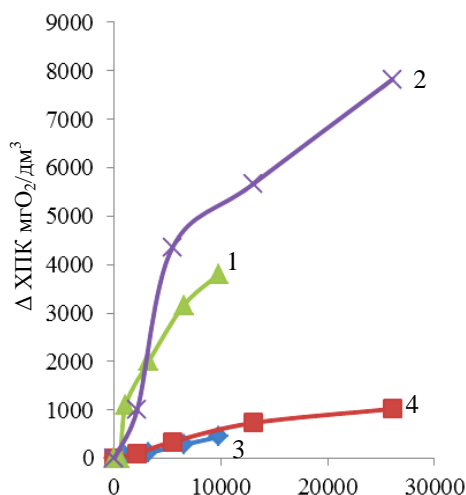
$$D = \frac{S}{E_a}, \quad (4)$$

где S – прирост ХПК жидкой фазы активного ила, мгО₂/дм³; E_a – удельные энергозатраты на ультразвуковую обработку, кДж/г.



1 – плотность ультразвука 3,15 Вт/см³; 2 – плотность ультразвука 4,70 Вт/см³; 3 – плотность ультразвука 6,30 Вт/см³

Рисунок 4. – Зависимость прироста ХПК фугата активного ила ($C = 16,3$ г/дм³) от энергозатрат на ультразвуковую обработку



1 – плотность ультразвука 3,15 Вт/см³ (фугат); 2 – плотность ультразвука 6,30 Вт/см³ (фугат);
3 – плотность ультразвука 3,15 Вт/см³ (фильтрат); 4 – плотность ультразвука 6,30 Вт/см³ (фильтрат)

Рисунок 5. – Зависимость прироста ХПК фугата и фильтрата активного ила ($C = 29,0$ г/дм³) от энергозатрат на ультразвуковую обработку

Анализ результатов, представленных на рисунках 4 и 5, свидетельствует о том, что прирост ХПК повышается с увеличением концентрации активного ила. Для концентрации до 11,0 г/дм³ прирост составляет 20...35. Для концентраций, превышающих 12,8 г/дм³, зависимость прироста ХПК от E_a отклоняется от линейной при определенных значениях энергозатрат. Однако после точки перегиба она также близка к линейной, но с другим углом наклона и, соответственно, с другим значением D .

Значение E_a , соответствующее положению точки перегиба, уменьшается с увеличением концентрации активного ила. Так, для концентрации 16,3 г/дм³ это значение составляет 23 кДж/г; для концентрации 22,3 г/дм³ – 3,8...4,0 кДж/г, а для концентрации 29,0 г/дм³ – 3,3...3,5 кДж/г.

Значение D до точки перегиба увеличивается с повышением концентрации активного ила, и для концентрации больше 18,0 г/дм³ оно находится в диапазоне 200...800 мг ХПК/кДж. В последующем (после точки перегиба) значения D находятся в диапазоне 200...2500 мг ХПК/кДж и мало зависят от концентрации активного ила.

Плотность ультразвука отражается на результатах УЗ-обработки до концентрации 7,7 г/дм³, и большей (увеличение) плотности ультразвука соответствуют большие (более высоким значениям) значения ХПК жидкой фазы. Для концентрации 11,0 г/дм³ эти различия незначительны. При более высоких концентрациях различия также имеют место, особенно для обработки с плотностью ультразвука 3,15 и 6,30 Вт/см³. Для активного ила концентрацией свыше 11,0 г/дм³ зависимость ХПК жидкой фазы от удельных энергозатрат характеризуется наличием двух линейных участков, переход между которыми смещается в сторону меньших удельных энергозатрат при увеличении концентрации активного ила.

Так как эффект ультразвуковой обработки определяется главным образом явлением кавитации, то, как уже отмечалось выше, с увеличением концентрации активного ила и его вязкости формирование кавитационных пузырьков идет менее активно, что сказывается на результатах УЗ-обработки.

На величину ХПК жидкой фазы активного ила существенное влияние оказывает наличие в ней дисперсных частиц, представляющих собой продукты дезинтеграции организмов активного ила (живые бактерии, простейшие). При центрифугировании, которое использовали для разделения фаз обработанной ультразвуком биомассы, дисперсные частицы жидкой фазы удаляются не полностью. В связи с этим интерес представляет оценка вклада дисперсных частиц в показатель ХПК и определение влияния ультразвуковой обработки на выход растворенных соединений из твердой фазы биомассы. Для этого в исследуемых пробах после ультразвуковой обработки для жидкой фазы определяли ХПК фильтрата.

На рисунке 5 приведены зависимости прироста ХПК фильтрата и фугата жидкой фазы активного ила для различных концентраций. Полученные зависимости во всем диапазоне концентраций носят линейный характер, при этом четко прослеживается тенденция увеличения перехода в жидкую фазу части твердых веществ в виде растворенных соединений с увеличением плотности ультразвука.

