

*Лиинтин И.А.,  
Студент магистратуры  
1 курс, Инженерная школа природных ресурсов  
Национальный исследовательский Томский политехнический  
университет  
Россия, г. Томск*

## **АНАЛИЗ ПЕРСПЕКТИВ ПРИМЕНЕНИЯ ДВУОКИСИ УГЛЕРОДА С ЦЕЛЮ ПОВЫШЕНИЯ НЕФТЕОТДАЧИ**

***Аннотация:** Фраза о том, что легкой нефти в мире уже не осталось, стала аксиомой, а если принимать во внимание темпы развития технологий добычи, то активы с трудноизвлекаемыми запасами становятся все более привлекательными для большинства нефтяных компаний. Вследствие роста доли трудноизвлекаемых запасов возникает необходимость повышения эффективности их извлечения, совершенствования технологий их добычи. К таким технологиям относят газовые методы воздействия на нефтяные пласты, один из которых – углекислый газ.*

***Ключевые слова:** нефтеотдача, интенсификация добычи, CO<sub>2</sub>, обводненные пласты.*

***Annotation:** The phrase that light oil is no longer in the world has become an axiom, and if we take into account the pace of development of production technologies, then assets with hard-to-recover reserves are becoming more and more attractive for most oil companies. Due to the increase in the share of hard-to-recover reserves, there is a need to increase the efficiency of their extraction and improve the technologies for their extraction. Such technologies include gas methods of influencing oil reservoirs, one of which is carbon dioxide.*

***Keywords:** oil recovery, production intensification, CO<sub>2</sub>, flooded formations.*

Опыт стран показывает, что эффективность применения методов вытеснения и добычи остаточной нефти при нагнетании в пласт  $\text{CO}_2$  находит все большее признание в различных нефтегазовых компаниях и отраслях науки. Поэтому опыт зарубежных стран очень важен для России.

США, Норвегия и Канада – это страны, которые лидирует по разработке месторождений путем закачки углекислого газа.

В настоящее время в США проводится свыше 100 опытов с общей площадью более 80 тыс. га и добычей нефти более 10 млн. т/год. Краткие данные о некоторых наиболее крупных промышленных экспериментов на 1985 год приведены в таблице 1 [1].

**Таблица 1.** Крупные реализуемые проекты на месторождениях США до 1985 г.

Мест-ние Показатели	Келли Снайдер	Литл Крик	Кроссет	Туфред	Грифитсвил
глубина залегания, м	2040	3300	1600	1460	700
площадь, га	20000	16	688	1800	36
число скважин:	273/607	1/3	9/19	22/41	16/9
коллектор	карбонатный	песчаный	карбонатный	песчаный	песчаный
порнищаемость, мкм <sup>2</sup>	0,019	0,065	0,005	0,033	0,008
вязкость нефти, мПа*с	0,35	0,34	0,36	1,5	3,1
температура, °С	48	113	40	38	25
отстаточная нефтенасыщенность, % до начала процесса/в конце	66/44	54/-	86/55	84/-	-/-
текущая добыча нефти за счет $\text{CO}_2$ , %	-	-	15	80	100
оценка эффекта	успешный	успешный	возможный	возможный	успешный

По данной таблице можно сделать вывод, что уже на тот момент в США, углекислый газ показал себя как эффективный рабочий агент для газовых МУН,

а в настоящее время применение газовых методов в данной стране находится на 1-ом месте, в частности CO<sub>2</sub>.

Что же касается России, то первый промысловый эксперимент по нагнетанию CO<sub>2</sub> в нефтяной пласт был произведен на Александровской площади Туймазинского месторождения. Всего было закачено около 2% от объема пор. По оценке БашНИПИнефти, охват пласта заводнением увеличился по толщине на 30%, приемистость нагнетательной скважины увеличилась на 30-40%, дополнительно добыто 27,3 тыс. т нефти, что соответствует увеличению нефтеотдачи на 15,6% [1]. По сравнению с другими странами, в России мало опыта по закачке углекислого газа в пласты, т.к. нет источника получения CO<sub>2</sub>, который был бы экономически рентабельным, но те проекты, которые были реализованы, представлены в таблице 2.

