Д.Г.Громаковский, В.П.Малышев, И.Д.Ибатуллин, А.В.Дынников, С.В.Шигин

Научно-технический центр «Надежность технологических, энергетических и транспортных машин» Самарского технического университета

УДК 621.81.004.5; 534

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АКУСТИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Показано, что явление кавитации может эффективно использоваться для промывки особо ответственных деталей машин, переработки застарелых нефтяных шламов, разделения породы и металлов, ускорения химических процессов, нанесения электролитических покрытий (хромирования, никелирования) и других целей.

The paper is devoted to acoustic technologies is developed in the Samara State Technical University in particular to various cavitations machines. It is shown, that cavitations can be effective used for clearing an important machines' details, treatment of inveterate oil wastes, separation of an ore, increasing the chemical processes, on making the electrolytic coverings and other purposes.

Акустические технологии в последнее время привлекают пристальное внимание экологов. Экологическая чистота акустической энергии ставит ее в разряд наиболее предпочтительных методов, применяемых для защиты природной среды. Такие технологии уже находят применение в промышленности для процессов очистки воды, нефти, двигателей.

Р.А.Татевосян и Н.М.Михайлов (г. Москва) обнаружили частоту, при которой происходит мгновенное перемешивание газа и жидкости. Это явление они назвали вибротурбулизацией. Существуют частоты акустического возбуждения, при которых химические реакции ускоряются в 100-150 раз. В условиях резонансного возбуждения жидкостей и многофазных сред производят смешивание или диспергирование (например, отмывку алмазных порошков от примесей). Обнаружены «звукохимические» реакции, которые не протекают вне акустического воздействия.

Акустические эффекты апробированы при промывке (очистке) деталей, разделении породы в горном деле, нанесении электролитических покрытий (хромирование, никелирование), усилении фонтанирования нефтяных скважин, осветлении промышленных стоков и др.

Одним из примеров успешного применения акустических технологий является их использование для очистки питьевой воды. Акустическое воздействие позволяет вдвое уменьшить расход хлора и сернокислого аммония.

Одним из рабочих процессов акустических технологий является кавитация. Кавитация возникает при акустических колебаниях, когда в непрерывной среде образуются зоны пониженного и повышенного давления, расположенные на расстоянии, равном длине волны, и сопровождается ударной волной, высокими локальными температурами и давлениями. При этом в ходе деформации пузырьков из них выбрасываются коммулятивные струйки жидкости, которые, как и ударные волны, обладают большой разрушительной силой.

Одна из первых кавитационных установок была разработана в 1983 г. в Институте органического синтеза (г. Москва) М.А.Маргулисом и Л.М.Грунделем.

Созданная в Самарском техническом университете установка работает в низкочастотном диапазоне (100-200 Гц). В ней,

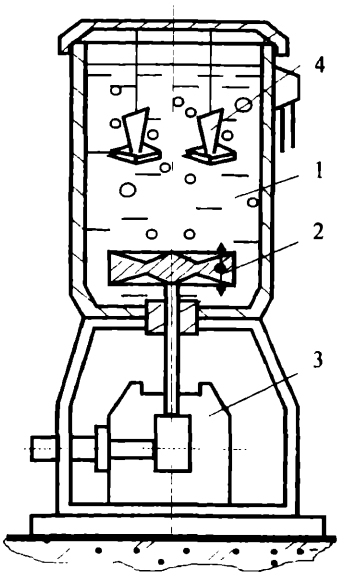
изменяя амплитуду возмущающего воздействия, можно наряду с кавитацией создавать мощные коммулятивные струи макроскопических размеров (кавитационные пузыри имеют микроскопический масштаб), которые своеобразно взаимодействуют с твердыми телами и поверхностями раздела, притягивают их на значительных расстояниях. Предполагается, что здесь проявляются так называемые силы Бьеркенса, возникающие между телами, если хотя бы одно из них пульсирует.

Создание установок кавитационного типа стимулировала необходимость обеспечения высокого качества промывки особо ответственных деталей авиационных газотурбинных двигателей. При обработке поверхностей деталей шлифованием происходит шаржирование их поверхностей частицами абразивного инструмента. При работе подшипников, зубчатых колес, гидравлической аппаратуры (клапаны, золотники, дроссели и т.п.) эти частицы постепенно отделяются и попадают в смазочное масло. Ни один из существовавших ранее методов очистки не удалял эти шаржированные частицы.

