

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ ДИСПЕРГАТОРОВ В БУРЕНИИ НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ СКВАЖИН

Кушнер Л.Е.¹, Никульчиков А.В.²

¹НИ ТПУ, ИШПР, 2БМЗ6,

E-mail: lek4@tpu.ru;

²НИ ТПУ, ИШПР, доцент,

E-mail: nav281087@tpu.ru

Для ускорения и оптимизации процесса строительства скважины необходимо использовать наиболее рациональные способы приготовления и обработки бурового раствора. Поскольку раствор на углеводородной основе (РУО) является смесью 2-х фаз (воды и масла), важнейшим условием является взаимодействие этих компонентов на молекулярном уровне. И чем меньше капли одной фазы в другой, тем выше электростабильность и, соответственно, стабильнее буровой раствор [1]. В связи с этим, очень важно выбрать наиболее приемлемый способ диспергации.

Для приготовления РУО предлагается использовать различные способы диспергирования: гидравлический [2, 3], ультразвуковой [4–8], центробежный [9,10], турбинный [11].

По результатам предыдущих анализов [12, 13], наиболее рационально использование диспергатора центробежного (роторного) типа. Поскольку данный диспергатор может работать самопроизвольно (без бурового насоса или цементировочного агрегата) и диспергировать большие объемы бурового раствора.

В исследованиях, приведенных ранее [10] сравнивается влияние работы на буровой раствор на углеводородной основе. Одной из слабых частей исследования является отсутствие зависимости между формой и расположением статорно-роторного механизма диспергатора (рис. 1–4) на процесс и качество диспергации.



Рис. 1. Пятирядный диспергатор одностороннего действия



Рис. 2. Семирядный диспергатор одностороннего действия



Рис. 3. Пятирядный диспергатор двустороннего действия



Рис. 4. Диспергатор Silverson

Для того, чтобы подобрать форму роторно-статорного механизма необходимо знать зависимость между вязкоупругими свойствами жидкости, протекающей в теле диспергатора, и скоростью измельчения частиц. В исследовании [14] проанализировали выбор оптимального исполнения роторно-статорного механизма в центробежном диспергаторе при помощи моделей DEM-CFD для диспергирования наночастиц титана.

Сильной стороной анализа является наличие двух моделей: практической и аналитической. Благодаря чему можно коррелировать данные и создать прогнозируемую модель. Основой для моделирования в данном случае является не смешивание двух жидкостей, а анализ размера наночастиц, получившиеся в результате измельчения в центробежном диспергаторе.

Важнейшим показателем для измельчения наночастиц в центробежном диспергаторе является скорость вращения ротора. Чем выше скорость – тем выше энергия удара частицы и больше вероятность её измельчения. В результате моделирования, при увеличении размера впускных окон (рис. 5, 6) регулируется сила удара наночастицы о корпус статора и уменьшается энергию её столкновения. Для диспергирования отлично подходит вариант на рис. 6.

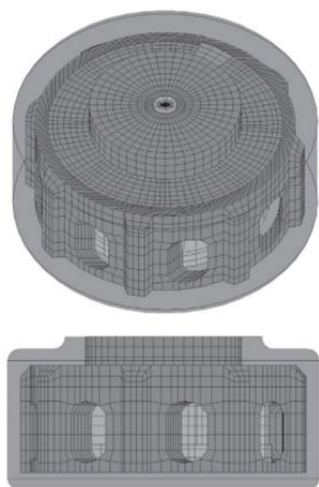


Рис. 5. Вариант исполнения роторно-статорного механизма с узкими впускными окнами

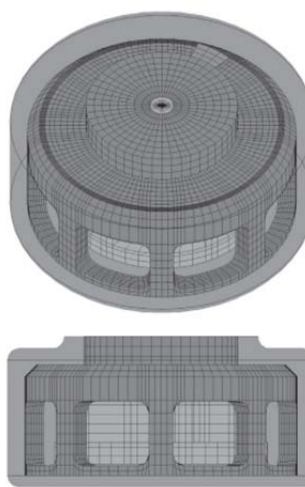


Рис. 6. Вариант исполнения роторно-статорного механизма с широкими впускными окнами

Также стоит заострить внимание на том, что процесс диспергации несёт в себе ряд проблем. Одной из проблем является то, что при высокой разнице скоростей и снижении давления происходит кавитация. С её помощью мельчайшие частицы раствора изменяют агрегатное состояние с жидкого на газообразное и проще диспергируются. Однако, в процессе кавитации происходит активный износ частей роторно-статорного механизма.

