

12. Sevastyanov O. M. Podzemnoe zakhronenie promstokov – ordinarnoe gorno-geologicheskoe i inzhenernoe meropriyatie [Underground disposal of industrial wastes - ordinary geological and engineering activity]. Saratov, Nauchnaya kniga, 2001, pp. 29-31.

13. SanPiN 2.1.7.722-98 Gigenicheskie trebovaniya k ustroystvu i sodержaniyu poligonov dlya tverdykh bytovykh otkhodov [Hygienic requirements for design and maintenance of landfills for municipal waste].

14. Ushivtseva L. F., Serebryakova V. I., Andrianov V. A. Sostav, dinamika obrazovaniya i osnovnye napravleniya utilizatsii promyshlennykh otkhodov gazodobychi [The composition, dynamics of formation and basic directions of utilization of industrial waste gas exploration]. Geologiya, geografiya, globalnaya energiya [Geology, geography, global energy], 2011, no. 4, pp. 147–153.

15. Otchet ob okhrane okruzhayushchey sredy Gazprom dobycha Astrakhan [Report on the protection of the environment Gazpromdobycha Astrakhan]. Astrakhan, Fakel, 2010, pp. 26.

16. Sharova O. A. Sostoyanie i problemy utilizatsii vybrosov parnikovyykh gazov gzopererabatyvayushchikh kompleksov [The state and the problem of disposing of greenhouse gases gzopererabatyvayushchih complexes]. Bryansk, BSU, 2011.

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ, ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ И ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ОТЛОЖЕНИЙ КАСПИЙСКОГО МОРЯ

Серебряков Андрей Олегович, старший преподаватель

Астраханский государственный университет
414000, Российская Федерация, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1
E-mail: geologi2007@yandex.ru

В надсолевом гидрогеологическом этаже выделяются четвертичный, неогеновый, палеогеновый, верхнемеловой, нижнемеловой, юрский, триасовый и верхнепермский водоносные комплексы. Порода-коллекторы здесь представлены глинистыми песками, песчаниками, алевролитами, известняками, мелом и мергелями. Водоупорами являются плотные глины и аргиллиты. Коллекторские свойства и толщины водопроницаемых горизонтов изменяются в широких пределах. Коэффициенты пористости колеблются от 5–7 до 15–28 %. Дебиты скважин изменяются от нескольких до 95–600 м³/сут. Все водоносные горизонты, кроме самых верхних, являются высоконапорными. Повсеместно развиты соленые воды и рассолы хлоридно-кальциевого типа, минерализация которых изменяется от 1–70 г/л в верхней части разреза до 242–310 г/л и более – в нижней. В четвертичных аллювиальных отложениях отмечаются небольшие линзы пресных вод с минерализацией 1–3 г/л. Высокоминерализованные воды на глубинах более 1000 м содержат повышенные концентрации микрокомпонентов. Внутри галогенной кунгурской толщи развиты линзы и пропластки слабосцементированных сульфатно-карбонатно-терригенных пород, при вскрытии которых в ряде случаев отмечались рапопгоявления. Дебиты рапы при еамоизливс колеблются от 2,5 до 41,3 м³/сут. Изоляция сульфатно-терригенных линз по площади и разрезу приводит к формированию АВПД. Коэффициенты аномальности могут достигать 1,7–1,9. Рапа относится к хлоридно-кальциевому типу с плотностью 1190–1220 кг/м³ и минерализацией до 510 г/л. Подсолевой гидрогеологический этаж элизионного гидродинамического режима начинается толщей галопелитовых (глинистых) сакмаро-артинских отложений, которые явных коллекторов не имеют. Они являются верхним водоупором подсолевого гидрогеологического этажа, усиливающим экранирующие свойства региональной галогенной толщи. Известняки башкирского яруса среднекаменноугольного возраста и нижнекаменноугольные породы составляют верхнюю часть подсолевого гидрогеологического этажа. Общая толщина

карбонатного комплекса, по данным бурения, достигает 2000 м. Проницаемые породы представлены пористыми и проницаемыми известняками, в различной степени доломитизированными. Коллекторы разделяются плотными разностями карбонатных пород. Дебиты самоизливающихся скважин изменяются от 0,7 до 350 м³/сут. Комплекс характеризуется элизионным гидродинамическим режимом. Воды мигрируют из центральной части Прикаспийской впадины к бортам, где происходит их скрытая разгрузка. Замещение карбонатного типа разреза на карбонатно-терригенный создает гидравлические сопротивления на путях движения потока, что обеспечивает условия для гидродинамической изоляции водонапорного резервуара, концентрации пластовой энергии и формирования АВПД. Коэффициент аномальности напорных вод составляет 1,5–1,55. Воды характеризуются высокой газонасыщенностью и углеводородно-сероводородно-углекислым составом водорастворенного газа. Особенностью подсолевого водоносного этажа является существование двух генетических типов подземных вод: хлоридно-кальциевого и гидрокарбонатно-натриевого.

Ключевые слова: геоэкология, гидрогеология, шельф, комплекс, этаж, гидрохимия

FORECASTING GEOECOLOGICAL COMPLICATIONS IN MARINE EXPLORATION AND MINING ACTIVITIES

Serebryakov Andrey O.

Senior Lecture

Astrakhan State University

1 Shaumyan sq., Astrakhan, Russian Federation, 414000

E-mail: geologi2007@yandex.ru

In the post-salt hydrogeological floor stand Quaternary, Neogene, Paleogene, Upper, Lower Cretaceous, Jurassic, Triassic and Upper Permian aquifer systems. Reservoir rocks are represented by clayey sand, sandstone, siltstone, and limestone, chalk and marl. Aquitard are dense clays and mudstones. Reservoir properties and thickness of permeable horizons vary widely. Voids ratio ranging from 5–7 to 15–28 %. Production rates vary from a few to a 95–600 m³/day. All aquifers except the very top are the high-pressure. Universal development of salt water and brine calcium chloride-type mineralization which ranges from 170 g / l in the upper part of the section up to 242 – 310 g / l and more – at the bottom. In the Quaternary alluvial deposits observed small lenses of fresh water with a salinity of 1–3 g / l. Highly mineralized water at depths greater than 1000 m contain elevated concentrations of trace constituents. Inside halogen Kungurian strata developed lenses and interlayers weakly cemented sulfidated terrigenous carbonate-rock, at the opening of which in some cases occurred rapid outflow. Brine flow rates at some wells ranging from 2,5 to 41,3 m³ per day. Isolation of sulfate-terrigenous lenses by area and section leads to the formation of AHPD. The coefficients of the anomaly may reach 1,7–1,9. Brine refers to chloride-calcium type with density 1190–1220 kg/m³ and mineralization of up to 510 g / l. Subsalt hydrogeological stage Elyson hydrodynamic regime begins thickness of galopelitic (clay) Sakmar-Artinskian deposits that do not have explicit collectors. They are the top aquitard subsalt hydrogeological floor, reinforcing regional screening properties halogen column. Bashkirian limestone of the middle Paleogene age and Lower rocks constitute the upper part of the hydrogeological subsalt floor. The total thickness of the carbonate complex, according to drilling up to 2000 m permeable rocks are porous and permeable limestone, dolomite, to varying degrees. Collectors are separated dense varieties of carbonate rocks. Debits flowing wells vary from 0,7 to 350 m³/day. The complex is characterized by Elyson hydrodynamic regime. Water migrates from the central part of the Caspian basin to the sides, where they

