

DOI: 10.17122/ntj-oil-2019-6-52-58

УДК 622.692.4

Ф.М. Мугаллимов (Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа, Российская Федерация), **И.Ф. Мугаллимов**, **А.Ф. Мугаллимов** (ООО «Научно-техническая фирма «ВОСТОКнефтегаз»», г. Уфа, Российская Федерация)

ОЧИСТКА ТРУБОПРОВОДОВ ПЕРЕМЕННОГО ДИАМЕТРА

Fanzil M. Mugallimov (Ufa State Petroleum Technological University, Ufa, Russian Federation), **Ildar F. Mugallimov**, **Azat F. Mugallimov** (Research and Technical Firm «VOSTOKneftegaz» LLC, Ufa, Russian Federation)

CLEANING THE VARIABLE DIAMETER PIPELINES

Введение

В процессе эксплуатации нефтепромыслового трубопровода происходит загрязнение его внутренней поверхности, что приводит к увеличению гидравлического сопротивления трубопровода и энергозатрат на перекачку, к снижению производительности и повышению давления в трубопроводе. Особенно интенсивно этот процесс происходит в сборных коллекторах нефтепромыслов, транспортирующих неочищенную продукцию скважин, а также в трубопроводах, транспортирующих высокопарафинистую нефть. Периодическая очистка магистральных и нефтепромысловых трубопроводов является одним из требований для удаления асфальтосмолистых и парафиновых отложений, механических примесей и других отложений, препятствующих нормальной перекачке продукта. Однако очисткой промысловых трубопроводов пренебрегают на протяжении многих лет.

Цели и задачи

Разработка технологии и технических средств очистки трубопроводов переменного диаметра.

Background

During the operation of oil field pipelines, its inner surface is contaminated, which leads to an increase in the hydraulic resistance of the pipeline and energy consumption for pumping, to a decrease in productivity and an increase in pressure in the pipeline. This process is especially intense in prefabricated reservoirs of oil fields transporting crude products from wells, as well as in pipelines transporting high-paraffin oil. Periodic cleaning of pipelines and oilfield pipelines is one of the requirements for the removal of asphalt-tar and paraffin deposits, mechanical impurities and other deposits that impede normal pumping of the product. However, the cleaning of field pipelines has been neglected for many years.

Aims and Objectives

Development of technology and technical means for cleaning pipelines of variable diameter.

Результаты

Разработана технология и техническое средство очистки трубопроводов переменного диаметра.

Проведены опытно-промышленные испытания разработанной технологии и технического средства в ООО «Славнефть-Красноярскнефтегаз» при очистке трубопровода переменного диаметра Куюмбинского месторождения диаметром 159 мм, переходящего на диаметр 219 мм, общей протяженностью 21,885 км.

Проведенные опытно-промышленные испытания разработанной технологии и технического средства очистки трубопроводов переменного диаметра показали, что в настоящее время есть возможность безопасно проводить периодическую очистку трубопроводов переменного диаметра при эксплуатации.

Results

The technology and technical means for cleaning pipelines of variable diameter have been developed.

Field tests of the developed technology and technical equipment were carried out at «Slavneft-Krasnoyarskneftegaz» LLC during the purification of a pipe of variable diameter Kuyumbinskoye field with a diameter of 159 mm, a diameter of 219 mm, a total length of 21.885 km.

Field tests of the developed technology and technical means for cleaning pipelines of variable diameter have shown that currently it is possible to safely conduct periodic cleaning of pipelines of variable diameter during operation.

Ключевые слова: трубопровод переменного диаметра; очистка трубопровода; периодическая очистка трубопроводов переменного диаметра

Key words: variable diameter pipeline; pipeline cleaning; periodic cleaning of variable diameter pipelines

В процессе эксплуатации нефтепромыслового трубопровода происходит загрязнение его внутренней поверхности, что приводит к увеличению гидравлического сопротивления трубопровода и энергозатрат на перекачку, к снижению производительности и повышению давления в трубопроводе [1].

