

**Состояние и перспективы глубинного захоронения сточных вод
на месторождениях Ямало-Ненецкого автономного округа**

В. А. Бешенцев¹, Ю. В. Гуляева^{2*}

¹Тюменский индустриальный университет, Тюмень, Россия

²Западно-Сибирский институт проблем геологии нефти и газа Тюменского
индустриального университета, Тюмень, Россия

*bespalova_y@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются подземные воды, заключенные в апт-альб-сеноманский гидрогеологический комплекс, который играет важную роль при эксплуатации нефтегазовых месторождений Ямало-Ненецкого нефтегазодобывающего региона. Статья включает описание комплекса в региональном плане, его литологические характеристики, гидрогеологические параметры, подробный гидрогеохимический облик, геотемпературную составляющую и экологические аспекты. Исследуемые воды используются в технических целях для системы поддержания пластового давления, а сам комплекс является хорошим коллектором для захоронения сточных вод в недра. Данные исследования на территории описываемого региона доказывают перспективность применения вод для системы поддержания пластового давления. Помимо этого, водоносный коллектор широко используется для захоронения сточных вод. Поэтому необходимо рациональное использование емкости подземного хранилища во избежание проникновения загрязняющих веществ в подземные воды.

Ключевые слова: апт-альб-сеноманский гидрогеологический комплекс, система поддержания пластового давления, захоронение сточных вод, водонапорная система, минерализация подземных вод

Для цитирования: Бешенцев, В. А. Состояние и перспективы глубинного захоронения сточных вод на месторождениях Ямало-Ненецкого автономного округа / В. А. Бешенцев, Ю. В. Гуляева. – DOI 10.31660/0445-0108-2022-1-12-23 // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. – 2022. – № 1. – С. 12–23.

**Status and prospects of deep wastewater discharge at fields
of Yamalo-Nenets Autonomous Okrug**

Vladimir A. Beshentsev¹, Yulia V. Gulyaeva^{2*}

¹Industrial University of Tyumen, Tyumen, Russia

²West Siberian Institute of Oil and Gas Geology of Industrial University of Tyumen,
Tyumen, Russia

*bespalova_y@mail.ru

Abstract. As the title implies the article considers groundwater, which is contained in the Aptian-Albian-Cenomanian hydrogeological complex. This complex plays an important role in oil and gas field development in Yamalo-Nenets oil and gas producing region. The text gives valuable information on a description of the complex in the regional plan, its lithological characteristics, hydrogeological parameters, water analysis, geotemperature component and environmental aspects. The studied groundwater is used for technical purposes for the flooding system, and the complex itself is a collector for burial of wastewater into the subsoil.

The conducted studies on the territory of the region prove the prospects of using water for the flooding system. Moreover, aquifer is widely used for wastewater disposal. That is why it is necessary to rationally use the underground storage in order to avoid the penetration of pollutants into groundwater.

Keywords: Aptian-Albian-Cenomanian hydrogeological complex, flooding system, wastewater disposal, water pumping system, groundwater salinity

For citation: Beshentsev, V. A., & Gulyaeva, Yu. V. (2022). Status and prospects of deep wastewater discharge at fields of Yamalo-Nenets Autonomous Okrug. Oil and Gas Studies, (1), pp. 12-23. (In Russian). DOI: 10.31660/0445-0108-2022-1-12-23

Введение

Особенности природного и техногенного воздействия на воды мезозойских отложений имеют условия (возможности) совместной эксплуатации систем водоснабжения и систем глубинного захоронения сточных вод. Продолжительные исследования на нефтегазовых месторождениях Ямало-Ненецкого нефтегазодобывающего региона, в том числе и авторские, показывают, что для данных целей наибольший интерес представляет апт-альб-сеноманский гидрогеологический комплекс (ААС ГК), обладающий высокой водообильностью и хорошими коллекторскими свойствами. Исходя из этого, целью данной работы является характеристика подземных вод ААС ГК на примере ряда нефтегазовых месторождений, расположенных на территории Ямало-Ненецкого автономного округа. Для написания данной работы использованы авторские исследования^{1, 2}, проведенные с целью изучения гидрогеологических условий месторождений нефти и газа на изучаемой территории [1] и фондовые материалы³ ОАО «СибНАЦ» [2–4].

Объектом исследования являются подземные воды ААС ГК.

Результаты

Характеристика ААС ГК в региональном плане

Изучаемый гидрогеологический комплекс достигает мощности до 1 000 м, является самым верхним комплексом в разрезе мезозойского бассейна, повсеместно распространен на исследуемой территории (табл. 1). В данной таблице приведены интервалы глубин залегания исследуемого

¹ Абатурова И. В., Бешенцев В. А. Оценка ресурсов и качества подземных вод Ямало-Ненецкого автономного округа: геологический отчет. – Екатеринбург: Бюро экологических экспертиз, 2003. – 394 с.

² Экологическая оценка качества и ресурсов подземных вод Ямало-Ненецкого автономного округа. Отчет ООО «Бюро экологических экспертиз» / В. А. Бешенцев [и др.]. – Екатеринбург, 2005. – 250 с.

³ Саулина Ж. С. Оперативный подсчет запасов нефти, конденсата, свободного газа и сопутствующих компонентов Салмановского (Утреннего) месторождения / ОАО «СибНАЦ». – Тюмень, 2012. – 149 с.

