

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ И РЕГЕНЕРАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ СМЕСЕЙ

Ю.С. Сергеев, С.В. Сергеев, П.С. Мальцев

Разработан новый способ перемешивания жидких смесей. Представлены результаты расчета параметров и визуализации процесса виброперемешивания с использованием программного пакета *FlowVision*.

Ключевые слова: процессы виброперемешивания, смеси, визуализация.

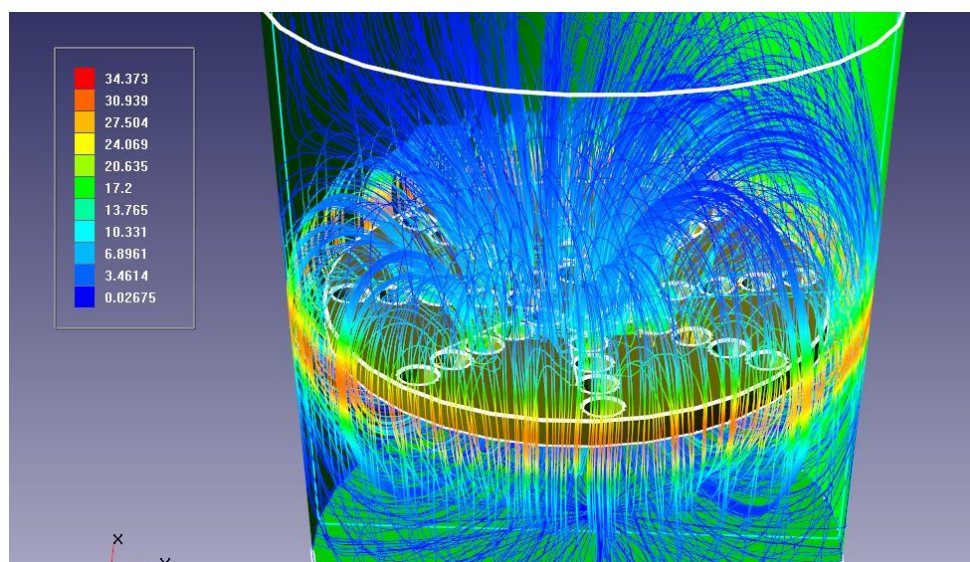
В различных отраслях производства используется большое разнообразие технологических жидкостей (ТЖ). Каждая из них обладает разной степенью токсичности, поэтому существуют проблемы при их утилизации. Выходом из сложившейся ситуации может послужить совершенствование технологии регенерации отработанных ТЖ для создания экологически безопасных производств. Например, наиболее развитая отрасль – бурение нефтяных и газовых скважин осуществляется практически исключительно в осадочных отложениях, наибольшую долю среди которых (65–80 %) занимают глинистые породы. Специфической особенностью глинистых пород является их способность разупрочняться под воздействием дисперсионной среды буровых технологических жидкостей. Из-за этого при бурении скважин и шпуров в глинистых отложениях неизбежно возникают две проблемы: деформационная неустойчивость стенки скважины и диспергирование выбуренной породы в промывочной жидкости. Для предупреждения таких осложнений буровые растворы обрабатывают специальными добавками, способствующими стабилизировать глинистые отложения. В случае же низкой эффективности этих добавок применяют буровые растворы на основе эмульсий или углеводородных жидкостей, что требует решения сложных экологических и технологических вопросов по их утилизации.

Наиболее трудоемкими являются не только восстановление, но и даже непосредственно приготовление буровой промывочной жидкости на водной основе. При этом в воду добавляют установленное технологией количество компонентов, после чего выполняют перемешивание полученной смеси, добиваясь требуемых показателей стабильности, времени расслаивания и однородности. Для этого технологи используют различные способы перемешивания: механические и акустические, гомогенизация, барботаж паром или сжатым воздухом, циркуляционное перемешивание, перемешивание в дезинтеграторах и ударно-импульсное перемешивание. Однако, полученные таким образом рабочие растворы ТЖ малостабильны и имеют низкую живучесть. Проанализировав ситуацию выявлено, что применение специальных вибрационных смесителей [1] позволяет получать стабильные, то есть более дисперсные фазы. Причем особое значение приобретает уточнение физического механизма перемешивания и формирование на его основе рациональных принципов организации процесса, в том числе перемешивание компонентов ТЖ с наименьшими усилиями и затратами энергии. В силу этого, основным направлением решения данной задачи является повышение возможностей регулирования параметров колебаний рабочего органа, которую можно решить применением принципиально нового способа возбуждения колебаний, реализованного в роторном инерционном виброприводе [2].

