

Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. 2023. Вып. 5 (145). С. 85-94. ISSN 1998-8443 (print)
Problems of Gathering, Treatment and Transportation of Oil and Oil Products. 2023. Issue 5 (145). P. 85-94. ISSN 1998-8443 (print)

Научная статья

УДК 621.643.03

doi: 10.17122/ntj-oil-2023-5-85-94

EDN: JABASE

ТЕХНОЛОГИЯ ЗАПУСКА И ИЗВЛЕЧЕНИЯ ОЧИСТНЫХ И ДИАГНОСТИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ТРУБОПРОВОДОВ ДУ 100-500 ЧЕРЕЗ ВРЕМЕННЫЕ УЗЛЫ ПУСКА И ПРИЁМА

Павел Евгеньевич Шавшуков¹, Роберт Наильевич Кунафин²

^{1, 2}Уфимский государственный нефтяной технический университет, Уфа, Россия

¹pasha24031999@mail.ru

²kunafin@rusoil.net

Автор, ответственный за переписку: Павел Евгеньевич Шавшуков,
pasha24031999@mail.ru

Аннотация. На основе проведенного анализа существующих конструкций временных камер пуска-приёма средств очистки и диагностики можно сделать вывод, что все они обладают следующей конструктивной особенностью: необходимость перенаправления потока продукта в камеру пуска через подводящий трубопровод для выпуска очистного или диагностического устройства в основной трубопровод (магистраль).

В статье рассмотрен предлагаемый авторами способ запуска и извлечения поточных снарядов в трубопровод через временные камеры пуска-приёма средств очистки и диагностики, в котором для выпуска поточного снаряда в магистраль и в последующем его приёме применяется универсальный электрический или гидравлический привод, что позволяет отказаться от использования подводящего трубопровода.

Ключевые слова: трубопровод, очистка, диагностика, камера запуска и приёма, врезка под давлением, запорная арматура, остановка перекачки, универсальный привод, поточный снаряд

Для цитирования: Шавшуков П. Е., Кунафин Р. Н. Технология запуска и извлечения очистных и диагностических устройств для трубопроводов ДУ 100-500 через временные узлы пуска и приёма // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. 2023. Вып. 5 (145). С. 85-94. <http://doi.10.17122/ntj-oil-2023-5-85-94>.

Original article

PIG LAUNCHING AND RECEIVING TECHNOLOGY FOR DN 100-500 PIPELINES THROUGH TEMPORARY TRAP STATIONS

Pavel E. Shavshukov¹, Robert N. Kunafin²

^{1, 2}Ufa State Petroleum Technological University, Ufa, Russia

¹pasha24031999@mail.ru

²kunafin@rusoil.net

Corresponding author: **Pavel E. Shavshukov**, pasha24031999@mail.ru

Abstract. Based on the analysis of the existing designs of temporary pig trap stations, it can be concluded that they all have the following design feature: the need to redirect the product flow to the pig launcher through a branch pipeline to receive pig to the main pipeline. The article considers the method proposed

by the authors for launching and receiving stream projectiles into the pipeline through temporary pig trap stations, in which a universal electric or hydraulic drive is used to release the stream projectile into the main pipeline and subsequently receive it, which makes it possible to get rid of using a branch pipeline.

Keywords: a pipe, cleaning, diagnostics, trap station, hot tapping, shut-off valves, stop pumping, universal drive, stream projectile

For citation: Shavshukov P. E., Kunafin R. N. Tekhnologiya zapuska i izvlecheniya ochistnykh i diagnosticheskikh ustroystv dlya truboprovodov DU 100-500 cherez vremennye uzly pusk i priema [Pig Launching and Receiving Technology for DN 100-500 Pipelines through Temporary Trap Stations]. *Problemy sbora, podgotovki i transporta nefi i nefteproduktov - Problems of Gathering, Treatment and Transportation of Oil and Oil Products*, 2023, Issue 5 (145), pp. 85-94. [in Russian]. <http://doi.10.17122/ntj-oil-2023-5-85-94>.