гидрогеологического комплекса на ряде нефтегазовых месторождений, являющихся перспективными для захоронения сточных вод и в настоящее время эксплуатируемых по назначению. В отложениях покурской свиты и ее аналогов (марресалинская, яронгская, уватская, ханты-мансийская) заключен комплекс. Глубина кровли в западной части составляет 150–200 м, в центральных отмечается на уровне 700–1 100 м [5–7].

Таблица 1

Сведения о гидрогеологических параметрах апт-альб-сеноманского гидрогеологического комплекса, приуроченного к различным нефтегазовым месторождениям

Наименование объекта (месторождения)	Год ввода в эксплуатацию	Интервал залегания комплекса, м	Q, м ³ /сут	S, м	Km, м ² /сут	a, м ² /сут	K _{пр} , мД	K _{пор} , %
Береговое	2008	1 222–1 281	5–85	72,5	36,6	4,2·10 ⁵	2 439	35,1
Бованенковское	2007	1 300–1 400	0,25–474	2 207,00	70–120	3,18·10 ⁵	620	30
Ефремовское	2018	1 025–1 919	–	–	322,9	9,31·10 ³	420	28,6
Ярудейское	2008	658–1136	До 3 000	–	253,00	3·10 ⁵	754	32
Южно-Тамбейское	1974	935–1 772	82,94	858,00	52,2–92,9	1,3·10 ⁵	348,5	29,8
Еты-Пуровское	2004	894–915	0,33–77,7	22,5–48	22,1–123	3,1·10 ⁵	240	1,0
Салмановское	1979	935–1 631,4	82,9	858,00	20,00	1,9·10 ⁵	–	20,0
Нонг-Ёганское	2018	1 032–1 347	84–247	30–45	195,0	4,8·10 ⁵	416	28,1
Трехозерное	2003	545–1 614	11–361	Перелив	11,3–22,3	13,40·10 ⁵	1 589,49	34,3
Западно-Таркосалинское	1996	1 080–1 200	400–970	80–100	4,20	1,95·10 ⁵	657	0,3
Ханчейское	2004	1 214–1 249,2	115,2	838,0	3,8–10,2	1,95·10 ⁵	–	–
Харбейское	2009	1 099–1 302	400–970	80–100	0,6–1,4	0,5·10 ⁵	46,0	22,4
Новопортовское	2012	625–1 029	652–681	22–23,3	254,3	11,22·10 ⁵	878,75	31,5
Сабургское	2012	1 221–2 274	264–562	26–41,9	194,6–345	3·10 ⁵	1 053,80	32,8

В литологическом отношении отложения представлены чередованием песков, песчаников, алевролитов и глин, что свидетельствует о морских, прибрежно-морских и континентальных условиях их накопления. Данные отложения обладают высокой поглощающей способностью — средние значения открытой и эффективной пористости и коэффициента проницаемости изменяются от 1 до 35,1 % и от 46 до 2 439 мД соответственно.

Водообильность рассматриваемого комплекса отличается наиболее высокими показателями во всем мезозойском гидрогеологическом бассейне. Доказательство тому: дебиты скважин, полученные в результате исследовательских работ, варьируют в широких пределах — от 0,25 до 3 000 м³/сут при понижениях уровня от 20 до 2 207 м (см. табл. 1); подземные воды (ПВ) комплекса высоконапорные; пьезометрические уровни устанавливаются на площадях некоторых газовых месторождений до начала их разработки на отметках 50–60 м; коэффициент водопроводимости (Km) находится в пределах от 1 до 345 м²/сут; коэффициент пьезопроводности (a) составляет 0,5 · 10⁵ – 11,32 · 10⁵ м²/сут (см. табл. 1).

Геохимический облик ПВ и минерализация изменяются при движении от обрамления к центру бассейна (рис. 1).