Особенно интенсивно этот процесс происходит в сборных коллекторах нефтепромыслов, транспортирующих неочищенную продукцию скважин, а также в трубопроводах, транспортирующих высокопарафинистую нефть. Периодическая очистка магистральных и нефтепромысловых трубопроводов является одним из требований для удаления асфальтосмолистых и парафиновых отложений (АСПО), механических примесей и других отложений, препятствующих нормальной перекачке продукта [2]. Однако очисткой трубопро-

вода (в основном промыслового) пренебрегают на протяжении многих лет.

В нефтегазодобывающих предприятиях РФ эксплуатируются трубопроводы переменного диаметра. Это трубопроводы, которые от начала до конца имеют участки разного диаметра.

К примеру, в ОАО «Оренбургнефть» эксплуатируется уникальный напорный нефтепровод «ДНС Пасмурово - УПН Покровка» общей протяженностью 66,625 км диаметром 325 мм (28,976 км), переходящий на диаметр 219 мм (4,324 км), далее переходящий на диаметр 325 мм (3,1 км), далее переходящий на диаметр 219 мм (3,75 км), далее переходящий на диаметр 325 мм (2,82 км), далее переходящий на диаметр 219 мм (0,965 км), далее переходящий на диаметр 325 мм (12,045 км), далее переходящий на диаметр 273 мм

(1,235 км), далее переходящий на диаметр 325 мм (9,41 км).

Механическая очистка таких трубопроводов с помощью стандартных внутритрубных очистных устройств (ОУ) является невозможной в связи с имеющимися на них переходами с одного диаметра на другой. Стандартные ОУ предназначены для очистки трубопроводов только одного диаметра, и их проходимость не позволяет применять для очистки трубопроводов переменного диаметра.

Для очистки трубопроводов переменного диаметра необходимо применять очистные устройства, способные выполнять следующие функции:

- безостановочно проходить по всей протяженности трубопровода, переходя с одного диаметра на другой (критерий безопасной эксплуатации при очистке);
- провести качественную очистку трубопровода до необходимых критериев очистки независимо от диаметра очищаемого участка трубопровода;
- не повреждаться при прохождении по трубопроводу.

Трубопровод, который длительное время не очищался, в том числе и переменного диаметра, необходимо очищать по технологии последовательной (прогрессивной) очистки [3]. Вначале необходимо определить принципиальную возможность прохождения каких-либо очистных устройств повышенной проходимости (например поролоновых) по такому трубопроводу, а далее уже пропускать устройства с целью очистки.

В связи с тем, что в России отсутствовали технология очистки трубопроводов переменного диаметра и технические средства для ее реализации, ООО «Научно-техническая фирма «ВОСТОКнефтегаз»» предложило конструкцию специального очистного устройства («ВОСТОК-ПД» и «ВОСТОК-ПДТ») для очистки таких трубопроводов [4].

Разработанные технология и очистные устройства переменного диаметра впервые в России были опробованы в ООО «Славнефть - Красноярскнефтегаз» при очистке напорного нефтепровода переменного диаметра «К-217-К-219 П-0-ПК 218+85» диаметрами

159/219 мм, протяженностью 21,885 км. Из них 3,85 км - трубопровод диаметром 159 мм и 18,035 км - диаметром 219 мм. Перекачиваемый продукт - нефть и пластовая вода.

В связи с тем, что технология очистки предлагалась впервые и еще нигде не была апробирована, до непосредственного проведения работ на нефтепроводе на производственной базе ООО НТФ «ВОСТОКнефтегаз» были проведены стендовые экспериментальные исследования по пропуску ОУ переменного диаметра «ВОСТОК-ПДТ-150/200» на стендах трубопровода переменного диаметра.

На первом этапе были проведены испытания очистного устройства переменного диаметра на стенде с прямым участком трубопровода (рисунок 1).

Очистное устройство «ВОСТОК-ПДТ-150/200» (ПДТ - переменного диаметра с трансмиттером) протягивали по стенду с помощью каната. Усилие протягивания измеряли динамометром.