**Таблица 2.** Эффективность вытеснения нефтей CO<sub>2</sub> на месторождениях России.

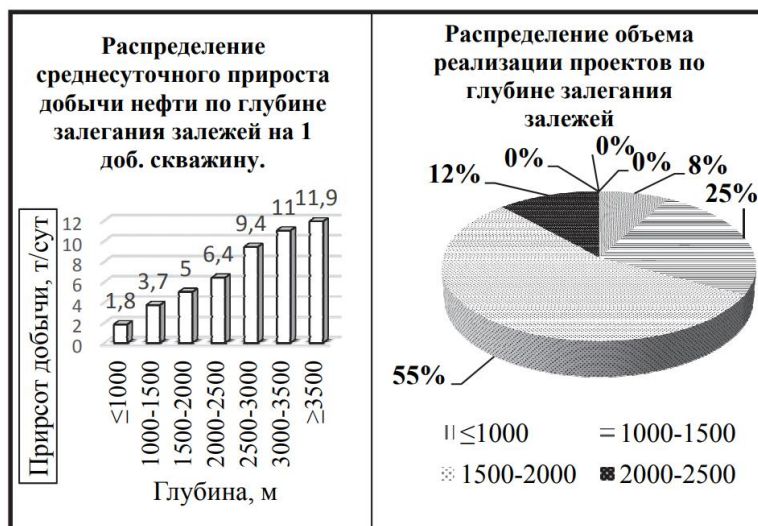
Месторождение	вязкость нефти, мПа*с	Р, Мпа	температура, ОС	объем оторочки CO <sub>2</sub> , доля от объема пор	прирост коэффициента вытеснения по сравнению с водой
Ольховское	0,81	18,5	27	0,96	0,552
Ромашкинское	3,8	11	36	1,48	0,235
Узеньское	4,05	11	65	0,53	0,103
Якушинское	17,68	10	20	0,3	0,148
Радаевское	47,4	11	26	0,37	0,221
Козловское	9	10	31	0,75	0,32
Арланское	30	8	24	0,6	0,198
Сергеевское	8,4	11	40	0,21	0,092

По таблице видно, что для России углекислый газ тоже является эффективным агентом, но, к сожалению, почти все проекты были лишь моделированием, без промышленного внедрения.

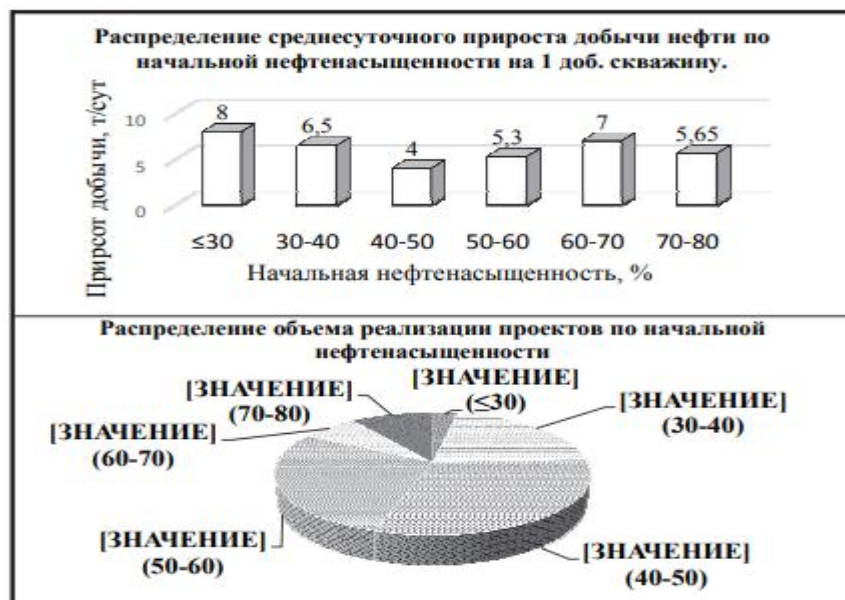
По состоянию на 2008 год в мире количество действующих проектов

газовых МУН составляет 169, из которых применение CO<sub>2</sub> 34% [2]. К 2012 году применение углекислого газа составляет уже 40% [3]. Поговорив о реализуемых проектах и выявив, что применение CO<sub>2</sub> занимает одно из основных мест в газовых МУН, целесообразно рассмотреть критерии применения углекислого газа в проектах ПНП.

Обзор опыта применения CO<sub>2</sub> по 142 проектам в 8 странах мира представлен на рисунках 1,2.