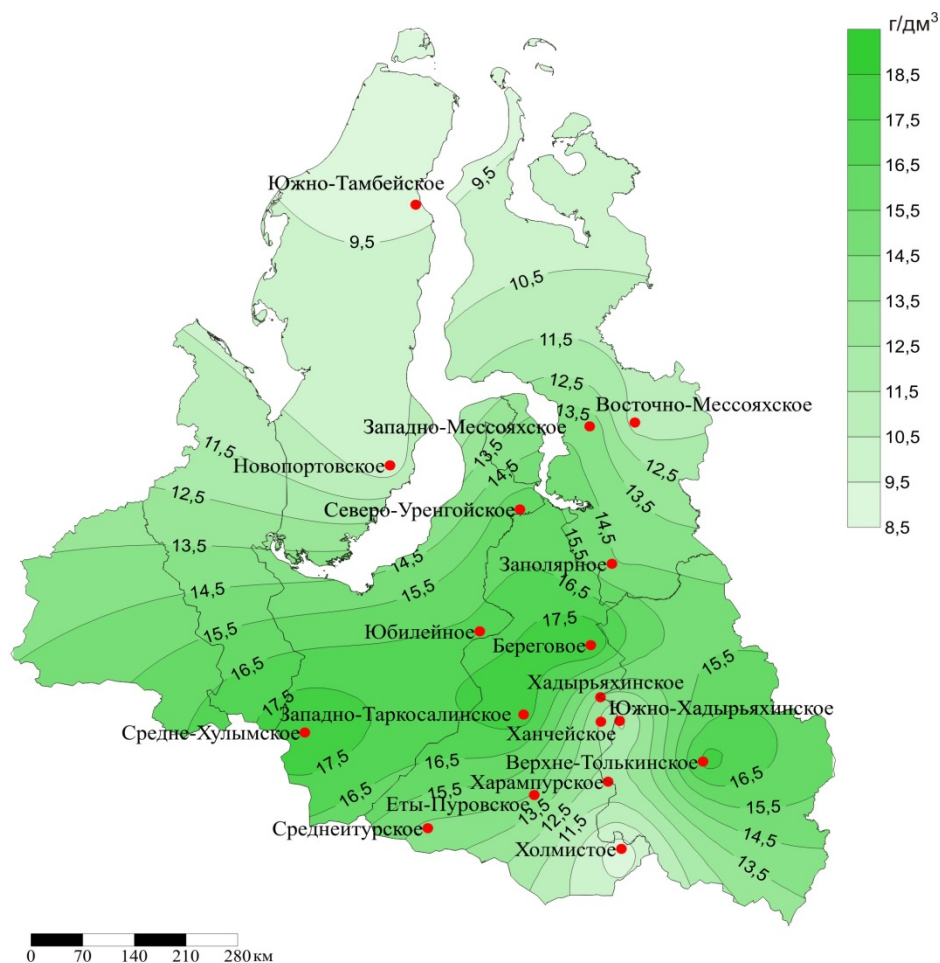


Рис. 1. Минерализация подземных вод апт-альб-сеноманского гидрогеологического комплекса (г/дм³) [8]

В западной краевой зоне бассейна минерализация составляет 1–10 г/дм³, воды гидрокарбонатные кальциевые и натриевые. По мере погружения комплекса минерализация повышается до 16–21 г/дм³, состав становится хлоридным натриевым. Характерно, что в центральной зоне бассейна ААС ГК почти отсутствуют воды гидрокарбонатного натриевого типа [5, 6, 9].

В водах ААС ГК практически не обнаружены сульфаты, отмечается содержание щелочно-земельных (Ca, Mg, Sr) и щелочных (Li, Rb, K) элементов. Наблюдается незначительное преобладание хлоридов (2 340–24 210 мг/дм³) над щелочными металлами кальция (14–12 423 мг/дм³) и магния (6,7–408 мг/дм³) (табл. 2). Концентрация гидрокарбонатов варьирует в диапазоне значений от 129 до 1 812 мг/дм³, сульфат-ионы определены от 3 до 83,9 мг/дм³. Среди микроэлементов обнаружены (мг/дм³): йод — 2,0–19,2, бор — 2,1–28,4, бром — 6,4–111,6, более подробный состав приведен в таблице 3. Отмечаются следы лития и рубидия, не превышающие нескольких мг/дм³. Плотность пластовых вод при 20 °С равна 1,014 г/см³ [5, 10].

**Средние значения содержания макроэлементов в пластовой воде
апт-альб-сеноманского гидрогеологического комплекса (мг/дм³)**

Месторождение	Na ⁺ +K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	HCO ₃ ²⁻	SO ₄ ²⁻
Юбилейное	5 914,6	306,5	80,5	9 444	308,0	18,3
Северо-Уренгойское	5 918,5	315,5	103,5	9 548	324,5	26
Еты-Пуровское	5 185,3	350	78	8 681	351	8
Южно-Тарасовское	6 467	1 700	103	12 997	469	—
Северо-Губкинское	5 256,2	155,3	57,3	7 830,8	1 076,9	3
Западно-Таркосалинское	5 675	313	90	9 357	305	14,4
Вынгапуровское	6 509	427	142,2	11 059	187,9	83,9
Западно-Ноябрьское	5 550	450	109,8	9 000	—	—
Северо-Русское	5 742	214	44	9 217	268	—
Харампурское	4 450,2	367,1	64,7	7 194,2	624,1	15
Береговое	4 399	675,5	408	8 010	506,5	12,5
Заполярье	4 040	273	36,5	4 637,5	129	14
Северо-Ханчейское	3 728,5	223	42,5	5 939	488	22,5
Хадыряхинское	4 702,2	145	79,5	7 269	549	—
Южно-Хадыряхинское	4 891	12 423,5	62,9	24 210,2	397	77,5
Ханчейское	4 564	249,3	55,3	7 150,7	353,6	—
Средне-Итурское	4 860	680	12	8 510	195	—
Холмогорское	3 696	248	61	6 169	—	—
Новопортовское	3 636,5	48	13	4 751,5	964	7,5
Южно-Тамбейское	3 396,6	41	17,6	4 698,5	1 280,5	9,9
Верхне-Толькинское	2 900	357,5	100,5	9 025	354	11
Холмистое	2 738	508	29	5 008	389	12
Средне-Хулымское	1 695	98	7	2 340	573	—
Ярудейское	1 724,5	14	6,7	2 780,3	452,9	22,9
Спорышевское	7 251,5	724,8	24,3	12 408,8	209,4	—
Восточно-Мессояхское	4 650,5	294,6	43,7	7 178,6	1 812,3	28,8
Утреннее	5 120,6	143,7	24,6	7 185	1 216,4	3,6

В газовом составе ПВ Приуральской краевой зоны бассейна преобладает азот. По мере продвижения к центру бассейна азот постепенно замещается метаном, который во внутренней части становится доминирующим (более 95 %). Газонасыщенность вод здесь составляет 700–2 000 г/см³. В газовой составляющей встречен гелий в количестве 0,006–0,22 %, азот — 5–25 %, углекислота — 0,1–0,3 %, тяжелые углеводороды — 0,1–0,6 %, реже 1 %. [10, 11].

