

## Анализ применения струйных аппаратов на месторождениях Западной Сибири

Г. А. Шлеин, В. Г. Кузнецов\*, А. Б. Баа, Е. Г. Гречин

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень, Россия

\*e-mail: kuznetsovg@tyuiu.ru

**Аннотация.** В настоящее время постоянно расширяется применение струйных аппаратов в нефтегазовой промышленности. Причинами этого является наличие у струйных аппаратов ряда преимуществ, таких как простота их конструкции, высокая надежность и уникальные технические возможности при перекачке газожидкостных смесей, отсутствие подвижных механических деталей, малая критичность к содержанию механических примесей и вязкости добываемой жидкости.

Целью исследования является анализ применения струйных аппаратов при освоении скважин на месторождениях Западной Сибири.

**Ключевые слова:** струйный аппарат, газожидкостная смесь; насосно-компрессорные трубы; индикаторная диаграмма; кривая восстановления давления; гидродинамические исследования

## Analysis of the application of jet pumps in the field development in Western Siberia

Gennady A. Shlein, Vladimir G. Kuznetsov\*, Augustine Boateng Baah, Grechin E. G.

Industrial University of Tyumen, Tyumen, Russia

\*e-mail: kuznetsovg@tyuiu.ru

**Abstract.** Currently, the use of jet devices in the oil and gas industry is constantly expanding. The reason for this expansion in the oil and gas industry is the presence of a number of advantages. One of the advantages is the compactness of the working section. Other advantages of the jet pump are the simplicity of its design, high reliability and unique technical capabilities when pumping gas-liquid mixtures, the absence of moving mechanical parts, low criticality to the content of mechanical impurities and viscosity of the extracted liquid.

The aim of the study is to analyze the use of jet devices during well development in Western Siberia.

**Key words:** jet device; gas-liquid mixture; tubing; indicator diagram; pressure build-up curve; well testing

### Введение

В настоящее время постоянно расширяется применение струйных аппаратов в нефтегазовой промышленности [1], что обусловлено их простотой конструкции, компактностью, высокой надежностью и возможностью перекачки

вязких газожидкостных смесей, содержащих механические примеси [2]. В связи с этим применение струйных аппаратов становится перспективным способом освоения, исследования скважин и добычи нефти. Использование их функциональных возможностей позволяет исследовать и эксплуатировать сложные геологические объекты (пласты, насыщенные высоковязкими нефтями). В процессе работы струйного аппарата возможно создать любую технически возможную по величине и продолжительности управляемую депрессию, проводить запись кривых восстановления давления (КВД) с закрытием скважины на забое, осуществлять отбор глубинных и поверхностных проб пластовых флюидов [3, 4]. При этом за счет эффективной очистки прискважинной зоны пласта (ПЗП) и проведения качественных гидродинамических исследований скважин (ГДИС) производители получают достоверную информацию о фильтрационно-емкостных свойствах (ФЕС) продуктивных пластов-коллекторов, а при этом еще и значительное сокращение трудозатрат [5]. Однако, несмотря на их широкое применение в различных отраслях промышленности, эти аппараты характеризуются сравнительно низким коэффициентом полезного действия, не превышающим значения 0,30 [6, 7].

### Объект и методы исследования

Объектом исследования являются нефтяные скважины месторождений Западной Сибири и струйные аппараты для их освоения. Методами исследования являются сбор, анализ и обработка промысловых данных.

Период развития теории струйных аппаратов насчитывает около двух сотен лет [8]. В 1859 году Ж. Б. Вентури изобрел устройство, представляющее собой трубу с сужающимся соплом (трубка Вентури), ставшее прообразом водоструйного насоса. Начальные основы теории струйных аппаратов были заложены еще в работах Г. Цейнера и М. Ренкина в 1860 году [9].