are hidden unloading. Replacement of carbonate type cut on the carbonate-terrigenous creates hydraulic resistance on the way of the flow, which provides conditions for hydrodynamic isolation water drive reservoir, the concentration of produced energy and the formation of AVPD. The coefficient of the anomalous pressure water 1,5–1,55. Waters are characterized by high gas saturation and hydrocarbon-ssrovodorodno-uglskislym vodorastvorsnogo gas composition. Feature-salt bearing floor is the existence of two genetic types of underground water: calcium chloride and sodium bicarbonate.

Keywords: geo-ecology, hydrogeology, shelf set, floor, hydrochemistry

Инженерно-гидрогеологическая характеристика региона опирается на результаты бурения, а также на сейсморазведочные работы. Осадочные породы Каспийского моря лежат на разнородном кристаллическом фундаменте, возраст пород которого колеблется от докембрийского до позднепалеозойского. Поверхность фундамента дифференцирована на ряд крупных поднятий и прогибов и разбита разрывными нарушениями на блоки. Общая мощность осадочного чехла достигает 10–16 км на севере и в средней части бассейна и превышает 15–20 км в Южно-Каспийской впадине. В целом с севера на юг происходит сокращение стратиграфического объема осадочного чехла за счет последовательного уменьшения мощностей наиболее древних комплексов разреза, их полного исчезновения или складчато-метаморфического преобразования, с включением их в состав фундамента или промежуточного комплекса. На севере Каспия осадочный разрез занимает стратиграфический интервал от верхов протерозоя до позднего кайнозоя, в Среднем Каспии – от раннего мезозоя (или местами позднего палеозоя) до позднего кайнозоя, в Южном – от раннего кайнозоя (или верхнею мезозоя) до позднего кайнозоя. На севере Каспийского моря развиты значительные по мощности (до трети всей мощности разреза) отложения впадинного комплекса – пермско-триасовые.

Палеозойские отложения наиболее полно охарактеризованы на побережьях Северного и отчасти Среднего Каспия. Они разбурены на поднятиях Кашаган на акватории Северного Каспия. Наиболее древние девонские отложения были разбурены скважинами на западе и юге Прикаспийской впадины. Позднедевонская толща, включающая франский и фаменский ярусы, исследована в скважинах на юго-западных и юго-восточных окраинах Прикаспийской впадины, в Астраханской, Каратон-Тенгизской и Южно-Эмбенской зонах поднятий. Отложения каменноугольной системы исследованы многочисленными скважинами как в пределах Скифской плиты, так и на южных окраинах Прикаспийской впадины. Отложения представлены нижним и средним отделами, в разрезе которых выделяются две формационные группы карбонатная, преобладающая в районах Астраханского свода и Каратон-Тенгизской зоны поднятий, и терригенная, которая наиболее характерна для Биикжальской и Южно-Эмбенской зон поднятий и, вероятно, их морских продолжений. На Астраханском своде каменноугольные отложения представлены визейскими, серпуховскими, башкирскими известняками с прослоями доломитов. В зоне кряжа Карпинского нерасчлененная толща каменноугольно-пермских отложений образована слабометаморфизованными песчаниками, алевролитами, аргиллитами и сланцами. В южной части пермского свода отложения пермского свода распространены по периферии Северного и Среднего Каспия. Они разбурены на полуострове Мангышлак, в южных окраинных зонах Прикаспийской впадины, а также в структурах Скифской и

Туранской плит. По сейсмическим данным, пермская система развита в акватории Северного и Среднего Каспия. Представлены слоями аргиллитов, известковых песчаников, доломитов и известняков, обогащенных органическим материалом. Кунгурский ярус нижней перми характеризуется широким развитием в пределах Прикаспийской впадины. Общая мощность эвапоритовой толщи изменяется от нескольких сотен метров на окраинах Прикаспийского бассейна до нескольких тысяч – в его центральной части. Поздняя пермь представлена красноцветными породами (карбонатами, песчаниками, конгломератами) казанского и татарского ярусов, изученными на юге Прикаспийской впадины. Отложения мезозойского возраста в Каспийском регионе с размывом и часто с угловым несогласием залегают на нижне- или верхнепермских породах или на нерасчлененных комплексах перми нижне-среднего триаса, образующих так называемый промежуточный комплекс Скифско-Туранской платформы.

Отложения триаса вскрыты в скважинах Прикумско-Тюленевской зоны поднятий. Восточно-Манычского прогиба, кряжа Карпинского. Прикаспийской впадины. Равнинного и Горного Мангышлака, а в акватории Среднего Каспия на структуре Широкая и др. Нижнетриасовые отложения сложены в нижней части песчано-конгломератовой и пестроцветной глинистой толщами с прослоями песчаников, а в верхней – карбонатно-терригенными известняково-глинистыми отложениями. Среднетриасовые отложения на северном побережье представлены известняково-глинистой толщей мощностью от 30–75 до 600 м. отмечено увеличение песчаности разреза с запада на восток. На Бузачинском своде они представлены алевролитоглинистыми породами с редкими прослоями мергелей. Их мощность здесь составляет от 90 до 160 м. На восточном шельфе верхнетриасовые отложения представлены переслаиванием пестроцветных глин, алевролитов и аргиллитов с прослоями песчаников. Отмечается увеличение песчаности разреза в направлении к низовьям Эмбы на северо-восточном побережье Каспия. На склонах Бузачинского свода разрез состоит из аргиллитов с подчиненными прослоями песчаников и алевролитов. Мощность отложений достигает 660 м. Юрские отложения установлены в Восточном Предкавказье, на валу Карпинского, на склонах Астраханского свода, на Мангышлаке и прилегающей акватории Каспия. Нижняя юра на кряже Карпинского представлена толщей песчаников, алевролитов и аргиллитов с редкими прослоями глин и карбонатов. Мощность отложений достигает от 50 до 300 м. составляя на южном склоне кряжа Карпинского около 100 м и, вероятно, выклиниваясь в его наиболее поднятых зонах. На северном побережье Каспия, нижняя юра представлена песчано-гравелитовой пачкой с прослоями глин. На северном побережье Каспия средняя юра представлена чередованием глин, известняковых глин, песчаников и алевролитов с тонкими прослоями известняков и мергелей мощностью до 200 м. На северо-восточном побережье вблизи Бузачинского свода отложения представлены прибрежноконтинентальной толщей песчаников, алевролитов, глин, известковых и песчаных глин с прослоями углей. Мощность толщи достигает 500–700 м. На Бузачинском поднятии разрез также представлен чередованием глин, алевролитов и песчаников мощностью до 300 м. В направлении акватории Северного Каспия происходит нарастание мощности среднеюрских отложений, на фоне которого выделяются два бассейна: Урало-Эмбенский с мощностью отложе-

ний до 900 м и Уватненский – до 700–800 м. Эти бассейны разделены перемычкой, образованной морским продолжением Полдневского вала и Северо-Каспийским поднятием. Мощность отложений сокращается до 400–600 м. Верхнеюрские отложения на южном склоне кряже Карпинского образованы переслаиванием песчаников, алевролитов и аргиллитов с редкими карбонатными прослоями мощностью до 200 м.

