

DOI: <https://doi.org/10.25689/NP.2024.3.308-315>

EDN OQBUKN

УДК 622.24.053.94

Результаты лабораторных испытаний центратора-турбулизатора для бурильных труб

Набиуллин Д.Р., Дьяконов А.А., Хузина Л.Б.

ГБОУ ВО «Альметьевский государственный технологический университет» - «Высшая школа нефти», Альметьевск, Россия

Results of numerical simulation of hydrodynamic flow of washing liquid in the vibrance of a turbine centrator

D.R. Nabiullin, A.A. Dyakonov, L.B. Khuzina

Almetyevsk State University of Technology – Higher Petroleum School, Almetyevsk, Russia

E-mail: lbhuzina@agni-rt.ru

Аннотация. В работе приводятся результаты лабораторных испытаний центратора-турбулизатора для бурильных труб, разработанного на кафедре бурения нефтяных и газовых скважин Альметьевского государственного технологического университета. Лабораторные испытания проводилось на лабораторном стенде имитации наклонно-горизонтального бурения (ИНГБ) для четырех значений расхода жидкости: 0,001 м³/с; 0,003 м³/с; 0,005 м³/с; 0,007 м³/с. При проведении лабораторных испытаний опытного образца центратора – турбулизатора для бурильных труб определялись следующие зависимости: частоты и амплитуды турбулентного потока от расхода жидкости. Получено, что пиковая амплитуда турбулентного потока при расходе 0,003 м³/с без опытного образца центратора равна 0,0001 мм/с, с опытным образцом равна 0,001 мм/с, что свидетельствует о работоспособности опытного образца центратора способного создать турбулентный поток жидкости, который может снизить возможность осаждения шлама на наклонно-направленных и горизонтальных участках скважины.

Ключевые слова: бурение скважины, центратор – турбулизатор для бурильных труб, турбулентный поток, численное моделирование

Для цитирования: Набиуллин Д.Р., Дьяконов А.А., Хузина Л.Б. Результаты лабораторных испытаний центратора-турбулизатора для бурильных труб // Нефтяная провинция.-2024.-№3(39).-С. 308-315. - DOI <https://doi.org/10.25689/NP.2024.3.308-315>. - EDN OQBUKN

Abstract. The paper presents the results of laboratory tests of a drill pipe centralizer-turbulator developed at the Department of Oil and Gas Well Drilling of the Almet'yevsk State Technological University. Laboratory tests were conducted on a laboratory stand for simulating inclined-horizontal drilling (INGD) for four values of fluid flow rate: 0,001 m³/s; 0,003 m³/s; 0,005 m³/s; 0,007 m³/s. During laboratory tests of a prototype of a drill pipe centralizer-turbulator, the following dependencies were determined: frequency and amplitude of turbulent flow on fluid flow rate. It was found that the peak amplitude of the turbulent flow at a flow rate of 0,003 m³/s without the experimental sample of the centralizer is equal to 0,0001 mm/s, with the experimental sample it is equal to 0,001 mm/s, which indicates the operability of the experimental sample of the centralizer capable of creating a turbulent flow of liquid, which can reduce the possibility of sludge settling in inclined and horizontal sections of the well.

Key words: *well drilling; centralizer - turbulator for drill pipes; turbulent flow; numerical modeling*

For citation: D.R. Nabiullin, A.A. Dyakonov, L.B. Khuzina Rezul'taty laboratornyh ispytaniy centratora-turbulizatora dlja buril'nyh trub [Results of numerical simulation of hydrodynamic flow of washing liquid in the vibrance of a turbine centrator]. Neftyanaya Provintsiya, No. 3(39), 2024. pp. 308-315. DOI <https://doi.org/10.25689/NP.2024.3.308-315>. EDN OQBUKN (in Russian)

