

ГЕОЛОГИЯ. ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ GEOLOGY. MINERALS

<https://doi.org/10.47612/2079-3928-2026-1-183-191>

УДК 622.691.24:553.981.8(476)

Поступила в редакцию 09.04.2026

Received 09.04.2026

АНАЛИЗ И ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ МЕТАНА В ВОДОРАСТВОРЕННЫХ ГАЗАХ КОНТРОЛЬНЫХ ГОРИЗОНТОВ ОСИПОВИЧСКОГО ПОДЗЕМНОГО ХРАНИЛИЩА ГАЗА (РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ)

В. Г. Левашкевич¹, В. В. Майоров², В. Г. Аусев², Н. Н. Луговский², А. С. Глаз³

¹Президиум Национальной академии наук Беларуси, Минск, Беларусь;

²Открытое акционерное общество «Газпром трансгаз Беларусь», Минск, Беларусь;

³Институт природопользования НАН Беларуси, Минск, Беларусь

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы, связанные с особенностями эксплуатации Осиповичского подземного хранилища газа (ПХГ), вызванные сложностью его геологического строения. В процессе эксплуатации хранилища уже много лет наблюдаются перетоки природного газа из области его хранения в вышележащие горизонты, где этот газ растворяется в пластовых водах и попутно формирует низконапорные скопления, как правило, в контрольных горизонтах. В этой связи, основные исследования работы направлены на анализ содержания метана в водорастворенных газах контрольных горизонтов по данным геоэкологического мониторинга Осиповичского ПХГ и выявление мест его спорадических скоплений в отложениях геологической структуры.

Кратко приводится информация о геологическом строении структуры ПХГ с учетом данных, полученных в ходе его эксплуатации. Особое внимание уделяется покрывке хранилища и контрольным горизонтам в его пределах.

Приводятся результаты геоэкологического мониторинга содержания метана в водорастворенных газах контрольных горизонтов хранилища в виде графиков его изменения во времени и распространения по площади. Приведенные результаты исследований направлены на повышение эффективности эксплуатации Осиповичского ПХГ путем вовлечения в промышленный оборот низконапорных скоплений природного газа в контрольных горизонтах хранилища.

Ключевые слова: подземное хранилище газа; геологическая структура; метан; водорастворенные газы; контрольный горизонт.

Для цитирования. Левашкевич В. Г., Майоров В. В., Аусев В. Г., Луговский Н. Н., Глаз А. С. Анализ и оценка содержания метана в водорастворенных газах контрольных горизонтов Осиповичского подземного хранилища газа (Республика Беларусь) // Природопользование. – 2026. – № 1. – С. 183–191.

ANALYSIS AND ASSESSMENT OF METHANE CONTENT IN WATER-DISSOLVED GASES OF CONTROL HORIZONS AT THE OSIPOVICH UNDERGROUND GAS STORAGE (REPUBLIC OF BELARUS)

V. G. Levashkevich¹, V. V. Mayorov², V. G. Ausev², N. N. Lugovski², A. S. Glaz³

¹Presidium of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus;

²Gazprom Transgaz Belarus Open Joint Stock Company, Minsk, Belarus;

³Institute of Nature Management of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus

Abstract. The article examines issues related to the operational features of the Osipovichi underground gas storage (UGS) facility, conditioned by the complexity of its geological structure. Over many years of operation, natural gas migration from the storage area into overlying horizons has been observed. In these horizons, the gas dissolves in formation waters and concurrently forms low-pressure accumulations, typically within control horizons. In this regard, the primary research

focuses on analyzing the methane content in the water-dissolved gases of the control horizons based on geo-ecological monitoring data from the Osipovich UGS and identifying areas of sporadic gas accumulations within the geological structure.

The paper briefly provides information on the geological structure of the UGS facility, incorporating data obtained during its operation. Special attention is paid to the storage caprock and the control horizons within its limits. The results of geo-ecological monitoring regarding methane content in the water-dissolved gases of the storage's control horizons are presented as graphs showing temporal variations and spatial distribution. The research findings are aimed at improving the operational efficiency of the Osipovich UGS by involving low-pressure natural gas accumulations in the control horizons into industrial use.

Keywords: underground gas storage; geological structure; methane; water-dissolved gases; control horizon.

For citation. Levashkevich V. G., Mayorov V. V., Ausev V. G., Lugovski N. N., Glaz A. S. Analysis and assessment of methane content in water-dissolved gases of control horizons at the Osipovich underground gas storage (Republic of Belarus). *Nature Management*, 2026, no. 1, pp. 183–191.

Введение. Энергетическая безопасность страны во многом зависит от надежности поставки необходимых объемов природного газа, которые осуществляются по газотранспортной системе ОАО «Газпром трансгаз Беларусь». Особое место в ней отводится подземным хранилищам газа, которые используются чаще всего для регулирования сезонной неравномерности газопотребления и сглаживания суточных потребностей газа в регионе [1, 2]. Их эксплуатация позволяет обеспечивать надежное и эффективное функционирование магистральных газопроводов и оптимизировать подачу и распределение газа среди потребителей. Для этих целей преимущественно используются ПХГ в водоносных пористых пластах геологических структур, позволяющих обеспечивать хранение больших объемов газа. Вместе с тем ПХГ, являясь крупным промышленным объектом, состоящим из наземной и подземной частей, соединенных системой газопроводов и скважин, оказывает определенное воздействие на окружающую среду и подземные воды, дестабилизируя их газо- и геохимическое состояние [3–5]. Так как природный газ состоит преимущественно из метана (до 98 %), то его растворение в пластовых водах приводит к значительному количественному изменению в составе водорастворенных газов.