В результате теоретических исследований была разработана расчетная схема процесса возбуждения вибрации в роторных инерционных системах, дальнейшее изучение которой позволило получить математическую модель, отражающую поведение системы. Были намечены дальнейшие пути модернизации роторных инерционных систем, посредством которых можно управлять не только частотой и амплитудой колебаний рабочего органа, но и даже формой их вибрационного поля. Расчет геометрических и технологических параметров вибропривода смесителя предлагается производить на персональном компьютере. Для этого составлена программа [3]. Более глубокой интенсификации процесса перемешивания ТЖ можно достичь оснащением вибросмесителя принципиально новым виброприводом, выполненным на основе вентильного индукторного двигателя (ВИД). ВИД является регулируемым и позволяет настраивать амплитуду, фазу и частоту пульсаций момента и скорости приводного вала [4]. Эти пульсации сообщаются ротору смесителя с целью создания дополнительных вращательных колебаний встречных потоков ТЖ. Комплексное использование данного роторного инерционного вибровозбудителя с ВИД позволяет одновременно реализовать несколько физических эффектов: псевдооживления жидкой технологической среды (турбулентность), активного перемешивания жидкости (виброструйный эффект), эффект вибрационного поддержания вращения ротора машины (эффект хула-хупа). Для имитационного моделирования движений рабочей жидкости при перемешивании це-

лесообразно использовать программное обеспечение *FlowVision* (рис.). Это позволяет рассчитать оптимальные траектории и скорости затопленных струй с учетом модернизированных уравнений Навье-Стокса (вместе с уравнением неразрывности).

Для определения условий, при которых возможно возникновение всех трех эффектов упомянутых выше, было выполнено компьютерное моделирование процесса перемешивания компонентов. С этой целью была разработана система автоматизированного расчета параметров смесителя. Вся система была реализована в виде программы, написанной на языке *DELPHI*, который относится к языкам высокого уровня. С помощью программы можно осуществлять не только разработку смесителя, но и определять технологические параметры, при которых работа смесителя будет максимально эффективной.



Результат расчета и визуализации процесса виброперемешивания

Комплексное применение принципиально нового способа возбуждения колебаний, реализованного в роторном инерционном виброприводе совместно с ВИД, позволяет получить ряд физических эффектов. Одновременная реализация которых позволяет усовершенствовать оборудование для механического перемешивания компонентов ТЖ для ее восстановления. Применение предлагаемого вибрационного смесителя позволяет производить как приготовление ТЖ на водной основе, так и восстановление отработанных ТЖ, а поэтому сократить расходы на материалы для обезвреживания стоков и водопотребление свежей воды в оборотных системах, а также продлить срок службы технологического оборудования и насосных установок. Все это, в конечном итоге, позволит интенсифицировать технологический процесс приготовления и регенерации ТЖ и одновременно повысить её качественные показатели. Данная статья отражает часть

результатов работ, поддержанных РФФИ (проекты № 12-08-00981-а и № 12-08-31533-мол_а на 2012–2014 годы), и федеральной целевой программой «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 годы (госконтракт № 14.740.11.1123 от 30.05.2011 г. на 2011–2013 гг.). Кроме этого, результаты работы в 2015 году экспонировались на Десятой Уральской выставке научно-технического творчества молодежи (НТТМ) изобретателей, рационализаторов, конструкторов «Евразийские ворота России» и были отмечены дипломом и медалью II степени.

Библиографический список

1. Пат. 2543204 Российская Федерация, МПК8 В01F 11/00. Способ перемешивания жидкости / Ю.С. Сергеев, С.В. Сергеев, Р.Г. Закиров и др.; заявитель и патентообладатель ООО «Гранулятор». – № 2013121302/05; заявл. 07.05.13; опубл. 27.02.15, Бюл. № 6. – 24 с.
2. Пат. 2533743 Российская Федерация, МПК7 В 06 В 1/00. Способ возбуждения колебаний / С.В. Сергеев, Б.А. Решетников, Е.Н. Гордеев, Р.Г. Закиров, В.П. Гоголев, А.А. Микрюков, А.В. Иршин; заявитель и патентообладатель ООО «Гранулятор». – № 2013121307/28; заявл. 07.05.13; опубл. 23.09.14, Бюл. № 32. – 11 с.
3. Свидетельство №2011617664 Российская Федерация. Система моделирования подбора параметров настройки приводов вибрационных устройств: свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ / С.В. Сергеев, Б.А. Решетников, Р.Г. Закиров и др.; заявитель и правообладатель ФГБОУ ВПО «ЮУрГУ» (НИУ). – № 2011615882; заявл. 03.08.2011; зарегистр. 30.09.2011.
4. Сергеев, Ю.С. Динамическая модель вентильно-индукторного вибропривода / Ю.С. Сергеев, В.М. Сандалов // Электротехника. – 2012. – № 8. – С. 24–27.

[К содержанию](#)