На рисунке 6 представлена зависимость прироста ХПК жидкой фазы обработанного ультразвуком активного ила от его концентрации для одного и того же времени обработки (120 с) при плотности ультразвука 3,15 Вт/см³. В данном случае содержание растворенных веществ в жидкой фазе обработанного ультразвуком активного ила линейно возрастает с увеличением концентрации активного ила, о чем свидетельствует зависимость прироста ХПК от концентрации активного ила после УЗ-обработки.

Таким образом, эффект ультразвуковой установки существенно зависит от концентрации твердой фазы в активном иле. Как видно из рисунка 6, с ростом концентрации активного ила происходит увеличение содержания органических веществ в жидкой фазе сточных вод, характеризуемых показателем ХПК, при сопоставимых расходах энергии на ультразвуковую обработку. Прирост ХПК жидкой фазы в основном определяется присутствием дисперсных частиц с размерами до 20 мкм. При концентрации активного ила больше 11 г/дм³ доля ХПК обусловлена присутствием дисперсных частиц, увеличивается и составляет до 90% для концентрации активного ила 29,2 г/дм³. Содержание растворенных и мелкодисперсных частиц (размер менее 0,2 мкм) в жидкой фазе активного ила при расходе энергии до 15 кДж/г (для концентрированной суспензии) и до 50 кДж/г (для менее концентрированной) изменяется незначительно и более выражено для обработки с большей мощностью излучателя.

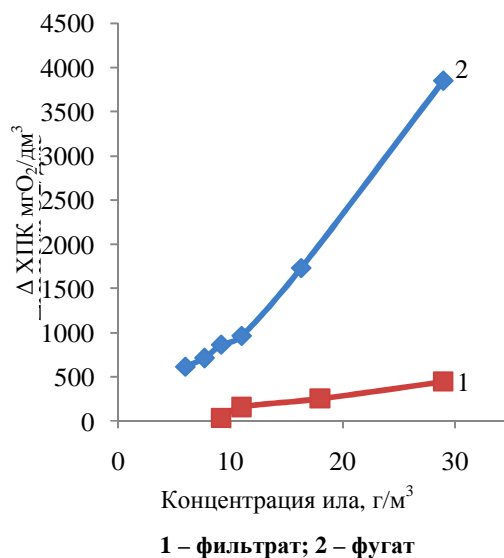


Рисунок 6. – Зависимость прироста ХПК от концентрации активного ила после УЗ-обработки

Для оценки степени деструкции твердой фазы активного ила при ультразвуковой обработке проведена серия экспериментов в ходе которых наряду с ХПК жидкой фазы определяли потерю массы твердой фазы активного ила, а также БПК фильтрата и фугата. Это позволило оценить выход ХПК на единицу потери массы твердой фазы и отношение БПК/ХПК. Так, при плотности ультразвука 6,30 Вт/см³ и концентрации активного ила 6,0 г/дм³ в фугат и фильтрат переходит 27,2 и 8,4%, для активного ила концентрацией 12,8 г/дм³ и такой же плотности ультразвука в фугат и фильтрат переходит 16,2 и 6,1% твердой фазы активного ила соответственно. Таким образом, результатом ультразвуковой обработки является уменьшение содержания твердой фазы исследуемых образцов активного ила. Потеря массы твердой фазы определяется как мощностью ультразвука (возрастает с её увеличением), так и концентрацией активного ила. С увеличением концентрации активного ила степень деструкции твердой фазы уменьшается. Наблюдается тесная корреляция между увеличением ХПК жидкой фазы (ΔХПК) и потерей массы твердой фазы активного ила (ΔС). Обращает на себя внимание тот факт, что с увеличением времени обработки изменяется показатель ХПК единицы массы твердой фазы, содержащейся в фугате. Имеется определенная закономерность в изменении отношения ΔХПК/ΔС, которое возрастает с увеличением энергозатрат. Причем большие значения этого отношения соответствуют большим концентрациям активного ила. Отношение ΔБПК/ΔХПК для жидкой фазы при плотностях ультразвука 4,75 и 6,30 Вт/см³ мало зависит от плотности ультразвука и находится в диапазоне 0,29...0,53. Для концентрации 7,7 г/дм³ при плотности ультразвука 3,15 Вт/см³ с увеличением времени обработки это отношение увеличивается с 0,17 до 0,58. Возможно, это связано с переходом в жидкую фазу внеклеточных полимеров. При концентрации активного ила 16,3 г/дм³ с увеличением плотности ультразвука и времени обработки отношение ΔБПК/ΔХПК имеет тенденцию к уменьшению. Для фильтрата это отношение составляет от 0,6 до 0,96. Причем тенденция роста этого показателя с увеличением плотности ультразвука и продолжительности обработки сохраняется.

Обработку активного ила на установке циркуляционного типа с гидродинамическим излучателем (кавитатором) проводили при изменении времени обработки от 60 с до 20 минут. При этом количество проходов активного ила через кавитатор изменялось от 12 до 240. При проведении исследований для увеличения числа проходов через кавитатор объем циркуляционной емкости уменьшили до 4 л. Время обработки выбирали с учетом результатов УЗО активного ила с использованием магнестрикционного излучателя. Это позволило ориентировочно определить число проходов активного ила через кавитатор, при котором достигаются аналогичные результаты. Анализ фильтрата, полученного из активного ила

после УЗ-обработки на установке с гидродинамическим излучателем, свидетельствует о том, что при сравнимых энергозатратах переход в жидкую фазу твердой составляющей активного ила в виде растворенных соединений менее выражен.

