



ПОДВОДНЫЙ  
РЕЗЕРВУАР-  
ХРАНИЛИЩЕ СПГ

ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ  
РАСЧЕТ  
ПРИ БУРЕНИИ

ЗАМЕНА  
ДЕФЕКТНЫХ  
УЧАСТКОВ

ДЕЛОВОЙ ЖУРНАЛ

# Neftegaz.RU

ИНТЕРЕСНО О СЕРЬЕЗНОМ

ISSN 2410-3837

3 [123] 2022



Входит в перечень ВАК

# ГЕНЕРАТОРЫ СЕЙСМИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ НЕВЗРЫВНОГО ТИПА, использующие в качестве энергоносителя бензин- кислородные смеси, обогащенные водородом

**Мажренова Томила Темировна**

студент

**Машкова Анастасия Михайловна**

проректор по международной деятельности  
и региональному сотрудничеству,  
к.и.н.

**Соловьев Николай Владимирович**

заведующий кафедрой СТБС,  
д.т.н., профессор

**Щербакова Ксения Олеговна**

преподаватель кафедры СТБС

**Овезов Батыр Аннамхаммедович**

старший преподаватель кафедры СТБС

ФГБОУ ВО «Российский государственный  
геологоразведочный университет  
имени Серго Орджоникидзе» МГРИ

ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ СЕЙСМОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ В РАЙОНАХ СИБИРИ, КРАЙНЕГО СЕВЕРА И АРКТИКИ НЕОБХОДИМО ОБОРУДОВАНИЕ, СПОСОБНОЕ ЭФФЕКТИВНО РАБОТАТЬ В УСЛОВИЯХ ВЕЧНОМЕРЗЛЫХ ГРУНТОВ. КАКИЕ РЕШЕНИЯ ПРЕДЛАГАЮТ РОССИЙСКИЕ УЧЕНЫЕ?

FOR SEISMIC SURVEYS IN SIBERIA, THE FAR NORTH AND THE ARCTIC, IT IS NECESSARY TO HAVE EQUIPMENT THAT CAN WORK EFFECTIVELY IN CRYOTIC SOIL. WHAT SOLUTIONS DO RUSSIAN SCIENTISTS OFFER?

Ключевые слова: генератор сейсмических колебаний, бензин-кислородные смеси, сейсморазведка, геофизические исследования, месторождения нефти и газа.

Геофизическая разведка месторождений углеводородов занимает важное место в деятельности нефтесервисных компаний. На долю геофизической разведки углеводородов приходится около 15% российской нефтесервисной структуры. На рисунке 1 представлены основные нефтесервисные компании, осуществляющие свою деятельность на территории РФ.

Один из самых неоднозначных нефтяных регионов мира, привлекающий внимание целого ряда стран, – Арктика. Сложные климатические условия и слабое развитие инфраструктуры делают освоение и разработку Арктического региона трудной с технической и экономической точек зрения. Таким образом, возникает необходимость в разработке новых технологий и модернизации уже существующих для повышения эффективности разведки месторождений углеводородов в Арктике и других нефтеносных регионах. На рисунке 2 представлена карта выявленных структур и месторождений на территории арктического шельфа.

Сейсмическая разведка является одним из методов поиска месторождений нефти и газа. В настоящее время для возбуждения упругих сейсмических волн используются различные генераторы сейсмических колебаний невзрывного типа. Самый распространенный тип энергоносителей – пропан-кислородные смеси. Однако рабочий диапазон температур данной смеси не позволяет вести работы при отрицательных температурах, характерных для северных регионов [1].

Для решения поставленной проблемы предлагается использовать модернизированную систему питания, рассчитанную на использование бензин-кислородных смесей в качестве энергоносителя. Система является составной частью генератора сейсмических колебаний, предназначенного для проведения разведочных работ в местах, где затруднено ведение буровзрывных работ. Рабочий диапазон температур для бензин-кислородных смесей составляет от +40 °С до -28 °С.

Предлагается переоборудование уже существующих аналогов, работающих на пропане либо пропан-бутановой смеси, переводя их на бензиновое топливо путем использования пропановой линии для раздельного заполнения камер и оснащением бензиновой линией с впуском бензина непосредственно в запальную трубку.

Далее представлены основные физико-химические свойства бензина и кислорода.