При уменьшении диаметра трубопровода (при протягивании на участке 159 мм) во время движения очистного устройства лепестки полиуретановых дисков складывались, при увеличении диаметра - возвращались в исходное положение.

При протягивании на участке стенда с диаметром 159 мм усилие протягивания равнялось 5400-5900 Н.

По результатам испытаний можно сделать вывод, что очистное устройство «ВОСТОК-ПДТ-150/200» способно проходить прямой участок трубопровода с переменным диаметром 159/219 мм.

На втором этапе были проведены испытания по пропуску очистного устройства на стенде с отводом 90° (рисунок 2). По результатам испытаний можно также сделать вывод, что очистное устройство «ВОСТОК-ПДТ-150/200» способно проходить отводы 90° диаметром 159 мм.

Опытно-промышленные испытания (ОПИ) технологии и очистного устройства «ВОСТОК-ПДТ-150/200» по очистке напорного нефтепровода переменного диаметра проводились в ООО «Славнефть - Красноярскнефтегаз» в период с 25.03.2015 по 05.04.2015.

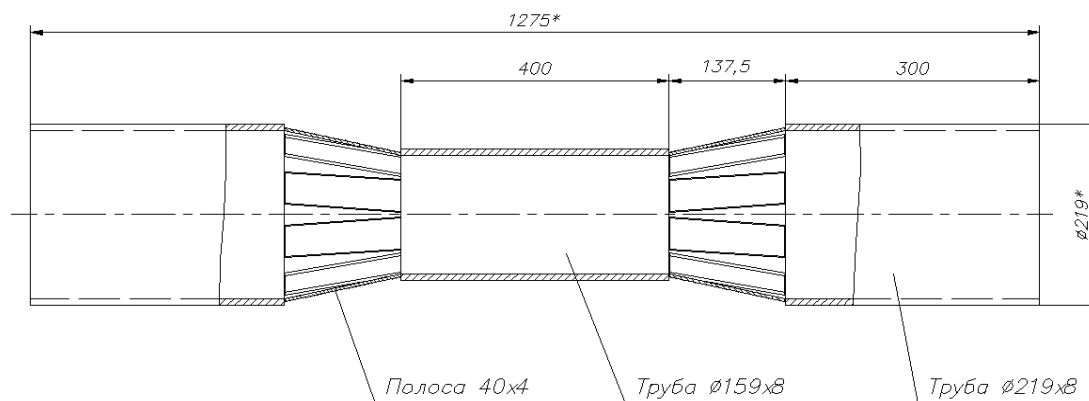


Рисунок 1. Схема станда для проведения экспериментальных работ

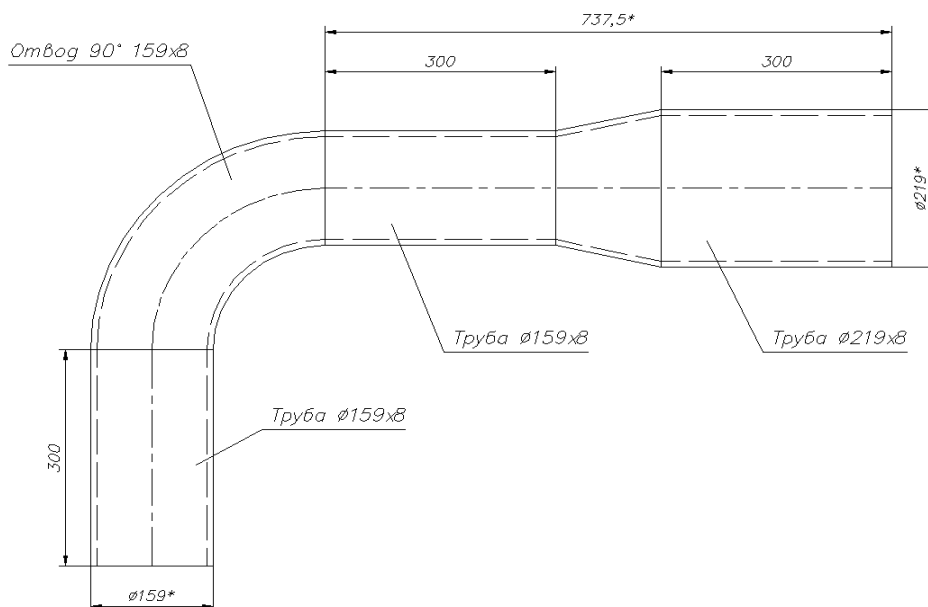


Рисунок 2. Схема станда с отводом 90° и радиусом $R=1,5D$

В связи с тем, что проходимость нефтепровода до ОПИ не была известна, необходимо было определить принципиальную возможность прохождения очистных устройств по нефтепроводу, поэтому вначале по нефтепроводу поочередно пропустили поролоновые

очистные устройства «ВОСТОК-ПМ-150» (предназначены для трубопроводов диаметром 159 мм) и «ВОСТОК-ПМ-200» (предназначены для трубопроводов диаметром 219 мм), и только после этого пропустили очистное устройство переменного диаметра «ВОСТОК-