На северном побережье Каспия отмечается смена терригенного песчано-глинистого разреза правобережья Волги карбонатно-терригенным разрезом ее левобережья. На Бузачинском своде (главным образом на его склонах) верхний отдел представлен переслаиванием глин, алевролитов, мергелей с прослоями доломитов, доломитовых мергелей и известняков. Мощность отложений весьма изменчива от 0 м на вершинах отдельных локальных поднятий до 130–180 м в привершинной части свода. В направлении от северного побережья и Бузачинского свода к восточной части северокаспийской акватории происходит увеличение мощности верхнеюрских отложений до 500–600 м.

На северном побережье Каспия отложения нижнего мела представлены темно-серыми известковистыми и песчанистыми глинами, глинистыми известняками, алевролитами, конгломератами и песчаниками. Мощность разреза изменяется от 120 м на западе побережья до 1300 м в восточной части района. В районе Бузачинского свода нижнемеловой разрез образован переслаиванием глин, алевролитов и песчаников, с редкими прослоями мергелей и известняков в основании толщи. Его мощность составляет от 800–900 м на склонах до 400–500 м в вершинной части, однако сокращение мощности здесь отчасти может быть отнесено на счет эрозии. В вершинной части Бузачинского свода верхнемеловые отложения отсутствуют. На его склонах они представлены глинисто-карбонатными породами мощностью 250 м, с нарастанием в стороны соседних прогибов до 500–600 м. В северном шельфе Каспия разрез верхнемеловых отложений достигает наибольших мощностей: в отдельных котловинах вблизи его северной и восточной прибрежных зон, а также к северу и югу от Кулалинского вала они могут достигать 900 м. Такие отложения повсеместно распространены в Каспийском регионе и представлены всеми тремя системами – палеогеновой, неогеновой и четвертичной (или антропогеновой). Вдоль северного побережья Каспийского моря отложения палеоцена-эоцена размыты и обнаружены только в межкупольных зонах. Отложения олигоцена вместе с залегающими выше нижнемеловыми отложениями традиционно объединяются в майкопскую свиту, но на морском продолжении Каспийской впадины майкопская свита в основном размыта в течение среднемиоценовой эрозионной фазы или присутствует в межкупольных мульдах, где она сохранилась от размыва. Неогеновые отложения в Каспийском регионе представлены двумя отделами – миоценом и плиоценом, каждый из которых пользуется почти повсеместным развитием на равнинных территориях и отсутствует во внутренних зонах горноскладчатых областей. Миоценовые отложения практически отсутствуют на северо-восточном побережье Каспийского моря, где они частично развиты в межкупольных мульдах. Четвертичные отложения представлены плейстоценовыми и голоценовыми осадками. На Северном Каспии они образованы преимущественно песками, глинами, суглинками и галькой с мощностью от нескольких десятков до нескольких сотен метров. Таким образом, в осадоч-

ной толще северного шельфа выделяются три основных гидрогеологических этажа: подсолевой (палеозойский), соленосная толща кунгура и надсолевой (верхнепермско-кайнозойский).

Литологические, стратиграфические, геохимические и нефтегеологические параметры разреза, полученные по данным бурения на окружающих территориях, позволяют предположить наличие в подсолевом этаже Северного Каспия следующих гидрогеологических нефтегазоносных комплексов: девонского терригенно-карбонатного, тульско-турнейского, гжельско-верхневизейского, артинско-ассельского. На шельфе Северного Каспия в надсолесных отложениях выявлены нефтегазоносные подкомплексы, которые, судя по сейсмическим данным, присутствуют и в прилегающих акваториях: верхнепермско-триасовый (терригенный); средне-верхнеюрский (терригенно-карбонатный); нижнемеловой (терригенно-карбонатный); верхнемеловой-палеогеновый (карбонатный); неогеновый (терригенный). В гидрогеологическом отношении северный шельф Каспия относится в основном к Прикаспийскому артезианскому бассейну Каспийского гидрогеологического района. Характерной особенностью бассейна является огромные мощности осадочных образований, достигающие, по данным геофизики, 20–23 км, молодой возраст верхних артезианских горизонтов (плейстоценовый и доплейстоценовый), занимающие большие площади и имеющие широкое развитие зоны соляно-купольной тектоники. В гидрогеологическом разрезе выделяются три крупных гидрогеологических этажа: надсолевой (верхнепермско-мезозойско-кайнозойский) и подсолевой (палеозойский), разделенные региональным водоупором – соленосной толщей кун турского яруса. Данные этажи представляют собой самостоятельные водонапорные системы, отличающиеся как гидрогеологическими параметрами, так и динамическими особенностями динамическим режимами. Источником пластовой энергии подземных вод являются гидростатические напоры, возникающие за счет различия гипсометрического положения областей питания и разгрузки. Главные области питания располагаются во внешней прибортовой зоне Прикаспийской впадины, области разгрузки – во внутренних районах. Разгрузка осуществляется из нижележащих горизонтов в вышележащие через литологические окна фильтрации и по дизъюнктивным нарушениям. В надсолевом гидрогеологическом этаже выделяются четвертичный, неогеновый, палеогеновый, верхнемеловой, нижнемеловой, юрский, триасовый и верхнепермский водоносные комплексы. Породы-коллекторы здесь представлены глинистыми песками, песчаниками, алевритами, известняками, мелом и мергелями. Водоупорами являются плотные глины и аргиллиты. Коллекторские свойства и толщины водопроницаемых горизонтов изменяются в широких пределах. Коэффициенты пористости колеблются от 5–7 до 15–28 %. Дебиты скважин изменяются от нескольких до 93600 м³/сут. В подсолевом этаже, кроме самых верхних, являются высоконапорными. Повсеместно развиты соленые воды и рассолы хлоридно-кальциевого типа, минерализация которых изменяется от 1–70 г/л в верхней части разреза до 242–310 г/л и более – в нижней. В четвертичных аллювиальных отложениях отмечаются небольшие линзы пресных вод с минерализацией 1–3 г/л. Высокоминерализованные воды на глубинах более 1000 м содержат повышенные концентрации микрокомпонентов. Внутри галогенной кун-