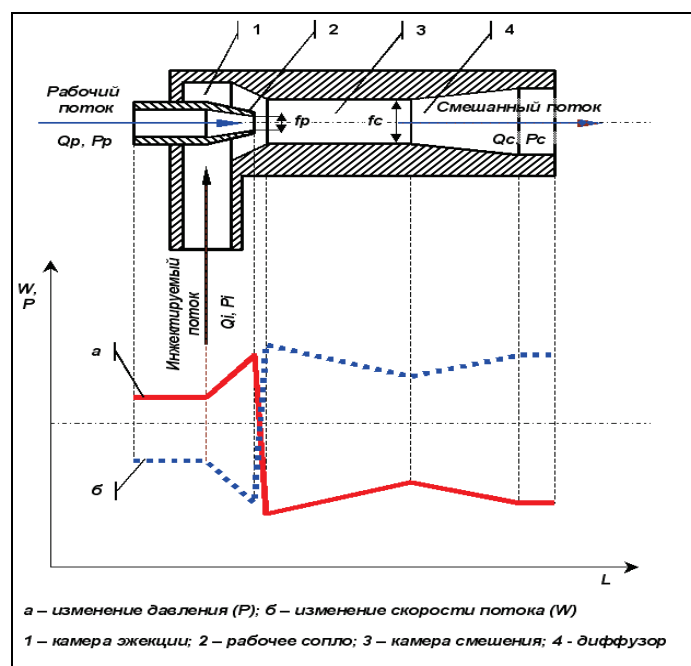


Рис. 1. Принципиальная схема работы струйного аппарата

Принцип работы струйных аппаратов заключается в следующем. Рабочая жидкость под высоким давлением подается в сопло и истекает с высокой скоростью до 300 м/с при третьем критическом режиме истечения [10]. При таких условиях в приемной камере аппарата создается область низкого давления, и добываемая жидкость через горловину поступает в камеру смешения и далее в диффузор [11]. На рисунке 1 приведена принципиальная схема работы струйного аппарата.

Струйные аппараты в промышленном масштабе начали применять в России и странах СНГ в первой половине 60-х гг., а в настоящее время их применяют на месторождениях Башкирии, Татарии, Коми, Западной и Восточной Сибири [12]. Освоение и исследование скважин с помощью струйных аппаратов производится как в разведочных, так и в добывающих скважинах. Доля использования струйных аппаратов в освоении скважин и нефтедобыче неуклонно возрастает. Одним из явных преимуществ струйных аппаратов перед другими методами освоения, исследования скважин является возможность осуществления ГДИС методами установившихся и неустойчивых отборов и восстановления давлений, с закрытием скважин на забое. Обработка полученных таким путем данных позволяет получить наиболее точные ФЕС продуктивных пластов [13].

### **Опыт применения струйных аппаратов в скважинах месторождений Западной Сибири**

Широкое применение на месторождениях Западной Сибири получили струйные аппараты следующих типов: УОС-1; УОС-1м; АНС-2; УЭОС-2; УГИП-1; УГИС-6; УГИС-7; УЭИП-1; УЭИП-3м; УСН-СН и т. д. [11]. Необходимо отметить, что указанные типы аппаратов подразделяются на стационарные и нестационарные с внутренними извлекаемыми вставками и используются в зависимости от требований и конкретных промысловых условий. Такое применение с учетом всей специфики месторождений позволяет осуществлять полноценные комплексы мероприятий по освоению, исследованию скважин, интенсификации притоков, оперативно управлять режимами добычи при эксплуатации скважин [14]. В результате при использовании струйных аппаратов в геолого-разведочном производстве имеются ощутимый прирост запасов углеводородов и существенная дополнительная добыча нефти при эксплуатации скважин [15].

Установки струйных аппаратов также хорошо зарекомендовали себя при эксплуатации отдаленных месторождений, где отсутствуют подъездные дороги, линии электропередач и возможности осуществления безкомпрессорного газлифта. В этом случае приводом силовых наземных насосов служат газовые двигатели, работающие на попутном газе, поступающем из эксплуатируемых скважин [16]. В настоящее время большой объем геолого-разведочных работ ведется на месторождениях, залежи продуктивных пластов которых имеют сложное геологическое строение, низкое нефтегазонасыщение и проницаемость и характеризуются как месторождения с трудноизвлекаемыми запасами нефти. Также в эксплуатацию вводится все большее число рыхлых слабосцементированных коллекторов, насыщенных тяжелыми высоковязкими нефтями. Поэтому скважины, вскрывшие такие пласты-коллекторы, характеризуются низкими ФЕС и малодобитными притоками [17]. Многолетний опыт применения струйных аппаратов на нефтяных месторождениях топливно-энергетического комплекса России показывает, что для освоения и исследова-

ния низкодебитных непереливающих скважин наиболее эффективна технология с применением струйных аппаратов [18].

Рассмотрим в качестве примера эффективность применения струйных аппаратов на одном из нефтяных месторождений Широкого Приобья (табл. 1).