ПДТ-150/200». Последнее снабжено активным передатчиком электромагнитных волн низкой частоты - трансмиттером.

Поролонные очистные устройства «ВОСТОК-ПМ-150» и «ВОСТОК-ПМ-200» мягкие (плотность 35-40 кг/м³) предназначены для очистки внутренней полости трубопровода от мягких отложений, удаления воды и конденсата, очистки трубопроводов с различным внутренним проходным сечением, проверки проходимости трубопровода [5], поэтому применение данных ОУ целесообразно при проведении поэтапной очистки длительно неочищенных трубопроводов.

Очистное устройство «ВОСТОК-ПДТ-150/200» предназначено для очистки внутренней полости трубопровода переменного диаметра 159/219 мм от асфальтосмолистых, парафиновых и других отложений. Оно способно проходить сужения трубопровода до 75 % от

наружного диаметра Dн и отводы 90° с радиусом поворота 1,5 Dу и более.

Состоит из трансмиттера (передатчика электромагнитных волн инфранизкой частоты) «ВОСТОК-Т-80» во взрывобезопасном исполнении и установленных на нем двух групп ведущих и чистящих дисков из полиуретана (рисунк 3), характеристики представлены в таблицах 1 и 2 [5].

Корпусом устройства является трансмиттер «ВОСТОК-Т80», который позволяет определять местонахождение очистных устройств в трубопроводах с поверхности грунта. Имеет герметичное взрывобезопасное исполнение, что позволяет использовать его в условиях, где могут образовываться взрывоопасные смеси с воздухом категории IIA группы ТЗ (по классификации ГОСТ 12.1.011-78), работоспособны в среде нефти/нефтепродуктов, воды и газа при температуре до 60 °С.

