

**РОЛЬ ТЕХНОЛОГИЙ СЕКВЕСТРАЦИИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА В ОБЕСПЕЧЕНИИ УСТОЙЧИВОГО
РАЗВИТИЯ НЕФТЕГАЗОВОГО СЕКТОРА**
**THE ROLE OF TECHNOLOGIES OF SEQUESTRATION AND CARBON DIOXIDE
USE IN ENSURING THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF THE OIL
AND GAS SECTOR**

Дорожкина И.П., магистрант, Горный университет, Санкт-Петербург,
rinadorozhkina.99@gmail.com

Dorozhkina Irina, Master's student, Mining University, Saint-Petersburg,
rinadorozhkina.99@gmail.com

Аннотация. Углекислый газ в настоящее время рассматривается как основной фактор увеличения парникового эффекта, приводящего к глобальному потеплению. Это становится предпосылкой для создания проектов секвестрации и использования углекислого газа, в том числе CCUS (carbon capture, utilization and storage), которые стремятся сократить глобальные антропогенные выбросы CO₂ за счет закачки в пласты с целью увеличения нефтеотдачи. Среди альтернатив данные инициативы представляют собой вариант большой экономической и экологической привлекательности.

Ключевые слова: секвестрация и использование CO₂, устойчивое развитие, нефтегазовый сектор

Abstract. Carbon dioxide is currently considered as the main factor in increasing the greenhouse effect leading to global warming. This becomes a prerequisite for the creation of sequestration and carbon dioxide use projects, including CCUS (carbon capture, utilization and storage), which seek to reduce global anthropogenic CO₂ emissions through injection them into reservoirs in order to increase oil recovery. Among the alternatives, these initiatives represent a variant of great economic and environmental attractiveness.

Key words: sequestration and use of CO₂, sustainable development, oil and gas sector.

Введение. Исследователи из США, Великобритании, Китая и других стран активно исследуют как теоретические, так и практические аспекты применения технологий CCUS, в том числе с целью устойчивого развития нефтегазовых компаний. В России данные технологии находятся на стадии изучения, в том числе ведутся споры о важности и необходимости применения технологий CCUS на отечественных месторождениях. Авторами научных трудов предлагается рассматривать влияние проектов CCUS на экологию, экономику и социум. В последнее время разрабатываются также более расширенные и усовершенствованные разновидности концепции.

Цель научного исследования заключается в определении роли технологий применения CO₂ в нефтегазовом секторе в обеспечении его устойчивого развития.

В ходе работы были проанализированы научные труды как российских, так и иностранных ученых, в том числе научные статьи и обзоры. Ключевые методы исследования включают библиометрический анализ, построение гипотез, вербальные экспертные методы.

Суть технологий секвестрации и использования CO₂.

Технологическая цепочка CCUS включает в себя 3 этапа: улавливание, транспортировка, хранение и утилизация CO₂.

Этап улавливания является самым дорогостоящим в технологической цепочке CCUS. На данном этапе выделяется три традиционных метода: улавливания CO₂ до сжигания топлива, улавливание CO₂ после сжигания топлива, кислородно-топливное сжигание.

Самым распространенным методом транспортировки углекислого газа считается трубопроводный транспорт, несмотря на ряд недостатков, связанных с высокой коррозионной активностью газа и необходимостью применения специального оборудования. Также CO₂ можно транспортировать морскими судами (затратно), железнодорожным и автомобильным транспортом (не распространено).

Последний этап предполагает применение методов увеличения нефтеотдачи (CO₂-EOR – enhanced oil recovery). Методы увеличения нефтеотдачи с применением CO₂ особенно эффективны для разработки месторождений с трудноизвлекаемыми запасами и низкопроницаемыми пластами. Благодаря свойствам газа можно достичь увеличение добычи нефти по сравнению с первичной добычей от 1 до 15 %.

Роль применения технологий с целью устойчивого развития нефтегазового сектора.

Технологии CO₂-EOR в рамках программ CCUS следует рассматривать шире, чем способ увеличения нефтеотдачи или сокращения выбросов. Такие инициативы могут привести к различным общественным эффектам и создать долгосрочную «совокупную ценность» для промышленности и общества в целом. С данной точки зрения и в интересах исследования роль применения технологии с целью устойчивого развития нефтегазового сектора можно рассмотреть для трех укрупненных групп: экология, экономика и социум.

Для экологии выявлены следующие положительные последствия: сокращение выбросов, вклад в смягчение последствий глобального потепления, следование принципам устойчивого развития, получение статуса региона/предприятия с безопасной экологической ситуацией.

Значение технологии для экономики включает следующее: повышение эффективности существующих производственных мощностей, развитие инфраструктуры, создание новых и поддержание существующих рабочих мест.

