



УДК 622.276.52

ОТЕЧЕСТВЕННОЕ КОМПРЕССОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ АРКТИЧЕСКИХ И ШЕЛЬФОВЫХ ПРОЕКТОВ РОССИИ

DOMESTIC COMPRESSOR EQUIPMENT FOR THE IMPLEMENTATION OF THE ARCTIC AND OFFSHORE PROJECTS IN RUSSIA

Сазонов Юрий Апполоньевич

доктор технических наук,
профессор кафедры машин
и оборудования нефтяной
и газовой промышленности,
РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина
ysaz60@mail.ru

Туманян Хорен Артурович

ведущий инженер кафедры
разработки и эксплуатации
нефтяных месторождений,
РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина
horen.tumanyan@mail.ru

Аннотация. Проведение научных исследований является неотъемлемой частью для развития проектов в Арктической и шельфовых зонах России. На сегодняшний день активно вводятся программы импортозамещения.

В лабораториях РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина развернуты научные исследования и конструкторские работы по созданию эффективных и дешевых компрессорных технологий на основе эжекторных систем, с реализацией циклического рабочего процесса. В ходе исследований разработаны новые научные принципы сжатия газа. Новизна полученных научных результатов подкреплена патентами.

Результаты исследований представляют практический интерес, поскольку позволяют вывести на новый уровень эксплуатационные показатели струйных систем высокого давления, с выходным давлением газа 20–40 МПа. Цена новой струйной компрессорной установки может быть в 10 раз ниже по сравнению с поршневой компрессорной установкой, при сходных рабочих параметрах.

Ключевые слова: Арктика, добыча углеводородов, импортозамещение, компрессорная установка, эжектор.

Sazonov Yuri Appolonevich

Doctor of Engineering,
Professor at the Department of Oil
and Gas Industry Machinery and Equipment,
Gubkin Russian State University
of Oil and Gas (RSUE)
ysaz60@mail.ru

Tumanyan Khoren Arturovich

Leading engineer of the department
of development and operation
oil fields,
Gubkin Russian State University
of Oil and Gas (RSU)
horen.tumanyan@mail.ru

Annotation. Conducting research is an integral part for the development of projects in the Arctic and offshore zones of Russia. To date, import substitution programs are being actively introduced.

In the laboratories of the Gubkin University launched scientific research and design work to create efficient and cheap compressor technologies based on ejector systems, with the implementation of a cyclical workflow. During the research, new scientific principles of gas compression have been developed. The novelty of the obtained scientific results is supported by patents.

The research results are of practical interest because they allow us to bring to a new level the operational performance of high-pressure jet systems with a gas output pressure of 20–40 MPa. The price of a new jet compressor unit can be 10 times lower compared to a piston compressor unit, with similar operating parameters.

Keywords: Arctic, hydrocarbon production, import substitution, compressor unit, ejector.

Проведение научных исследований является неотъемлемой частью для развития проектов в Арктической и шельфовых зонах России.

Введение санкций привело к ограничению доступа российских компаний к современным иностранным технологиям и оборудованию, что негативно сказалось на темпах освоения минерально-ресурсного потенциала Арктики, которая напрямую зависит от энергетической и экономической стабильности России. В список запрещенного США к ввозу в Россию оборудования включены компрессоры высокого давления, которые на сегодняшний день используются для реализации современных технологий интенсификации добычи нефти и газа [1].

На сегодняшний день активно вводятся программы импортозамещения. Научный коллектив из Губкинского университета уже более 5 лет ведет научные исследования и конструкторские работы по созданию эффективного и дешевого компрессорного оборудования. Весьма перспективным видится направление работ по совместному использованию силовых насосов и струйной техники [2–5].

Разработка нового компрессорного оборудования на базе элементов струйной техники нацелена на повышение рабочего давления и энергетической эффективности струйной компрессорной уста-



новки. Новизна полученных научных результатов подкреплена патентом № 2674042 и заявками на изобретения № 2018118830 и № 2018118832 [6–8]. Новая компрессорная установка позволит эффективно вести закачку газа, без его предварительной подготовки и очистки от механических примесей. При этом подвижные детали компрессорной установки будут защищены от гидроабразивного износа.