Анализ технологий введения и извлечения очистных и диагностических устройств через временные камеры пуска-приёма средств очистки и диагностики (КППСОД), например, представленных в [1-10], показал, что у них имеется общая особенность - необходимость перенаправления потока продукта в камеру пуска для выпуска очистного или диагностического устройства в основной трубопровод (магистраль). То же самое необходимо и при приёме устройства в камере приема.

Технологические схемы большинства рассмотренных способов и устройств можно свести к схеме, приведённой на рисунке 1.

В предлагаемой технологии подводящий трубопровод и запорные арматуры 1 и 2 исключаются из схемы (рисунк 2).

Отличительной особенностью технологии является наличие универсального линейного привода, позволяющего вводить и извлекать очистной или диагностический снаряд в трубопровод без перенаправления потока продукта в камеру запуска/приёма.

Это позволит значительно уменьшить объем необходимых строительно-монтажных работ, сократить общее время монтажа камер, что, в свою очередь, положительно скажется на стоимости работ по очистке и диагностике.

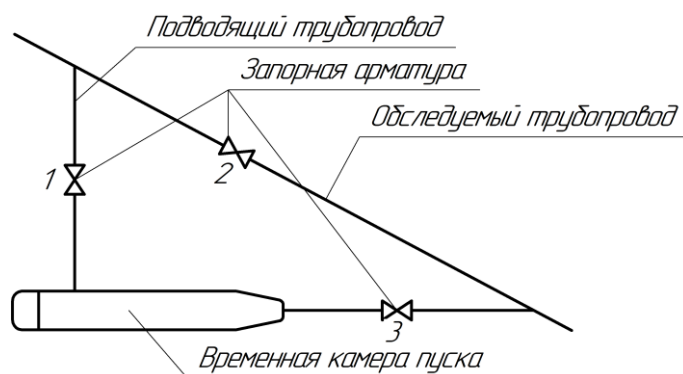


Рисунок 1. Типовая технологическая схема введения средств очистки и диагностики (СОД) в трубопровод

Figure 1. Typical flow diagram of pig launching into pipeline

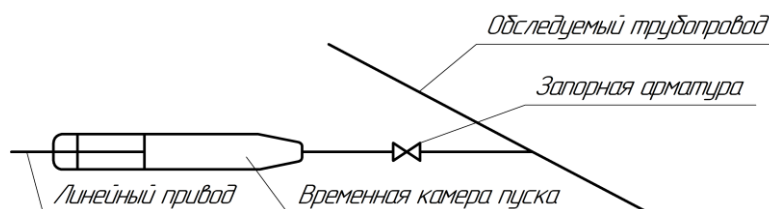


Рисунок 2. Предлагаемая технологическая схема введения средств очистки и диагностики в трубопровод

Figure 2. The proposed flow diagram of pig launching into pipeline

Далее приведено описание предлагаемой технологии.

Способ пуска СОД в трубопровод включает врезку под острым углом в трубопровод патрубка с запорной арматурой (ЗА), соединение с патрубком через ЗА камеры, включающей в себя устройство ввода - толкатель и помещенное в неё СОД; соединение с камерой линейного привода; перемещение СОД с помощью привода вдоль камеры через ЗА и патрубок к трубопроводу до тех пор, пока оно не будет увлечено потоком перекачиваемого продукта; вытягивание с помощью привода через ЗА толкателя в камеру; закрытие ЗА, демонтаж камеры.