гурской толщи развиты линзы и пропластки слабосцементированных сульфатно-карбонатно-терригенных пород, при вскрытии которых в ряде случаев отмечались рапопроявления. Дебиты рапы при самоизливе колеблются от 2,5 до 41,3 м³/сут. Изоляция сульфатно-терригенных линз по площади и разрезу приводит к формированию АВПД. Коэффициенты аномальности могут достигать 1,7–1,9. Рапа относится к хлоридно-кальциевому типу с плотностью 1190–1220 кг/м³ и минерализацией до 510 г/л. Подсолевой гидрогеологический этаж элизионного гидродинамического режима начинается толщей галопелитовых (глинистых) сакмаро-аргинских отложений, которые явных коллекторов не имеют. Они являются верхним водоупором подсолевого гидрогеологического этажа, усиливающим экранирующие свойства региональной галогенной толщи. Известняки башкирского яруса среднекаменноугольного возраста и нижнекаменноугольные породы составляют верхнюю часть подсолевого гидрогеологического этажа. Общая толщина карбонатного комплекса, по данным бурения, достигает 2000 м.

Проницаемые породы представлены пористыми и проницаемыми известняками, в различной степени доломитизированными. Коллекторы разделяются плотными разностями карбонатных пород. Дебиты самоизливающихся скважин изменяются от 0,7 до 350 м³/сут. Комплекс характеризуется элизионным гидродинамическим режимом. Воды мигрируют из центральной части Прикаспийской впадины к бортам, где происходит их скрытая разгрузка. Замещение карбонатного типа разреза на карбонатно-терригенный создает гидравлические сопротивления на путях движения потока, что обеспечивает условия для гидродинамической изоляции водонапорного резервуара, концентрации пластовой энергии и формирования АВПД. Коэффициент аномальности напорных вод составляет 1,5–1,55. Воды характеризуются высокой газонасыщенностью и углеводородно-сероводородно-углекислым составом водорастворенного газа. Особенностью подсолевого водоносного этажа является существование двух генетических типов подземных вод: хлоридно-кальциевого и гидрокарбонатно-натриевого. Хлоридно-кальциевые воды встречены во всех законтурных скважинах. Их минерализация характеризуется величинами от 73 до 110 г/л. Коэффициенты метаморфизации в среднем составляют 2,8, концентрация микрокомпонентов невысокая, содержание сероводорода 2,5–6,0 г/л. Гидрокарбонатно-натриевые воды отмечены в приконтактной зоне АГКМ. Минерализация их от 61 до 87 г/л. Отмечено более высокое содержание микрокомпонентов в скважинах, расположенных в приурочено к водоносному горизонту апшеронского возраста, залегающему в верхней части надсолевого водоносного этажа. Поэтому надсолевая часть гидрогеологического разреза исследуется более детально по сравнению с подсолевой частью. По условиям формирования и движения пластовых вод, а также наличию водоносных и водоупорных толщ в надсолевом гидрогеологическом этаже выделяются следующие водоносные горизонты и водоупоры. *Водоносный горизонт хвалыно-хазарских отложений* распространен повсеместно и является первым от поверхности. Водовмещающими породами являются пески мощностью до 27–31 м. Уровень грунтовых вод зависит от гипсометрии местности и устанавливается на глубине 3–7 м. По химическому составу воды хлоридные. натриево-магниевые, минерализация их изменяется от 21 до 50 г/л.

Водоупорная толща бакинских отложений распространена повсеместно и является региональным водоупором первого от поверхности водоносного горизонта. Мощность бакинских глин составляет 40–45 м, глубина залегания кровли глин изменяется от 50 до 76 м.

Водоносный горизонт бакинских отложений распространен повсеместно. водовмещающими породами являются пески тонко- и мелкозернистые, залегающие на глубине от 102 до 75 м в подошве бакинских отложений. Мощность песков колеблется от 8 до 15 м. По химическому составу воды хлоридные натриевые, минерализация 12–35 г/л и выше.

Водоносный комплекс апишеронских отложений распространен повсеместно. Водовмещающими породами являются пески разномелкозернистые, залегающие прослоями в толще глин. Количество прослоев изменяется от 4 до 7 м. мощность их также различна – от 2 до 70 м. Воды высоконапорные и самоизливающиеся, дебиты воды при самоизливе достигают 10 л/с, чаще всего составляют 2–3 л/с. Воды хлоридные натриевые, минерализация 25–12 г/л. *Водоупорная толща акчагыльских отложений* распространена повсеместно и является надежным региональным водоупором мощностью до 233 м. практически исключается переток из нижележащих горизонтов в плиоцен- четвертичные отложения.

Водоносный комплекс палеогеновых отложений развит не повсеместно. Установившийся уровень составляет до 12,4 м. Дебит скважин до 1,4 м³/сут при понижении 30 м. Воды хлоридные натриевые, минерализация 121 г/л, отмечается высокое содержание I – до 17 г/л, повышенное содержание Вг – до 110 мг/л и Sr – до 100 мг/л. Воды заслуживают дальнейшего изучения как источник гидрохимического сырья.

Водоносный комплекс верхнемеловых отложений развит в межкупольных мульдах. Установившийся уровень до 53 м, дебит скважин 0.4 л/с при понижении 236 м. то сеть притоки крайне незначительны. Вода хлоридная натриевая, минерализация до 175 г/л, характерно высокое содержание I до 23 мг/л, содержание Вг-до 99 мг/л. В местах распространения пород с высокими коллекторскими свойствами воды могут представлять интерес как источник гидрохимического сырья.

Водоносный комплекс нижнемеловых отложений развит в межкупольных мульдах. Установившийся уровень 63–69 м, дебит скважин составляет от 320 до 605 м³/сут. Воды хлоридные, натриевые, минерализация 259–272 г/л, содержание I – до 2,5–9 мг/л, Вг – до 87–1140 мг/л. Воды практического значения не имеют.

Водоносный комплекс верх не юрских отложений развит в межкупольных мульдах. Установившийся уровень 87 м. Дебиты скважин при откатке составляют от 199 до 432 м³/сут. Воды хлоридные, натриевые, минерализация 259–304 г/л, содержание I – до 3,8 г/л. Вг – до 68–91 мг/л. Воды практического значения не имеют.

Водоносный комплекс среднеюрских отложений развит в межкупольных мульдах. Установившийся уровень 95 м. Дебит скважин меняется от 86 до 285 м³/сут при понижении 140 м. Воды хлоридные натриевые, минерализация

от 300 до 318 г/л, содержание 1 – до 2.5–3.4 г/л, Вг – до 52–78 мг/л. Воды практического значения не имеют.