Введение

При проводке горизонтальных участков скважины возникает множество сложностей и одни из наиболее частых – это затяжки и прихваты, вызванные скоплением шлама, по этой причине качественная очистка ствола скважины является одной из важных задач при бурении скважины с горизонтальным окончанием [1]. Для повышения качества строительства скважин в кавернозных, наклонных и горизонтальных участках ствола и уменьшения образования шламовой подушки на кафедре бурения нефтяных и газовых скважин Альметьевского государственного нефтяного института разработан центратор - турбулизатор для бурильных труб [2-4]. Опытный образец центратора – турбулизатора для бурильных труб был изготовлен на заводе Технологические решения «Tech-TS» (Рис. 2)

Большое значение имеет исследование гидродинамического течения промывочной жидкости в окрестности центратора для выявления турбулизирующей способности. Испытания проводилось на лабораторном стенде

имитации наклонно-горизонтального бурения (ИНГБ) для четырех значений расхода жидкости: $0,001 \text{ м}^3/\text{с}$; $0,003 \text{ м}^3/\text{с}$; $0,005 \text{ м}^3/\text{с}$; $0,007 \text{ м}^3/\text{с}$. Стенд состоит из измерительной и гидравлической части. Гидравлическая часть представлена замкнутой системой циркуляции жидкости. Измерительная часть стенда ИГНБ состоит из приборов стенда объемного расходомера, и виброанализатора Агат - М фирмы «Диамех», которые обеспечивают измерение как расхода жидкости, так и измерения частоты и амплитуды турбулентного потока жидкости.

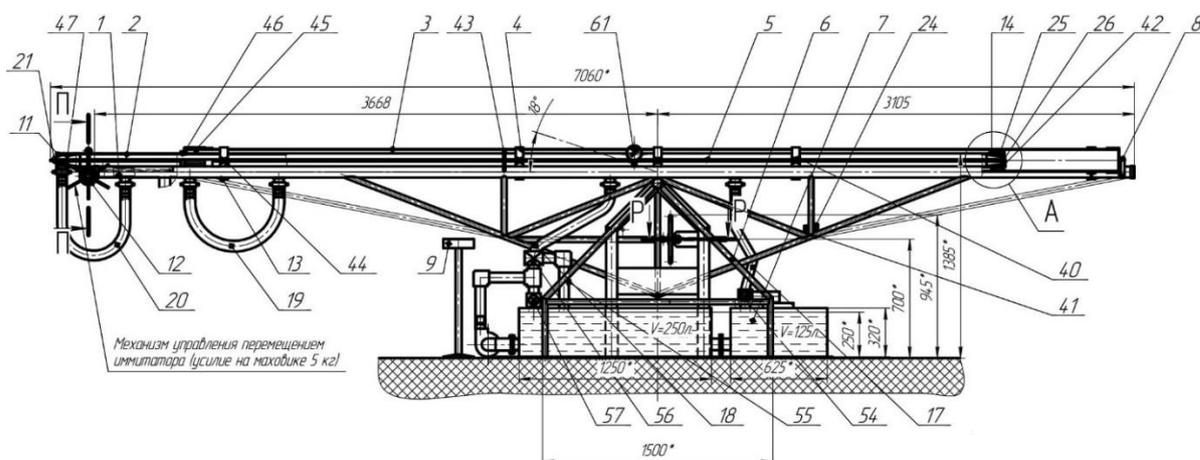


Рис. 1. Схема стенда имитации наклонно-горизонтального бурения (ИНГБ)

1 – основание, 2 – имитатор бурильной трубы, 3 – тубус, 4 – полухомут, 5 – трубка воздушная, 6 – опора, 7 – бак, 8 – упор, 9 – электрошкаф, 10 – механизм наклона, 11 – крестовина, 12 – механизм перемещения, 13 – ложемент, 14 – кольцо, 15 – болт, 16 – ось, 17, 18, 19, 20 – рукав, 21, 23 – гайка, 22 – кольцо разрезное, 24 – противовес, 25 – имитатор бура, 26 – крышка, 41 – болт, 42, 43 – винт, 44 – гайка, 45, 46, 47, 49, 50 – кольцо, 52 – насос центробежный, 53 – компрессор воздушный, 54 – клапан, 55 – угольник, 56 – клапан предохранит., 57 – вентиль, 61 – манометр.