Осиповичское ПХГ создано в пластах-коллекторах верхнепротерозойских отложений (вендский комплекс пород) в пределах Жуковского блока Осиповичского поднятия фундамента [6, 7]. Оно введено в эксплуатацию в 1976 г. как часть газотранспортной системы Беларуси, повышая ее надежность и обеспечивая бесперебойное газоснабжение. Объект хранения газа и контрольные горизонты расположены в отложениях древней покровно-ледниковой формации ранневендского континентального оледенения. Такие отложения характеризуются очень сложным геологическим строением, выражающимся в невыдержанности и резко меняющейся мощности слоев и пачек разного литологического состава, частым выклиниванием и фаціальным замещением толщ, изменчивости первичной гипсометрии пачек и фильтрационно-емкостных свойств слагающих их пород [6, 7].

Одним из главных недостатков ПХГ в пористых пластах является наличие пластовых потерь газа, которые могут быть вызваны геологическими и, в меньшей мере, техническими и технологическими причинами. Геологические причины являются наиболее сложными для обнаружения и устранения. Они обусловлены, в большей степени, особенностями геологического строения в пределах геологической структуры и часто не поддаются идентификации и исключению. Технические и технологические причины связаны с качеством строительства и эксплуатации скважин, системой транспортировки газа и технологическими работами по обеспечению отбора-закачки газа с помощью газотранспортного оборудования и газопроводной сети. Такие потери могут быть сведены к минимуму в процессе эксплуатации ПХГ.

Как правило, в процессе эксплуатации ПХГ в пористых пластах переток газа происходит по геологическим неоднородностям («литологическим окнам») или негерметичностям заколонного пространства скважин в вышележащие отложения, где он растворяется в пластовых водах и попутно формирует спорадические скопления свободного газа, обычно, в контрольных горизонтах. Такие перетоки газа с образованием техногенных газовых скоплений отмечаются в пределах Осиповичского ПХГ и присущи многим хранилищам в водоносных пористых пластах [4, 5].

Поступление природного газа в водоносные горизонты приводит к увеличению концентрации метана в водорастворенных газах, что является индикатором перетока природного газа из области его хранения. Выполняя регулярные исследования пластовых вод по оценке содержания метана в водорастворенных газах, можно судить об интенсивности перетока газа в вышележащие отложения и места его скопления, о герметичности заколонного пространства отдельных скважин, наличии «литологических окон» в пределах геологической структуры и др.

Цель работы – определить содержание метана в водорастворенных газах контрольных горизонтов в ходе геоэкологического мониторинга Осиповичского ПХГ и выявить места его скопления в отложениях геологической структуры. Дальнейшее вовлечение таких скоплений газа в промышленный оборот является весьма актуальной задачей для Осиповичского ПХГ.

В геологическом строении Осиповичского ПХГ принимают участие отложения вильчанской и валдайской серий вендской системы, породы девонской, юрской, меловой и четвертичной систем [7, 8].

Песчаники блонской свиты, залегающие в подошве вильчанской серии, использованы в качестве пород-коллекторов для подземного хранения газа. Глусская свита, охватывающая большую часть объема пород вильчанской серии, представлена преимущественно тиллитами, переслаиванием песчаных и глинистых пачек пород и служит покрывкой для газовой залежи.

На рис. 1 приведен геологический разрез структуры Осиповичского ПХГ, характеризующий строение и расположение основных горизонтов в ее пределах, уточненный по фактическим данным полученными в процессе многолетней эксплуатации хранилища [9, 10].

