

# ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ ХРАНЕНИЯ CO<sub>2</sub> В ПАЛЕОЗОЙСКИХ ОСАДОЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ДОНБАССА

**Осетров В.В.**

ГРГП «Донецкгеология», Артемовск, Украина

Проведен анализ особенностей геологического строения Донецкого каменноугольного бассейна и восточной части Днепровско-Донецкой впадины с позиции возможностей геологического хранения CO<sub>2</sub>. Определены потенциальные места для дальнейшего изучения их коллекторских свойств для долгосрочного хранения CO<sub>2</sub>, количественные критерии процесса хранения, а так же возможные варианты реализации процесса нагнетания и последующего хранения CO<sub>2</sub> в Донбассе.

Ключевые слова: геологическое хранение CO<sub>2</sub>, коллектор, покрывка, гидрохимические отложения, литология, угленосный район, Донецкий каменноугольный бассейн, Днепровско-Донецкая впадина, Бахмутская котловина, Кальмиус-Торецкая котловина.

В результате выполненной работы в рамках проекта «Низко-углеродные возможности для промышленных регионов Украины», был проведен анализ особенностей геологического строения Донецкого каменноугольного бассейна и восточной части Днепровско-Донецкой впадины с позиции возможностей геологического хранения CO<sub>2</sub>, определены потенциальные места для дальнейшего изучения их коллекторских свойств для долгосрочного хранения CO<sub>2</sub>. С позиции геолого-промышленного районирования Донбасса их можно разбить на две большие группы:

1. Северо-западные окраины Донбасса (Бахмутская и Кальмиус-Торецкая котловины и прилегающие к ним участки).
2. Угленосные районы без промышленного освоения (Старобельский, Лозовской, Петриковский, Новомосковский).



Рисунок 1 – Схема геолого-промышленного районирования Донецкого бассейна. Квадратами показаны места расположения угольных шахт, цифрами отмечены перспективные районы: 1 – Новомосковский, 2 – Петриковский, 3 – Лозовской, 4 – Старобельский, 5 – Северо-западные окраины Донбасса.

Исходя из особенностей геологического строения, Бахмутская котловина была выделена в качестве одного из наиболее перспективных мест хранения  $\text{CO}_2$  в пределах Северо-Западных окраин Донбасса. В строении Бахмутской котловины большую роль принимают сохранные от размыва гидрохимические отложения нижнепермского возраста. Предыдущими исследованиями была показана важная роль гидрохимических отложений в газонакоплении, которая заключается в их хороших изоляционных свойствах (чередование непроницаемых для нефти и газа слоев каменной соли, плотных ангидритов и гипсов). Также важно расположение гидрохимических отложений в верхней части крупного седиментационного цикла, в литолого-фациальном составе которого преобладают породы, обладающие хорошими коллекторскими свойствами. Эти факторы в совокупности с большой мощностью газопроницаемых осадочных пород создали благоприятные условия для свободной миграции углеводородов и их концентрации под непроницаемым покровом гидрохимических отложений.

Среди количественных значений критериев процесса хранения были определены:

- 1) коллекторские и газоемкостные параметры пород;
- 2) проницаемость газоизоляционной крыши;
- 3) максимальная и минимальная глубина хранения  $\text{CO}_2$ .

Рассмотрим эти критерии более подробно.

1. Основными параметрами коллекторских и газоемкостных свойств песчаников являются: открытая пористость, степень заполнения пор газом, влажность, проницаемость. Открытая пористость характеризует емкость песчаника, доступную флюидам и не отражает характера флюида. Можно сказать, что открытую пористость в отдельности можно использовать лишь в теоретических идеальных случаях, когда поровое пространство породы не заполнено водой и газом. В реальности на коллекторские свойства песчаников влияют и другие многочисленные факторы. Так, например, метановая газоносность песчаников находится в сильной зависимости от их влажности (обводненности) [5]. Средние значения открытой пористости песчаников Донбасса в разных районах варьируются в пределах 2-10% и зависят от размеров породообразующих зерен, степени их окатаности, стадии катагенеза, степени уплотнения [1]. Результаты исследований по некоторым шахтам Донбасса показывают, что степенью заполнения пор газом выше 50% (промышленная метановая газоносность) обладают песчаники с влажностью менее 2% и открытой пористостью в пределах 7-11% [5]. Открытая пористость песчаников верхнего карбона в бортовых частях Бахмутской и Кальмиус-Торецкой котловин составляет от 10-13% до 20-22% [3].