При проведении лабораторных испытаний опытного образца определялись следующие зависимости: частоты и амплитуды турбулентного потока от расхода жидкости. Для измерения частоты и амплитуды турбулентного потока применялся виброанализатором Агат - М фирмы "Диамех", который представляет собой портативный виброизмерительный прибор. Дан-

ный прибор имеет возможность измерять, анализировать и собирать динамические сигналы в базу данных такие как: частоту турбулентного потока, его виброскорость, виброперемещение, спектры соответствующих характеристик, кроме этого, обеспечивает возможность просмотра, анализа и загрузки данных для обработки на персональном компьютере и снятия частотных и временных характеристик.

Основными функциями обработки являются спектр, форма сигнала, общий уровень, амплитуда/фаза, каскады спектров. Процесс измерения виброхарактеристик проводился следующим образом: щуп от виброанализатора устанавливался возле центратора, сигналы от щупа, соответствующим образом обработанные, высвечиваются на экране виброанализатора. При обработке данных, полученных виброанализатором использовалась система «Диамант 2» ООО 'ДИАМЕХ 2000.



Рис. 2. Центратор-турбулизатор для бурильных труб изготовленный с применением FDM печати из инженерного полимера.

1 – первый диск, 2 – второй диск

На рис. 3 представлен график зависимости частоты турбулентного потока от амплитуды колебаний, который показывает пиковые значения ам-

плитуды потока жидкости при заданном расходе. Величина пиковых значений может отличаться от теоретических в связи с ограничениями лабораторного оборудования.