Новая струйная компрессорная установка предназначена для применения в технологиях добычи газа из газовых и газоконденсатных скважин при обводнении их конденсатными и пластовыми водами на месторождениях с трудноизвлекаемыми и нетрадиционными запасами углеводородов. Кроме того, планируется использовать при внедрении тепловых методов воздействия на продуктивные пласты с закачкой воздуха, а также при закачке газа и газожидкостных смесей в пласт. Компрессорную установку можно применять в качестве дожимных компрессорных станций и в качестве дожимных насосных станций при разработке месторождений углеводородов на суше и на море.

В рамках экономической обоснованности проведено сравнение новой струйной компрессорной установки с известными техническими решениями, которые на сегодняшний день наиболее широко используются для реализации современных технологий интенсификации добычи нефти и газа. Поскольку новая компрессорная установка может заменить и поршневой компрессор высокого давления проведено сравнение и в этой области техники.

В таблице 1 приведен сравнительный анализ известной и новой конструкции компрессорной установки.

Таблица 1 – Сравнительный анализ технических возможностей струйных компрессорных установок

Технические параметры	Известная струйная компрессорная установка	Новая струйная компрессорная установка
Давление газа (газожидкостной смеси) на выходе из установки, МПа	до 12	до 40
Отношение давления газа к давлению рабочей жидкости	0,15–0,3	1
КПД установки	0,2–0,4	0,5–0,6

Анализируя технические возможности новой компрессорной установки можно отметить, что значительно расширяется область практического использования таких установок и соответственно становится целесообразно применения для современных технологий интенсификации добычи нефти и газа, включая и задачи по расширению области применения технологии газлифта с применением новых компрессорных установок. В этой связи выполнен сравнительный анализ с поршневыми компрессорными установками, наиболее распространенными для закачки газа под высоким давлением. Ниже в таблице 2 приведен краткий анализ для одного варианта установок, с давлением газа на выходе 30 МПа при потребляемой мощности 1 МВт.

Таблица 2 – Сравнительный анализ оборудования для сжатия и перекачки газа с высоким давлением

Технические и экономические параметры	Известная поршневая компрессорная установка	Новая струйная компрессорная установка
Потребляемая мощность установки, МВт	1	1
Давление газа на выходе из установки, МПа	до 30	до 30
Удельная масса установки, кг/кВт	28	8
Удельная стоимость установки, тыс. руб/кВт	100	10
Перекачиваемая и сжимаемая среда	газ	газ, газожидкостная смесь, жидкость
Дополнительные требования к подготовке перекачиваемого газа ¹	предъявляются	не предъявляются
Производители оборудования ²	зарубежные	российские

Примечания:

¹ Учитывая то, что для эксплуатации новой насосно-компрессорной установки не требуется проведение дорогостоящей предварительной подготовки и очистки газа, практическое использование новой установки видится крайне привлекательным в экономическом плане.

² Исходя из широкой гаммы серийно выпускаемого насосного оборудования и струйных аппаратов, в настоящее время существует реальная возможность создать доступную по цене компрессорную установку, функционирующую при различных давлениях и производительности.

Исходя из сравнительного анализа можно утверждать, что новая струйная компрессорная установка представляет собой альтернативное техническое решение для известных технологий с высоким давлением газа, в том числе новая технология является альтернативой технологиям зарубежного производства.



Результаты научных исследований представляют практический интерес, поскольку позволяют вывести на новый уровень эксплуатационные показатели струйных систем высокого давления, с выходным давлением газа 20–40 МПа. Цена новой струйной компрессорной установки может быть в 10 раз ниже по сравнению с поршневой компрессорной установкой, при сходных рабочих параметрах. Кроме того, габаритные размеры новой компрессорной установки в целом уменьшаются, что особенно важно для морских нефтяных и газовых платформ, и для систем с подводным расположением добычного оборудования.

Работы проводятся при финансовой поддержке государства в лице Минобрнауки России. Уникальный идентификатор работ (проекта) RFMEFI57417X0152.