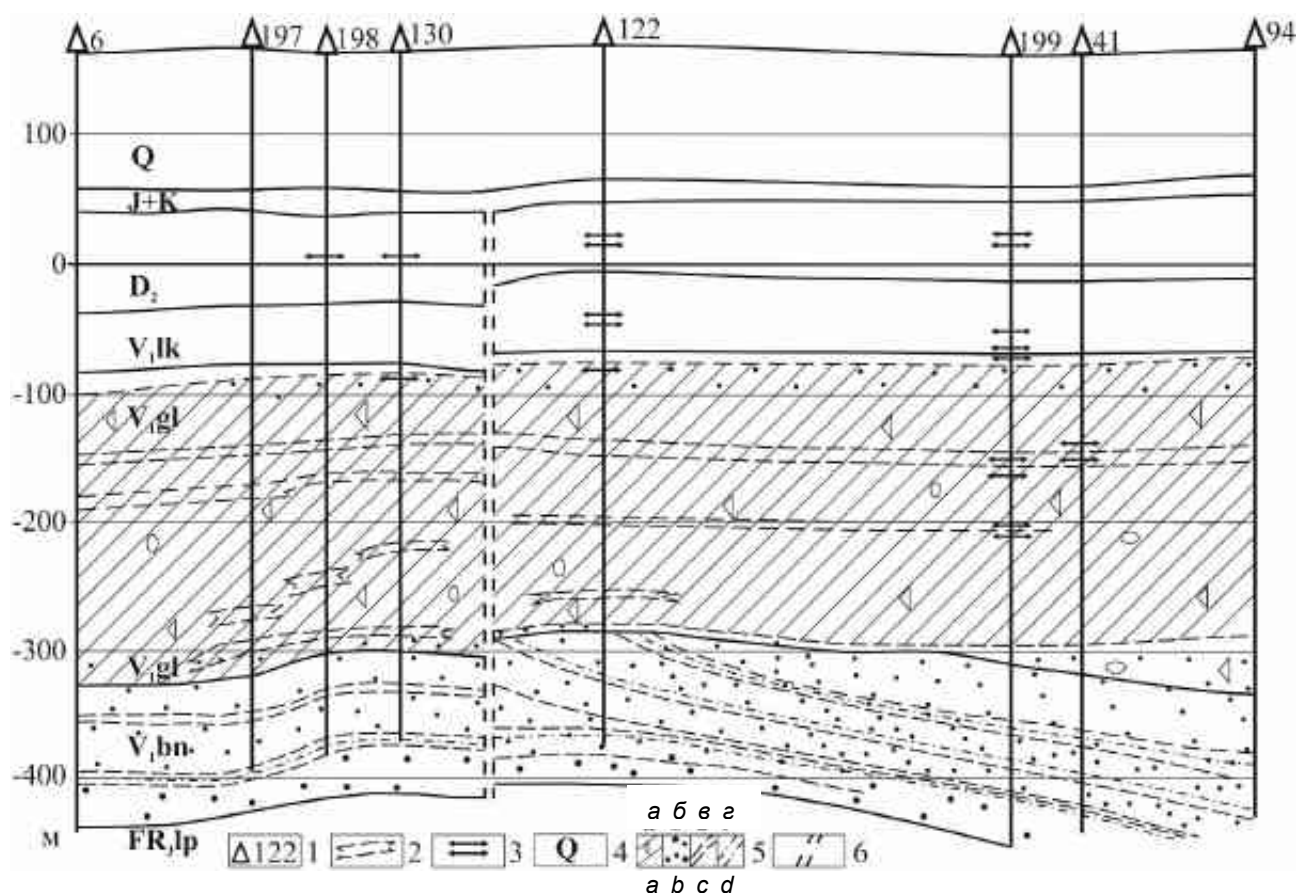


Рис. 1. Геологический субмеридиональный разрез структуры Осиповичского ПХГ:
 1 – скважина и ее номер; 2 – проницаемые пропластки в тиллитовой толще;
 3 – гидродинамически активные пропластки; 4 – геологический индекс; 5 – породы
 (а – тиллиты, б – пески и песчаники, в – глины, г – алевролиты); 6 – разлом земной коры

Fig. 1. Geological sub-meridional cross-section of the Osipovichi UGS structure:
 1 – well and its number; 2 – permeable interbeds in the tillite sequence;
 3 – hydrodynamically active interbeds; 4 – geological symbol; 5 – rocks
 (a – tillites, b – sands and sandstones, c – clays, d – siltstones); 6 – crustal fault

Характерной особенностью Осиповичского ПХГ является наличие субширотного разлома земной коры, разделяющего структуру на две неравные по площади части.

Блонские отложения по литологическим и фациальным признакам условно подразделяются на несколько пропластков (пачек), часть из которых распространена повсеместно, а другие выклиниваются в западной и частично центральной частях структуры. Породы-коллекторы таких пачек в настоящее время используются в качестве объектов для подземного хранения газа. Они сложены мелкозернистыми, средне-мелкозернистыми разностями с небольшим количеством крупного песка и гравия и глинистого вещества (5–9 %) в составе пород. Характеризуются относительно высокой пористостью (до 24 %) и проницаемостью (до 6,0 Д) [11, 12].

Породы-коллекторы блонской свиты перекрываются мощной толщей отложений глусской свиты, представленными тиллитами, с которыми ассоциируют пески, песчаники, горизонтально-микрослоистая порода, алевролиты и глины. На долю тиллитов приходится от 80 до 90 % объема свиты [7, 8]. Породы свиты по особенностям вещественного состава и структурно-текстурным признакам разделяются на не постоянные по мощности и содержанию глинистого вещества и составу пород обособленные толщи тиллитов. Песчаные и алевроито-глинистые пропластки в толще тиллитов и в межтиллитовых пачках располагаются часто гнездообразно и не образуют выдержанных по площади слоев. Проницаемость тиллитовой толщи составляет 0,02–0,08 мД, что представляет их в качестве непроницаемой покрышки для газа при его хранении в пластах-коллекторах нижележащих отложений [8, 11, 12].

Над толщами тиллитов, являющихся основной покрышкой хранилища, залегают отложения лукомльской свиты венда, а также породы девонской, юрской, меловой и четвертичной систем.

Маломощные толщи юрских и меловых отложений сохранились в пределах ПХГ, в основном, в углублениях дочетвертичного рельефа. Представлены они глинами песчанистыми, известковистыми, песками мелкозернистыми, а также переслаиванием мела и глины песчанистой. Суммарная мощность мезо-кайнозойских и четвертичных отложений составляет в среднем 120 м.

Контрольные горизонты ПХГ. Один из выдержанных пропластков, представленных преимущественно проницаемыми песчаниками в верхней части разреза глусской свиты, является *первым контрольным горизонтом хранилища*. Он характеризуется высокой гидропроводностью (1611 Д·см/сПз), проницаемостью (1,466 Д) и пьезопроводностью (77 400 см²/с) [11, 12].

Вторым контрольным горизонтом хранилища служит глинисто-алеврито-песчанистая толща в нижней части лукомльской свиты венда. Породы пачки плотные, крепкие, массивной и слоистой текстуры. По геофизическим данным их открытая пористость составляет в среднем 21 %, проницаемость – 0,5–6,0 Д, гидропроводность изменяется от 5400 до 10900 Д·см/сПз, пьезопроводность – от 5200 до 85 500 м²/с. В северо-западной части хранилища проницаемость песчаников рассматриваемого контрольного горизонта по данным испытания контрольных скважин в этой части структуры колеблется в пределах 2–6 Д.

Отложения лукомльской свиты венда играют важную роль в технологическом обеспечении эксплуатации ПХГ. В пределах этих образований возможны техногенные скопления низконапорного газа (метана) за счет его поступления из нижележащих толщ по геологическим неоднородностям или негерметичностям заколонного пространства отдельных скважин. В настоящее время лукомльская свита контролируется 11 скважинами фонда ПХГ.

Опыт эксплуатации ПХГ показывает, что первый и второй контрольные горизонты гидродинамически сообщаются в пределах структуры.

Породы лукомльской свиты повсеместно перекрыты девонскими отложениями, нижняя карбонатная известняково-доломитовая часть которых (мощностью до 13 м) распространена повсеместно в пределах структуры и является *третьим контрольным горизонтом* на Осиповичском ПХГ. Породы этого горизонта имеют высокие коллекторские и фильтрационно-емкостные свойства. Их открытая пористость по данным геофизических исследований скважин (ГИС) изменяется от 14 до 29 % (в среднем 21 %), проницаемость – от 0,5 до 2,6 Д.