Таблица 1

**Результаты освоения скважин струйными аппаратами на нефтяном месторождении Широкого Приобья Западной Сибири**

Номер объекта	Интервал освоения, м	До интенсификации		После интенсификации		ОП после интенсификации
		Дебит, м <sup>3</sup> /с	Коэффициент продуктивности, м <sup>3</sup> /сут / кгс/см <sup>2</sup>	Дебит, м <sup>3</sup> /с	Коэффициент продуктивности, м <sup>3</sup> /сут / кгс/см <sup>2</sup>	
		Н <sub>дин</sub> , м		Н <sub>дин</sub> , м		До интенсификации
1	2 622–2 654	$\frac{1,9}{792,5}$	0,024	$\frac{2,24}{1203}$	0,019	0,79
2	2 694–2 704	$\frac{1,22}{798}$	0,015	$\frac{3,67}{1271,5}$	0,029	1,93
3	2 594–2 605	«сухо»	–	$\frac{9,0}{1538}$	0,059	+
4	2 633–2 648	$\frac{1,0}{1108}$	0,010	$\frac{2,89}{1348,5}$	0,021	2,10
5	2 664–2 679	$\frac{1,9}{1472,6}$	0,013	$\frac{0,63}{1214,6}$	0,005	0,38
6	2 596–2 640	$\frac{2,08}{1174}$	0,018	$\frac{13,5}{1287,5}$	0,105	5,83
7	2 722–2 711	$\frac{0,43}{1290}$	0,003	$\frac{6,7}{1102}$	0,061	20,33
8	2 790–2 813	«сухо»	–	$\frac{1,5}{1247,5}$	0,012	+
9	2 681–2 691	«сухо»	–	$\frac{8,4}{-}$	–	+
10	2 655–2 779 2 682–2 698	$\frac{3,5}{1144}$	0,031	$\frac{8,06}{1296}$	0,062	2,07
11	2 680–2 695	$\frac{1,4}{1581}$	0,009	$\frac{2,86}{1234}$	0,023	2,55
12	2 724–2 759 2 818–2 826	$\frac{0,45}{1058}$	0,0043	$\frac{2,2}{805}$	0,027	6,28

На данном месторождении более чем в двадцати скважинах провели освоение, исследование скважин и интенсификацию притоков из продуктивных пластов почти одной группы — АС<sub>10</sub>, АС<sub>11</sub>, АС<sub>12</sub> струйными аппаратами типов УОС-1, УОС-1м и УГИП-1 [19].

Анализ таблицы 1 показывает, что работы по освоению, исследованию скважин и интенсификации притоков с помощью струйных аппаратов на указанном месторождении осуществлялись в низкодебитных объектах (пластах) с очень низкой продуктивностью, изменяющейся в диапазоне от 0,003 до 0,031 м<sup>3</sup>/сут\*кгс/см<sup>2</sup> и проницаемостью от 0,78 до 28,3 мД. При этом даже в таких условиях в 3-м и 9-м объектах получены промышленные притоки нефти на динамических уровнях жидкости в скважинах с коэффициентом продуктивности и дебитом по нефти, соответственно, 0,059 м<sup>3</sup>/сут\*кгс/см<sup>2</sup> и 8,40 м<sup>3</sup>/сут. В то же время при первичном освоении этих пластов (до работ по интенсификации притоков с помощью струйных аппаратов) притоки нефти из 3-го, 8-го и 9-го объектов не были получены («сухие»). По причине очень низких ФЕС пластов промышленные притоки нефти из 1-го и 5-го объектов получить после интенсификации не удалось. На рисунке 2 представлена диаграмма, характеризующая улучшение ФЕС ПЗП пластов в скважинах нефтяного месторождения Широкого Приобья Западной Сибири, до и после интенсификации притоков струйными аппаратами.

Из анализа рисунка 2 следует, что применение струйных аппаратов дает более высокие результаты очистки ПЗП от загрязнения и улучшает ФЕС.

На рисунке 3 представлена схема компоновки забойного скважинного оборудования, используемого при освоении скважин струйными аппаратами, а на рисунке 4 — схема обвязки наземного оборудования.

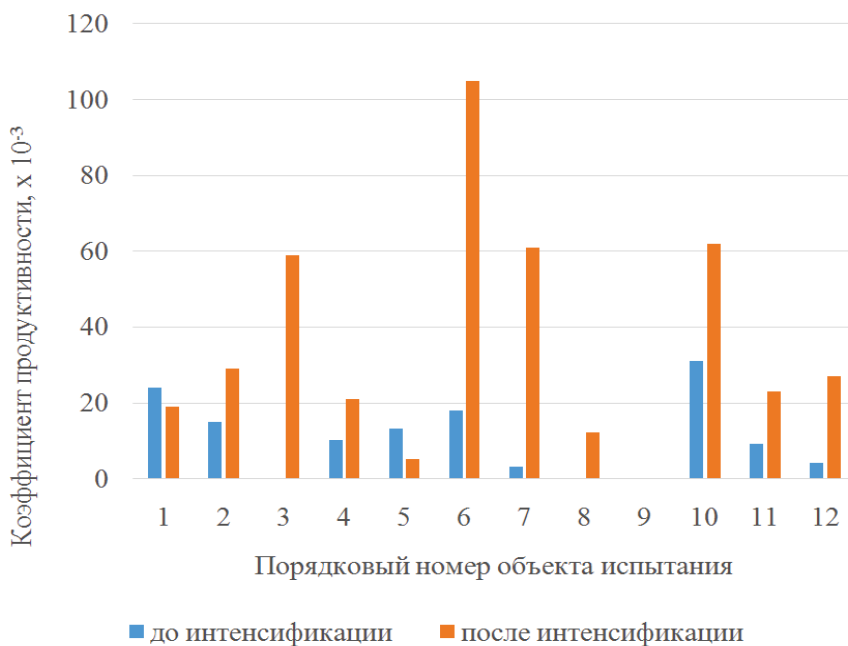


Рис. 2. Диаграмма изменения коэффициента продуктивности пластов до и после работ по интенсификации притоков жидкости в скважинах