**Рисунок 1.** Распределение среднесуточного прироста добычи нефти и объема реализации проектов по глубине.

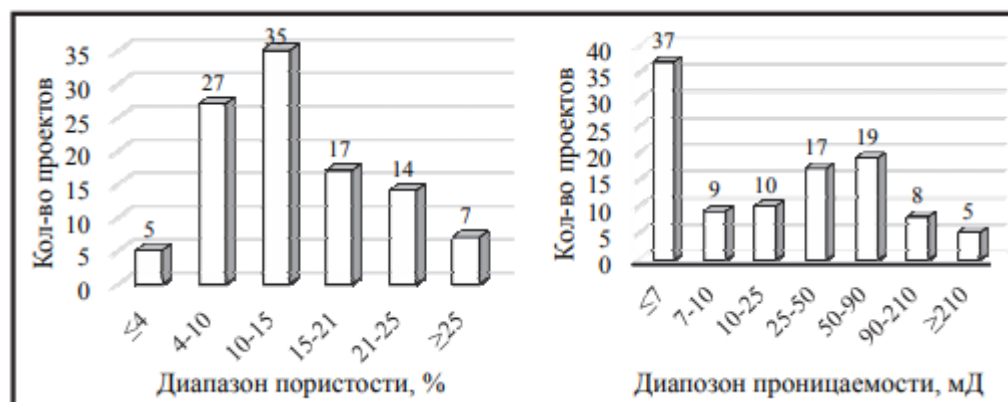


**Рисунок 2.** Распределение среднесуточного прироста добычи нефти и объема реализации проектов по начальной нефтенасыщенности.

Проекты реализуются на различных глубинах, но основной объем в интервале от 1500–2000 метров при том, что наивысшей эффективностью характеризуются интервалы глубин от 2500 до 3500м.

Исходя из полученных распределений, мы видим, что реализация проектов начинается при различных значениях нефтенасыщенности коллектора, а значит и на различных стадиях разработки.

На рисунке 3 приведены диаграммы реализуемых проектов по пористости и проницаемости. Проанализировав данные значения можно сказать, что пределы применения закачки по проницаемости достаточно велики, причем наибольшее число проектов относится к низкопроницаемым коллекторам, коэффициент проницаемости для которых менее 5мД. Вопрос разработки низкопроницаемых коллекторов является весьма актуальным на сегодняшний день, т.к. такой тип коллекторов содержит в себе трудно извлекаемые запасы нефти.



**Рисунок 3.** Распределение объема реализации по пористости и проницаемости.

Если посмотреть на эти диаграммы, то можно сделать такой вывод: основная реализация данного метода относится к низкопроницаемым коллекторам, а они на сегодняшний день остаются самыми актуальными.

Для выбора объекта применения газового воздействия одних благоприятных геолого-физических параметров залежи недостаточно. Необходимо учитывать следующие критерии [4]:

- Благоприятные геолого-физические характеристики залежи

(высокая геологическая неоднородностей);

- Наличие попутного газа или дешевых источников газоснабжения;
- Наличие добывающих скважин, построенных по проекту, обеспечивающему высокую герметичность при высоких газовых факторах;
- Положительные технико-экономические показатели газового воздействия.

Таким образом из всех известных методов увеличения нефтеотдачи пластов использование  $\text{CO}_2$  заслуживает большего внимания и наиболее перспективно. Важное преимущество метода заключается в возможности применения его в заводненных пластах. По совокупности факторов этот метод можно рассматривать как наиболее приоритетный метод увеличения нефтеотдачи пластов. Также применение  $\text{CO}_2$  позволяет снизить отрицательное воздействие на климат, которое оказывают выбросы углекислого газа в атмосферу. Однако применение метода в будущем будет определяться в основном ресурсами природного  $\text{CO}_2$ , так как потребности в нём трудно будет удовлетворить за счет отходов химического производства, хотя этот источник экономически рентабелен.

### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Сургучев М.Л. Вторичные и третичные методы увеличения нефтеотдачи пластов. – Москва: НЕДРА, – 1985. – 308 с.
2. Байков Н.М. Зарубежный опыт внедрения методов увеличения нефтеотдачи // Нефтяное хозяйство –2006. – №6. – С. 86–89.
3. Филенко Д.Г., Дадашев М.Н., Винокуров В.А. Исследование влияния термобарических условий на вытеснении нефти диоксидом углерода в сверхкритическом состоянии // Научно-технический сборник «Вести газовой науки» – 2012. – №3. – С. 371–382.
4. Степанова Г.С. Газовые и водогазовые методы воздействия на нефтяные пласты. – Москва: Газоил пресс, –2006. – 200 с.