Способ приёма и извлечения СОД из трубопровода включает врезку под тупым углом в трубопровод патрубка с ЗА; соединение с патрубком через ЗА камеры, включающей в себя устройство извлечения - экстрактор; соединение с камерой линейного привода; выдвижение с помощью привода экстрактора через запорную арматуру и патрубок в трубопровод; направление СОД из трубопровода в патрубок за счёт контакта с экстрактором; вытягивание СОД в камеру с помощью привода через ЗА до тех пор, пока оно не будет полностью размещено в камере; закрытие

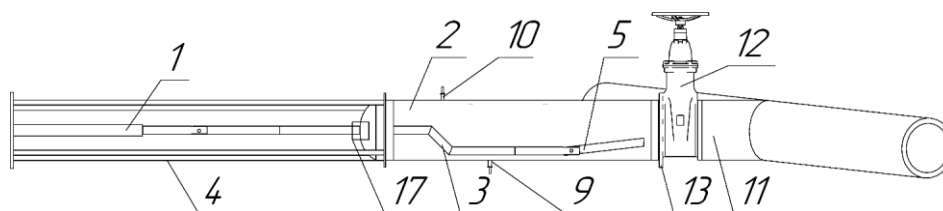
ЗА, демонтаж камеры и извлечение из неё СОД.

Узел пуска содержит линейный привод 1, камеру 2, устройство ввода - толкатель 3, рампу 4 привода (рисунок 3).

Толкатель 3 представляет собой изогнутую металлическую штангу, один конец которой проходит наружу через сальниковое уплотнение в крышке камеры 2, а другой конец снабжён подпружиненным наконечником 5, способным в свободном состоянии приподниматься на небольшой угол относительно оси толкателя с тем, чтобы при движении толкателя вперёд наконечник упирался во фланец СОД, а при возвратном движении толкателя - выпрямлялся соосно с толкателем (рисунок 4).

Узел приёма содержит те же составные части, только вместо толкателя снабжён экстрактором 6 (рисунок 5).

Экстрактор 6 также представляет собой изогнутую металлическую штангу, один конец которой проходит наружу через сальниковое уплотнение в крышке камеры 2, а другой конец снабжён двумя элементами: подпружиненным наконечником 7, установленным в обратном направлении, и ловушкой 8 (рисунок 6).



- 1- линейный привод; 2- камера запуска; 3- толкатель; 4- рампа привода;
5- подпружиненный наконечник; 9- сливной патрубок;
10- патрубок для стравливания давления;
11- патрубок для присоединения к трубопроводу; 12- запорная арматура;
13- фланец запорной арматуры; 17- сальниковое уплотнение

- 1- linear drive; 2- launch chamber; 3- pusher; 4- drive ramp; 5- spring-loaded tip;
9- drain pipe; 10- pipe for pressure release; 11- pipe for pipeline connection;
12- shut-off valves; 13- shut-off valve flange; 17- stuffing box seal

Рисунок 3. Узел пуска СОД

Figure 3. Pig launch station

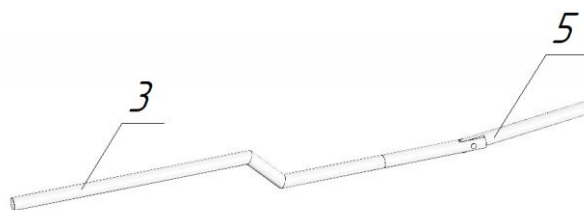
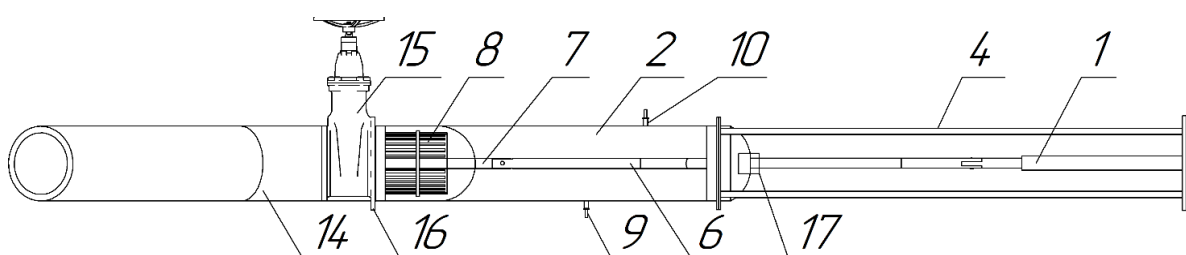