Роль для социума предполагает следующие положительные эффекты: позитивное влияние на здоровье населения, борьба с безработицей путем создания новых рабочих мест, развитие научного потенциала.

Заключение. Технологии секвестрации и использования CO₂ (CCUS) направлены на снижение антропогенных выбросов в атмосфере путем улавливания углекислого газа и закачки в пласты с целью увеличения нефтеотдачи. На данный момент они являются одними из самых коммерчески доступных и рассматриваются как ключевые методы уменьшения углеродного следа.

Применение технологий целесообразно на месторождениях высоковязкой нефти: благодаря свойствам газа можно снизить вязкость и увеличить коэффициент извлечения нефти на 1–15 %. Разработка ТриЗ сейчас является актуальной проблемой для нефтегазового сектора, следовательно, внедрение инициатив CCUS может привести к улучшению не только экологических, но и технологических показателей нефтегазовых компаний.

Кроме того, технологии секвестрации и использования CO₂ оказывают различные социальные и экономические эффекты. Среди них выделяют: повышение эффективности существующих производственных мощностей, развитие инфраструктуры, создание новых и поддержание существующих рабочих мест, развитие научного потенциала.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дарищев В. В., Харланов С. А., Газизянов А. И. Реализация технологии закачки углекислого газа в добывающие скважины // Нефть. Газ. Новации. 2020. – № 7(236). – С. 33–38.
2. Хромых Л.Н., Литвин А.Т., Никитин А.В. Применение углекислого газа в процессах повышения нефтеотдачи пластов // Вестник Евразийской науки. – 2018. – № 5. URL: <https://esj.today/PDF/06NZVN518.pdf> (Дата обращения: 04.05.2022).

3. Cherepovitsyn A., Ilinova A. Ecological, economic and social issues of implementing carbon dioxide sequestration technologies in the oil and gas industry in Russia // Journal of Ecological Engineering. – 2016. – № 2 (17). – С. 19–23.

4. Fateen Seif-Eddeen, Hafez Ahmed. CO₂ Transport and Storage Technologies // Carbon Dioxide Capture: Processes, Technology and Environmental Implications. – 2016. – С. 257–276.

5. Ghamdi S. G. et al. Progress on Carbon Dioxide Capture, Storage and Utilisation // International Journal of Global Warming. – 2020. – № 2 (20). – С. 124–143.

6. Ilinova A., Romasheva N., Cherepovitsyn A. CC(U)S Initiatives: Public Effects and “Combined Value” Performance // Resources. – 2021. – № 6 (10). – С. 61–81.

7. Wilberforce T. et al. Outlook of carbon capture technology and challenges // Science of The Total Environment. – 2019. (657). – С. 56–72.

УДК 378.22:622

ФОРМИРОВАНИЕ НАВЫКОВ УПРАВЛЕНИЯ СОСТОЯНИЕМ МАССИВА КАК НЕОБХОДИМЫЙ ЭЛЕМЕНТ ПОДГОТОВКИ ГОРНЫХ ИНЖЕНЕРОВ

FORMATION OF MASSIF CONDITION MANAGEMENT SKILLS AS A NECESSARY ELEMENT OF MINING ENGINEERS' TRAINING

Евсюкова А.А., аспирант, Санкт-Петербургский горный университет,

Санкт-Петербург, alinka_evsyukova@mail.ru

Evsyukova Alina, PhD student, St. Petersburg Mining University,

St. Petersburg, alinka_evsyukova@mail.ru

Аннотация. В статье обоснована значимость формирования навыков управления состоянием массива как необходимого элемента подготовки горных инженеров. Показана роль горного дела и профессионального образования как необходимых составляющих устойчивого развития и сферы расширения взаимодействия университетов и международных профессиональных сообществ. Приведены положительные примеры международного сотрудничества и современных интеграционных процессах среди университетов с целью унификации требований и совершенствования систем подготовки и непрерывного профессионального развития горных инженеров.

Ключевые слова: способы управления состоянием массива, университет; горный инженер; образовательная программа; профессиональное сообщество

Abstract. The article substantiates the significance of formation of mass condition management skills as a necessary element of training of mining engineers. The role of mining and professional education as the necessary components of sustainable development and the sphere of expansion of interaction of universities and international professional communities is shown. Positive examples of international cooperation and modern integration processes among universities for the purpose of unification of requirements and improvement of systems of training and continuous professional development of mining engineers are given.

Key words: ways of mass condition management, university; mining engineer; educational program; professional community

Введение. Темпы добычи и потребления минерального сырья в мире непрерывно возрастают – с ежегодным ростом народонаселения планеты на 1,0–1,3 % объемы добычи минерального сырья повышаются на 0,6–1,5 % [1]. Угольная промышленность России минув сложный этап восстановительных процессов с 1994 по 2007 гг. в настоя-