Водоносный комплекс триасовых отложений развит в погруженных частях межкупольных мульд. Водовмещающими породами являются песчаники, глубина залегания комплекса меняется от 740 до 2380 м. Водообильность слабая. Воды высоконапорные, хлоридные натриевые, минерализация до 195 г/л и выше. Воды практического значения не имеют. *Водоупорная толща кунгурского яруса* распространена повсеместно и является мощнейшим региональным водоупором. Сложена галогенными породами мощностью до 2000 м и более. Рапопроявления встречены в подошвенных частях толщи на больших глубинах, составляющих 3300–3940 м. При вскрытии рассолы изливались с дебитом от 4 5 до 200 м³/сут. Состав их хлоридный натриевый, хлоридно-магниевый, минерализация 312–516 г/л. Высокая минерализация обуславливает быструю кристаллизацию солей в стволе скважин.

Водоносный комплекс подсолевых нижнепермских и каменноугольных отложений вскрыт многими скважинами. Дебиты низкие – от 2,2 до 6,4 м³/сут. По составу воды хлоридные натриевые, характерно резкое снижение минерализации от 150 до 105–160 г/л. Практического значения не имеют. В северных районах наиболее молодые отложения новокаспийского комплекса, согласно общей схеме расчленения, представлены всеми основными видами дисперсных грунтов: обломочными, песчаными и глинистыми (табл. 1).

Породы новокаспийского комплекса (IVnk), наименее дисперсные раковинные породы различной крупности, распространены преимущественно в верхней части слоя. В них содержится свыше 25 % обломочного материала в виде ракушек, благодаря этому они характеризуются очень высоким содержанием карбонатов (до 80–90 %). Породы имеют рыхлую укладку, межчастичная пористость фунтов довольно высока ($e = 1,25$), кроме того, присутствуют более тонкие поры в обломках ракушек. Песчаные породы обладают примерно одинаковым коэффициентом пористости ($e = 0,71–0,74$). Механические свойства определяются содержанием обломочного материала и крупностью песчаных зерен. Наименее дисперсные пески мелкие и пылеватые с включением раковинного детрита обладают наиболее высокими характеристиками прочное (расчетные ϕ^P и C^P равны соответственно 37° и 11 кПа). Менее прочны ($\phi^P = 32^\circ$) пески более дисперсные, пылеватые, но содержащие большее количество обломков ракушек. Повышенное содержание карбонатов (37 %) указывает на то, что микрообломки ракушек присутствуют и в наиболее дисперсных песчаных фракциях. С этим связано повышение в них сцепления ($C^P = 24$ кПа). Пески пылеватые, без крупных обломков ракушек имеют пониженные значения $\phi^P = 22^\circ$ и $C^P = 11$ кПа.

В пределах наиболее мелководных площадок на площади месторождения Ракушечное встречены глинистые породы, представленные илами разного состава и супесями текучими. Все породы недоуплотнены ($e = 0,83–1,54$; $I_L = 1,4–4,7$), слабokonсолидированы. Наиболее рыхлой структурой

($e = 1,535$) обладают илы суглинистые, вскрытые на площадке Ракушечная-2. Более уплотненные ($e = 1,22$) илы того же состава обладают низкими характеристиками деформируемости (нормативный модуль общей деформации $E_0 = 2,4$ МПа) и прочности (расчетные $C_u^P = 19$ кПа; $\phi_{TOT}^P = 8^0$ и $C_{TOT}^P = 33$ кПа). Во времени они довольно быстро уплотняются под нагрузками (коэффициент консолидации $c_v = 4,4 * 10^{-3}$ см²/с). Недренированное сцепление C_u^P более дисперсных илов глинистых (площадка Ракушечная-1 бис) повышается до 30 кПа. Верхи хвалынского комплекса представлены дельтовыми (аллювиально-морскими отложениями), что определяет их большое видовое разнообразие.

Среди отложений верхнего подкомплекса встречаются разнообразные виды и разновидности пород: обломочные, песчаные разной крупности и глинистые различной консистенции (табл. 2). Плотность раковинных и песчаных пород примерно одинакова (коэффициент пористости $e = 0,67-0,73$). Содержание карбонатов закономерно уменьшается с увеличением дисперсности грунтов от 97 % у раковинных фунтов различной крупности до 10 и 7 % у песков мелких и пылеватых соответственно. Той же закономерности подчинены значения параметров прочности.

Угол внутреннего трения и сцепление составляют: $\phi^P = 37^0$, $C^P = 23$ кПа для раковинных грунтов; $\phi^P = 36^0$, $C^P = 6$ кПа для мелких песков и $\phi^P = 32^0$, $C^P = 7$ кПа для песков пылеватых. Прочность пород снижается при переходе к глинистым разновидностям, при этом супеси занимают промежуточное положение. Обладая той же плотностью, что и пески ($e = 0,73$), и имея повышенное содержание карбонатов (14 %), они показывают следующие прочностные характеристики: $\phi^P = 33^0$ и $C^P = 10$ кПа. При разнообразии фациальных замещений для глинистых пород определяющую роль играют состав, плотность и консистенция. Прежде всего, по дисперсности выделяются две основные разновидности: глины и суглинки. Глины (с числом пластичности до 23) встречаются в полутвердом (средний показатель текучести $I_L = 0,23$) и тугопластичном ($I_L = 0,33$) состояниях. При этом, обладая одинаковыми углами внутреннего трения $\phi^P = 22-23^0$, грунты имеют разное сцепление (15 кПа для тугопластичных глин и 25 кПа для полутвердых). В среднем сцепления составляет $C^P = 8$ кПа, однако возрастает угол внутреннего трения ($\phi^P = 25^0$). Сопротивление недренированному сдвигу C_u (или недренированное сцепление) уменьшается по сравнению с глинами. Так, интервал изменения нормативного значения C_u^H для суглинков составляет 16-54 кПа, а для глин – 55–94 кПа.