Необходимо отметить, что коллекторские свойства песчаников и других терригенных пород Донбасса в отношении углекислого газа пока остаются неизученными. Неизвестно, как будут зависеть  $\text{CO}_2$ -емкостные свойства песчаников от вышеперечисленных параметров. Для оценки  $\text{CO}_2$ -емкостных потенциалов песчаников Донбасса необходимо провести комплекс экспериментальных исследований.

2. Проницаемость покрышки определяется не только физическими свойствами слагающих пород, но также и ее целостностью. В случае нарушения пластов геологическими разломами их газоизоляционные свойства значительно снижаются.

3. Минимальная глубина хранения  $\text{CO}_2$  определяется давлением и температурой, при которых  $\text{CO}_2$  переходит в жидкую фазу и составляет примерно 800 м. Плотность  $\text{CO}_2$  при этих условиях будет находиться в пределах 50-80% от плотности воды, что сопоставимо с плотностью некоторых видов сырой нефти. Это ограничение задает минимальную глубину залегания горизонтов коллекторов и совместно с другими критериями должно использоваться при определении перспективных участков для хранения  $\text{CO}_2$ . Однако следует учитывать, что это значение было получено в бассейнах с иными горно-геологическими условиями, и в Донецком бассейне глубина с сопоставимыми термо-барическими параметрами может быть другая. Максимальная глубина залегания коллектора определяется экономической рентабельностью и технологическими возможностями.

Были определены возможные варианты реализации процесса нагнетания и последующего хранения  $\text{CO}_2$  в Донбассе:

1. Нагнетание CO<sub>2</sub> в негазоносные горизонты, обладающие свойствами коллекторов.
2. Нагнетание CO<sub>2</sub> в неразрабатываемые угольные пласты и вмещающие угленосные породы для повышенного извлечения угольного метана (ПИМ).
3. Нагнетание CO<sub>2</sub> в отработанные нефтегазоносные коллекторы.

Предложена следующая последовательность при выделении перспективных участков:

1. Выделение площадей, в разрезе которых присутствуют породы – коллекторы (песчаники и алевролиты), залегающие на глубинах 800 м и более, перекрытые изолирующей толщей пород.

2. Построение литологических колонок с выделением перспективных горизонтов – коллекторов.

3. Построение карт поверхности выделенных горизонтов. Оконтуривание площадей горизонтов, залегающих ниже глубины 800 м.

4. Нанесение на карту контуров шахтных полей, площадей месторождений, подземных горных выработок, геологоразведочных и эксплуатационных скважин и всех имеющихся структурных элементов (тектонических нарушений, соляных штоков, интрузивных тел и др.).

5. Анализ полученных данных, оконтуривание перспективных участков.

Была предложена следующая последовательность при выделении перспективных участков:

1. Выделение площадей, в разрезе которых присутствуют породы – коллекторы (песчаники и алевролиты), залегающие на глубинах 800 м и более, перекрытые изолирующей толщей пород.

2. Построение литологических колонок с выделением перспективных горизонтов – коллекторов.

3. Построение карт поверхности выделенных горизонтов. Оконтуривание площадей горизонтов, залегающих ниже глубины 800 м.

4. Нанесение на карту контуров шахтных полей, площадей месторождений, подземных горных выработок, геологоразведочных и эксплуатационных скважин и всех имеющихся структурных элементов (тектонических нарушений, соляных штоков, интрузивных тел и др.).

5. Анализ полученных данных, оконтуривание перспективных участков.

Решение этих задач позволит в дальнейшем оценить не только емкостной CO<sub>2</sub>-потенциал Донецкого бассейна и его окраин, а и обосновать возможности повышения

выхода метана в процессах начавшегося промышленного освоения газовых ресурсов Донбасса.

### Литература

1. Баранов В.А. Влияние структуры на пористость песчаников Донбасса. Геотехническая механика, 2010, № 88.-С. 70-76.

2. Горяйов С., Лакоба М., Павлов С. Оценка перспектив газоносности новых литологических ловушек на северном борту Бахмутской котловины. Геолог Украины, 2011, №2 (34).-С. 99-102.

3. Жикаляк М. Неосвоенные газовые ресурсы песчаников Донбасса с низкой проницаемостью. Геолог Украины, 2011, №2 (34).-С. 103-107.

4. Чирвинская М.В. О границах распространения, условиях залегания и газонефтеносности хемогенных образований нижней перми Днепровско-Донецкой впадины. Материалы по геологии и газоносности нижнепермских отложений юга Русской платформы. Харьков, 1961.-С. 51-57.

5. Шкуро Л.Л., Горбачева Г.Н. Оценка газоносности песчаников в горных выработках, с учетом показателей пористости и влажности. Геотехническая механика, 2010, № 88.-С. 118-123.