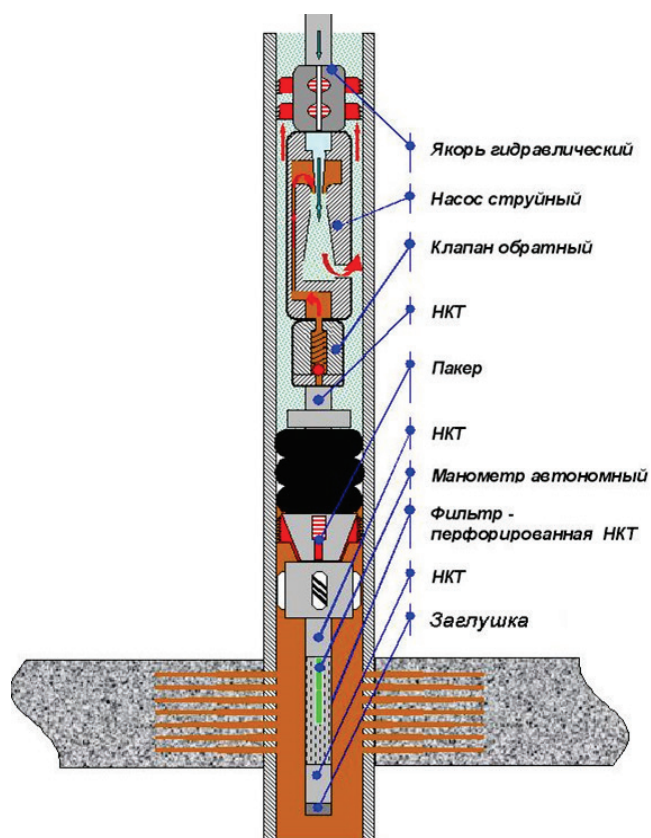


Рис. 3. Схема компоновки подземного скважинного оборудования при освоении скважин нефтяного месторождения Широтного Приобья с помощью струйного аппарата

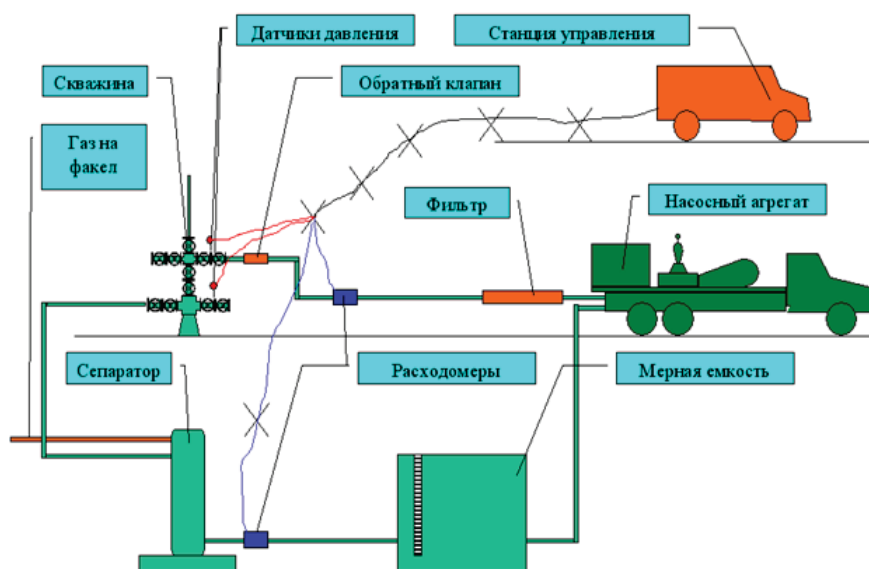


Рис. 4. Схема обвязки наземного оборудования при освоении скважин нефтяного месторождения Широтного Приобья с помощью струйного аппарата

В дальнейшем работы на данных скважинах проводились в следующем порядке [20]:

- дренирование пластов циклами кратковременных переменных депрессий с целью очистки прискважинных зон от загрязняющих материалов (всего 30–40 циклов, каждый продолжительностью 10–15 минут);
- проведение гидродинамических исследований методами установившихся отборов на 3–4 режимах фильтрации. Рекомендуемые рабочие давления — 7,5; 10,0; 15,0; 20,0 МПа, время работы на режиме 1–2 часа;
- проведение исследований методом восстановления давления (КВД) при наличии обратного клапана в компоновке инструментов путем остановки работы гидравлического насоса на 1–2 часа.