Таблица 1

**Нормативные и расчетные (в знаменателе) значения
 физико-механических пород, новокаспийский комплекс**

Виды и разновидности грунтов (место и глубина отбора)	Влажность, W, %	Плотность, ρ , г/см ³	Плотность скелета, ρ_d , г/см ³	Плотность частиц, ρ_s , г/см ³	Коэффициент пористости, e, д.е.	Степень водонасыщения, Sr, д.е.	Число пластичности, Ip, %	Показатель текучести, I _L	Содержание карбонатов, %	Коэффициент фильтрации, см/с	Коэффициент консолидации, см ² /с	Модель общей деформации, E ₀ , МПа	Недренированное сцепление, C _u , МПа	Угол внутреннего трения, θ_{int} , градусы	Угол внутреннего трения, θ_{eff} , градусы	Сцепление, θ_{int} , кПа	Сцепление, θ_{eff} , кПа
Раковинные грунты разной крупности (Широтная 1, 0,0–0,5 м; Широтная 2, 0,0–0,4 м; Широтная 3, 0,1–0,6 м)	46,0	$\frac{1,79}{1,72}$	1,22	2,77	1,258	1,00			83,2	1,9E-5							
Пески пылеватые с ракушкой (Широтная 1, 0,8–1,4 м; Широтная 2, 0,3–1,2 м; Ракушечная 2, 0,0–0,4 м)	24,5	$\frac{1,96}{1,92}$	1,57	2,74	0,743	0,90			36,8	1,2E-3			39	39	11	31	
Пески мелкие и пылеватые с ракушкой (Ракушечная 1, 0,0–1,2 м; Ракушечная 1 бис, 0,0–1,2 м)	26,5	$\frac{1,99}{1,97}$	1,57	2,69	0,713	1,00			18,3	8,2E-4			41	41	13	13	
Пески пылеватые (Широтная 2, 0,55–0,7 м; Ракушечная 1 бис, 0,1– 1,1 м)	27,3	$\frac{1,96}{1,93}$	1,54	2,68	0,737	0,99			12,4	3,2E-4			27		20	19	
Илы суглинистые (Ракушечная 2, 0,4–1,2 м)	55,6	$\frac{1,66}{1,61}$	1,06	2,70	1,535	0,98	12,22	36									
Илы суглинистые (Ракушечная 1, 1,3–3,8 м; Ракушечная 1 бис, 0,4– 4,8 м; Ракушечная 2, 0,4–1,2 м)	47,7	$\frac{1,79}{1,76}$	1,21	2,69	1,215	1,00	13,81	1,73	14,9	6,7E-8	4,4E-3	2Л	20	99	18	37	33
Илы глинистые (Ракушечная 1 бис, 1,2–4,8 м)	49,8	$\frac{1,75}{1,76}$	1,17	2,68	1,293	1,00	18,41	1,43					32				
Сулеси текучие (Ракушечная 2, 0,7–1,5 м)	30,2	$\frac{1,92}{1,90}$	1,47	2,69	0,826	0,98	2,4	4,69	11,7	4,3E-5							

Это обусловлено как составом, так и консистенцией пород, поскольку суглинки находятся преимущественно в мягко- и текучепластичном состоянии. Кроме того, играют роль вторичные преобразования в субаэральных условиях, результатом которых является, в частности, наличие гипсовых включений, повышающих прочность структурных связей. Для мягкопластичных разностей характерно значение $C_u^H = 37$ кПа, для текучепластичных – 23 кПа и для текучих – 16 кПа. В том же направлении изменяется и дисперсность

суглинков – с уменьшением числа пластичности (от $I_p^H = -14.0$ до $I_p^H = 9.1$) увеличивается показатель текучести. Таким образом, уменьшение дисперсности обуславливает переход к текучему состоянию и уменьшение нетренированного сцепления, что вполне закономерно.

Нижняя часть разреза данного подкомплекса представлена морскими мелководными отложениями, преимущественно песчаного состава. Наиболее плотные ($e^H = 0,630$) пески мелкие, с обломками ракушек, обнаруживают наибольшее сцепление ($C^P = 22$ кПа) и угол внутреннего трения, равный $\phi^P = 31^\circ$. Более дисперсные пески пылеватые обладают разной плотностью – в зависимости от нее изменяется прочность. Значения угла внутреннего трения варьируют в пределах $\phi^P = 32^\circ - 36^\circ$, сцепление в песках средней плотности отсутствует, а в плотных, содержащих также повышенное количество мелкообломочного ракушечного материала (карбонатность до 7,4 %), повышается до $C^P = 18$ кПа. Отложения нижнего подкомплекса формировались в морских условиях и представлены преимущественно глинистыми породами, особенно в нижней части толщи. Вверху на площадках «Широтная-3», «Ракушечная-1» они перемежаются слоями песчаных пород. Пылеватые имеют высокую прочность, величина которой определяется степенью уплотнения и содержанием карбонатов. Так, в песках более плотных ($e^H = 0,697$, среднее содержание карбонатов 13,1 %) $C^P = 21$ кПа и $\phi^P = 39^\circ$. Для менее плотных и менее карбонатных ($e^H = 0,766$, средняя карбонатность 8,0 %) те же параметры прочности несколько снижаются ($C^P = 18$ кПа и $\phi^P = 35^\circ$).

Плотность глинистых пород в пределах слоя невелика ($\rho^P = 1,82 - 1,84$ г/см³), консистенция меняется от туго- до текучепластичной. В соответствии с ней выделено несколько разновидностей, отличающихся прочностными характеристиками. Наибольшей прочностью обладают глины туго- и мягкопластичные (недренированное сцепление $C_u^H = 89$ кПа, $C^P = 63$ кПа и $\phi^P = 18^\circ$). Далее следуют глины мягкопластичные (соответственно 59 кПа, $C^P = 40$ кПа и $\phi^P = 13^\circ$). Наименее прочны глины и суглинки мягко- и текучепластичные: сопротивление недренированному сдвигу C_u^H снижается до 47-56 кПа, угол внутреннего трения до 9-12°. При этом сцепление глин составляет $C^P = 43$ кПа, а менее дисперсных суглинков – 23 кПа. Нижняя часть разреза представлена раковинными породами, в которых межраковинное пространство заполнено песком разной крупности либо глинистым материалом и песком с раковинным материалом. Раковинные породы различной крупности достаточно уплотнены ($\rho^P = 1,96$ г/см³, $e^H = 0,700$), и характеризуются следующими значениями показателей прочностных свойств: $C^P = 15$ кПа и $\phi^P = 36^\circ$. Для песков пылеватых, обладающих той же плотностью ($\rho^P = 1,94$ г/см³, $e^H = 0,714$), менее карбонатных (в среднем 5,7%), сопротивление сдвигу (C_u^H) представлено мелководно-морскими и дельтовыми грунтами, преимущественно глинистыми, разнообразной консистенции. Полутвердые и тугопластичные, плотные ($\rho^P = 2,02$ г/см³, $e^H = 0,536$) суглинки обнаруживают высокое сопротивление недренированному сдвигу ($C_u^H = 206$ кПа).