Рисунок 4. Толкатель

Figure 4. Pusher



1- линейный привод; 2- камера приёма; 4- рампа привода; 6- экстрактор;
7- подпружиненный наконечник; 8- ловушка; 9- сливной патрубок;
10- патрубок для стравливания давления; 14- патрубок для присоединения к трубопроводу;
15- запорная арматура; 16- фланец запорной арматуры; 17- сальниковое уплотнение

1- linear drive; 2- launch chamber; 4- drive ramp; 6- extractor; 7- spring-loaded tip; 8- trap;
9- drain pipe; 10- pipe for pressure release; 14- pipe for pipeline connection; 15- shut-off valves;
16- shut-off valve flange; 17- stuffing box seal

Рисунок 5. Узел приёма СОД

Figure 5. Pig receive station

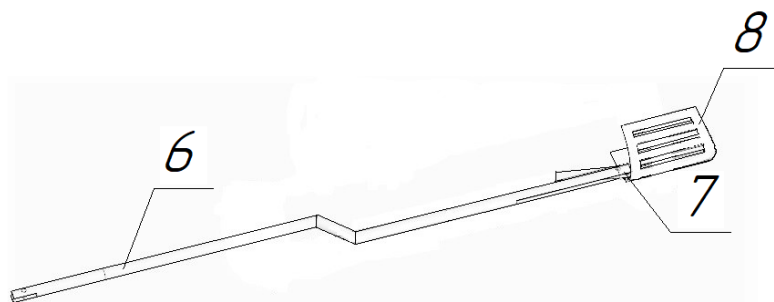


Рисунок 6. Экстрактор

Figure 6. Extractor

Наконечник способен в свободном состоянии приподниматься на небольшой угол относительно оси толкателя с тем, чтобы при движении толкателя вперёд наконечник выпрямлялся соосно с толкателем, а при возвратном движении толкателя - приподнимался и упирался во фланец СОД.

Для слива возможного конденсата, воды или шлама камера 2 оборудуется сливными патрубками 9, а для стравливания давления - патрубком 10.

Устройство работает следующим образом.

Для пуска СОД:

1. В начале участка трубопровода под острым углом к оси трубопровода приваривают патрубок 11 с запорной арматурой 12 диаметром, соответствующим диаметру трубопровода. Приварка патрубка 11 осуществляется без остановки транспортировки продукта по трубопроводу, с использованием известных технологий и технических средств врезки отводов под давлением. Угол приварки патрубка определяется следующими факторами: большой угол ($> 45^\circ$) затруднит прохождение СОД в магистраль, а выбор маленького угла ($< 30^\circ$) вызовет технические трудности при приварке патрубка.

2. К фланцу 13 ЗА монтируют любое известное устройство для врезки отводов под давлением (не показано) и производят вырезку в трубопроводе отверстия максимального диаметра. По завершении вырезки ЗА 12 закрывают, и устройство врезки вместе с темплетом (удаляемая часть трубы), вырезанным из трубопровода, демонтируют.

3. К фланцу 13 ЗА монтируют камеру 2 с собранным в ней толкателем 3 и СОД.

На камеру 2 монтируют линейный привод 1 в рампе 4, который может быть механическим, электрическим или гидравлическим, шток привода соединяется с выступающим за пределы камеры штоком толкателя 3.

4. После полного открытия ЗА 12 под воздействием линейного привода 1 СОД проталкивается из камеры 2 через ЗА 12 в вырезанное в трубопроводе отверстие до тех пор, пока первая манжета СОД в носовой части не

перекроет сечение трубопровода, и СОД не будет увлечено потоком продукта. Проталкивание СОД происходит за счёт воздействия толкателя 3 на стальной фланец каркаса многосекционного СОД в передней его части или на заднюю часть односекционного СОД. Для ввода многосекционных устройств штанга толкателя 3 изогнута и перемещается вдоль стенки камеры 2 (рисунок 7).