## ФАКТЫ

15%

российской нефтесервисной структуры приходится на долю геофизической разведки углеводородов

Бензин – горючая смесь, состоящая из легких углеводородов с температурой кипения от +33 до +205 °С (в зависимости от различных примесей). Плотность бензина колеблется в диапазоне от 0,71 до 0,76 г/см<sup>3</sup>. Теплотворная способность бензина достигает значения около 10 600 ккал/кг (44,4 МДж/кг). Температура замерзания приближается к -60 °С в случае использования специальных химических присадок. Такой параметр, как «октановое число», характеризует детонационную стойкость топлива, обычно бензина. Бензин с более высоким октановым числом может выдержать более высокую степень сжатия без досрочного самовоспламенения [2].

Кислород – восьмой элемент второго периода в периодической системе Д.И. Менделеева. При нормальных условиях (T = 273,15 К; P = 101 325 Па) кислород представляет собой бесцветный газ без запаха и вкуса. При нормальных условиях 1 литр кислорода имеет массу около 1,429 г. В свободном виде элемент существует в двух аллотропных модификациях: O<sub>2</sub> и O<sub>3</sub> (озон) [3].

РИС. 1. Нефтесервисный рынок РФ

### Крупнейшие нефтесервисные компании на российском рынке

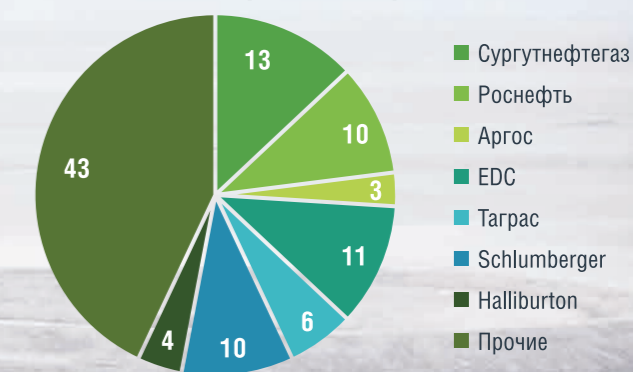
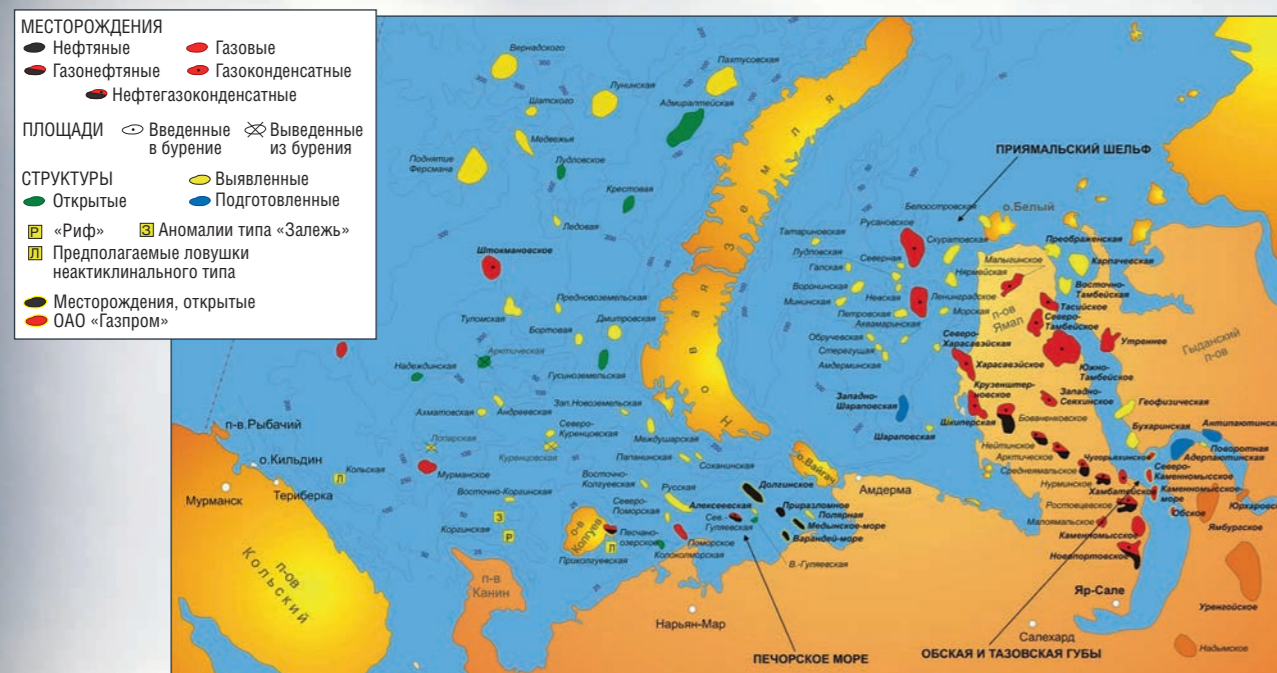