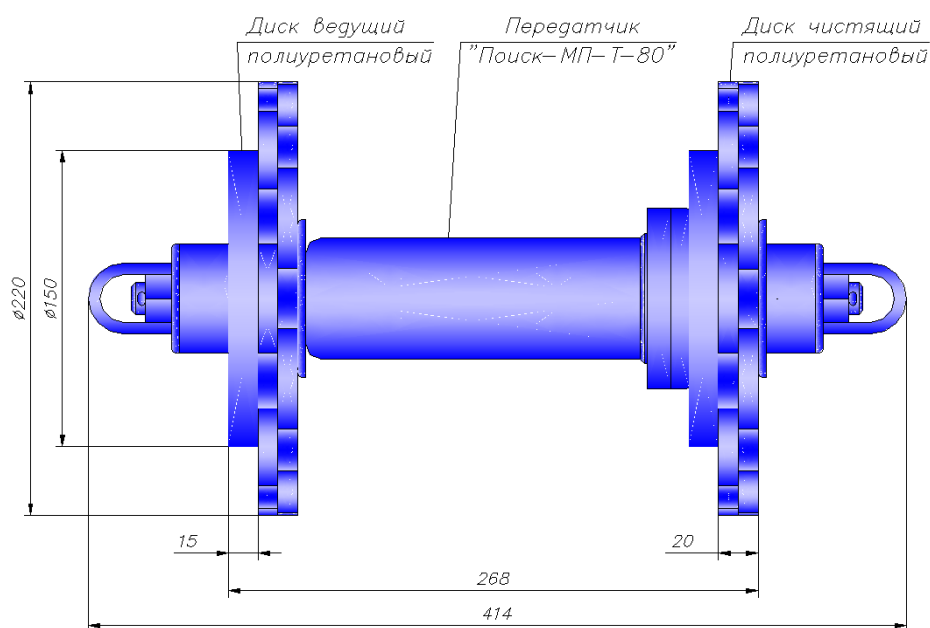


Рисунок 3. Очистное устройство «ВОСТОК-ПДТ-150/200»

Таблица 1. Основные параметры «ВОСТОК-ПДТ-150/200»

Обозначение ОУ	Dy, мм	d, мм	D, мм	L, мм	Масса, кг
«ВОСТОК-ПДТ-150/200»	150/200	150	220	415	5,8

Таблица 2. Максимальный ресурс дисков «ВОСТОК-ПДТ-150/200»

Материал дисков	Ресурс дисков, км		
	в сухой трубе	в воде и нефтепродуктах	в нефти
Полиуретан	55-75	140-160	200-220

Технология очистки указанного нефтепровода переменного диаметра предусматривает вначале поочередный запуск из камеры пуска поролоновых ОУ «ВОСТОК-ПМ-150» и «ВОСТОК-ПМ-200» для определения проходимости и очистки внутренней полости трубопровода от мягких отложений. После успешного пропуска поролоновых ОУ можно запускать ОУ переменного диаметра «ВОСТОК-ПДТ-150/200», сопровождение (прослушивание движения и прохождения) устройств по трассе трубопровода через определенные заранее пункты контроля, прием и извлечение устройств из трубопровода.

Контроль за движением поролоновых ОУ по трубопроводу осуществлялся с помощью акустического локатора «ВОСТОК-АЛ» (для акустического контроля движения очистных и диагностических устройств). За движением ОУ переменного диаметра «ВОСТОК-ПДТ-150/200» контроль производился с помощью акустического локатора «ВОСТОК-АЛ» и низкочастотного локатора «ВОСТОК-НЛ» (прибором определения местоположения трансмиттера) [5].

На конечный участок нефтепровода «ВОСТОК-ПДТ-150/200» принес металлические частицы диаметрами 1,5-2,0 мм более 20 кг, песок 10 кг.

В 2016 г. ООО «Научно-технической фирмой «ВОСТОКнефтегаз»» по представленной технологии в ОАО «Славнефть-

Мегионнефтегаз» был очищен напорный нефтепровод переменного диаметра «ДНС-3 Ватинского месторождения - ВЦТП» протяженностью 18,765 км диаметром 219 мм (4,92 км), переходящий на диаметр 273 мм (13,845 км), а также в ОАО «Сургутнефтегаз» участок газопровода переменного диаметра «Правдинское месторождение - Сургутская ГРЭС» протяженностью 6,9 км диаметром 720 мм (2,8 км), переходящий под железной дорогой на диаметр 530 мм (70 м), далее снова переходящий на диаметр 720 мм (3,9 км).

Выводы

1. Разработана технология и технические средства очистки трубопроводов переменного диаметра.

2. Проведены опытно-промысловые испытания разработанной технологии и технического средства в ООО «Славнефть-Красноярскнефтегаз» при очистке трубопровода переменного диаметра Куюмбинского месторождения диаметром 159 мм, переходящий на диаметр 219 мм общей протяженностью 21,885 км.

3. Проведенные опытно-промысловые испытания разработанной технологии и технического средства очистки трубопроводов переменного диаметра показали, что в настоящее время есть возможность безопасно проводить периодическую очистку трубопроводов переменного диаметра при эксплуатации.

Список литературы

1. Новоселов В.Ф., Коршак А.А. Трубопроводный транспорт нефти и газа. Перекачка вязких и застывающих нефтей. Специальные методы перекачки. Уфа: УНИ, 1988. 108 с.