Прочность туго- и мягкопластичных разновидностей глин и суглинков ($\rho^P = 1,95 \text{ г/см}^3$, $e^H = 0,747$) значительно меньше: величина недренированного сцепления снижается до $Cu^H = 82 \text{ кПа}$, расчетные угол внутреннего трения и сцепление в эффективных напряжениях составляют соответственно $\phi^P = 20^\circ$ и $C^P = 39 \text{ кПа}$. В южных районах грунты новокаспийского комплекса (IVnk) представлены раковинными, песчано-раковинными и песчаными отложениями. Раковинные породы разной крупности имеют среднюю степень уплотнения ($\rho^P = 1,78 \text{ г/см}^3$, $e^H = 0,889$), высокое содержание карбонатов (85,7 %) и достаточно высокое сцепление ($C^P = 26 \text{ кПа}$). Для плотных пылеватых песков ($\rho^P = 1,97 \text{ г/см}^3$, $e^H = 0,639$), содержащих обломки ракушек, сцепление достигает $C^P = 33 \text{ кПа}$, а угол внутреннего трения $\phi^P = 38^\circ$. Грунты Хвалынского комплекса (IIIhv) представлены весьма разными по составу и состоянию видами и разновидностями грунтов. Изменения свойств грунтов верхнего подкомплекса по гранулометрическому составу широкие, начиная от песков разной крупности с обломочным материалом, песков пылеватых, супесей и кончая суглинками и глинами. В основе подобного разнообразия лежат условия осадконакопления и постседиментационные процессы, характерные для чередования субаэральных и морских условий. Аллювиально-морской генезис пород обусловил значительные и частые фациальные замещения отложений и, как следствие, довольно значительные вариации физико-механических свойств. Так, пески пылеватые в зависимости от плотности и содержания карбонатов изменяют сцепление в довольно широком диапазоне. Наиболее плотные и карбонатные пески ($\rho^P = 1,99\text{--}2,01 \text{ г/см}^3$, $e^H = 0,637\text{--}0,678$, содержание карбонатов 5,9–7,4 %) имеют $C^P = 17\text{--}25 \text{ кПа}$, другие $C^P = 11 \text{ кПа}$. Для чистых и плотных песков $\rho^P = 2,04 \text{ г/см}^3$, $e^H = 0,575$) сцепление минимально ($C^P = 1 \text{ кПа}$). Угол внутреннего трения для всех песков пылеватых довольно высок и составляет $38\text{--}41^\circ$.

Суглинки по мере перехода от полутвердых и тугопластичных к мягкопластичным снижают показатели сцепления с 51 до 36 кПа, при углах внутреннего трения $20\text{--}29^\circ$. Недренированное сцепление глин туго- и мягкопластичных составляет $Cu^H = 43\text{--}51 \text{ кПа}$. Эти породы характеризуются невысоким значением угла внутреннего трения $\phi^P = 13\text{--}15^\circ$ и сцепления $C^P = 33\text{--}38 \text{ кПа}$. Отмечаются загипсованные прослои суглинков и глин, сформировавшихся в субаэральных условиях.

Благодаря наличию жестких структурных связей, сопротивление недренированному сдвигу этих грунтов возрастает до $Cu^H = 147 \text{ кПа}$. В нижней части породы, представленные преимущественно пылеватыми песками довольно большой мощности, супесями и глинистыми грунтами, сформировались в условиях морского мелководья. Пылеватые пески, содержащие карбонаты (до 12,1 %), имеют плотность $\rho^P = 1,98 \text{ г/см}^3$, $e^H = 0,661$, обладают сцеплением $C^P = 17 \text{ кПа}$ и углом внутреннего трения $\phi^P = 37^\circ$. Чистые пылеватые пески имеют минимальное сцепление $C^P = 1 \text{ кПа}$ и высокий угол внутреннего трения $\phi^P = 42^\circ$, благодаря своей повышенной плотности ($\rho^P = 2,4 \text{ г/см}^3$, $e^H = 0,600$). Среди глинистых пород полутвердые и тугопластичные разновидности обладают наибольшей прочностью ($Cu^H = 114 \text{ кПа}$). Недренированное сцепление туго- и мягкопластичных разновидностей снижается до 83 кПа, а для мягко- и текучепластичных глин составляет 51–67 кПа. Диапазон изменения угла внутреннего трения при переходе от мягкопластичной к текучепластичной консистенции невелик ($\phi^P = 14\text{--}15^\circ$), однако сцепление уменьшается от

41 до 33 Кпа. Промежуточное положение между песчаными и глинистыми грунтами занимают супеси твердые и пластичные: при $\phi^P = 34^\circ$ величина сцепления составляет $C^P = 8$ кПа. Морские грунты нижнего подкомплекса в верхней его части представлены глинистыми отложениями, внизу – сменяемыми пылеватými песками ($\rho^P = 1,94-1,97$ г/см³, $e^H = 0,708-0,749$).

Таблица 2

Нормативные и расчетные (в знаменателе) значения физико-механических пород, хвалынский комплекс

Виды и разновидности грунтов (место и глубина отбора)	Влажность, W, %		Плотность скелета, ρ_d , г/см ³	Плотность частиц, ρ_s , г/см ³	Коэффициент пористости, e, д.е.	Степень водонасыщения, Sr, д.е.	Число пластичности, Ip, %	Показатель текучести, Il	Содержание карбонатов, %	Коэффициент фильтрации, см/с	Коэффициент консолидации, см ² /с	Модель общей деформации, Eo, МПа	Недренированное сцепление, Cu, МПа	Угол внутреннего трения, тог., градусы	Угол внутреннего трения, эфф., градусы	Сцепление, тог., КПа	Сцепление, эфф., КПа
	23,2	2,08 2,04															
Раковинные грунты разной крупности (Широтная 1, 5,7-5,8 м; Ракушечная 2, 15,0-18,95 м)	23,2	2,08 2,04	1,69	2,82	0,67	0,98			97,3	1,3E-4			45	45	29	29	29
Пески мелкие (Ракушечная 2, 7,6-14,5 м)	25,0	2,00 1,98	1,60	2,67	0,67	0,99			10,4	66,7E-5			40	40	7	7	7
Пески пылеватые (Широтная 1,2,2-6,7 м; Широтная 2,1,2-2,3 м; Ракушечная 2, 9,6-12,0 м)	24,5	1,93 1,89	1,55	2,68	0,73	1,00			6,6	9,1E-4			32	35	37	38	38
Супеси текучие (Ракушечная 2, 1,3-3,8 м; Широтная 3, 0,6-5,1 м)	26,9	1,98 1,97	1,56	2,69	0,72	0,99	3,2	2,81	13,5	1,6E-6	1,1E-2	36	33	35	11	11	11
Суглинки туго- и мягко- пластичные (Широтная 1, 1,6-3,6 м)	27,5	1,95	1,53	2,72	0,78	0,96	13,6	0,56		1,2E-7		51					
Суглинки мягкопластичные (Ракушечная 2, 3,8-7,8 м)	30,3	1,92 1,90	1,48	2,73	0,84	0,98	14,0	0,56	18,8	2,9E-7	2,3E-3	6,3	37	25	32	11	10
Суглинки от мягкопластичных до текучих (Ракушечная 1 бис, 4,8-7,6 м)	25,9	2,00 1,97	1,59	2,69	0,69	1,00	11,3	0,84				23					
Суглинки текучие и мягкопластичные (Широтная 2, 2,9-5,7 м)	23,7	2,10 2,05	1,70	2,68	0,58	1,00	9,1	0,96	8,9			11					
Глины полутвердые и тугопластичные (Ракушечная 1, 3,8-8,4 м)	27,6	1,97 1,94	1,54	2,71	0,75	0,99	18,2	0,23	10,5	3,5E-8	4,1E-3	12,1	94	24	27	29	21
Глины тугопластичные (Ракушечная 1 бис, 5,4-8,5 м)	32,5	1,92 1,89	1,45	2,71	0,86	1,00	23,0	0,33			1,2E-2	12,3	55	24	27	17	18