Если многосекционное СОД введено недостаточно для выхода в трубопровод из-за недостаточности хода привода, то толкатель 3 вытягивается назад до тех пор, пока не окажется за следующим (вторым) фланцем каркаса СОД, в соответствии с рисунком 8.

После этого процедуру ввода повторяют. При этом давление до и после СОД выравнивается за счёт перетока продукта вдоль толкателя 3.

5. После ухода СОД (начала движения по трубопроводу) толкатель 3 выводится за ЗА 12 в камеру 2. После закрытия ЗА 12 и стравливания остаточного давления камеру 2 с толкателем 3 и линейным приводом 1 демонтируют. На трубопроводе после этого останется лишь патрубок 11 с ЗА 12, открытый фланец которой можно заглушить.

6. В конце участка под тупым углом к оси трубопровода также приваривают патрубок 14 с ЗА 15. Угол приварки патрубка определяется следующими факторами: маленький угол ($< 135^\circ$) затруднит поворот СОД из магистрали и вхождение его в патрубок, а выбор большого угла ($> 150^\circ$) вызовет технические трудности при приварке патрубка.

7. Через ЗА 15 производят вырезку отверстия в трубопроводе. По завершении работ устройство врезки вместе с вырезанным темплетом демонтируют.

Для приема СОД:

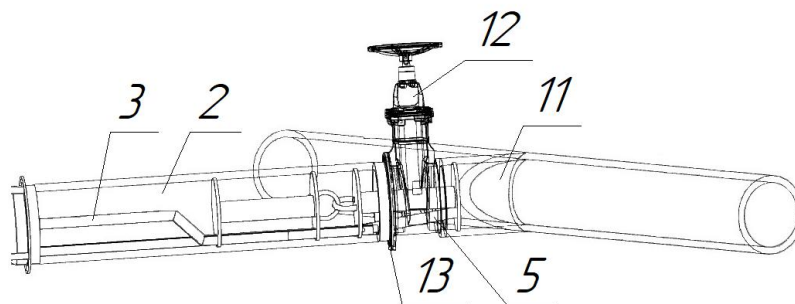
1. К фланцу 16 ЗА монтируют камеру 2 с собранным в ней устройством извлечения - экстрактором 6. На камеру 2 монтируют линейный привод 1 в рампе 4, шток привода соединяется с выступающим за пределы камеры 2 штоком экстрактора 6.

2. После полного открытия ЗА 15 ло-

вушка 8 экстрактора под воздействием на шток экстрактора линейного привода 1 через ЗА 15 вводится в полость трубопровода.

3. При приближении к временному узлу приёма при наличии технологической воз-

можности скорость движения СОД снижается для уменьшения динамических нагрузок на ловушку 8. При подходе СОД ловушка 8 направляет СОД в патрубок и через ЗА 15 выводится в камеру 2 (рисунок 9).

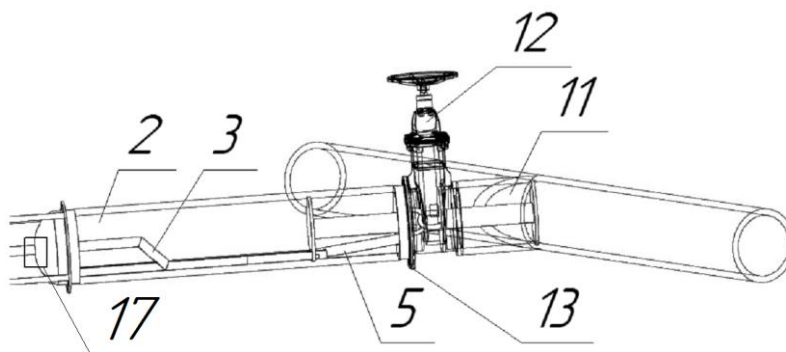


2- камера запуска; 3- толкатель; 5- подпружиненный наконечник;
11- патрубок для присоединения к трубопроводу; 12- запорная арматура;
13- фланец запорной арматуры