Особенностью второго и третьего контрольных горизонтов является их значительная выположенность в пределах структуры – отсутствие выраженного замкнутого структурного контура и наличие гидродинамической связи, что вносит определенные трудности при контроле газодинамического режима горизонтов. В свою очередь, верхняя глинисто-мергельная пачка девонских отложений не выдержана по литолого-фациальному составу и мощности, на части площади опесчанивается и частично выклинивается в западном направлении, что приводит к гидродинамической связи между третьим контрольным горизонтом и четвертичными отложениями.

Геоэкологический мониторинг ПХГ. В пределах Осиповичского ПХГ с участием авторов создана и эффективно действует система геоэкологического мониторинга, направленная на оценку содержания метана в водорастворенных газах подземных горизонтов, расположенных выше основного пласта-коллектора, предназначенного для хранения промышленных объемов природного газа.

Геоэкологический мониторинг является составной частью технологической системы контроля и наблюдения за процессами хранения газа на Осиповичском ПХГ и проводится в соответствии с Методическим руководством [3]. Кроме решения основных вопросов, связанных с регулярным наблюдением за состоянием природной, в том числе, геологической среды в районе деятельности ПХГ, большое внимание уделяется оценке дестабилизации газового состава природных вод по разрезу и площади хранилища, особенно в контрольных горизонтах. Как правило, такая дестабилизация вызвана вертикальными и горизонтальными перетоками газа из пласта-коллектора в процессе эксплуатации газовой залежи. Определение мест (зон, участков, «литологических окон») и интенсивности таких перетоков является одной из главных задач геоэкологического мониторинга в процессе эксплуатации ПХГ.

Главными объектами мониторинга являются воды контрольных горизонтов хранилища. Ежегодно проводится отбор проб природных вод по установленной системе из контрольных скважин с целью определения удельной газонасыщенности вод и содержания метана в растворенных в воде газах. Исследования проводятся два раза в год, преимущественно в нейтральные периоды эксплуатации ПХГ: весной – при минимальных объемах газа и пластовых давлениях в газовой залежи, и осенью – в период полного заполнения хранилища газом и максимальных давлениях в газовой залежи [13]. Отобранные пробы воды дегазируются по установленной методике в лабораторных условиях, определяется их удельное газонасыщение и концентрация метана в водорастворенных газах хроматографическим методом с использованием автоматизированного измерительного комплекса «Хромос ГХ-1000». Комплекс зарегистрирован в Государственном реестре средств измерения в Республике Беларусь. Основные газо- и геохимические параметры пластовых вод по каждому объекту исследований сведены в базу данных.

Ежегодными исследованиями охвачено более 20 контрольных и наблюдательных глубоких скважин фонда ПХГ, вскрывших напорные воды в пределах хранилища.

На рис. 2 и 3 приведены данные и графики, отражающие характер изменения во времени концентрации метана в водорастворенных газах третьего и второго контрольных горизонтов соответственно за последний 25-летний период исследований. Как правило, новые данные за каждый последующий сезон (год) исследований либо резко отличаются от имеющихся материалов, отмечая изменение тенденции содержания метана в воде скважин во времени в ту или другую сторону, либо близки к предыдущим показаниям, подтверждая установленную тенденцию. Приведенные сведения позволяют оценить характер насыщения вод переточным метаном и его содержание в водорастворенных газах скважин указанных контрольных горизонтов хранилища. Исследуемые скважины расположены в различных частях структуры хранилища, в том числе и за пределами контура газо-водяного контакта.