References

1. Novoselov V.F., Korshak A.A. *Truboprovodnyi transport nefi i gaza. Perekachka вязких i zastyvayushchikh neftei. Spetsial'nye metody perekachki* [Pipeline Transportation of Oil and Gas.

2. РД 39-30-295-79. Руководство по очистке магистральных нефтепроводов. Уфа: ВНИИСПТ-нефть, 1980. 44 с.

3. Мугаллимов Ф.М. Технология прогрессивной очистки нефтепроводов // Нефтяное хозяйство. 2000. № 5. С. 63-65.

4. Пат. РФ 125104, МПК В 08 В 9/00. Устройство для очистки внутренней поверхности трубопровода переменного диаметра / Ф.М. Мугаллимов, И.Ф. Мугаллимов, В.А. Сафонов, А.Ф. Мугаллимов, Б.Ф. Мугаллимов. 2012125654/05, Заявлено 19.06.2012; Опубл. 27.02.2013. Бюл. 6.

5. Научно-техническая фирма «ВОСТОКнефтегаз». URL: <http://www.vostokoil.ru> (дата обращения: 20.10.2019).

Pumping of Viscous and Solidifying Oils. Special Methods of Pumping]. Ufa, UNI Publ., 1988. 108 p. [in Russian].

2. *RD 39-30-295-79. Rukovodstvo po ochildke magistral'nykh nefteprovodov* [RD 39-30-295-79. Manual Cleaning of Main Oil Pipelines]. Ufa, VNIISPTneft' Publ., 1980. 44 p. [in Russian].

3. Mugallimov F.M. *Tekhnologiya progressivnoi ochildki nefteprovodov* [Technology of Progressive Cleaning of Oil Pipelines]. *Neftyanoe khozyaistvo - Oil Industry*, 2000, No. 5, pp. 63-65. [in Russian].

4. Mugallimov F.M., Mugallimov I.F., Safonov V.A., Mugallimov A.F., Mugallimov B.F. *Ustroistvo dlya ochildki vnutrennei poverkhnosti truboprovoda peremennogo diametra* [Device for Cleaning the Inner Surface of the Pipeline of Variable Diameter]. Patent RF, No. 125104, 2013. [in Russian].

5. *Nauchno-tekhnicheskaya firma VOSTOK-neftegaz* [Scientific and Technical Firm «Vostokneftegaz»]. Available at: <http://www.vostokoil.ru> (accessed 20.10.2019). [in Russian].

Авторы

• Мугаллимов Фанзиль Мавлявиевич, д-р техн. наук
Уфимский государственный нефтяной технический университет
Профессор кафедры «Машины и оборудование нефтегазовых промыслов»
Российская Федерация, 450062, г. Уфа, ул. Космонавтов, 1
e-mail: mugallimov@mail.ru

• Мугаллимов Ильдар Фанзилевич
ООО «Научно-техническая фирма «ВОСТОКнефтегаз»
Заместитель генерального директора
Российская Федерация, 450027, г. Уфа, а/я 11
e-mail: ildarmif@mail.ru

• Мугаллимов Азат Фанзилевич
ООО «Научно-техническая фирма «ВОСТОКнефтегаз»
Главный инженер
Российская Федерация, 450027, г. Уфа, а/я 11
e-mail: vngazat@mail.ru

The Authors

• Mugallimov Fanzil M., Doctor of Engineering Sciences
Ufa State Petroleum Technological University
Professor of Oil and Gas Field Machinery and Equipment Department
1, Kosmonavtov str., Ufa, 450062, Russian Federation
e-mail: mugallimov@mail.ru

• Mugallimov Ildar F.
Research and Technical Firm «VOSTOKneftegaz» LLC
Deputy General Director
PO Box 11, Ufa, 450027, Russian Federation
e-mail: ildarmif@mail.ru

• Mugallimov Azat F.
Research and Technical Firm «VOSTOKneftegaz» LLC
Chief Engineer
PO Box 11, Ufa, 450027, Russian Federation
e-mail: vngazat@mail.ru