Переход вод из азотно-метановых и метаново-азотных в метановые происходит при газонасыщенности 0,4–0,5 л/л, достигая максимума 2,2 л/л, а в бассейне р. Пур — 3 л/л. В краевой зоне газонасыщенность не превышает 0,1–0,3 л/л.

Геотемпературное поле ПВ в отложениях краевой зоны составляет 0–5 °С, во внутренних частях бассейна в кровле комплекса достигает 30–50 °С. В районе Тазовской губы температура ПВ апт-альб-сеноманских отложений не превышает 20 °С.

Таблица 3

**Средние значения содержания микроэлементов в пластовой воде
апт-альб-сеноманского гидрогеологического комплекса (мг/дм³)**

Месторождение	I	B	Br	NO ₂	F	Sr	SiO ₂	CO ₃ ²⁻	NH ₄ ⁺
Юбилейное	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Северо-Уренгойское	19,2	7,1	36,6	12	–	–	12	–	11,5
Еты-Пуровское	7,4	6,5	36,7	0	0,9	–	17,1	0	23
Южно-Тарасовское	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Северо-Губкинское	9,8	21,4	43,2	–	–	–	–	–	–
Западно-Таркосалинское	9,15	3,5	32,51	–	1,24	100	14,4	–	24
Вынгапуровское	16,5	8,5	40,2	0,01	120	–	18,1	10,8	20,3
Западно-Ноябрьское	11,5	–	50	–	–	–	–	–	–
Северо-Русское	5,9	8,5	48,4	–	–	–	–	–	–
Харампурское	9,8	24,6	26,2	–	1,9	–	–	–	–
Береговое	9,6	28,4	35,8	0	1,3	226	4,2	27	40,1
Заполярье	8,9	8	42	–	–	–	–	42	13,2
Северо-Ханчейское	5,5	3,2	21,6	–	1,7	–	18,5	–	16,3
Хадыряхинское	8,7	3,4	31,4	–	1,2	–	24,5	–	7,3
Южно-Хадыряхинское	6,8	2,1	111,6	–	0,1	–	9,4	33	35,5
Ханчейское	4,5	3,5	29,7	–	1,03	–	15,7	22	15,8
Средне-Итурское	18,1	–	47,5	–	–	–	–	–	–
Холмогорское	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Новопортовское	9,1	–	25,8	–	–	–	–	–	–
Южно-Тамбейское	4,9	–	21,8	–	–	–	–	–	–
Верхне-Толькинское	13,6	23	57,3	–	0,9	–	–	6	12,5
Холмистое	18,1	–	47,5	–	–	–	–	–	–
Средне-Хулымское	2	5,51	13,7	–	0,8	–	16	36	3
Ярудейское	6,3	9	6,4	–	3,3	–	–	4,8	3,2
Спорышевское	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Восточно-Мессояхское	13,7	7,6	49,7	–	1,7	–	–	0,6	1,8
Утреннее	3,4	2,2	16,2	–	–	–	–	–	–

Для ААС ГК характерно изменение пластовых давлений от периферии к центру, так, на Комсомольском и Тазовском месторождениях пластовые воды обладают сверхгидростатическими давлениями с коэффициентами аномальности 1,78 и 1,82.

Технические воды

Изучаемые минерализованные ПВ добываются и используются на исследуемой территории для технического водоснабжения систем поддержания пластового давления (ППД) при разработке и эксплуатации месторождений углеводородов [12, 13]. При этом перспективным является ААС ГК, содержащий данные воды, добываемые ежегодно на 29 участках (используется около 39,758 тыс. м³/сут)⁴.

⁴ Доклад об экологической ситуации в Ямало-Ненецком автономном округе в 2019 году [Электронный ресурс]. – Салехард, 2020. – 346 с. – Режим доступа: <https://dprg.yanao.ru/documents/active/74512/>.

С целью технического водоснабжения, в том числе и для систем ППД, в регионе оценены и утверждены в установленном порядке запасы на 52 участках в количестве 226,736 тыс. м³/сут (по состоянию на 01.01.2020)⁵. На рисунке 2 приведены данные по запасам вод за предыдущие года, как видно, они остаются практически на одном уровне.

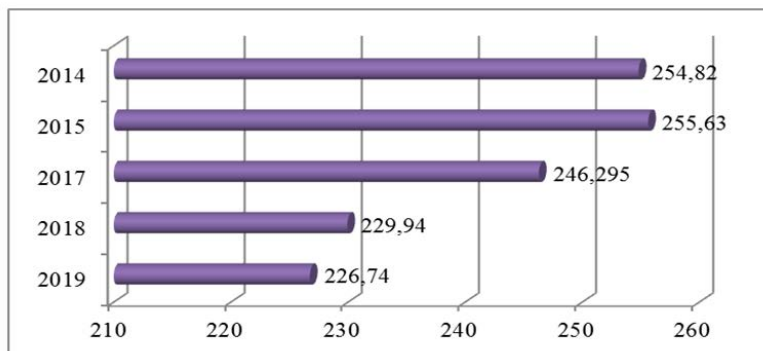


Рис. 2. Утвержденные запасы подземных вод апт-альб-сеноманского гидрогеологического комплекса для системы поддержания пластового давления, тыс. м³/сут

Проведенные исследования на территории описываемого региона доказывают перспективность применения ПВ ААС ГК, используемых для системы ППД. Данные, отраженные на рисунке 3, показывают ежегодную тенденцию увеличения объемов использования данных вод. Динамика использования ПВ изучаемого комплекса именно для системы ППД приведена на рисунке 4. Данные объемы включают количество других типов вод — попутную (подтоварную), пресную ПВ и ресурсы поверхностных вод. Кроме этого, в небольшом количестве закачивается сточная вода. На рисунке 5 наглядно продемонстрирован состав типов закачиваемых вод в систему ППД.