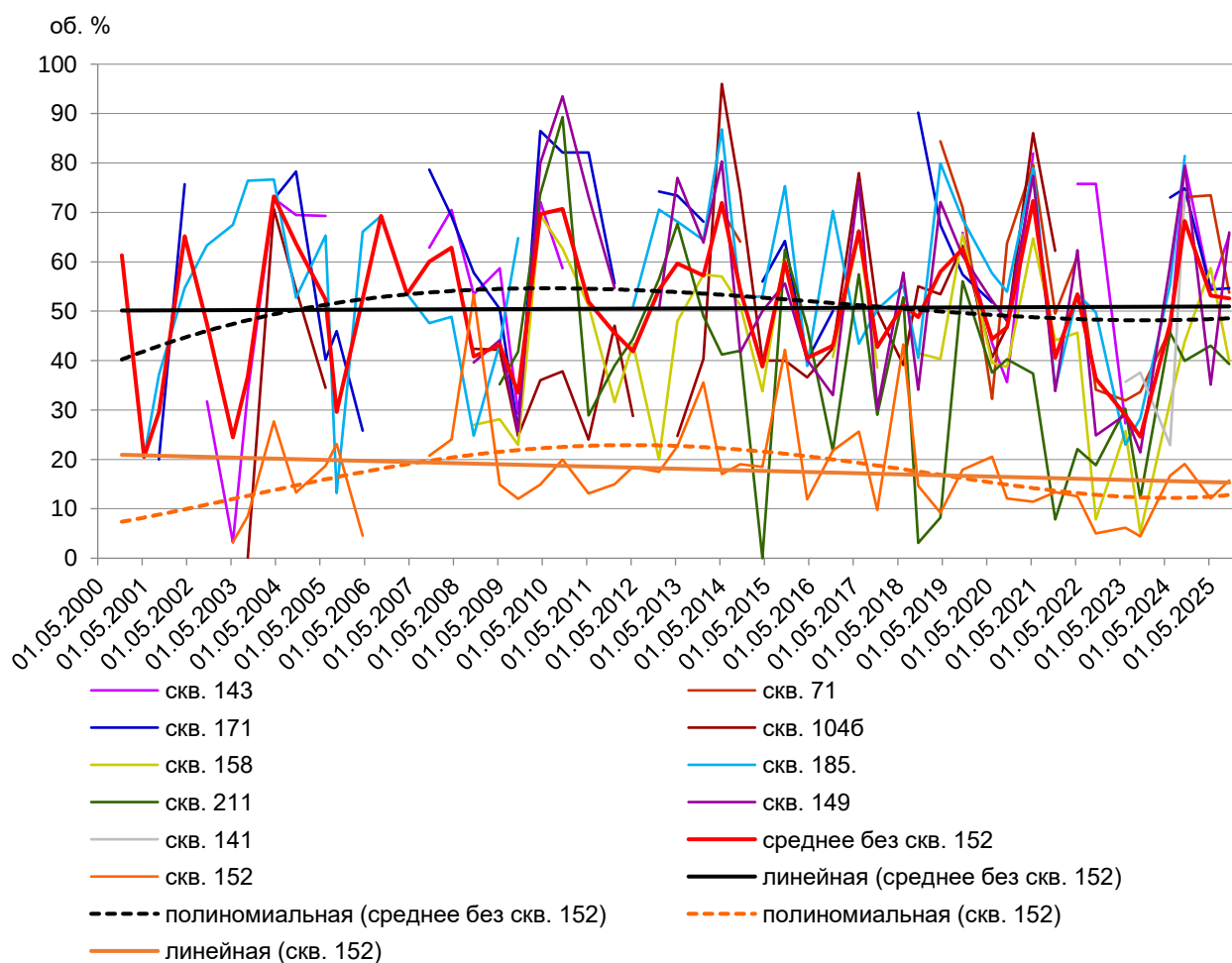


Рис. 2. Динамика концентрации метана в водорастворенных газах скважин третьего контрольного горизонта за период исследований 2000–2025 гг.

Fig. 2. Methane concentration trends in water-dissolved gases of the third control horizon wells (2000–2025)

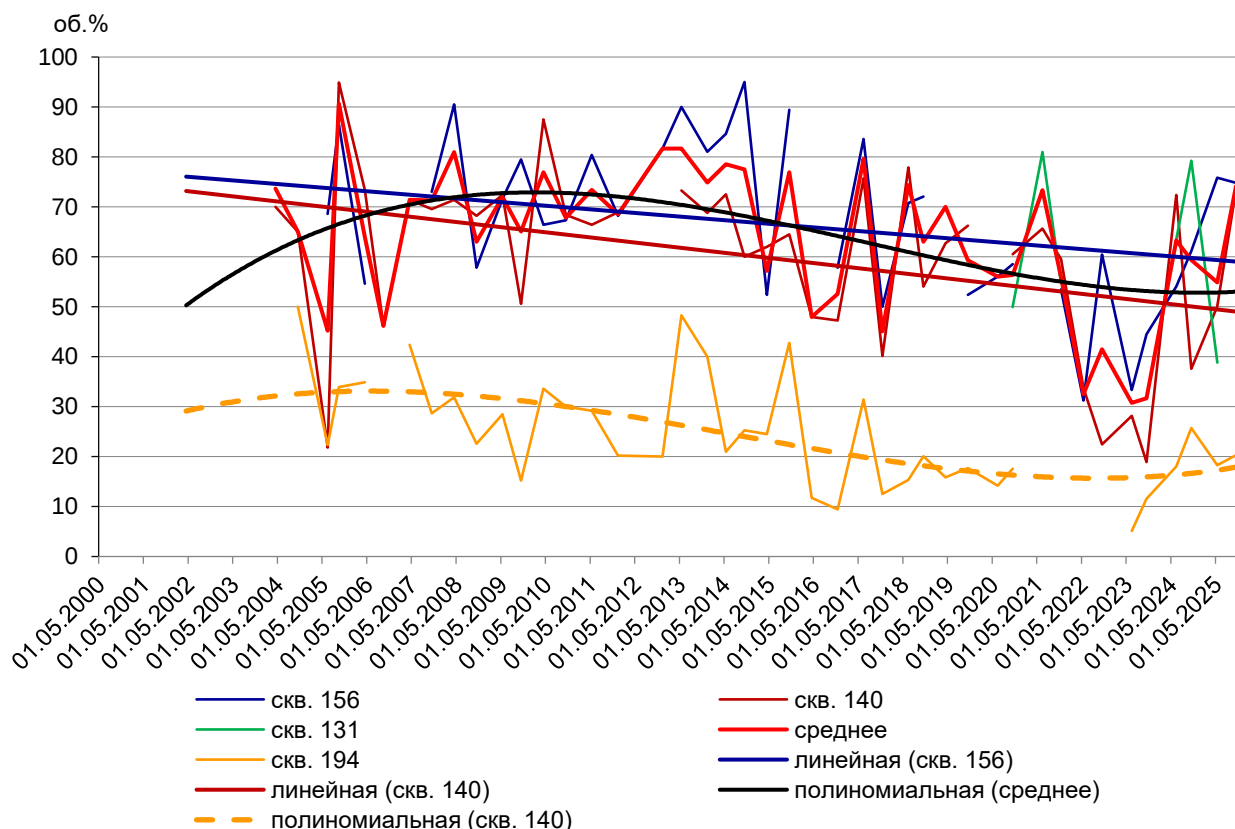


Рис. 3. Динамика концентрации метана в водорастворенных газах скважин второго контрольного горизонта за период исследований 2000–2025 гг.