Основная трудность состояла в создании надежного привода установок. Для этой цели были испытаны кривошипные, шатунные, электродинамические и гидравлические вибраторы, линейный электродвигатель и др., но все они не обеспечивали нужных параметров процесса.

В конечном счете, был создан частотный мультипликатор, отвечающий требованиям акустических технологий, позволяющий создавать промышленные установки различного назначения. На конструкцию этого механизма получены патенты РФ, а на базе мультипликатора создано семейство гидроволновых установок (ГВУ) «Кавитон», предназначенных для промывки деталей машин перед сборкой, при производстве ремонтных работ и т.п.

Основным рабочим элементом мультипликатора (см. рисунок) является торцевая кулачковая пара, перемещающая активатор. Цилиндрической формы ванну заполняют технической водой с температурой 80 °С.



Частотный мультипликатор
1 – ванна; 2 – диск-активатор;
3 – привод; 4 – очищаемые детали

Разместив очищаемые детали в рабочей зоне ванны, включают привод, который сообщает активатору линейные перемещения, и производят промывку.

Эффективная промывка на ГВУ происходит в режиме рабочего процесса, при котором частота движений активатора соответствует собственной частоте столба моющей жидкости. Настройку осуществляют, плавно изменяя частоту вращения двигателя, приводящего в действие частотный мультипликатор, чтобы обеспечить получение мощного кавитационного факела в рабочей зоне ванны.

Установка с камерой 300 × 1100 мм применена для промывки наиболее ответственных деталей газотурбинных авиадвигателей, разрабатываемых Самарским научно-техническим комплексом им. Н.Д. Кузнецова: подшипников роторов, топливной, гидравлической аппаратуры и др. (всего 28 наименований). Установка «Кавитон-Ф», предназначенная для промывки масляных авиационных фильтров, поставлена в «Уренгойгазпром» для обслуживания авиадвигателей наземного применения. После промывки характеристики фильтров не отличаются от характеристик новых, еще не работавших фильтров. Один из вариантов ГВУ

ГВУ «Кавитон-Э/Д» предназначен для промывки роторов генераторов коллекторных электродвигателей, потерявших работоспособность из-за загрязнения. После промывки роторов полностью восстанавливается их работоспособность.

Важно подчеркнуть, что рабочей жидкостью установок «Кавитон» является техническая вода без каких-либо химических реактивов. В стационарных условиях вода очищается и используется повторно, что обеспечивает экологическую чистоту процесса.

Новым направлением наших разработок является создание установок для переработки застарелых нефтяных шламов. Как правило, шламы – это продукты, образующиеся при очистке нефти и сливаемые в «амбары» – бассейны, вырытые при очистных сооружениях. В настоящее время наш институт совместно с НГДУ «Сергиевскнефть» ОАО «Самаранефтегаз» создает установку для переработки нефтяных шламов. Второе направление для применения «Кавитона» – очистка нефти, обладающей аномальными свойствами, т.е. нефти с большой вязкостью, повышенным обводнением, содержанием солей, парафина и т.п. В последние годы такой нефти добывается все больше и больше, что создает сложные экологические проблемы и требует новых технических решений, связанных, например, с самопроизвольным образованием водонефтяных эмульсий в отстойных аапаратах. Эти эмульсии представляют собой гетерогенные системы множественного типа, выполняют функцию динамического коалисцирующего фильтра, собирающего тяжелые компоненты: асфальтены, смолы, парафины, частицы пород, сульфиды и оксиды железа и др. Накапливаясь в аппаратах подготовки нефти, они нередко являются причиной срыва технологического режима. В этих случаях аппараты зачищают, а эмульсии сбрасывают в «амбары» или нефтеловушки.

Устройством, решающим эту задачу, может быть одна из модификаций «Кавитона». Подобно нефтяному шламу ловушечная нефть будет подаваться в реактор, проходить облучение звуком и затем, в отстойнике, разделяться на составляющие. Оборудование нового процесса и его эксплуатация будут дешевле применявшихся до сих пор, а качество и глубина «переработки» шламов и эмульсий наивысшим.

Мы считаем, что экологический и экономический потенциал этой разработки заслуживает поддержки и нефтедобывающих компаний, и экологических организаций.