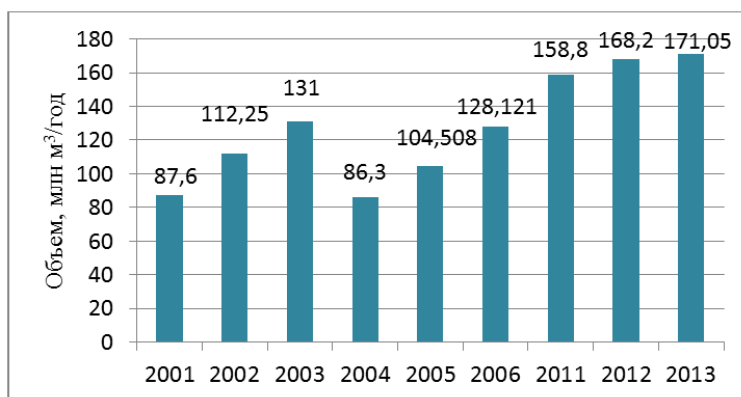


Рис. 3. Динамика закачки воды для системы поддержания пластового давления за прошедшие годы авторских исследований [14]

⁵ Там же.

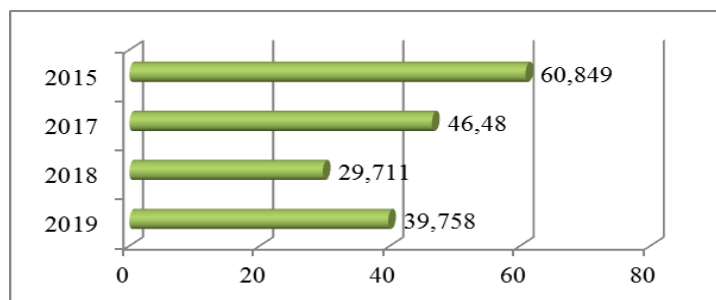


Рис. 4. Использование подземных вод апт-альб-сеноманского гидрогеологического комплекса для системы поддержания пластового давления, тыс. м³/сут

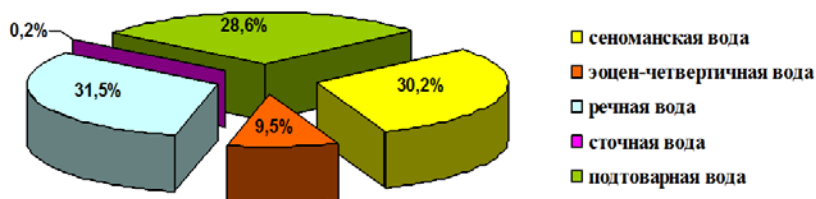


Рис. 5. Типы вод, используемых для системы поддержания пластового давления [14]

Водоносный коллектор, кроме использования минерализованных вод апт-альб-сеноманских отложений для целей ППД, широко применяется для захоронения сточных вод. В настоящее время на разрабатываемых месторождениях углеводородов и вблизи отдельных населенных пунктов обустроены 57 полигонов захоронения. Основной объект освоения — газовые залежи, заключенные в массивном резервуаре песчаных сеноманских отложений⁶ на глубинах от 850 до 1 300 м [15,16]. Положительная динамика захоронения сточных вод в недра за прошедшие годы авторских исследований представлена на рисунке 6.

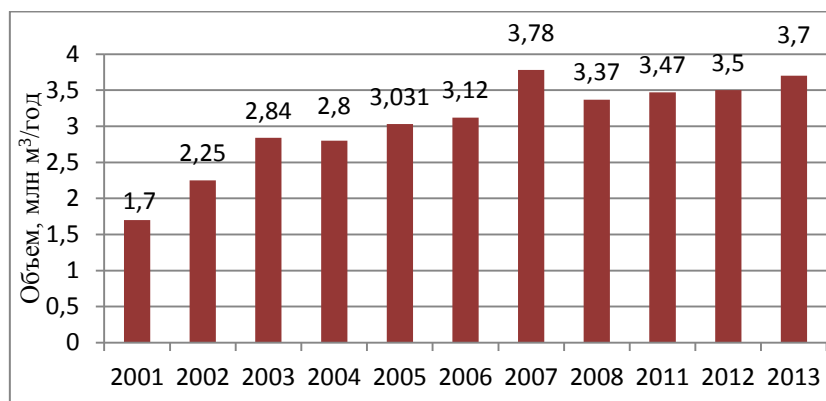


Рис. 6. Динамика захоронения сточных вод в недра [14]

⁶ Отчет о результатах поисков и оценки пластов-коллекторов для закачки стоков Берегового лицензионного участка / Д. Л. Хоробрых [и др.]; ЗАО «Недра-Консалт». – Тюмень, 2014. – 236 с.