В результате исследований скважин глубинными манометрами были записаны диаграммы изменения забойных давлений на режимах откачек и КВД (рис. 5) [3, 4].

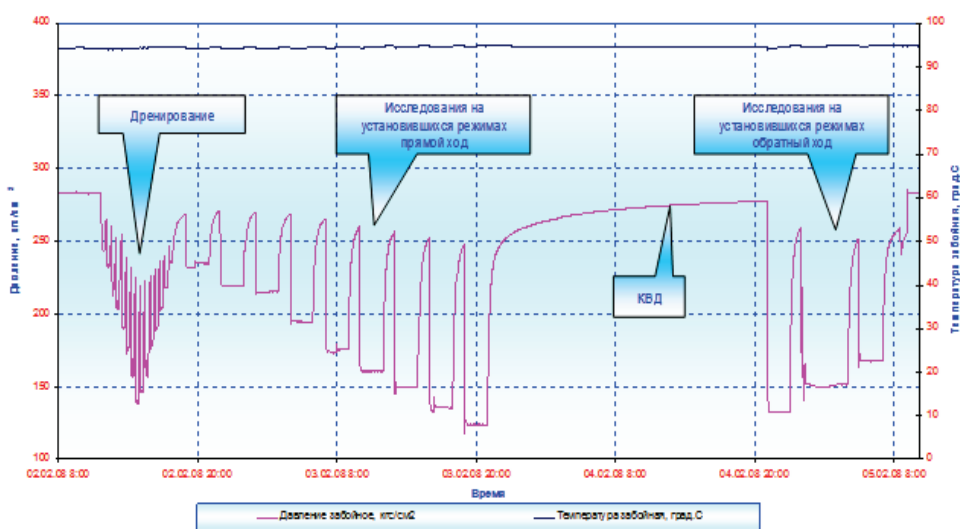


Рис. 5. Динамограмма изменения забойных скважинных параметров при освоении скважин нефтяного месторождения Широтного Приобья

ФЕС пластов определялись по результатам обработки КВД дифференциальным методом И. А. Чарного — И. Д. Умрихина или методом Хорнера [21].

Соответственно, чтобы оценивать эффективность применения струйных насосов на данном месторождении в качестве средства интенсификации притоков, коэффициенты продуктивности скважин до и после каждого его использования на каждом объекте работ определяли по данным снижения уровня жидкостей в скважинах азотно-компрессорным способом.

В таблице 2 представлены данные по пластам и соответствующим им коэффициентам проницаемостей, определенным в результате обработки КВД при работах на скважинах данного месторождения по освоению, исследованию и интенсификации притоков с помощью струйного аппарата [22–24].

Коэффициенты проницаемости пластов

п/п	Пласт	Интервал освоения, м	Коэффициент проницаемости, мД
1	$AC_{12}^{1-2}$	2 622–2 654	2,79
2	$AC_{12}^{1-2}$	2 694–2 704	7,25
3	$AC_{11}^{2-4}$	2 594–2 605	0,78
4	$AC_{12}^{2-3}$	2 633–2 648	17,8
5	$AC_{12}^{1-2}$	2 664–2 679	5,8
6	$AC_{12}^0$	2 596–2 640	11,5
7	$AC_{12}^{1-2}$	2 722–2 711; 2 728–2 734	–
8	$AC_{12}$	2 790–2 813;	–
	$AC_{12}^3$	2 761–2 772	
9	$AC_{12}$	2 681–2 691; 2 775–2 735	–
10	$AC_{12}^{1-2}$	2 655–2 779; 2 682–2 698	7,5
11	$AC_{12}$	2 680–2 695	–
12	$AC_{12}^{1-2}$	2 724–2 759; 2 818–2 826	28,3

### Обсуждение

Как видно из данных таблиц 1 и 2, работы по интенсификации притоков с помощью струйного аппарата проводились в пластах группы  $AC$ , характеризующихся низкой проницаемостью  $k_{пр} = 0,80–30$  мД, что согласно классификации А. А. Ханина соответствует горным породам, не обладающим коллекторскими свойствами [25]. Тем не менее в 3 скважинах при первичном освоении притока нефти из пластов не получено. В дальнейшем в указанных выше скважинах после проведения работ по интенсификации притоков с помощью струйного насоса получены промышленные притоки нефти. Продуктивность скважин и ФЕС пластов на указанном нефтяном месторождении после проведения работ по освоению, исследованию и интенсификации притоков с помощью струйных насосов в среднем увеличились в 4,7 раза.

