

*А.Ю. Степанов, А.В. Алешин\**

## **ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ К РАССЛОЕНИЮ ДОННОГО ИЛА, ОБРАБОТАННОГО В РОТОРНОМ ИМПУЛЬСНОМ АППАРАТЕ**

Роторные импульсные аппараты (РИА) являются эффективным оборудованием для многофакторного импульсного воздействия на гетерогенную жидкость, интенсификации процессов экстрагирования веществ, изменения физико-химических параметров жидкости, деструкции молекулярных соединений.

РИА используются для обработки таких систем как «жидкость–жидкость», «жидкость–твердое тело» за счет широкого спектра факторов воздействия:

- механическое воздействие на частицы гетерогенной среды (ударные, срезающие и истирающие нагрузки при контакте с рабочими частями РИА);
- гидродинамическое воздействие (большие сдвиговые напряжения в жидкости, развитая турбулентность, пульсация давления и скорости потока жидкости);
- гидроакустическое воздействие на обрабатываемую жидкость (мелкомасштабные пульсации давления, интенсивная кавитация, ударные волны и нелинейные акустические эффекты).

Принцип работы роторного импульсного аппарата радиального типа заключается в следующем. Обрабатываемая жидкость подается под давлением через входной патрубок в полость ротора, проходит через каналы ротора и каналы статора, попадает в рабочую камеру, и выходит из аппарата через выходной патрубок.

При вращении ротора его каналы периодически совмещаются с каналами статора. Выходя из каналов статора, жидкость собирается в рабочей камере и выводится через выходной патрубок. В период времени, когда каналы ротора перекрыты стенкой статора, в полости ротора давление возрастает, а при совмещении канала ротора с каналом статора давление за короткий промежуток времени сбрасывается и в результате этого в канал статора распространяется импульс давления.

Объем жидкости, вошедший в канал статора, стремится к выходу из канала, и инерционные силы создают растягивающие напряжения в

---

\* Работа выполнена под руководством д-ра техн. наук, профессора ФГБОУ ВПО «ГГТУ» М.А. Промтова.

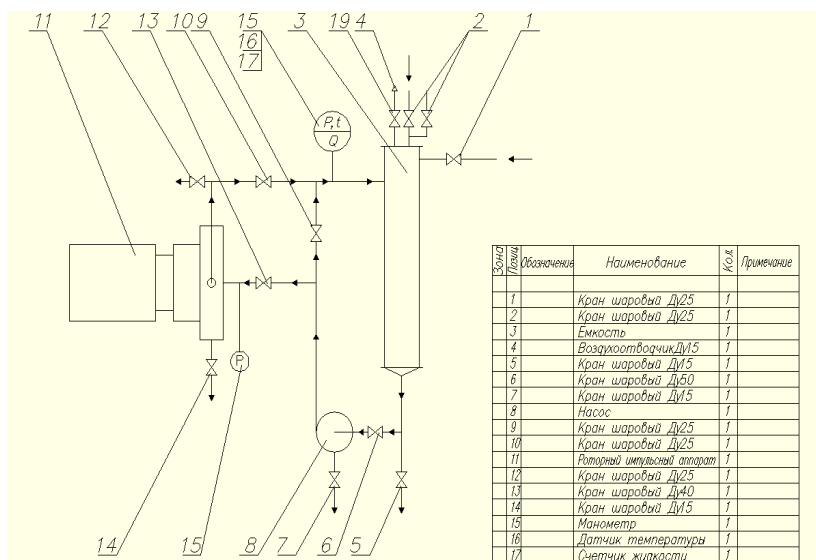
жидкости, что вызывает кавитацию. Кавитационные пузырьки растут при понижении давления до давления насыщенных паров обрабатываемой жидкости при данной температуре, и схлопываются или пульсируют при увеличении давления в канале статора.

В связи с тем, что скорость потока жидкости в канале статора велика и имеет флуктуации, поток имеет развитую турбулентность. При вращении ротора в зазоре между ротором и статором возникают большие сдвиговые напряжения. Рабочие поверхности ротора и статора воздействуют на жидкую гетерогенную среду за счет механического контакта, создавая большие срезывающие и сдвиговые усилия.

Технологическая схема лабораторной установки для обработки суспензии на базе роторного импульсного аппарата представлена на рис. 1.

Обрабатываемые компоненты подаются через краны 1 и 2 в емкость 3 или при снятой верхней крышке емкости.

При закрытых кранах 1, 2, 5, 7, 10, 13, 14 и включенном шестеренном насосе 8 производится предварительное перемешивание компонентов и удаление из суспензии воздуха через воздухоотводчик 4.



**Рис. 1. Технологическая схема установки для приготовления суспензии на базе роторного импульсного аппарата**

Суспензия при помощи насоса 8 и открытых кранах 6, 10, 13 (остальные краны при этом закрыты) подается в роторный импульсный аппарат 11, где происходит основная обработка компонентов.