Согласно современным данным⁷, по сравнению с авторскими наблюдениями 2013 года отмечается значительный скачок роста объема захоронения сточных вод в ААС ГК (рис. 7). Что еще раз подтверждает перспективность изучаемого комплекса, которая подробно освещена в работах [16–19].

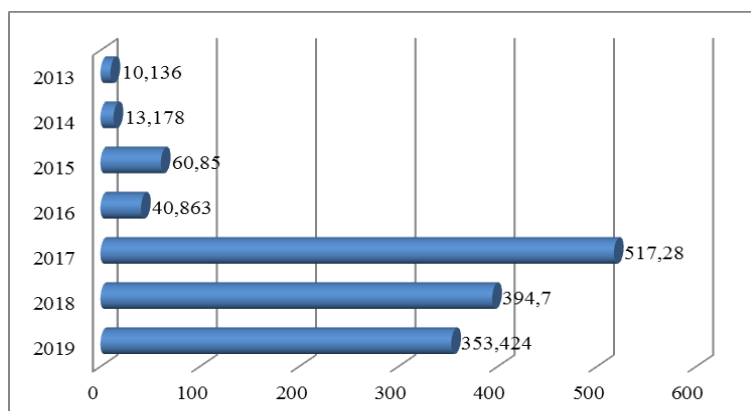


Рис. 7. Объемы захоронения сточных вод в глубокие горизонты, тыс. м³/сут

В качестве перспективности можно привести пример, что за последние 20 лет в недра исследуемого комплекса было закачено более 1,6 млрд м³ сточной воды. Важным фактором является стабильность геохимического поля ААС ГК, что свидетельствует об отсутствии негативного техногенного влияния и сохранении благоприятного состояния комплекса в дальнейшем.

Выводы

- Приведенные результаты многолетних гидрогеологических исследований, проведенных на территории Ямало-Ненецкого нефтегазодобывающего региона, позволили сделать вывод, что ААС ГК, обладающий высокой водообильностью и хорошими коллекторскими свойствами, представляет наибольший интерес для захоронения сточных вод.
- Особенности природного и техногенного воздействия на изучаемые ПВ имеют условия (возможности) совместной эксплуатации систем водоснабжения и систем глубинного захоронения.
- Необходимо отметить, что только при проведении гидрогеоэкологического мониторинга возможно обеспечить рациональное использование емкости подземного хранилища и уберечь ПВ от загрязнения.

Список источников

1. Иванов, Ю. К. Экологическая оценка ресурсов и качества подземных вод ЯНАО. Фонды КОП ЯНАО / Ю. К. Иванов, В. А. Бешенцев, А. И. Ковальчук. – Салехард, 1998. – 125 с. – Текст : непосредственный.

⁷ Доклад об экологической ситуации... – Режим доступа: <https://dprg.yanao.ru/documents/active/74512/>.

