



ГУБКИНСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ



МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



МЕЖДУНАРОДНАЯ
МОЛОДЕЖНАЯ
НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

INTERNATIONAL
YOUTH
SCIENTIFIC CONFERENCE

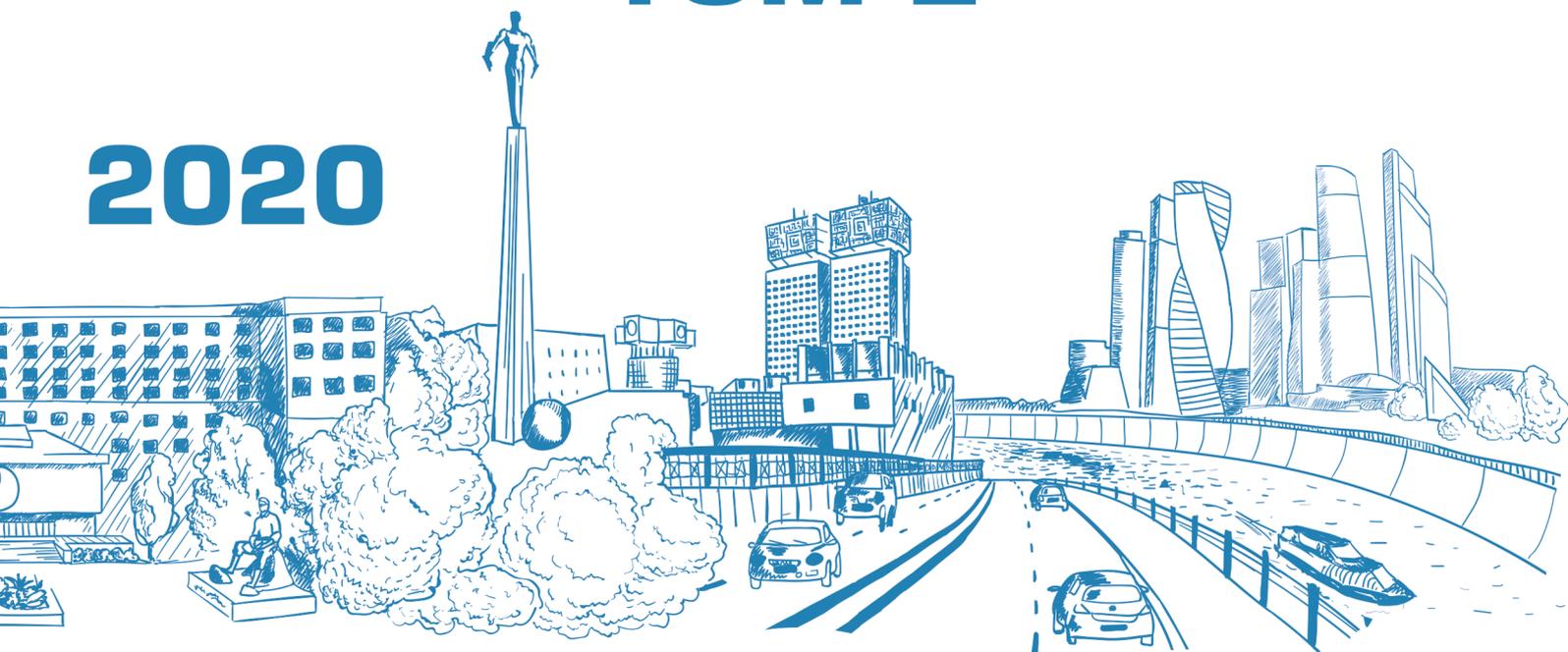
НЕФТЬ
И
ГАЗ

OIL
AND
GAS

СБОРНИК ТЕЗИСОВ

ТОМ 2

2020



**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный университет нефти и газа
(национальный исследовательский университет)
имени И.М. Губкина»**

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

**74-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ МОЛОДЕЖНАЯ НАУЧНАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ**

«Нефть и газ - 2020»

28 сентября-02 октября 2020 г.

ТОМ 2

**Москва
2020**

В сборнике представлены тезисы докладов секций «Инженерная и прикладная механика в нефтегазовом комплексе» и «Химическая технология и экология в нефтяной и газовой промышленности» 74-й Международной молодежной научной конференции «Нефть и газ – 2020».

Ответственный редактор: проф. В.Г. Мартынов
Редакционная комиссия: проф. А.В. Мурадов,
проф. А.К. Прыгаев,
проф. Б.П. Тонконогов.

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный университет нефти и газа
(национальный исследовательский университет)
имени И.М. Губкина»**

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

**74-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ МОЛОДЕЖНАЯ НАУЧНАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ**

«Нефть и газ - 2020»

28 сентября-02 октября 2020 г.