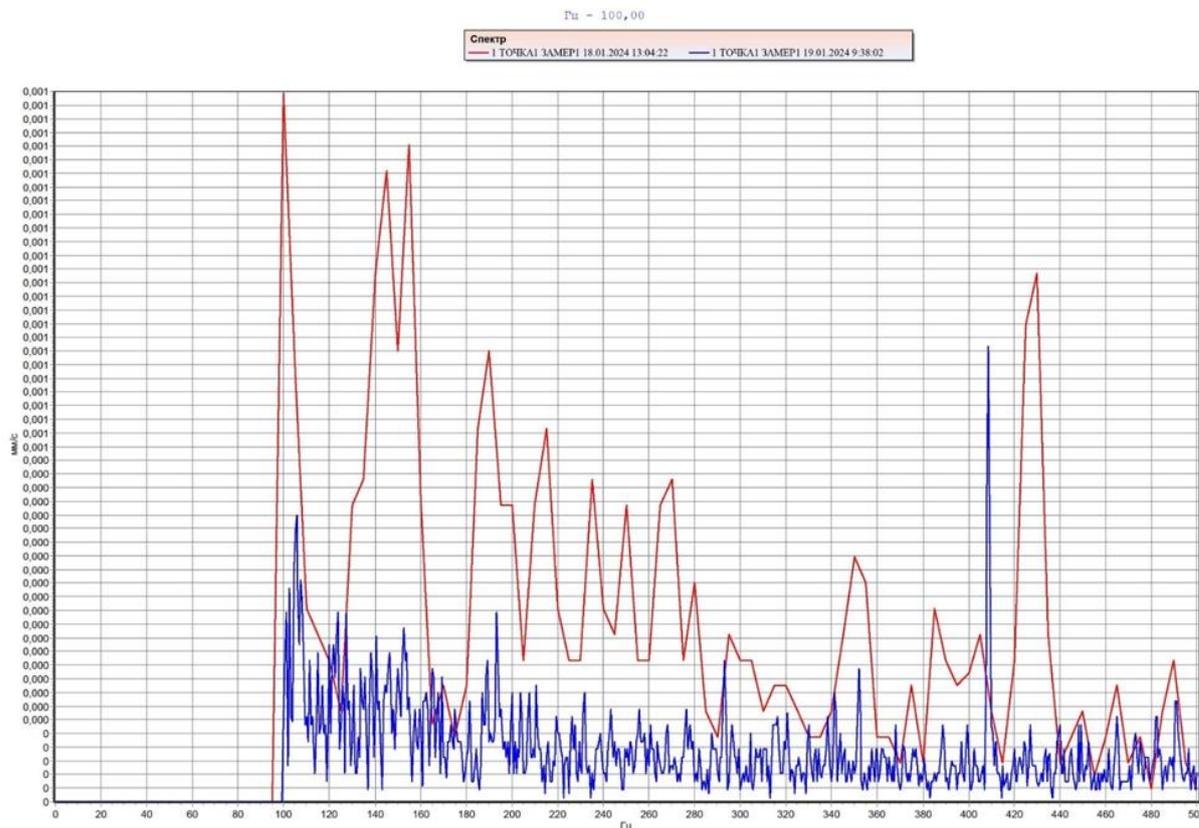


Рис. 3. Спектр частот, полученный из ПО прибора АГАТ-М

На данном рисунке (Рис. 3) показаны графики спектра частоты турбулентности с опытным образцом центратора (красная линия) и без него (синяя линия) при расходе жидкости $0,003 \text{ м}^3/\text{с}$.

Получено, что пиковая амплитуда турбулентного потока при расходе $0,003 \text{ м}^3/\text{с}$ без опытного образца центратора равна $0,0001 \text{ мм/с}$, с опытным образцом равна $0,001 \text{ мм/с}$, что свидетельствует о работоспособности опытного образца центратора способного создать турбулентный поток жидкости, который может снизить возможность осаждения шлама на наклонно-направленных и горизонтальных участках скважины.

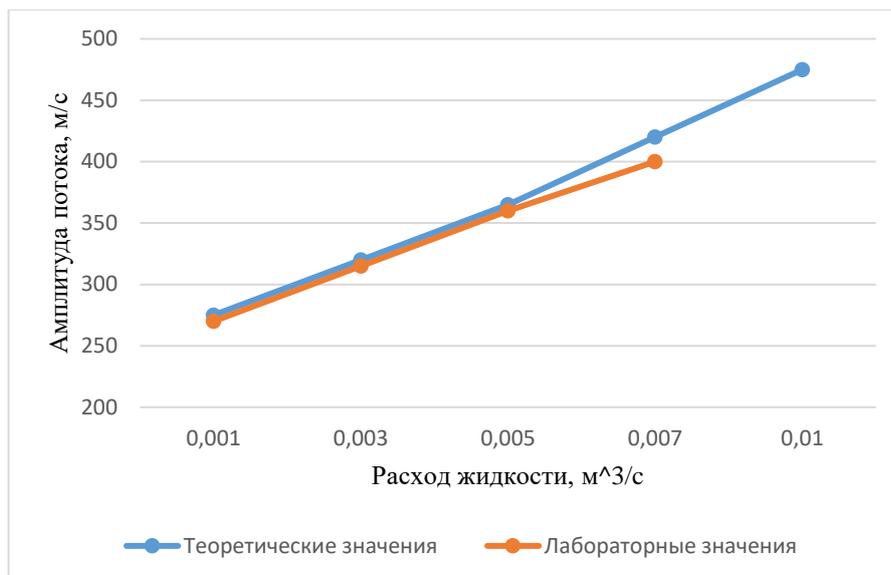


Рис. 4. Сопоставление значений теоретических и лабораторных испытаний частоты турбулентного потока в зависимости от расхода жидкости:
1 теоретические, 2 лабораторные

Таким образом, в результате проведено сопоставление значений теоретических и лабораторных испытаний, из которого видно, что имеется хорошая сходимость.