РИС. 2. Месторождения арктического шельфа



**Технические характеристики**

На рисунке 3 представлена предполагаемая система питания, которая состоит из бензиновой, кислородной и смесевой линий. Кислородная линия содержит: кислородные баллоны (1) с редуктором (2), манометры (3), пневмоуправляемые клапаны (4), обратные клапаны (5), пламегасители (6), отсекатели (7), подводящие шланги и трубопроводы. Бензиновая линия включает в себя: бензобак (8), оборудованный регулятором давления воздуха (9), манометр (10), предохранительный клапан (11), бензиновый клапан (12), смотровые окна (13), кран (14), впускные бензиновые клапаны (15) и выпускные клапаны (16) подводящих трубопроводов, линии подвода воздуха в демпферные объемы, содержащие краны (17) и мембраны (18). В смесевую линию входят запальная головка и запальная трубка. Пневматическая система управления включает: электромагнитный клапан взвода (19), электромагнитный клапан впуска (20), электромагнитный клапан выпуска (21) и подводящие трубопроводы.

Работа предлагаемой установки будет происходить следующим образом. При срабатывании клапана ввода воздух из пневмосистемы попадает в полости отсекателей и осуществляет их взвод. В результате этой операции кислородные линии соединяются со смесительными камерами в запальных головках. При срабатывании клапана впуска воздух из пневмосистемы открывает клапаны в кислородных линиях и клапаны в бензиновой линии. Кислород из баллонов и бензин из бензобака поступают в смесительную камеру и дальше по запальной трубке в камеры сгорания. При заполнении камер сгорания необходимым количеством смеси происходит отсечка отсекателей и выключение электроуправляемого клапана впуска. Воздух из полостей и линий управления клапанами вытекает в атмосферу, запирая эти клапаны. Подача кислорода и бензина во взрывные камеры прекращается.

**ФАКТЫ**

от **+40**  
до **-28** °C

составляет рабочий диапазон температур для бензин-кислородных смесей

В дальнейшем осуществляется подрыв смеси с одновременным открытием выпускного клапана. По окончании выпуска клапан отключается и установка готова к осуществлению следующего воздействия.

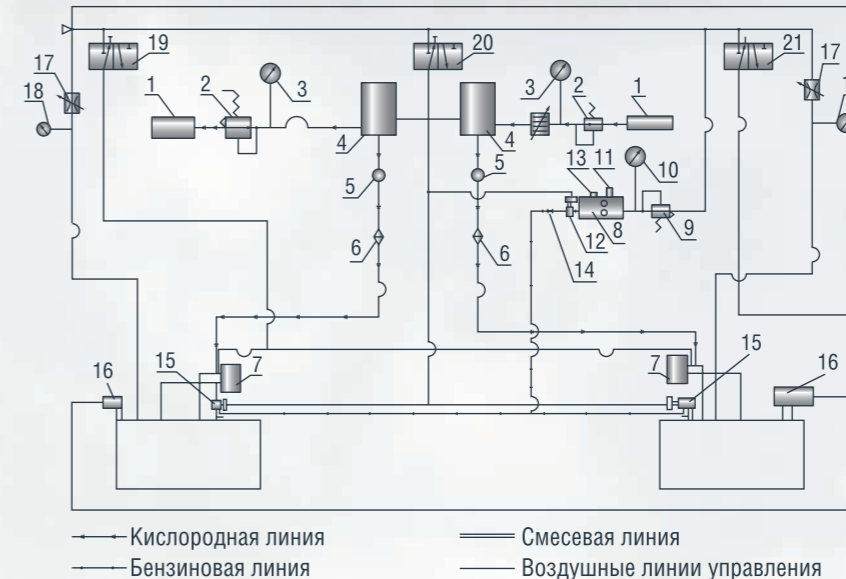
**Рекомендации по испытаниям**

Для оценки надежности работы установки необходимо использовать критерий «Наработка на отказ». Безотказность работы узлов системы питания оценивается по отсутствию отказов во время работы установки и самоподрывов в течение всего периода испытаний для установления достаточно высокой надежности системы.

К числу наиболее важных эксплуатационных параметров установок подобного типа относятся: энергия воздействия, минимальный интервал времени между двумя воздействиями на одной точке и разброс величин задержек от момента подачи сигнала «Разряд» до воздействия камер на грунт.