### Выводы

- Применение струйных аппаратов для освоения, исследования скважин и интенсификации притоков на указанном месторождении показало высокую эффективность увеличения ФЕС продуктивных пластов по сравнению с обычными традиционными методами вызова притока, освоения и исследования скважин.
- Эффективная очистка ПЗП от загрязнения методом переменных кратковременных циклических депрессий с помощью струйных насосов позволила получить промышленные притоки нефти из пластов с очень низкими коллекторскими свойствами.



- Рациональное использование данной технологии в комплексе с физико-химическими методами воздействия на низкопроницаемые пласты в перспективе даст возможность достижения более высокой экономической эффективности на других нефтяных месторождениях.

#### **Библиографический список**

1. Струйные насосы для перекачки многофазных сред / Ю. А. Сазонов [и др.] // Управление качеством в нефтегазовом комплексе. – 2012. – № 4. – С. 35.
2. Булатов А. И., Савенок О. В., Яремийчук Р. С. Научные основы и практика освоения нефтяных и газовых скважин: моногр. – Краснодар: Издательский Дом-Юг, 2016. – 576 с.
3. Matthews C. S., Russell D. G. Pressure Buildup and Flow Tests in Wells. – New York–Dallas: Society of Petroleum Engineers of AIME, 1967. – 165.
4. Van Poolen H. K. Status of Drill-Stem Testing Techniques and Analysis // Journal of petroleum technology. – 1961 (April). – P. 333–339.
5. Освоение и исследование нефтяных скважин струйными аппаратами: моногр. / Г. А. Шлеин [др.]; под ред. С. И. Грачева. – Тюмень: Вектор Бук, 2011. – 192 с.
6. Соколов Е. Я., Зингер Н. М. Струйные аппараты. – 3-е изд., перераб. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 352 с.
7. Дроздов А. Н. Технология и техника добычи нефти погружными насосами в осложненных условиях: учеб. пособие. – М.: МАКС Пресс, 2008. – 309 с.
8. Лямаев Б. Ф. Гидроструйные насосы и установки. – Л.: Машиностроение, Ленинградское отделение, 1988. – 256 с.
9. Подвидз Л. Г., Кириловский Ю. Л. Расчет струйных насосов и установок // Труды ВИГМ. – 1968. – Вып. 38. – С. 44–97.
10. Яремийчук Р. С., Качмар Ю. Д. Вскрытие продуктивных горизонтов и освоение скважин. – Львов, 1982. – 214 с.
11. Теория и практика строительства боковых стволов в нефтяных скважинах: освоение и исследование струйными аппаратами / И. И. Клещенко [и др.]. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2015. – 352 с.
12. Технология повышения продуктивности скважин с помощью струйных аппаратов: НТС / Р. С. Яремийчук [и др.] // Сер. Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – М.: ВНИИОЭНГ, 1992. – 328 с.
13. Разработка нефтяных и газовых месторождений / А. К. Ягафаров [и др.]. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2010. – 396 с.
14. Пути повышения эффективности использования скважин не месторождениях Западной Сибири: труды ЗапСибНИГНИ. – Тюмень: ЗапСибНИГНИ, 1985. – Вып. 66. – 343 с.
15. Шлеин Г. А. Совершенствование и разработка новых технологий освоения нефтяных скважин с помощью струйных аппаратов на месторождениях Западной Сибири: Автореф. дис. канд. техн. наук. – Тюмень, 2008. – 22 с.
16. Федорцов В. К., Ягафаров А. К., Клевцур А. П. Практические указания по испытанию поисковых и разведочных скважин на нефть и газ: моногр. Часть 2. Освоение скважин, интенсификация притоков из поровых коллекторов. – Тюмень: Главтюменьгеология; ЗапСибБурНИПИ, 1988. – 365 с.
17. Шлеин Г. А. Испытание и исследование слабосцементированных пластов, насыщенных высоковязкими нефтями на Русском месторождении (Ямало-Ненецкий автономный округ) // Добыча, подготовка, транспорт нефти и газа: III Всеросс. науч.-практ. конф. (20–24 сент. 2004 г.). – Томск, 2004. – С. 189–193.
18. Шлеин Г. А., Газимов Р. Р., Ирипханов Р. Д. Применение вибрационно-циклических методов интенсификации притоков и восстановления приемистости при освоении скважин // Нефтяное хозяйство. – 2000. – № 9. – С. 76–79.
19. Ягафаров А. К., Курамшин Р. М., Демичев С. С. Интенсификация притоков нефти из скважин на месторождениях Западной Сибири. – Тюмень: Слово, 2000. – 223 с.
20. Шлеин Г. А. Перспективы применения струйных насосов при комплексном воздействии на призабойные зоны пластов в разведочных скважинах Западной Сибири // Современные технологии и технические средства, повышающие технико-экономические показатели строительства нефтегазовых скважин: тез. докл. науч.-практ. конф. молодых ученых

и специалистов / «Главтюменьгеология», НТО «Горное», ЗапСибБурНИПИ. – Тюмень, 1986. – С. 56–58.