Fig. 3 Methane concentration trends in water-dissolved gases of the second control horizon wells (2000–2025)

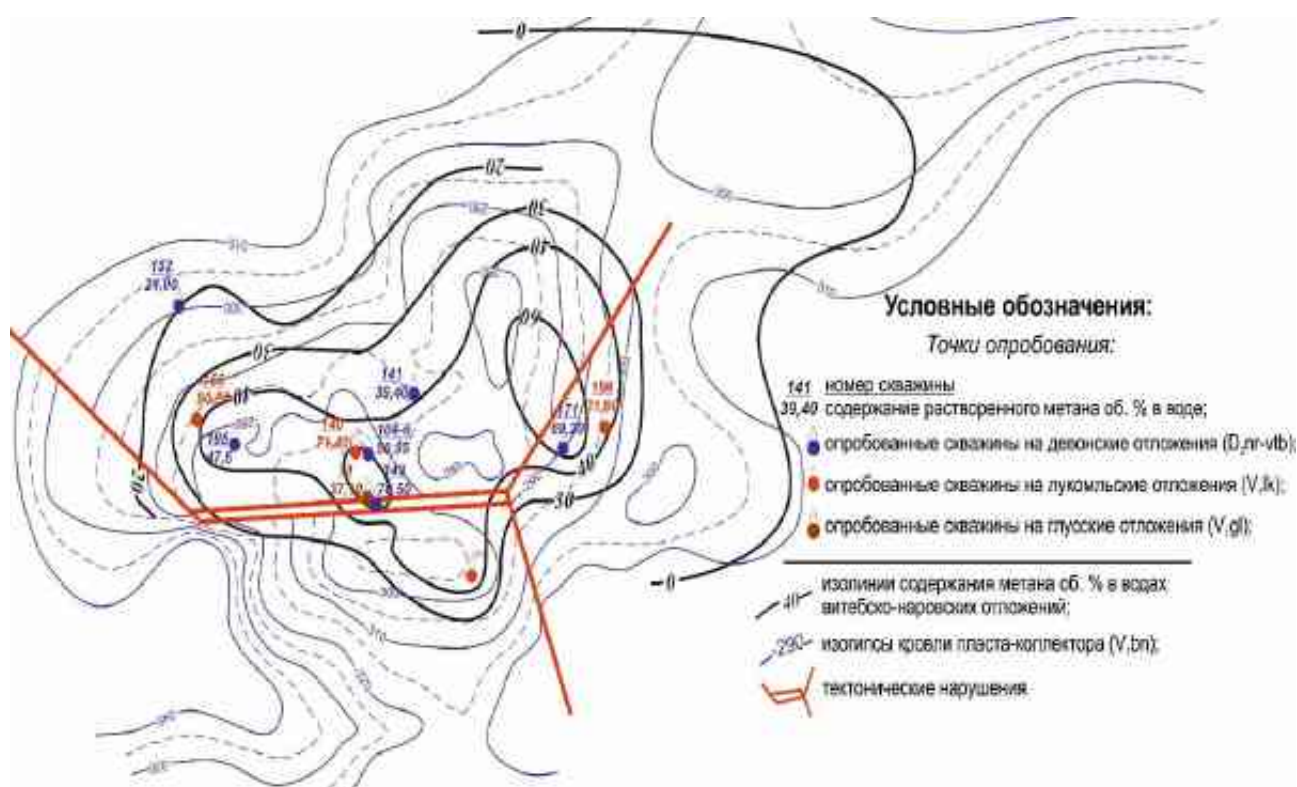
Обсуждение результатов и заключение. Приведенные на рис. 2 и 3 графики позволяют отметить наиболее характерные периоды времени насыщения метаном вод третьего и второго контрольных горизонтов. На этих рисунках приведены данные по скважинам, расположенным преимущественно в зоне хранения газа. Скважина 152 удалена от этой зоны, а скважина 194 расположена, предположительно, за зоной разлома, в связи с чем их графики приведены отдельно.

Среднее содержание метана в водорастворенных газах третьего контрольного горизонта на всем временном интервале составляет 50 об.%, что соответствует 20 см³ метана в 1 л воды (средняя удельная газонасыщенность вод отложений составляет в среднем 40 см³/л).

Содержание метана в водах второго контрольного горизонта в рассматриваемый период времени несколько отличается от содержания метана в водах третьего контрольного горизонта. Из данных можно отметить, что в 2005–2015 гг. среднее содержание метана в водах отложений лукомльской свиты венда по скважинам центральной части структуры составляло около 70 об.% с дальнейшим снижением в последующие годы до 50–55 об.%, определяя тенденцию уменьшения концентрации метана в водах этих отложений за весь период исследований.

В целом для вод рассматриваемых контрольных горизонтов центральной и периферийных частей структуры отмечается относительно слабый и синхронный колебательный характер содержания метана в водорастворенных газах с максимальными значениями в период 2005–2016 гг. (положительная ветвь полиномиальной аппроксимационной линии) и снижением в последующие годы (отрицательная ветвь аппроксимационной линии). Такое поведение содержания метана в водах рассматриваемых контрольных горизонтов может быть связано с технологическими особенностями эксплуатации хранилища, включая более интенсивную разгрузку таких горизонтов с помощью системы сбора, подготовки и использования низконапорного газа в последние годы [14]. Установленные тенденции изменения содержания метана в водах третьего и второго контрольных горизонтов хранилища свидетельствует об установившихся процессах переноса метана в вертикальном и горизонтальном направлениях в пределах структуры ПХГ. Синхронный характер изменения содержания метана в водах этих горизонтов подтверждает факт их гидродинамической сообщаемости.

Схема изолиний содержания метана в водорастворенных газах третьего контрольного горизонта Осиповичского ПХГ в 2008 г. вместе с его значениями для вод отдельных скважин второго и первого контрольных горизонтов приведена на рис. 4.