Список литературы

1. Райхерт Р.С., Цукренко М.С., Оганов А.С. Проблемы качества очистки наклонно-направленных и горизонтальных стволов скважин от шлама // Neftegaz.RU. – 2015. – № 6 – С. 32-39.
2. Патент на полезную модель № 215132 U1 Российская Федерация, МПК E21B 17/10. Центратор-турбулизатор для бурильных труб: № 2022122924: заявл. 25.08.2022: опубл. 30.11.2022 / Бабичев И.Н., Дьяконов А.А., Хузина Л.Б., Набиуллин Д.Р., Хузин Б.А.; патентообладатель: Государственное бюджетное образовательное учреждение "Альметьевский государственный нефтяной институт".
3. Создание цифровой модели центратора-турбулизатора / Д.Р. Набиуллин, Л.Б. Хузина // Достижения, проблемы и перспективы развития нефтегазовой отрасли: Сборник материалов VI Международной научно-практической конференции, Альметьевск, 25 ноября 2021 года. – Альметьевск: Альметьевский государственный нефтяной институт, 2021. – С. 130-132.
4. О проектировании модели центратора- турбулизатора / Д.Р. Набиуллин // Технологические решения строительства скважин на месторождениях со сложными геолого-технологическими условиями их разработки : материалы II международной научно-практической конференции, посвященной памяти Виктора Ефимовича Копылова, Тюмень, 15–17 февраля 2022 года. – Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2022. – С. 252-255.

References

1. Raikhert R.S., Tsukrenko M.S., Oganov A.S. Problems of quality of cleaning of inclined and horizontal wellbores from cuttings // Neftegaz.RU. - 2015. - No. 6 - P. 32-39. (in Russian)
2. Patent for utility model No. 215132 U1 Russian Federation, IPC E21B 17/10. Centralizer-turbulator for drill pipes: No. 2022122924: declared. 25.08.2022: published. 30.11.2022 / Babichev I.N., Dyakonov A.A., Khuzina L.B., Nabiullin D.R., Khuzin B.A.; patent holder: State Budgetary Educational Institution «Almetyevsk State Oil Institute». (in Russian)
3. Creation of a digital model of a centralizer-turbulator / D.R. Nabiullin, L.B. Khuzina // Achievements, problems and prospects for the development of the oil and gas industry: Collection of materials of the VI International scientific and practical conference, Almetyevsk, November 25, 2021. - Almetyevsk: Almetyevsk State Oil Institute, 2021. - Pp. 130-132. (in Russian)
4. On the design of a centralizer-turbulator model / D.R. Nabiullin // Technological solutions for the construction of wells at fields with complex geological and technological conditions for their development: materials of the II international scientific and practical conference dedicated to the memory of Viktor Efimovich Kopylov, Tyumen, February 15-17, 2022. - Tyumen: Tyumen Industrial University, 2022. - Pp. 252-255. (in Russian)

Сведения об авторах

Нابيولлин Динар Рамилевич, ассистент, ГБОУ ВО «Альметьевский государственный технологический университет» – «Высшая школа нефти»
Россия, 423450, Альметьевск, ул. Гафиатуллина, 29б, кв. 121
E-mail: nabiullin-dr@yandex.ru

Дьяконов Александр Анатольевич, доктор технических наук, доцент, ректор, ГБОУ ВО «Альметьевский государственный технологический университет» - «Высшая школа нефти»
Россия, 423450, Альметьевск, ул. Ленина, 25
E-mail: dyakonovaa@agni-rt.ru

Хузина Лилия Булатовна, доктор технических наук, профессор, заведующая кафедрой, ГБОУ ВО «Альметьевский государственный технологический университет» - «Высшая школа нефти»
Россия, 423450, Альметьевск, ул. Ленина, 141б, кв. 44
E-mail: lbhuzina@agni-rt.ru

Authors

D.R. Nabiullin, assistant, Almet'yevsk State University of Technology – Higher Petroleum School

29 b, 121, Gafiatullina Str., Almet'yevsk, 423450, Russian Federation

E-mail: nabiullin-dr@yandex.ru

A.A. Dyakonov, DSc (engineering), associate professor, rector, Almet'yevsk State University of Technology – Higher Petroleum School

25, Lenin Str., Almet'yevsk, 423450, Russian Federation

E-mail: dyakonovaa@agni-rt.ru

L.B. Khuzina, DSc (engineering), professor, head of the department, Almet'yevsk State University of Technology – Higher Petroleum School

141 b, 44, Lenin Str., Almet'yevsk, 423450, Russian Federation

E-mail: lbhuzina@agni-rt.ru

Статья поступила в редакцию 01.08.2024

Принята к публикации 14.09.2024

Опубликована 30.09.2024