Литература:

1. Кравец В. Освоение российского шельфа в условиях санкций: нас бьют, а мы крепчаем? // *ROGTEC* – 2015. – № 40. – С. 18–27.
2. Разработка эжекторных систем для месторождений с трудноизвлекаемыми и нетрадиционными запасами углеводородов / Ю.А. Сазонов [и др.] // *Нефтяное хозяйство* – 2017. – № 10. – С. 110–112. – DOI: 10.24887/0028-2448-2017-10-110-112.
3. Перспективы использования двухкамерных насосно-компрессорных установок для перекачки многофазных сред / Ю.А. Сазонов [и др.] // *Нефтяное хозяйство* – 2017. – № 11. – С. 137–139. – DOI: 10.24887/0028-2448-2017-11-137-139.
4. Разработка компрессорных технологий с эжекторами высокого давления для добычи нефти и газа / Ю.А. Сазонов [и др.] // *Нефтяное хозяйство* – 2018. – № 5. – С. 78–82. – DOI: 10.24887/0028-2448-2018-5-78-82.
5. Разработка технологий с циклической работой эжектора при добыче нефти и газа / Ю.А. Сазонов [и др.] // *Нефтяное хозяйство* – 2018. – № 7. – С. 100–102. – DOI: 10.24887/0028-2448-2018-7-100-102.
6. Патент № 2674042. Насосно-эжекторная установка для эксплуатации скважин / Сазонов Ю.А., Мохов М.А., Франков М.А., Туманян Х.А. // Заявка на изобретение № 2017146029. – Дата подачи заявки: 26.12.2017. – Опубликовано: 04.12.2018. – Бюл. № 34.
7. Компрессорная установка / Сазонов Ю.А., Мохов М.А., Франков М.А., Туманян Х.А., Азарин К.И. // Заявка на изобретение № 2018118830. – Дата подачи заявки: 22.05.2018. – Решение о выдаче патента 15.01.2019.
8. Компрессорная установка / Сазонов Ю.А., Мохов М.А., Франков М.А., Туманян Х.А., Азарин К.И. // Заявка на изобретение № 2018118832. – Дата подачи заявки: 22.05.2018. – Решение о выдаче патента 15.01.2019.

References:

1. Kravets V. The development of the Russian shelf in terms of sanctions: are they beating us, and are we getting stronger? // *ROGTEC* – 2015. – № 40. – P. 18–27.
2. Development of ejector systems for fields with hard-to-recover and unconventional hydrocarbon reserves / Yu.A. Sazonov [et al.] // *Oil Industry* – 2017. – № 10. – P. 110–112. – DOI: 10.24887 / 0028-2448-2017-10-110-112.
3. Prospects for the use of two-chamber pump-compressor units for pumping multiphase media / Yu.A. Sazonov [et al.] // *Oil industry* – 2017. – № 11. – P. 137–139. – DOI: 10.24887 / 0028-2448-2017-11-137-139;
4. Development of compressor technologies with high-pressure ejectors for oil and gas production / Yu.A. Sazonov [et al.] // *Oil industry* – 2018. – № 5. – P. 78–82. – DOI: 10.24887 / 0028-2448-2018-5-78-82.
5. Development of technologies with cyclical operation of the ejector in oil and gas production / Yu.A. Sazonov [et al.] // *Oil industry* – 2018. – № 7. – P. 100–102. – DOI: 10.24887 / 0028-2448-2018-7-100-102.
6. Patent № 2674042. Pump-ejector installation for well operation / Sazonov Yu.A., Mokhov M.A., Frankov M.A., Tumanyan Kh.A. // Application for the invention № 2017146029. – The date of filing of the application: 12.26.2017. – Published: 12/04/2018. – Bul. № 34.
7. Compressor unit / Sazonov Yu.A., Mokhov M.A., Frankov M.A., Tumanyan Kh.A., Azarin K.I. // Application for the invention № 2018118830. – The date of filing of the application: 05.22.2018. – The decision to grant a patent 01.15.2019.
8. Compressor unit / Sazonov Yu.A., Mokhov M.A., Frankov M.A., Tumanyan Kh.A., Azarin K.I. // Application for the invention № 2018118832. – The date of filing of the application: 05.22.2018. – The decision to grant the patent 01.15.2019.