2. Ульянов, Д. В. Переоценка эксплуатационных запасов подземных вод Восточно-Таркосалинского месторождения / Д. В. Ульянов, Д. Л. Хоробрых, К. А. Тренина ; ОАО «СибНАЦ». – Тюмень, 2009. – 389 с. – Текст : непосредственный.
3. Хоробрых, Д. Л. Подсчет эксплуатационных запасов подземных вод апт-сеноманского комплекса для поддержания пластового давления при эксплуатации залежи нефти пласта БП₁₆ Восточно-Таркосалинского нефтегазоконденсатного месторождения / Д. Л. Хоробрых, А. И. Попов, Н. В. Харин ; ОАО «СибНАЦ». – Тюмень, 2005. – 365 с. – Текст : непосредственный.
4. Хоробрых, Д. Л. Проект (технологическая схема) разработки северного водо-заборного участка для добычи технических подземных вод апт-сеноманского водоносного комплекса Восточно-Таркосалинского НГК месторождения / Д. Л. Хоробрых ; ОАО «СибНАЦ». – Тюмень, 2012. – 269 с. – Текст : непосредственный.
5. Бешенцев, В. А. Подземные воды севера Западной Сибири (в пределах Ямало-Ненецкого нефтегазодобывающего региона) : монография / В. А. Бешенцев, Т. В. Семенова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Тюменский государственный нефтегазовый университет. – Тюмень : ТюмГНГУ, 2015. – 223 с. – Текст : непосредственный.
6. Бешенцев, В. А. Экология подземных вод Ямало-Ненецкого автономного округа / В. А. Бешенцев, Ю. К. Иванов, О. Г. Бешенцева ; Рос. акад. наук, Урал. отд-ние, Ин-т геологии и геохимии им. А. Н. Заварицкого. – Екатеринбург : Ин-т геологии и геохимии УрО РАН, 2005 (Екатеринбург : ИРА УТК). – 165 с. – Текст : непосредственный.
7. Бешенцев, В. А. Подземные воды Ямало-Ненецкого автономного округа / В. А. Бешенцев ; Институт геологии и геохимии УрО РАН. – Екатеринбург, 2006. – 149 с. – Текст : непосредственный.
8. Гидрогеохимические условия нефтегазовых областей Ямало-Ненецкого нефтегазодобывающего региона (часть 2) / В. А. Бешенцев, Ю. И. Сальникова, Р. Н. Абдрашито-ва, С. В. Воробьева. – DOI 10.31660/0445-0108-2019-6-19-30. – Текст : непосредственный // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. – 2019. – № 6. – С. 19–30.
9. Матусевич, В. М. Нефтегазовая гидрогеология : учебное пособие [в 2 ч.] Ч. I. Теоретические основы нефтегазовой гидрогеологии / В. М. Матусевич, Л. А. Ковяткина ; Федеральное агентство по образованию, Тюменский государственный нефтегазовый уни-верситет. – Тюмень : ТюмГНГУ, 2010. – 116 с. – Текст : непосредственный.
10. Характеристика подземных вод мезозойского гидрогеологического бассейна в пределах Ямало-Ненецкого нефтегазодобывающего региона / В. А. Бешенцев, Т. В. Семенова, И. Г. Сабанина, С. В. Воробьева. – DOI 10.31660/0445-0108-2019-4-39-48. – Текст : непосредственный // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. – 2019. – № 4. – С. 39–46.
11. Бешенцев, В. А. Современное состояние водных ресурсов Ямало-Ненецкого нефтегазодобывающего региона / В. А. Бешенцев. – Текст : электронный // Научный лидер. – 2021. – Вып. 21 (23). – С. 19–40. – URL: <https://scilead.ru/article/601-sovremennoe-sostoyanie-vodnikh-resursov-yamalo>
12. Лучшева, А. А. Практическая гидрология : упражнения по гидрологическим вычислениям и расчетам : [учебное пособие для гидрометеорологических техникумов] / А. А. Лучшева ; под редакцией В. В. Лебедева. – Ленинград : Гидрометеиздат, 1950. – 292 с. – Текст : непосредственный.
13. Бешенцев, В. А. Обоснование захоронения промышленных и сточных вод в недра : учебное пособие / В. А. Бешенцев, Т. В. Семенова ; Тюменский индустриальный университет. – Тюмень : ТИУ, 2018. – 94 с. – Текст : непосредственный.
14. Бешенцев, В. А. Ресурсы подземных вод Ямало-Ненецкого нефтегазодобывающего региона и проблемы их использования / В. А. Бешенцев. – Текст : непосредственный // Известия Уральского государственного горного университета. – 2013. – № 2 (30). – С. 15–20.
15. Лазутин, Н. К. Гидрогеологические условия захоронения сточных вод на тер-ритории Берегового нефтегазоконденсатного месторождения Ямало-Ненецкого нефтегазо-добывающего региона / Н. К. Лазутин, В. А. Бешенцев, А. А. Гудкова. – DOI 10.31660/0445-0108-2018-1-22-27. – Текст : непосредственный // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. – 2018. – № 1. – С. 22–27.
16. Подземные воды мезозойского гидрогеологического бассейна в пределах северной части Западно-Сибирского мегабассейна : монография / В. А. Бешенцев, Т. В. Семенова, Р. Н. Абдрашито-ва, М. Д. Заватский ; Тюменский индустриальный университет. – Тю-мень : ТИУ, 2021. – 171 с. – Текст : непосредственный.

17. Бешенцев, В. А. Захоронение сточных вод в глубокие водоносные горизонты / В. А. Бешенцев. – Текст : электронный // Научный лидер. – 2021. – Вып. 9 (11). – С. 3–9. – URL: <https://scilead.ru/article/154-zakhoronenie-stochnikh-vod-v-glubokie-vodonosn>.
18. Бешенцев, В. А. Рентабельность апт-альб-сеноманского гидрогеологического комплекса на примере месторождений ЯНАО / В. А. Бешенцев, Ю. В. Гуляева. – Текст : непосредственный // Нефть и газ : технологии и инновации. Материалы Национальной научно-практической конференции. В 2 томах. Т. 1 / Отв. ред. Н. В. Гумерова. – Тюмень : ТИУ, 2021. – С. 27–32.
19. Бешенцев, В. А. Гидрогеохимический анализ территории Ямало-Ненецкого нефтегазодобывающего региона / В. А. Бешенцев. – Текст : электронный // Научный лидер. – 2021. – Вып. 28 (30). – С. 19–37.

