

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИДРОМЕХАНИЧЕСКОГО ДИСПЕРГИРОВАНИЯ ДЛЯ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОЦЕССОВ, ПРОИСХОДЯЩИХ ПРИ ПРИГОТОВЛЕНИИ ПРОМЫВочНЫХ ЖИДКОСТЕЙ

А. Н. СПИРИДОНОВ

Промывочные жидкости, используемые в бурении, в большинстве своем представлены глинистыми суспензиями на водной основе. Повышение качества таких суспензий возможно путем дополнительного диспергирования глинистых частиц. Перспективным способом диспергирования является гидромеханический в роторно-импульсных аппаратах. Основным интенсифицирующим фактором массообменных процессов и процессов диспергирования в аппаратах такого типа является кавитация.

Промывочные жидкости, используемые при бурении скважин, представляют собой сложные, многокомпонентные дисперсные системы на водной основе. В большинстве своем это глинистые суспензии, технологические свойства которых определяются качеством и дисперсностью глинистых минералов, входящих в состав природных глин.

Известно, что важнейшим физико-химическим свойством глин, определяющим использование их для приготовления буровых растворов, является гидрофильность. В свою очередь, гидрофильность глин зависит от структуры глинистого минерала, удельной поверхности (степени дисперсности) и емкости обмена катионов. Чем выше степень дисперсности, тем больше емкость обмена и гидрофильность, а также сильнее взаимодействие между глинистыми частицами.

Глинистые породы сложены частицами глинистых минералов, имеющих очень маленький размер, не превышающий 0,1–1,0 мкм.

Существующие технологии приготовления глинопорошков обеспечивают измельчение частиц глины до 5–10 мкм. Дальнейшее измельчение в сухом виде приводит к резкому увеличению энергоемкости и времени на разрушение.

Улучшение качества бурового раствора, приготовленного из глинопорошка, а также интенсификация самого процесса приготовления возможны при использовании специальных технических средств, осуществляющих интенсивный массообмен и диспергирование.

Гидравлические и механические перемешиватели и диспергаторы, используемые в буровой практике, если и справляются с поставленными задачами, то обеспечивается это путем длительного воздействия на систему. Это приводит к росту времени и энергозатрат.

Гидромеханические процессы диспергирования гетерогенных систем лежат в основе многих технологий и производств самых различных отраслей промышленности: химической, нефтехимической, угольной (угледобывающей), горнорудной, микробиологической, пищевой, фармацевтической, парфюмерной, лакокрасочной, машиностроительной и многих других [1].

Особое место среди них занимают процессы диспергирования систем "жидкость – жидкость" и "жидкость – твердое тело".

В процессах диспергирования реализуются различные режимы течения обрабатываемой среды – от ламинарного до турбулентного, от стационарного до нестационарного. Существует большое число процессов, которые в значительной степени интенсифицируются лишь благодаря нестационарности потока обрабатываемой среды.

Гидромеханическое диспергирование наиболее эффективно осуществляется в аппаратах с периодическим прерыванием потока обрабатываемой среды, которые разделяются на два вида: статические аппараты, прерывание потока в которых осуществляется за счет конструктивных особенностей, и динамические (роторные) аппараты, в которых прерывание потока происходит из-за вращения ротора, размещенного коаксиально статору; в рабочих поверхностях ротора и статора выполнены каналы для протекания обрабатываемой среды.

Наиболее эффективными гидромеханическими диспергаторами являются роторные аппараты (РИА) с периодическим прерыванием потока обрабатываемой среды – роторно-импульсные аппараты, в процессе работы которых проявляется влияние множества физических факторов (см. рис 1) [1].

При диспергировании жидких гетерогенных сред основным интенсифицирующим фактором массообменных процессов и процессов диспергирования в РИА является кавитация. Кавитационный режим диспергирования наиболее энергетически выгоден, поскольку кавитация позволяет трансформировать монотонные потоки энергии в "игольчатые" не только во времени, но и в пространстве.

Кавитация – разрыв сплошности капельной жидкости, образование в ней полостей (кавитационных пузырьков), заполненных смесью газа и пара. Кавитация возникает в тех местах жидкости, где давление ниже определенного критического значения.

Известны два вида кавитации – гидродинамическая, когда сплошность жидкости нарушается при понижении давления по линии движения пузырька; и акустическая, возникающая вследствие воздействия акустических волн высокой интенсивности.

Кавитация является сложным, недостаточно изученным нестационарным гидромеханическим процессом, сопровождаемым физико-химическими процессами, такими как люминесценция; искрообразование; ударные волны давления, скорости и температуры; микропотоки и кумулятивные микроструйки; нагревание и ионизация газа в кавитационном пузырьке. Такое обилие вторичных факторов позволяет эффективно использовать кавитацию в технологических процессах.



Рис. 1. Структура нестационарных потоков обрабатываемых сред при диспергировании в роторных гидромеханических диспергаторах

В роторно-импульсном аппарате кавитация развивается вследствие периодического прерывания потока обрабатываемой среды. Прерывистый характер течения обрабатываемой среды вызывает повышение или понижение давления в ней. При достаточной величине разрежения в обрабатываемой среде возникает гидродинамическая кавитация, акустические же колебания генерируются при любой интенсивности прерывистого нестационарного потока. Следовательно, в аппарате реализуется гидродинамический и акустический способы воздействия на ход технологического процесса.