Энергия воздействий при неизменных конструктивных параметрах взрывной камеры определяется в основном давлением продуктов взрыва смеси в постоянном объеме. Величина этого давления определяется выражением:

РИС. 3. Схема бензино-кислородной смеси питания



$$P_{взр} = \frac{20см (K - 1)P_{см}}{A_T P_0}, [н/м^2],$$

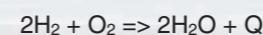
где:  $O_{см}$  – теплотворная способность смеси, ккал/н.м<sup>3</sup>;  $K$  – показатель адиабаты продуктов реакции;  $P_{см}$  – давление смеси, н/м<sup>2</sup>;  $A_T$  – тепловой эквивалент работы, ккал/Дж;  $P_0$  – атмосферное давление, н/м<sup>2</sup>.

Теплопроводная способность смеси кислорода с пропан – бутаном составляет примерно 2500 ккал/н.м<sup>3</sup>, а бензин-кислородной смеси 3500 ккал/н.м<sup>3</sup> [4]. Таким образом, при одинаковом давлении смесей взрыв бензино-кислородной смеси обеспечивает давление продуктов реакции в 1,4 раза выше по сравнению с кислород-пропановой смесью. Показатель  $K$  для обоих случаев равен 1,17. В связи с вышеизложенным для достижения энергетических параметров установок давление смеси на установке с бензино-кислородной смесью должно быть 1,4 раза ниже. При этом расход кислорода на одно воздействие сокращается также в 1,4 раза.

**Модернизация и обогащение бензина водородом**

В качестве улучшения смеси-энергосносителя предлагается использовать обогащение водородом. Обогащение водородом используется для улучшения эксплуатационных характеристик бензинового топлива, используемого в двигателях внутреннего сгорания [6].

Водород – летучий газ, обладающий наивысшей теплоемкостью. Реакция горения водорода является экзотермической. Продуктом реакции является вода. Выделяющуюся в процессе тепловую энергию можно преобразовывать в другие виды энергии.



Горение водорода происходит только в случае наличия свободных радикалов, т.е. необходимо затратить некоторое количество энергии для нагревания веществ до определенной температуры. Для запуска реакции горения водорода требуется затратить меньше энергии, чем для запуска реакции горения бензина. Искры, имеющей энергию приблизительно

0,02 мДж, достаточно, чтобы воспламенить водород-кислородную смесь. Инициация горения водорода запускает цепную реакцию, воспламеняя всю смесь водород-бензин-кислород. Присутствие водорода в смеси позволит увеличить скорость реакции и количество получаемой на выходе энергии. Еще одним преимуществом, имеющим первостепенное значение для сейсморазведки на шельфе, является экологичность реакции, протекающей при присутствии водорода в смеси. Предположительное количество водорода в бензине – 40 %.

**Заклучение**

Для проведения сейсморазведочных работ в районах Сибири, Крайнего Севера и Арктики использование бензин-кислородных генераторов сейсмических колебаний имеют потенциал решения температурных ограничений, свойственных уже существующим аналогам. Их применение обеспечит повышение геолого-экономической эффективности и технико-методического уровня сейсмической разведки, исключение вредного воздействия на окружающую среду, облегчение условий труда и снижение опасности для обслуживающего персонала при проведении сейсмической разведки на суше и на континентальном шельфе [5]. ●

**ФАКТЫ**

**40** %  
составляет предположительное количество водорода в бензине

**Литература**

1. Каминский В.Д., Зуйкова О.Н., Медведева Т.Ю., Супруненко О.И. Угледородный потенциал континентального шельфа России: состояние изученности и перспективы освоения / Каминский В.Д., Зуйкова О.Н., Медведева Т.Ю., Супруненко О.И. // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. – 2018. – № 1. – С. 4–9.
2. Каримов А.Р., Аксенов С.Г. Характеристика бензина как опасного вещества / Текст: непосредственный // научный журнал «Студенческий форум». – 2021. – № 13 (149). – С. 21–22.
3. Кислород / Зломанов В.П. // Киреев – Конго. – М.: Большая российская энциклопедия, 2009. – С. 59.
4. Лопухов Г.П., Переплетчиков В.М. Устройство подготовки газовой смеси (газодинамический источник сейсмических колебаний) // А. св. 1217111, ДСП.
5. Методические рекомендации к технической инструкции по наземной сейсморазведке при проведении работ на нефть и газ: Министерство природных ресурсов РФ, Москва, 2002 г., 342 с.
6. Сусликов М.Р. Анализ водорода как добавки к углеводородному топливу / М.Р. Сусликов. – Текст: непосредственный // Молодой ученый. – 2021. – № 21 (363). – С. 49–53.

KEYWORDS: generator of seismic vibrations, gasoline-oxygen mixtures, seismic exploration, geophysical research, oil and gas fields.