2- launch chamber; 3- pusher; 5- spring-loaded tip; 11- pipe for pipeline connection;
12- shut-off valves; 13- shut-off valve flange

Рисунок 7. Проталкивание СОД в магистраль (1-й шаг)

Figure 7. Pig pushing into a main pipeline (1st step)

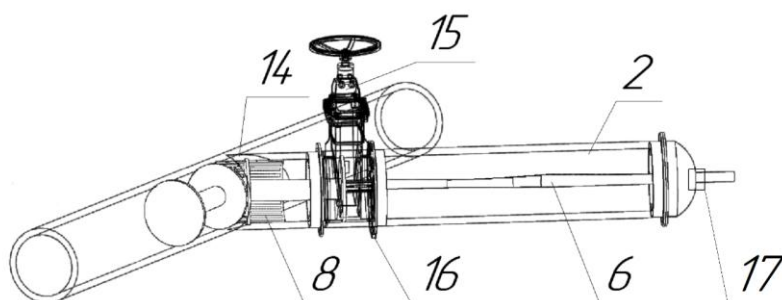


2- камера запуска; 3- толкатель; 5- подпружиненный наконечник;
11- патрубок для присоединения к трубопроводу; 12- запорная арматура;
13- фланец запорной арматуры; 17- сальниковое уплотнение

2- launch chamber; 3- pusher; 5- spring-loaded tip; 11- pipe for pipeline connection;
12- shut-off valves; 13- shut-off valve flange; 17- stuffing box seal

Рисунок 8. Доталкивание СОД в магистраль (2-й шаг)

Figure 8. Pig pushing into a main pipeline (2nd step)



2- камера приёма; 6- экстрактор; 8- ловушка;
14- патрубок для присоединения к трубопроводу; 15- запорная арматура;
16- фланец запорной арматуры; 17- сальниковое уплотнение

2- receiving chamber; 6- extractor; 8- trap; 14- pipe for pipeline connection;
15- shut-off valves; 16- shut-off valve flange; 17- stuffing box seal

Рисунок 9. Извлечение СОД в узел приёма из магистрали

Figure 9. Pig extraction to the receiving station from the main pipeline

При отсутствии технологической возможности изменения режима перекачки по трубопроводу необходимо смонтировать байпасную линию (не показана), соединяющую точки до и после места врезки патрубка. Таким образом выравнивается давление в магистрали между точками врезки байпасной линии и скорость СОД снижается.

Вывод осуществляется за счёт воздействия наконечника экстрактора 6 на фланец каркаса СОД, который вытягивается линейным приводом 1. Процедура вытягивания СОД может повторяться несколько раз, если хода привода 1 недостаточно сделать это за один раз.

4. После закрытия ЗА 15 камеру 2 демонтируют вместе с СОД и крупными посторонними предметами, извлечёнными из трубопровода.

По завершении работ на трубопроводе на узлах пуска и приёма остаются приваренные к трубопроводу патрубки с ЗА, которые

могут использоваться в дальнейшем для периодического повторения процедуры очистки или диагностирования. Если же в дальнейшем на этом участке работ по очистке или обследованию не планируется, то ЗА можно также демонтировать, установив заглушку в специальном гнезде патрубка.

Выводы

Применение предлагаемой технологии позволит значительно снизить стоимость работ по очистке и диагностике трубопроводов, не оборудованных стационарными камерами пуска-приёма средств очистки и диагностики, за счёт уменьшения числа сварочно-монтажных операций, количества необходимых запорных устройств, а также за счёт сокращения времени монтажа. Немаловажным фактором является то, что работы можно производить и без остановки перекачки, с использованием технологий врезки под давлением.