Список использованных источников

1. Магистраль : Белтрансгаз, 1960–2010 / Р. И. Юдина, С. А. Бойков, В. И. Чеков, В. В. Ясюченя ; под ред. В. В. Майорова. – Мн. : Белстан, 2010. – 256 с.
2. Войтов, П. М. Развитие подземных хранилищ газа в Республике Беларусь / П. М. Войтов, Н. Н. Луговский, Н. А. Криштопа // Газовая промышленность. – 2015. – № 9. – С. 22–24.
3. Геоэкологический мониторинг на объектах подземного хранения газа в Республике Беларусь (методическое руководство) / А. В. Кудельский, В. И. Сухачев, Ц. Д. Сорохан [и др.]. – Мн. : ОАО «Белтрансгаз», Ин-т геологических наук НАН Беларуси, 2003. – 34 с.
4. Богданович, Н. А. Актуальность проблемы выбросов природного газа в атмосферу и их источники / Н. А. Богданович // Трубопроводный транспорт и инженерные сети. – 2021. – Вып. 39 (109). – С. 159–161.
5. Казанкова, Э. Р. Геоэкологические проблемы подземного хранения газа в России / Э. Р. Казанкова, Н. В. Корнилова // Геология нефти и газа. – 2016. – № 3. – С. 102–108.
6. Кожемякина, И. А. Геологическое строение восточного склона Белорусской антеклизы / И. А. Кожемякина // Поисково-разведочные работы по подземному хранению газа в СССР. – 1971. – Вып. 10. – С. 47–56.
7. Рифей и венд Белоруссии / А. С. Махнач, Н. В. Веретенников, В. И. Шкуратов, В. Е. Бордон ; под ред. А. С. Махнач. – Мн. : Наука и техника, 1976. – 360 с.
8. Геология Беларуси / А. С. Махнач [и др.] ; редкол.: А. С. Махнач, Р. Г. Гарецкий, А. В. Матвеев (отв. ред.) [и др.]. – Мн. : Ин-т геологических наук НАН Беларуси, 2001. – 815 с.
9. Айзберг, Р. Е. Тектоника Оршанской впадины / Р. Е. Айзберг, Р. Г. Гарецкий, И. В. Климович. – Мн. : Наука и техника, 1985. – 112 с.
10. Использование низконапорного природного газа для повышения энергоэффективности эксплуатации объектов магистральных газопроводов / В. В. Майоров, В. Г. Аусев, Н. Н. Луговский [и др.] // Энергетическая стратегия. – 2025. – № 6. – С. 48–51.
11. Кузнецов, И. В. Исходные данные для составления технологической схемы опытной закачки газа на Осиповичской площади (Белорусская ССР), в целях создания подземного газохранилища / И. В. Кузнецов, И. А. Кожемякина, А. В. Володин // Труды треста «Союзбургаз». – 1970. – Вып. 10. – С. 85–94.
12. Результаты комплексной обработки материалов разведочного бурения и гидродинамических исследований, проводившихся на Осиповичской площади / И. А. Кожемякина, К. Ф. Пальцева, И. Б. Савчук, З. Е. Троилова // Труды треста «Союзбургаз». – 1970. – Вып. 9. – С. 76–82.
13. Левашевич, В. Г. Система геоэкологического мониторинга подземных хранилищ газа в Республике Беларусь / В. Г. Левашевич, А. С. Глаз, С. Е. Шпак // Актуальные проблемы наук о Земле: исследование трансграничных регионов : сб. материалов IV Междунар. науч.-практ. конф., приуроч. к 1000-летию г. Бреста, Брест, 12–14 сент. 2019 г. / Ин-т природопользования НАН Беларуси, Брест. гос. ун-т им. А.С. Пушкина, Брест. гос. техн. ун-т. ; редкол.: А. К. Карабанов, М. А. Богдасаров, А. А. Волчек. – Брест : БрГУ, 2019. – Ч. 2. – С. 244–249.
14. Система разработки низконапорного газа Осиповичского ПХГ / С. А. Хан, О. В. Макарьев, В. Г. Аусев [и др.] // Газовая промышленность. – 2025. – № 3. – С. 20–25.

References

1. Yudina R. I., Boykov S. A., Chekov V. I., Yasyuchenya V. V. *Magistral'* [Magistral]. Minsk, Belstan Publ., 2010, 256 p. (in Russian)
2. Voytov P. M. *Razvitiye podzemnykh khranilishch gaza v Respublike Belarus'* [Development of underground gas storage facilities in the Republic of Belarus]. *Gazovaya promyshlennost = Gas Industry*, 2015, no. 9, pp. 22–24. (in Russian)
3. Kudel'skiy A. V., Sukhachev V. I., Sorokhan Ts. D., Rudenok A. A., Krishtopa, O. N. *Geoekologicheskiiy monitoring na ob'ektakh podzemnogo khraneniya gaza v Respublike Belarus' (Metodicheskoe rukovodstvo)* [Geoeological monitoring at underground gas storage facilities in the Republic of Belarus (Methodological guide)]. Minsk, JSC Beltransgaz Publ., IGN NAS of Belarus Publ., 2003, 34 p. (in Russian)
4. Bogdanovich N. A. *Aktual'nost' problemy vybrosov prirodnogo gaza v atmosferu i ikh istochniki* [Relevance of atmospheric natural gas emissions and their sources]. *Truboprovodnyy transport i inzhenernyye seti = Pipeline transport and engineering networks*, 2021, no. 39 (109), pp. 159–161. (in Russian)
5. Kazankova E. R., Kornilova N. V. *Geoekologicheskkiye problemy podzemnogo khraneniya gaza v Rossii* [Geoeological problems of underground gas storage in Russia]. *Geologiya Nefti I Gaza = Russian Oil And Gas Geology*, 2016, no. 3, pp. 102–106. (in Russian)
6. Kozhemyakina I. A. *Geologicheskoye stroyeniye vostochnogo sklona Belorusskoy anteklizy* [Geological structure of the eastern slope of the Belarusian anteklise]. *Poiskovo-razvedochnyye raboty po podzemnomu khraneniyyu gaza v SSSR = Exploration and appraisal for underground gas storage in the USSR*, Moscow, 1971, pp. 47–56. (in Russian)
7. Makhnach A. S., Veretennikov N. V., Shkuratov V. I., Bordon V. E. *Rifey i vend Belorussii* [Riphean and Vendian of Belorussia]. *Nauka i tekhnika = Science and Technology*, Minsk, 1976, 360 p. (in Russian)
8. Makhnach A. S., Garetskiy R. G., Matveev A. V. et al. *Geologiya Belarusi* [Geology of Belarus]. Minsk, IGN NAS of Belarus, 2001, pp. 76–386. (in Russian)
9. Ayzberg R. E., Garetskiy R. G., Klimovich I. V. *Tektonika Orshanskoy vpadiny* [Tectonics of the Orsha depression]. Minsk, Nauka i Tekhnika Publ., 1985, 112 p. (in Russian)