21. Бузинов С. Н., Умрихин И. Д. Гидродинамические методы исследования скважин и пластов. – М.: Недра. – 1984. – 269 с.

22. McAlister J. A., Nutter B. P., Lebourg M. A New System of Tools for Better Control and Interpretation of Drill-Stem Tests // Journal of petroleum technology. – 1965. – Vol. 17, Issue 02. – P. 207–214. DOI: 10.2118/965-PA

23. Edwards A. G., Winn R. H. A Summary of Modern Tools and Techniques Used in Drill Stem Testing. – Duncan, Oklahoma: Halliburton Services, 1973.

24. Testers J. Review of Basic Formation Evaluation. – Houston, Texas: Johnston Schlumberger, 1974. – 29 p.

25. Ханин А. А. Породы-коллекторы нефти и газа и их изучение. – М.: Недра, 1969. – 368 с.

### References

1. Sazonov, Yu A., Kazakova, E. S., Dimaev, T. N., & Myasishchev, A. A. (2012). Struynye nasosy dlya perekachki mnogofaznykh sred. Upravlenie kachestvom v neftegazovom komplekse, (4), pp. 35. (In Russian).

2. Bulatov, A. I., Savenok, O. V., & Yaremiychuk, R. S. (2016). Nauchnye osnovy i praktika osvoeniya neftyanykh i gazovykh skvazhin. Krasnodar, Publishing House - South, 576 p. (In Russian).

3. Matthews, C. S., & Russell, D. G. (1967). Pressure Buildup and Flow Tests in Wells. New York-Dallas, Society of Petroleum Engineers of AIME, 165 p. (In English).

4. Van Poolen, H. K. (1961). Status of Drill-Stem Testing Techniques and Analysis. Journal of petroleum technology. April 1961 Issue, pp. 333-339. (In English).

5. Shlein G. A., Yagafarov, A. K., Fedortsov, V. K., & Kleshchenko, I. I. (2011). Osvoenie i issledovanie neftyanykh skvazhin struynymi apparatami. Tyumen, Vektor Buk Publ., 192 p. (In Russian).

6. Sokolov, E. Ya., & Zinger, N. M. (1989). Struynye apparaty. 3<sup>rd</sup> edition, revised. Moscow, Energoatomizdat Publ., 352 p. (In Russian).

7. Drozdov, A. N. (2008). The Technology and technique of oil production by submergible pumps in the complicated conditions. Moscow, MAKS Press Publ., 309 p. (In Russian).

8. Lyamaev, B. F. (1988). Hidrostruynye nasosy i ustanovki. Leningrad, Mashinostroenie Publ., Leningradskoe otdelenie, 256 p. (In Russian).

9. Podvidz, L. G., & Kirilovski, Yu. L. (1968). Raschet struynykh nasosov i ustanovok. Trudy VIGM, (38), pp. 44-97. (In Russian).

10. Yaremiychuk, R. S., & Kachmar, Yu. D. (1982). Vskrytie produktivnykh gorizontov i osvoenie skvazhin. Lviv, 214 p. (In Russian).

11. Kleshchenko, I. I., Shenberger, V. M., Shlein, G. A., Yagafarov, A. K., Leontiev, D. S., & Popova, Zh. S. (2015). Teoriya i praktika stroitel'stva bokovykh stvolov v neftyanykh skvazhinakh: osvoenie i issledovanie struynymi apparatami. Tyumen, Tyumen State Oil and Gas University Publ., 352 p. (In Russian).

12. Yaremiychuk, R. S., Voznyy, V. R., Kifor, B. M., & Lotovskiy, V. N. (1992). Tekhnologiya povysheniya produktivnosti skvazhin s pomoshch'yu struynykh apparatov: NTS. Ser. Stroitel'stvo neftyanykh i gazovykh skvazhin na sushe i na more. Moscow, VNIIOENG Publ., 328 p. (In Russian).

13. Yagafarov, A. K., Kleshchenko, I. I., Zozulya, G. P., Zeygman, Yu. V., Rogachev, M. K., & Shlein, G. A. (2010). Razrabotka neftyanykh i gazovykh mestorozhdeniy. Tyumen, Tyumen State Oil and Gas University Publ., 396 p. (In Russian).