Список источников

1. Ганбаров А.Б., Шагинян А.Ю., Власенко Я.А., Максимов Н.М., Очистка и внутритрубная диагностика газопроводов-отводов, не оборудованных стационарными камерами приема-запуска внутритрубных устройств // Газовая промышленность. 2017. № 8. С. 80-83. EDN: ZEMTXB.
2. Пат. 165236 РФ, МПК В 08 В 9/04. Мобильная камера пуска/приема средств очистки и диагностики для трубопроводов / С.А. Яшин, А.А. Ярыжнов, В.В. Моршинин. 2016102275/05, Заявлено 25.01.2016; Оpubл. 10.10.2016.
3. Пат. 52461 РФ, МПК F 17 D 3/08. Временная камера запуска средств очистки и диагностики трубопроводов / В.А. Васильев, Н.Н. Комисарова. 2005129594/22, Заявлено 26.09.2005; Оpubл. 27.03.2006.
4. Пат. 2449209 РФ, МПК F 17 D 3/08. Устройство для пуска и приема очистных устройств / Ф.М. Мугаллимов, И.Ф. Мугаллимов, В.А. Сафонов, А.Ф. Мугаллимов, Б.Ф. Мугаллимов. 2011108327/06, Заявлено 03.03.2011; Оpubл. 27.04.2012.
5. Пат. 187976 РФ, МПК В 08 В 9/04. Камера запуска и приема внутритрубных устройств / Р.А. Садртдинов, В.А. Лапин, А.Ю. Михалев, А.Е. Петрунин, С.В. Пархисенко. 2018123074, Заявлено 25.06.2018; Оpubл. 26.03.2019.
6. Пат. 112654 РФ, МПК В 08 В 9/04. Передвижной комплекс для пуска-приема внутритрубных устройств / Е.С. Михаленко, Д.В. Моргун. 2011138145/05, Заявлено 16.09.2011; Оpubл. 20.01.2012.
7. Пат. 148228 РФ, МПК F 17 D 3/08. Устройство временного размещения для приема поточных снарядов из магистрального трубопровода / И.В. Коваль, О.А. Стерхов, Т.А. Рахматуллин, Ю.Н. Усиков, Е.Н. Рыжов. 2014129604/06, Заявлено 18.07.2014; Оpubл. 27.11.2014.
8. Пат. 2419024 РФ, МПК F 17 D 3/00. Устройство запуска-приема поточных средств в трубопровод / А.Ф. Луцык. 2009145204/06, Заявлено 12.08.2009; Оpubл. 20.05.2011.
9. Пат. 2103597 РФ, МПК F 17 D 3/08. Устройство запуска и приема поточных средств в трубопровод / И.Ю. Хасанов. 97108104/06, Заявлено 28.05.1997; Оpubл. 27.01.1998.
10. Пат. 2043175 РФ, МПК В 08 В 9/057. Устройство для запуска и приема поточных снарядов при эксплуатации трубопровода / М.Г. Гердов, П.М. Вайсберг, Ю.Ф. Скрипаль, Ю.М. Алякин, В.И. Шолухов, К.В. Черняев. Заявлено 31.07.1992; Оpubл. 10.09.1995.