10. Mayorov V. V., Ausev V. G., Lugovskiy N. N., Lukashevich A. A., Krasnovskiy S. V., Kotyashev G. G. *Ispol'zovaniye nizkonapornogo prirodnogo gaza dlya povysheniya energoeffektivnosti ekspluatatsii ob'yektov magistral'nykh gazoprovodov* [Use of low-pressure natural gas to increase the energy efficiency of main gas pipeline operations]. *Energeticheskaya Strategiya* = Energy Strategy, 2025, no. 6, pp. 48–51. (in Russian)
11. Kuznetsov I. V., Kozhemyakina I. A., Volodin A. V. *Iskhodnyye dannyye dlya sostavleniya tekhnologicheskoy skhemy opytной zakachki gaza na Osipovichskoy ploshchadi (Belorusskaya SSR), v tselyakh sozdaniya podzemnogo gazokhranilishcha* [Initial data for developing the process flow scheme of experimental gas injection at the Osipovichi area (Byelorussian SSR) for the creation of an underground gas storage facility]. *Trudy tresta Soyuzburgaz* = Proceedings of the Soyuzburgaz Trust, Moscow, 1970, no. 6, pp. 85–94. (in Russian)
12. Kozhemyakina I. A., Pal'tseva K. F., Savchuk I. B., Troilova Z. E. *Rezul'taty kompleksnoy obrabotki materialov razvedchnogo bureniya i gidrodinamicheskikh issledovaniy, provodivshikhsya na Osipovichskoy ploshchadi* [Results of integrated processing of exploratory drilling data and hydrodynamic testing conducted at the Osipovichi area]. *Trudy Tresta Soyuzburgaz* = Proceedings of the Soyuzburgaz Trust, Moscow, 1970, no. 9, pp. 76–82. (in Russian)
13. Levashkevich V. G., Glaz A. S., Shpak S. E. *Sistema geoekologicheskogo monitoringa podzemnykh khranilishch gaza v Respublike Belarus'* [Geoecological monitoring system for underground gas storage facilities in the Republic of Belarus]. *Aktual'nye problemy nauk o Zemle: issledovanie transgranichnykh regionov: sbornik materialov IV Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferencii, priurochennoy k 1000-letiyu g. Bresta* [Current problems of Earth sciences: research of transboundary regions: collection of materials of the IV International scientific and practical conf. dedicated to the 1000th anniversary of Brest]. Brest, BrGU Publ., 2019, vol. 2, pp. 244–249. (in Russian)
14. Khan S. A., Makar'ev O. V., Ausev V. G. et al. *Sistema razrabotki nizkonapornogo gaza Osipovichskogo PKHG* [Development system for low-pressure gas at the Osipovichi UGS facility]. *Gazovaya Promyshlennost'* = Gas Industry, 2025, no. 3, pp. 20–25. (in Russian)

Информация об авторах

Левашкевич Владимир Георгиевич – доктор геолого-минералогических наук, заместитель академика-секретаря Отделения химии и наук о Земле НАН Беларуси (пр. Независимости, 66, 220072, г. Минск, Беларусь). E-mail: levashk@presidium.bas-net.by

Майоров Владимир Владимирович – генеральный директор ОАО «Газпром трансгаз Беларусь» (ул. Некрасова, 9, 220040, г. Минск, Беларусь). E-mail: vladimir.mayorov@btg.by

Аусев Владимир Георгиевич – первый заместитель генерального директора – главный инженер ОАО «Газпром трансгаз Беларусь» (ул. Некрасова, 9, 220040, г. Минск, Беларусь). E-mail: v.ausev@btg.by

Луговский Николай Николаевич – заместитель главного инженера – начальник производственного отдела подземного хранения газа ОАО «Газпром трансгаз Беларусь» (ул. Некрасова, 9, 220040, г. Минск, Беларусь). E-mail: nikolay.lugovski@btg.by

Глаз Александр Сергеевич – научный сотрудник Института природопользования НАН Беларуси (ул. Скорины, 10, 220076, г. Минск, Беларусь). E-mail: info@nature-nas.by

Information about the authors

Vladimir G. Levashkevich – D. Sc. (Geology and Mineralogy), The National Academy of Sciences of Belarus (66, Nezavisimosti Ave., 220072, Minsk, Belarus). E-mail: levashk@presidium.bas-net.by

Vladimir V. Mayorov – General Director JSC Gazprom transgaz Belarus (9, Nekrasova St., 220040, Minsk, Belarus). E-mail: vladimir.mayorov@btg.by

Vladimir G. Ausev – First Deputy General Director – Chief Engineer JSC Gazprom transgaz Belarus (9, Nekrasova St., 220040, Minsk, Belarus). E-mail: v.ausev@btg.by

Nikolay N. Lugovski – Deputy Chief Engineer – Head of the Underground Gas Storage Department JSC Gazprom transgaz Belarus (9, Nekrasova St., 220040, Minsk, Belarus). E-mail: nikolay.lugovski@btg.by

Alexander S. Glaz – researcher at the Institute of Nature Management of the National Academy of Sciences of Belarus (10, Skoriny St., 220076, Minsk, Belarus). E-mail: info@nature-nas.by