Заключение. Ультразвуковая обработка оказывает существенное влияние на состав фаз активного ила, характер которого определяется удельным расходом энергии на УЗ-обработку, плотностью ультразвука и типом источника ультразвука и содержанием твердой фазы в обрабатываемой суспензии. Ультразвуковая обработка сопровождается повышением температуры иловых суспензий, которое более выражено для иловых суспензий с высокой концентрацией активного ила.

Увеличение амплитуды УЗ-колебаний способствует увеличению степени деструкции твердой фазы, характеризующейся приростом ХПК жидкой фазы. Увеличение ХПК жидкой фазы линейно зависит от удельных энергозатрат на УЗ-обработку. Отношение прироста ХПК жидкой фазы к удельным энергозатратам составляет от 20 до 800 мг ХПК/кДж и зависит от концентрации активного ила. Основной вклад в прирост ХПК жидкой фазы в результате УЗ-обработки вносят частицы размером 0,2...20 мкм. Содержание растворенных веществ в жидкой фазе активного ила линейно зависит от удельных энергозатрат во всем исследуемом диапазоне концентраций активного ила.

Наблюдается тесная корреляция между увеличением ХПК жидкой фазы и содержанием твердой фазы в активном иле. На потерю массы твердой фазы влияет как плотность ультразвука, так и начальная концентрация активного ила. Отношение прироста БПК к приросту ХПК для жидкой фазы практически не зависит от плотности ультразвука и составляет 0,29...0,53. Для растворенных веществ, содержащихся в жидкой фазе обработанного ультразвуком активного ила, это отношение составляет 0,6...0,96.

Обработка активного ила на установке циркуляционного типа с гидродинамическим излучателем (кавитатором) при числе проходов через кавитатор от 12 до 240 приводит к увеличению ХПК жидкой фазы, которое линейно зависит от энергозатрат во всем диапазоне концентраций активного ила.

ЛИТЕРАТУРА

1. Akin, B. Waste Activated Sludge Disintegration in an Ultrasonic Batch Reactor / B. Akin // Clean Soil, Air, Water. – 2008. – Vol. 36, № 4. – P. 360–365.
2. A comparison of ultrasound treatment on primary and secondary sludges / T. Mao [et. al.] // Water Sci. Technol. – 2004. – Vol. 50, Iss. 9. – P. 91–97.
3. Effects of various pretreatments for enhanced anaerobic digestion with waste activated sludge / J. Kim [et al.] // J. of Bioscience a. Bioengineering. – 2003. – Vol. 95, № 3. – P. 271–275.
4. Tiehm, A. The use of ultrasound to accelerate the anaerobic digestion of sewage sludge / A. Tiehm, K. Nickel, U. Neis // Water Sci. Technol. – 1997. – Vol. 36, Iss. 11. – P. 121–128.
5. Riesz, P. Free radical generation by ultrasound in aqueous and nonaqueous solutions / P. Riesz, D. Berdahl, L. Christman // Environ. Health Perspect. – 1985. – Vol. 64. – P. 233–252.
6. Wang, F. Influence of ultrasonic disintegration on the dewaterability of waste activated sludge / F. Wang, M. Ji, S. Lu // Environmental Progress. – 2006. – Vol. 25, № 3. – P. 257–260.
7. Головнев, И.Э. Влияние ультразвуковой обработки на седиментационные и водоотдающие свойства суспензии активного ила / И.Э. Головнев, В.Н. Марцуй // Вестн. Полоц. гос. ун-та. Сер. В, Промышленность. Прикладные науки. – 2017. – № 11. – С. 122–128.
8. Show, K. Optimisation of sludge disruption by sonication / K. Show, Lee D. Mao // Water Research. – 2007. – Vol. 41. – P. 4741–4747.

Поступила 22.03.2019

INFLUENCE OF SLUDGE SUSPENSIONS CONCENTRATION ON ULTRASOUND TREATMENT RESULTS

I. GOLOVNEV, V. MARTSUL

The influence of the concentration of silt suspensions on the results of ultrasonic treatment is considered. It was found that the nature of changes in the composition of the liquid phase of activated sludge is determined by the specific energy consumption for ultrasonic treatment, the density of ultrasound and the type of source. Ultrasonic treatment is accompanied by an increase in the temperature of the silt suspension, which is greater the higher the concentration of the solid phase. It is shown that the ratio of the increase in the COD of the liquid phase to the specific energy consumption depends on the concentration of active silt. The main contribution to the increase in the COD of the liquid phase is made by particles with a size of 0.2...20 microns. The content of dissolved substances in the liquid phase of activated sludge depends linearly on the specific energy consumption for ultrasonic treatment in the entire studied range of active sludge concentrations. The ratio of BOD to increase the growth of COD for liquid phase practically does not depend on the density of the ultrasound.

Keywords: activated sludge, ultrasonic treatment, energy consumption, liquid phase, COD, BOD.