References

1. Ivanov, Yu. K., Beshentsev, V. A., & Kovalchuk, A. I. (1998). *Ekologicheskaya otsenka resursov i kachestva podzemnykh vod YaNAO*. Fondy KOP YaNAO Salekhard, 125 p. (In Russian).
2. Ul'yanov, D. V., Khorobrykh, D. L. & Trenina, K. A. (2009). *Pereotsenka ekspluatatsionnykh zaspos podzemnykh vod Vostochno-Tarkosalinskogo mestorozhdeniya*. Tyumen, 389 p. (In Russian).
3. Khorobrykh, D. L., Popov, A. I. & Harin, N. V. (2005). *Podschet ekspluatatsionnykh zaspos podzemnykh vod apt-senomanskogo kompleksa dlya podderzhaniya plastovogo davleniya pri ekspluatatsii zalezhi nefi plasta BP₁₆ Vostochno-Tarkosalinskogo neftegazokondensatnogo mestorozhdeniya*. Tyumen, 365 p. (In Russian).
4. Khorobrykh, D. L. (2012) *Proekt (tekhnologicheskaya skhema) razrabotki severnogo vodozabornogo uchastka dlya dobychi tekhnicheskikh podzemnykh vod apt-senomanskogo vodonosnogo kompleksa Vostochno-Tarkosalinskogo NGK mestorozhdeniya*. Tyumen, 269 p. (In Russian).
5. Beshentsev, V. A., & Semenova, T. V. (2015). *Podzemnye vody severa Zapadnoy Sibiri (v predelakh YAmalo-Nenetskogo neftegazodobyvayushchego regiona)*. Tyumen, Tyumen State Oil and Gas University Publ., 223 p. (In Russian).
6. Beshentsev, V. A., Ivanov, Yu. K., & Beshentseva, O. G. (2005). *Ekologiya podzemnykh vod Yamalo-Nenetskogo avtonomnogo okruga*. Ekaterinburg, Institut geologii i geokhimii UrO RAN Publ. (Ekaterinburg: IRA UTK), 165 p. (In Russian).
7. Beshentsev, V. A. (2006). *Podzemnye vody Yamalo-Nenetskogo avtonomnogo okruga*. Ekaterinburg, 149 p. (In Russian).
8. Beshentsev, V. A., Salnikova, Yu. I., Abdrashitova, R. N., & Vorobjeva, S. V. (2019). Hydrogeochemical conditions of oil and gas areas in Yamalo-Nenets oil and gas producing region (Part 2). *Oil and Gas Studies*, (6), pp. 19-30. (In Russian). DOI: 10.31660/0445-0108-2019-6-19-30
9. Matusevich, V. M., & Kovyatkina, L. A. (2010). *Neftegazovaya gidrogeologiya. V 2 chastyakh. Chast' I. Teoreticheskie osnovy neftegazovoy gidrogeologii*. Tyumen, Tyumen State Oil and Gas University Publ., 116 p. (In Russian).
10. Beshentsev, V. A., Semenova, T. V., Sabanina, I. G., & Vorobjeva, S. V. (2019). Characteristics of groundwater in the Mesozoic hydrogeological basin at the fields of the Yamalo-Nenets oil and gas producing region. *Oil and Gas Fields*, (4), pp. 39-48. (In Russian).
11. Beshentsev, V. A. (2021). *Sovremennoe sostoyanie vodnykh resursov Yamalo-Nenetskogo neftegazodobyvayushchego regiona*. Nauchnyy lider, (21(23)), pp. 19-40. (In Russian). Available at: <https://scilead.ru/article/601-sovremennoe-sostoyanie-vodnykh-resursov-yamalo>
12. Luchsheva, A. A. (1950). *Prakticheskaya gidrologiya: uprazhneniya po gidrologicheskim vychisleniyam i raschetam*. Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 292 p. (In Russian).
13. Beshentsev, V. A., & Semenova, T. V. (2018). *Obosnovanie zakhoroneniya promyshlennykh i stochnykh vod v nedra*. Tyumen, Industrial University of Tyumen Publ., 94 p. (In Russian).
14. Beshentsev, V. A. (2013). The groundwater resources of the Yamal-Nenets oil and gas producing region and problems of their use. *News of the Ural State Mining University*, (2(30)), pp. 15-30. (In Russian).

15. Lazutin, N. K., Beshentsev, V. A., & Gudkova, A. A. (2018). Hydrogeological conditions of astewater burial in the territory of the Beregovoye oil and gas condensate field of the Yamalo-Nenets oil and gas producing region. *Oil and Gas Studies*, (1), pp. 22-27. (In Russian). DOI: 10.31660/0445-0108-2018-1-22-27
16. Beshentsev, V. A., Semenova, T. V., Abdrashitova, R. N., & Zavatsky, M. D. (2021). Podzemnye vody mezozoyskogo gidrogeologicheskogo basseyna v predelakh severnoy chasti Zapadno-Sibirskogo megabasseyna. Tyumen, Industrial University of Tyumen, 171 p. (In Russian).
17. Beshentsev, V. A. (2021) Zakhoroneniye stochnykh vod v glubokie vodonosnye gorizonty. *Nauchnyy lider*, (9(11)), pp. 3-9. (In Russian). Available at: <https://scilead.ru/article/154-zakhoroneniye-stochnik-vod-v-glubokie-vodonosn>
18. Beshentsev, V. A., & Gulyaeva, Yu. V. (2021). Rentabel'nost' apt-al'b-senomanskogo gidrogeologicheskogo kompleksa na primere mestorozhdeniy YaNAO. *Neft' i gaz: tekhnologii i innovatsii. Materialy Natsional'noy nauchno-prakticheskoy konferentsii. V 2 tomakh. Tom 1.* Tyumen, Industrial University of Tyumen, pp. 27-32. (In Russian).
19. Beshentsev, V. A. (2021). Gidrogeokhimicheskiy analiz territorii Yamalo-Nenetskogo neftegazodobyvayushchego regiona. *Nauchnyy lider*, (28(30)), pp. 19-37. (In Russian).

Информация об авторах

Бешенцев Владимир Анатольевич, доктор геолого-минералогических наук, профессор кафедры геологии месторождений нефти и газа, Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Гуляева Юлия Владимировна, кандидат геолого-минералогических наук, Западно-Сибирский институт проблем геологии нефти и газа Тюменского индустриального университета, г. Тюмень, bespalova_y@mail.ru

Information about the authors

Vladimir A. Beshentsev, Doctor of Geology and Mineralogy, Professor at the Department of Geology of Oil and Gas Fields, Industrial University of Tyumen

Yulia V. Gulyaeva, Candidate of Geology and Mineralogy, the West Siberian Institute of Oil and Gas Geology of Industrial University of Tyumen, bespalova_y@mail.ru

Статья поступила в редакцию 19.08.2021; одобрена после рецензирования 07.09.2021; принята к публикации 13.09.2021.
The article was submitted 19.08.2021; approved after reviewing 07.09.2021; accepted for publication 13.09.2021.