Наиболее рационально для построения первой конечно-объемной модели является использовать пример бурового диспергатора от компании Silverson (рис. 5) [15]. Технические характеристики, необходимые для моделирования:

- Частота вращения ротора – 3600–4500 об/мин.
- Максимальное давление – 7 атм.
- Объемный расход – 20 м³/час.

В ходе анализа проанализирована возможность диспергации бурового раствора центробежными диспергаторами. Перед нами встаёт много задач, которые можно решить:

- Построение собственной конечно-объемной модели, в которой можно рассмотреть кавитацию в различных по форме центробежных диспергаторах.
- Построение зависимости между моделью с наночастицами одной фазы и двухфазной эмульсией.
- Анализ влияния кавитации и наличия твердой фазы в буровом растворе на скорость износа диспергатора.

Список литературы

1. Mi Swaco. Руководство по буровым растворам для инженеров-технологов. Ред. 2.1. США, 2009. – 992 с.
2. Диспергатор гидравлический ДГ-40 // Межкорпоративная web-система передачи данных: сайт. – 2023. URL: <https://go-base.ru/catalog/nomenclature/details/id/1070>.
3. Диспергатор гидравлический ДГ-40 // Нефтемаш. Краснодарский завод: сайт. – 2023. URL: <https://remoil.ru/products/3/45>.
4. Коваль М. С. Обоснование и разработка технологии приготовления буровых растворов на углеводородной основе методом ультразвукового воздействия: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. Наук: 25.00.15 / М.С. Коваль. – Самара, 2020. – 94 с.

5. Коваль М.Е. Влияние способов приготовления растворов на углеводородной основе на их основные параметры / М. Е. Коваль // Научно-технический ежемесячный журнал «Нефть. Газ. Новации». – 2020. – № 3. – С. 30–36.
6. Коваль М.Е. Исследование влияния концентрации смазывающей добавки в рецептуре бурового раствора на коэффициенты трения / М. Е. Коваль [и др.] // Научно-технический ежемесячный журнал «Нефть. Газ. Новации». 86 – 2018. – № 10. – С. 32–35.
7. Коваль М.Е. Оценка возможности использования выбуренной породы для ликвидации поглощений / М.Е. Коваль [и др.] // Нефть. Газ. Новации / ООО «Портал Инноваций». – 2019. – № 11. – С. 52–60.
8. Коваль М.Е. Практическое применение методов подбора кольматантов для предупреждения осложнений при бурении скважин на месторождениях Самарской области / М.Е. Коваль [и др.] // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2017. – № 7. – С. 9–15.
9. Диспергаторы роторные. Тип РДН // 100 лучших товаров России: сайт. – 2023. URL: <https://100best.ru/content/товары-i-predpriyatiya?i1=11223&i2=42775>.
10. Jiengju Lin, Natalia Collins, Kevin Smith, Daan Veeningen, Highland Fluid Technology; and Sam Smith, Newpark Improving Drilling Fluid Preparation with High-Shear Mixing in Liquid Mud Plants // AADE-18-FTCE- 113. American association of drilling engineers. 2018.
11. Мозговой В.Г., Алтухов М.А., Анушенков А.Н.; ФГОУ ВПО «СФУ»; Кавитационный гидроударный диспергатор. Патент RU74084U1.
12. Кушнер Л.Е. Анализ способов диспергирования растворов на углеводородной основе в полевых условиях // Актуальные проблемы недропользования. тезисы докладов XVIII Международного форума-конкурса студентов и молодых ученых. Санкт-Петербург, 2022. – С. 140–142.
13. Кушнер Л.Е. Введение различных диспергаторов в эксплуатационное бурение скважин // Новые технологии – нефтегазовому региону. материалы Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. В IV т. Тюмень, 2022. С. 139-142.
14. Yu Nagata, Masaya Minagawa, Shosei Hisatomi, Yuki Tsunazawa, Kyoko Okuyama , Motonori Iwamoto, Yasuyoshi Sekine, Chiharu Tokoro Investigation of optimum design for nanoparticle dispersion in centrifugal bead mill using DEM-CFD simulation // Advanced Powder Technology. 2019.
15. High Shear In-Line Mixers // <https://www.silverson.com/>: сайт. – 2023. URL: <https://www.silverson.com/us/products/in-line-mixers/>.