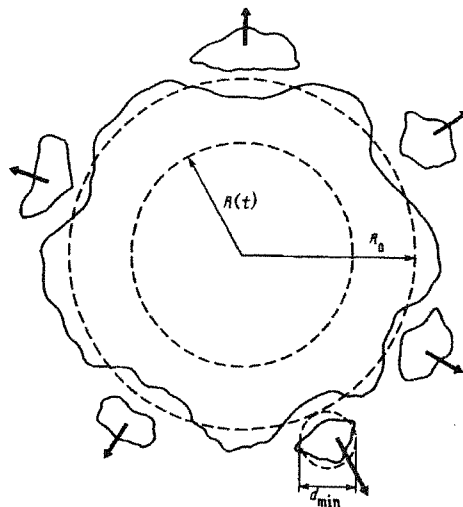


Рис. 2. Условное схематическое изображение процесса диспергирования: R_0 — начальный размер кластера (диспергируемой частицы); d_{min} — наименьший линейный размер (приведенный диаметр) диспергированной частицы

Кавитационные импульсы давления, генерируемые при коллапсе кавитационных пузырьков (в любой реальной жидкости имеется достаточное количество нерастворенного газа в виде мельчайших пузырьков размером 10^{-7} – 10^{-5} м и объемной концентрацией 10^{-12} – 10^{-8}), вызывают нерегулярное хаотическое деформационное движение объемов жидкости, которое предшествует разрешению этих объемов. Интенсивность процесса разрушения (диспергирования) определяется интенсивностью этих импульсов давления.

Воздействие кавитационных импульсов давления подобно воздействию микровзрывов – любая несимметрия микрообъемов жидкости (вызванная анизотропностью плотности, концентрации кавитационных зародышей-пузырьков, газосодержания; несимметрией формы) вызывает образование начальной нерегулярной структуры поля скоростей. В свою очередь, как следствие, происходит разрушение кластера, отделение от него капель жидкости; внешнюю поверхность кластера покидают капли, чем усугубляют первоначальную несимметрию и ускоряют процесс его разрушения – образуются все новые свободные поверхности. Процесс диспергирования условно и схематично показан на рис. 2 [1].

Будучи первоначально сплошным, кластер распадается на частицы, которые также подвержены разрушению на еще более мелкие частицы.

Диспергаторы различных типов (механические диспергаторы, коллоидные мельницы, гомогенизаторы, роторные аппараты с периодическим прерыванием потока обрабатываемой среды, акустические диспергаторы) отличаются по своим основным параметрам, в том числе, и по одному из самых важных – по удельному расходу энергии на производство дисперсной смеси. В табл. приведены сведения для процесса приготовления смазочно-охлаждающих жидкостей, как одного из самых распространенных [1].

Таблица. Эффективность гидромеханических диспергаторов

Тип	Удельный расход энергии, кВт · ч/м ³	Средний диаметр частиц, мкм
Механическая мешалка	1,4-1,6	2-8
Коллоидная мельница	7,0	4-7
Гомогенизатор ОГ Б-3	5,6	1-3
Роторно-импульсный аппарат	1,0	0,8-1,2

Как видно из таблицы, роторно-импульсные аппараты являются наиболее эффективными гидромеханическими диспергаторами, применяющимися для получения высококачественных суспензий и эмульсий. Удельный расход энергии на приготовление суспензий (эмульсий) в данном аппарате наименьший, а дисперсный состав производимых суспензий (эмульсий) – наиболее удовлетворительный.

Роторно-импульсные аппараты обладают значительными преимуществами перед другими гидромеханическими аппаратами-диспергаторами. Например, отличие таких аппаратов от гомогенизаторов высокого давления заключается в том, что кавитация в рабочей камере роторно-импульсного аппарата возбуждается при значительно меньших перепадах статического давления между входом и выходом аппарата. Кроме того, импульсный характер возникновения и развития кавитации в роторно-импульсном аппарате определяет простоту и эффективность управления этим процессом. Роторно-импульсные аппараты относятся к гидромеханическим преобразователям механической энергии в акустическую, кавитационную и энергию других видов и поэтому просты по конструкции и надежны в работе.

Применение гидромеханических диспергаторов в буровой практике, по мнению автора, даст существенный экономический эффект благодаря значительной интенсификации гидромеханических процессов за счет достижения кавитационного режима течения обрабатываемой среды, переводу на непрерывный режим эксплуатации, снижению энерго- и материалоемкости, уменьшению производственных площадей, сокращению потерь.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Балабышко А.М., Зимин А.И., Ружицкий В.П. Гидромеханическое диспергирование. – М.: Наука, 1998. – 331 с.
2. Карепанов С.К., Юдаев В.Ф. К вопросу о нестационарных гидромеханических процессах в аппаратах химической технологии // Применение физических и физико-химических методов в технологических процессах. М.: Металлургия, 1990. С. 60–66.
3. Карпачева С.М. Интенсификация химико-технологических процессов применением пульсационной аппаратуры // Журн. прикл. Химии. 1990. Т. 63, № 8. С. 1649–1658.

УДК 622.244

USE HYDROMECHANICAL MULLING FOR INTENSIFICATION OF PROCESSES OCCURRING AT PREPARATION DRILLING MUDS

A.N. Spiridonov

Drilling muds, in the majority of cases are presented as clay suspensions on a water basis. The increase of such suspension quality is possible by additional mulling of clay particles. A perspective way of mulling is a hydromechanical one in rotary-pulse devices. The cavitation is basic intensifying factor of mass transfer processes and processes of mulling in devices of such a type.