14. Puti povysheniya effektivnosti ispol'zovaniya skvazhin na mestorozhdeniyakh Zapadnoy Sibiri: trudy ZapSibNIGNI. (1985). Vypusk. 66. Tyumen, ZapSibNIGNI Publ., 343 p. (In Russian).

15. Shlein, G. A. (2008). Sovershenstvovanie i razrabotka novykh tekhnologiy osvoeniya neftyanykh skvazhin s pomoshch'yu struynykh apparatov na mestorozhdeniyakh Zapadnoy Sibiri. Avtoref. diss. kand. tekhn. nauk. Tyumen, 22 p. (In Russian).

16. Fedortsov, V. K., Yagafarov, A. K., & Klevtsur, A. P. (1988). Prakticheskie ukazaniya po ispytaniyu poiskovykh i razvedochnykh skvazhin na nef' i gaz. CHast' 2. Osvoenie skvazhin, intensivatsiya pritokov iz porovykh kollektorov. Tyumen, Glavtyumen'geologiya; ZapSibBurNIPI Publ., 365 p. (In Russian).

17. Shlein, G. A. (2004). Ispytanie i issledovanie slabostsementirovannykh plastov, nasyshchennykh vysokovyazkimi neftyami na Russkom mestorozhdenii (Yamalo-Nenetskiy avtonomnyy okrug). Dobycha, podgotovka, transport nefi i gaza: III Vserossiyskaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya (September 20-24, 2004). Tomsk, pp. 189-193. (In Russian).
18. Shlein, G. A., Gazimov, R. R., & Iripkhanov, R. D. (2000). Primenenie vibratsionno-tsiklicheskiykh metodov intensivatsii pritokov i vosstanovleniya priemistosti pri osvoenii skvazhin. Oil Industry, (9), pp. 76-79. (In Russian).
19. Yagafarov, A. K., Kuramshin, R. M., & Demichev, S. S. (2000). Intensifikatsiya pritokov nefi iz skvazhin na mestorozhdeniyakh Zapadnoy Sibiri. Tyumen, Slovo Publ., 223 p. (In Russian).
20. Shlein, G. A. (1986). Perspektivy primeneniya struynykh nasosov pri kompleksnom vozdeystvii na prizaboynye zony plastov v razvedochnykh skvazhinakh Zapadnoy Sibiri. Sovremennyye tekhnologii i tekhnicheskie sredstva, povyshayushchie tekhniko-ekonomicheskie pokazateli stroitel'stva neftegazovykh skvazhin: tezisy dokladov nauchno-prakticheskoy konferentsii molodykh uchenykh i spetsialistov. "Glavyumen'geologiya", NTO "Gormoe", ZapSibBurNPI. Tyumen, pp. 56-58. (In Russian).
21. Buzinov, S. N., & Umrikhin, I. D. (1984). Gidrodinamicheskie metody issledovaniya skvazhin i plastov. Moscow, Nedra Publ., 269 p. (In Russian).
22. McAlister, J. A., Nutter, B. P., & Lebourg, M. (1965). A New System of Tools for Better Control and Interpretation of Drill-Stem Tests. Journal of petroleum technology, 17(2), pp. 207-214. (In English). DOI: 10.2118/965-PA
23. Edwards, A. G., & Winn, R. H. (1973). A Summary of Modern Tools and Techniques Used in Drill Stem Testing. Duncan, Oklahoma, Halliburton Services. (In English).
24. Testers, J. (1974). Review of Basic Formation Evaluation. Houston, Texas, Johnston Schlumberger, 29 p. (In English).
25. Khanin, A. A. (1969). Porody-kollektory nefi i gaza i ikh izuchenie. Moscow, Nedra Publ., 368 p.

#### **Сведения об авторах**

**Шлеин Геннадий Андреевич**, к. т. н., доцент кафедры бурения нефтяных и газовых скважин, Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

**Кузнецов Владимир Григорьевич**, д. т. н., профессор кафедры бурения нефтяных и газовых скважин, Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень, e-mail: kuznetsovvg@tyuiu.ru

**Баа Огустин Боатенг**, студент, Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

**Гречин Евгений Глебович**, д. т. н., профессор кафедры прикладной механики, Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

#### **Information about authors**

**Gennady A. Shlein**, Candidate of Engineering, Associate Professor at the Department of Drilling Oil and Gas Wells, Industrial University of Tyumen

**Vladimir G. Kuznetsov**, Doctor of Engineering, Professor at the Department of Drilling Oil and Gas Wells, Industrial University of Tyumen, e-mail: kuznetsovvg@tyuiu.ru

**Augustine Boateng Baah**, Student, Industrial University of Tyumen

**Evgeny G. Grechin**, Doctor of Engineering, Professor at the Department of Applied Mechanics, Industrial University of Tyumen