**Секция 4. «Инженерная и прикладная механика в
нефтегазовом комплексе»**

Мобильные системы адсорбированного природного газа как альтернатива
компримированному и сжиженному природному газу
(Mobile adsorption natural gas systems as an alternative to compressed and liquefied
natural gas)

Меньшиков Илья Евгеньевич¹, Фомкин Анатолий Алексеевич²,
Школин Андрей Вячеславович³

¹Старший научный сотрудник, к.х.н., ²Заведующий лабораторией, д.ф.-м.н.,
³Ведущий научный сотрудник, к.х.н.

Институт физической химии и электрохимии имени А.Н. Фрумкина Российской
академии наук

АННОТАЦИЯ

Разработаны адсорбционные системы аккумулирования природного газа (АПГ) метана для газоснабжения потребителей без постоянной газификации, а также применения на газомоторном транспорте. В основе систем инновационной технологии лежат специально разработанные пористые материалы на углеродной основе, а также композиты с использованием инновационных пористых материалов – MOF структур. По сравнению с существующими технологиями компримированного и сжиженного природного газа системы обладают более высокими показателями энергоэффективности, пожарной и взрывной безопасности, что выводит их на высокий конкурентный уровень.

ABSTRACT

Adsorption systems for natural gas methane storage (ANG) have been developed for gas supply to consumers without constant gasification, as well as for use in gas vehicles. The systems are based on specially designed porous materials based on carbon, as well as composites using innovative porous materials – MOF structures. Compared to existing technologies of compressed and liquefied natural gas, ANG systems have higher energy efficiency, fire and explosive safety indicators, which brings them to a high competitive level.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Адсорбция, природный газ, метан, высокие давления, углеродные адсорбенты, металлоорганические каркасные структуры.

KEYWORDS

Adsorption, natural gas, methane, high pressures, carbon adsorbents, metal-organic frameworks.

Природный газ метан (ПГ) обладает рядом ключевых преимуществ по сравнению с топливом, полученным из нефти и угля: энергоэффективность, экологическая безопасность и простота технологической переработки. Для диверсификации поставок ПГ, в том числе удаленным потребителям, разрабатываются новые способы транспортировки и хранения ПГ. Адсорбированный природный газ (АПГ) – многообещающая технология, которая может повысить эффективность газоснабжения. Целью этой работы является разработка инновационных АПГ-систем аккумулирования метана для газоснабжения потребителей без постоянной газификации, а также применения на газомоторном транспорте.

Как известно из литературы [1], углеродсодержащие материалы наиболее близки к практическому применению в технологии АПГ благодаря положительным технологическим и экономическим свойствам. В то же время, в последнее время

широкую известность получил новый класс пористых координационных полимеров – металлоорганических каркасных структур (MOF). В работе были получены высокоэффективные функциональные пористые материалы, обладающие высокой адсорбционной активностью к метану, позволяющие достигать удельной емкости системы аккумулирования не менее $200 \text{ м}^3(\text{НТД})/\text{м}^3$ при давлениях до 10 МПа и температуре 273 К.

На рисунке 1 представлен снимок углеродного нанопористого материала для использования в адсорбционных аккумуляторах природного газа, а также фотография опытного образца адсорбционного газового терминала (АГТ) прямоугольной формы [2]. Геометрическая форма терминала была принята для повышения эффективности использования пространства и была реализована благодаря сниженному рабочему давлению до 7 МПа.



Рисунок 1 – Внешний вид блоков функционального углеродного пористого материала (а) внутри адсорбционного газового терминала (б) [3]

Разработанный адсорбционный газовый терминал не имеет аналогов в мире и способен аккумулировать свыше $2000 \text{ м}^3(\text{НТД})$ природного газа при номинальном объеме 10 м^3 и внутреннем избыточном давлении 7 МПа (в интервале температур от 233 до 313 К). Благодаря своим уникальным свойствам разработка является выгодной альтернативой системам СПГ и КПП при выборе технологии газоснабжения потребителей без постоянной газификации.

Работа выполнена при поддержке ПАО «Газпром».

ЛИТЕРАТУРА:

1. Men'shchikov I.E., Fomkin A.A., Tsivadze A.Y. et al. (2017). Adsorption accumulation of natural gas based on microporous carbon adsorbents of different origin. *Adsorption* 23, 327-339.
2. Fomkin A.A., Tsivadze A.Yu., Aksyutin O.E., Ishkov A.G. et al. (2017). Adsorptive gas terminal. Russian Patent No RU 2 648 387, Effective date for property rights: 15.12.2016. *Official Bulletin Inventions. Utility Models* No 9, 1-19.
3. Меньшиков И.Е. Адсорбция метана в микропористых адсорбентах энергонасыщенных адсорбционных систем при высоких давлениях: дис. канд. хим. наук: 02.00.04. – М., 2018. – 425 с.