References

1. Ganbarov A.B., Shaginyan A.Yu., Vlasenko Ya.A., Maksimov N.M., Ochistka i vnutritrubnaya diagnostika gazoprovodov-otvodov, ne oborudovannykh statsionarnymi kamerami priema-zapuska vnutritrubnykh ustroystv [Cleaning and In-Line Inspection of Gas Pipeline Branches not Equipped with Stationary Scraper Receiving and Launching Stations]. *Gazovaya promyshlennost' - GAS Industry of Russia*, 2017, No. 8, pp. 80-83. EDN: ZEMTXB. [in Russian].
2. Yashin S.A., Yaryzhnov A.A., Morshinin V.V. *Mobil'naya kamera puska/priema sredstv ochistki i diagnostiki dlya truboprovodov* [Mobile Camera for Launching/Receiving Cleaning and Diagnostic Tools for Pipelines]. Patent RF, No. 165236, 2016. [in Russian].
3. Vasilev V.A., Komisarova N.N. *Vremennaya kamera zapuska sredstv ochistki i diagnostiki truboprovodov* [Temporary Launch Chamber for Cleaning and Diagnostics of Pipelines]. Patent RF, No. 52461, 2006. [in Russian].
4. Mugallimov F.M., Mugallimov I.F., Safonov V.A., Mugallimov A.F., Mugallimov B.F. *Ustroystvo dlya puska i priema ochistnykh ustroystv* [Device for Launching and Receiving Cleaning Devices]. Patent RF, No. 2449209, 2012. [in Russian].
5. Sadrtidinov R.A., Lapin V.A., Mikhalev A.Yu., Petrunin A.E., Parkhisenko S.V. *Kamera zapuska i priema vnutritrubnykh ustroystv* [Chamber for Launching and Receiving In-Line Devices]. Patent RF, No. 187976, 2019. [in Russian].
6. Mikhalev E.S., Morgunov D.V. *Peredvizhnoi kompleks dlya puska-priema vnutritrubnykh ustroystv* [Mobile Complex for Start-Up and Acceptance of In-Line Devices]. Patent RF, No. 112654, 2012. [in Russian].
7. Koval I.V., Sterkhov O.A., Rakhmatullin T.A., Usikov Yu.N., Ryzhov E.N. *Ustroystvo vremennogo razmeshcheniya dlya priema potochnykh snaryadov iz magistral'nogo truboprovoda* [Temporary Placement Device for Receiving Flow Projectiles from the Main Pipeline]. Patent RF, No. 148228, 2014. [in Russian].
8. Lutsyk A.F. *Ustroystvo zapuska-priema potochnykh sredstv v truboprovod* [Device for Launching and Receiving Flow Funds into the Pipeline]. Patent RF, No. 2419024, 2011. [in Russian].
9. Khasanov I.Yu. *Ustroystvo zapuska i priema potochnykh sredstv v truboprovod* [Device for Launching and Receiving Flow Media into the Pipeline]. Patent RF, No. 2103597, 1998. [in Russian].
10. Gerdov M.G., Vaisberg P.M., Skripal Yu.F., Alyakin Yu.M., Sholukhov V.I., Chernyaev K.V. *Ustroystvo dlya zapuska i priema potochnykh snaryadov pri ekspluatatsii truboprovoda* [Device for Launching and Receiving Flow Projectiles during Pipeline Operation]. Patent RF, No. 2043175, 1995. [in Russian].

Информация об авторах

• Шавшуков Павел Евгеньевич
Уфимский государственный нефтяной
технический университет
Магистрант кафедры «Промысловые
трубопроводные системы»
Россия, 450064, Уфа, ул. Космонавтов, 1
e-mail: pasha24031999@mail.ru

• Кунафин Роберт Наильевич
Уфимский государственный нефтяной
технический университет
Доцент кафедры «Промысловые трубопроводные
системы»
Россия, 450064, Уфа, ул. Космонавтов, 1
e-mail: kunaфин@rusoil.net

Information about the authors

• Shavshukov Pavel E.
Ufa State Petroleum Technological University
Undergraduate Student of Field Pipeline System
Department
1, Kosmonavtov str., Ufa, 450064, Russia
e-mail: pasha24031999@mail.ru

• Kunaфин Robert N.
Ufa State Petroleum Technological University
Assistant Professor of Field Pipeline System
Department
1, Kosmonavtov str., Ufa, 450064, Russia
e-mail: kunaфин@rusoil.net

Статья поступила в редакцию 15.05.2023; одобрена после рецензирования 15.06.2023; принята к публикации 04.09.2023.

The article was submitted 15.05.2023; approved after reviewing 15.06.2023; accepted for publication 04.09.2023.