Обработка компонентов может осуществляться в циклическом режиме по замкнутому контуру перекачиванием их из емкости 3 насосом 8 через роторный импульсный аппарат 11 обратно в емкость 3.

После прохождения компонентами необходимого для обработки числа циклов производится удаление суспензии через кран 12. Так же, слив суспензии может производиться через краны 5, 7 и 14. Через кран 14 может производиться отбор проб.

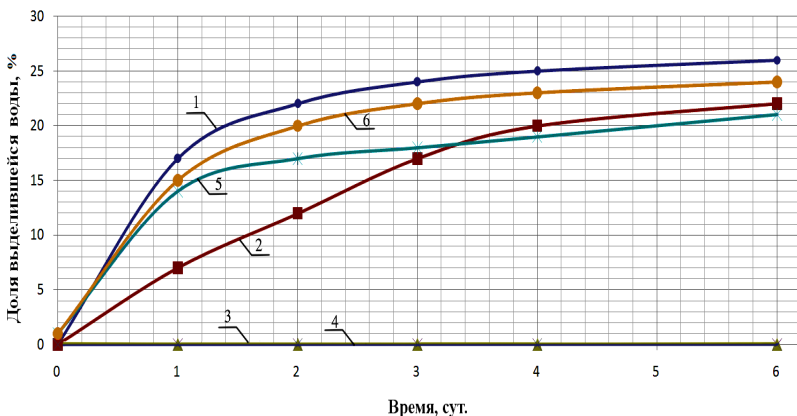
С помощью датчиков 15 – 18 производится измерение давления, температуры и расхода компонентов во время технологического процесса обработки суспензии или других вспомогательных операций.

Обработка водной суспензии ила осуществлялась двумя способами: при обработке в емкостном аппарате с лопастной мешалкой и обработка суспензии на установке с роторным импульсным аппаратом, схема которой показана на рис. 1.

В первом варианте технологии приготовления водной суспензии ила в воду добавляли КОН из расчета 4 г щелочи на 1 л воды. Затем в воду загружали ил в соотношении 50×50% по объему. Перемешивание осуществляли с помощью лопастной мешалки в течение 40 и 120 с.

Технология получения водной суспензии ила по второму варианту заключалась в следующем. В 4 л воды растворяли 16 г КОН. В емкость 3 (рис. 1) в том же соотношении, что и в первом варианте, загружали щелочной раствор воды и ил в соотношении 50×50% по объему. Из емкости 3 суспензия подавалась шестеренным насосом 8 под давлением в РИА поз. 11, затем суспензия поступала обратно в емкость. Для предварительного перемешивания суспензию обрабатывали без кавитации, пропустив весь объем суспензии через РИА ротора при слабой подаче насоса. Суспензию обрабатывали в РИА при трех этапах обработки, пропустив ее через РИА: 4 раза (цикла), 10 раз (циклов), 36 раз (циклов). После каждого этапа обработки отбирались образцы суспензии ила.

Образцы суспензии ила, обработанные в установке на базе РИА и в емкости с ленточной мешалкой, были исследованы на устойчивость к расслоению в течение шести суток. Для этого 100 мл суспензии каждого образца наливали в мензурку, и наблюдали за выделением в верхней части мензурки воды, содержащей только мелкодисперсные частицы ила. В нижней части мензурки находилась суспензия, содержащая грубодисперсные частицы ила. Между двумя слоями суспензии обозначалась граница раздела, заметная только при сильном, концентрированном освещении.



**Рис. 2. График выделения воды в образцах суспензии за шесть суток.**

Суспензия, обработанная в РИА:

- 1 – 1 цикл обработки без кавитации; 2 – 4 цикла, время обработки 40 с;  
3 – 10 циклов, время обработки 120 с; 4 – 36 циклов, время обработки 400 с;

Суспензия ила, обработанная ленточной мешалкой:

- 5 – время обработки 40 с; 6 – время обработки 120 с

По результатам наблюдений процесса расслоения шести образцов построен график, показанный на рис. 2.

За шесть суток в четырех образцах (№ 1, 2, 5, 6) частицы ила практически полностью агрегатировались и осели, составив грубодисперсную суспензию объемом около 70...75% от общего объема образца суспензии. Суспензия ила, обработанная в лабораторном РИА не менее 10 раз, не расслаивается в течение длительного времени. Наблюдение за образцами № 3 и 4 в течение 15 суток не выявило изменения в структуре образцов суспензии, образцы имели однородную структуру и не расслаивались.

Многофакторная обработка суспензии ила в роторном импульсном аппарате повышает стабильность суспензии ила в несколько раз, по сравнению с обработкой суспензии ила ленточной мешалкой за счет измельчения частиц ила, разбиения агрегатов из иловых частиц, активации растворителя и частиц ила.

*Кафедра «Техносферная безопасность»  
ФГБОУ ВПО «ТГТУ»*