В зависимости от содержания мелкообломочного материала (от 9,2 до 14,4 %) угол внутреннего трения пылеватых песков уменьшается от 37 до 33°, а сцепление, напротив, возрастает с 21 до 34 кПа. Суглинки и глины туго- и мягкопластичные, обладают недренированным сцеплением $Cu^H = 88$ кПа, углом внутреннего трения $\rho^P = 13^\circ$, сцеплением $C^P = 39$ кПа. При изменении консистенции в сторону мягко- и текучепластичной сопротивление недренированному сдвигу глинистых грунтов снижается до 36–39 кПа. Нижний слой представлен глубоководными морскими глинистыми породами, глины и суглинки перекрываются супесью. Супеси пластичной и текучей консистенции, а также пески пылеватые обладают плотностью $\rho^P = 1,92$ г/см³, $e^H = 0,785$. Нормативный коэффициент пористости глинистых грунтов возрастает до $e^H = 0,873$ –1,035. Характерным для всех пород является относительно высокое содержание карбонатов (17,9–22,0 %).

Резко выделяются глины и суглинки Сарматской площадки, находящиеся в туго- и мягкопластичном состоянии, среднее значение сопротивления недренированному сдвигу Cu^H этих грунтов составляет 164 кПа. Значительно меньшие средние значения Cu^H имеют мягкопластичные глины ($Cu^H = 64$ кПа) и текучепластичные суглинки ($Cu^H = 39$ кПа) на площадках Хвалынского месторождения. Нижняя часть (h_{v1}¹) разреза на площади месторождения Хвалынское представляет собой «клиновидное» тело, сложенное песками с раковинным детритом в верхней части разреза, глинистыми породами, занимающими среднюю часть «клина» и ракушкой с песчаным или глинистым заполнителем в основании тела. Аналогичное строение данной части разреза на площади Сарматская. В месте выклинивания тела (площадь Хвалынская-2) разрез представлен раковинным материалом с песчаным или глинистым заполнителем. Глинистые грунты данного тела характеризуются повышенным содержанием карбоната в виду присутствия в них включений раковинного детрита. Средняя плотность всех разновидностей пород изменяется в небольшом интервале от 1,93 до 1,98 г/см³, а коэффициент пористости от 0,779 до 0,873. Таким образом, геологические исследования физико-механических свойств пород хвалыно-хазарского возраста Каспийской акватории подтверждают резкое изменение параметров на небольших расстояниях. «Моринжгеологии», «Лукойл-Нижевожскнефти» и других подтверждают, что разжижение слабосвязанных пород влияет на угол внутреннего трения (табл. 3), что способствует снижению устойчивости морских инженерных объектов и сооружений (табл. 4). При динамических и статических нагрузках инженерными сооружениями происходят изменение сопротивления сдвигу.

Таблица 3

Геоэкологические изменения угла внутреннего трения морских отложений при динамическом воздействии

Глубина залегания донных отложений от дна, м	Снижение угла внутреннего трения (φ), %, max
0–5	25
5–10	20
10–15	15
15–20	10
20–30	5

Таблица 4

Геоэкологические изменения сопротивления сдвигу связанных морских отложений при динамическом воздействии

Глубина залегания донных отложений от дна, м	Снижение сопротивления сдвигу
0–5	20–25
5–10	15
10–15	10
15–20	10
20–30	5

В итоге из-за наличия в донных отложениях свободных газов снижаются несущие механические параметры этих отложений (табл. 5).

Таблица 5

Геоэкологические изменения параметров морских отложений

Параметры отложений	Снижение показателей донных отложений из-за скоплений свободных газов, %, max
Угол внутреннего трения, φ	25
Сопротивление недренированному сдвигу, S	20
Модуль деформации, E	20

Приведенные геоэкологические материалы рекомендуется применять в расчетах устойчивости оснований скважин, морских эксплуатационных платформ и нефтегазопроводов в акватории Каспийского моря

Исследование выполнено при поддержке Министерства образования и науки РФ, соглашение № 14. В37.21.0586 от 20.08.2012 г.

Список литературы

1. Серебряков О. И. Анализ внедрения воды в продуктивную залежь Астраханского ГКМ / О. И. Серебряков // Газовая промышленность. – 1987. – № 8. – С. 452–49. Серебряков О. И. Режим разработки Астраханского ГКМ / О. И. Серебряков // Газовая промышленность. – 1987. – № 11. – С. 26–31.
3. Серебряков О. И. Синергия геоэкологического мониторинга разведки, разработки и переработки природного сырья / О. И. Серебряков [и др.] // Естественные и технические науки. – 2010. – № 4. – С. 230–234.
4. Серебряков О. И. Исследования процессов геоэлектрической деструкции гомологов сероводорода / О. И. Серебряков [и др.] // Геология, география и глобальная энергия. – 2011. – № 1. – С. 19–25.
5. Серебряков О. И. Газогидрохимические критерии перспектив нефтегазоносности / О. И. Серебряков // Геология, география и глобальная энергия. – 2011. – № 2. – С. 45–48.
6. Серебрякова О. А. Флюидоупорные свойства глинистых и соленосных пород при подземном захоронении промышленных стоков переработки нефти и газа / О. А. Серебрякова // Южно-Российский вестник геологии, географии и глобальной энергии. – 2005. – № 2. – С. 54–59.
7. Серебрякова О. А. Условия образования и свойства газовых гидратов республики Калмыкия / О. А. Серебрякова // Южно-Российский вестник геологии, географии и глобальной энергии. – 2006. – № 11. – С. 52–55.

8. Серебрякова О. А. Инженерно-геологические преобразования антропогенных грунтов / О. А. Серебрякова, Е. Н. Лиманский // Южно-Российский вестник геологии, географии и глобальной энергии. – 2006. – № 11 (27). – С. 59–65.
9. Серебрякова О. А. Инженерно-геологические технологии освоения месторождений с кислыми компонентами / О. А. Серебрякова // Южно – Российский вестник геологии, географии и глобальной энергии. – 2006. – № 11. – С. 24–30.
10. Серебрякова О. А. Инженерно-геологические распределения соляных куполов и межкупольных впадин / О. А. Серебрякова // Южно-Российский вестник геологии, географии и глобальной энергии. – 2006. – № 12. – С. 32–37.
11. Серебрякова О. А. Инженерно-геологическое обоснование строительства нагнетательных скважин на полигонах закачки промышленных стоков / О. А. Серебрякова, Е. Н. Лиманский // Южно-Российский вестник геологии, географии и глобальной энергии. – 2006. – № 12. – С. 72–76.
12. Серебрякова О. А. Инженерно-гидрогеологические условия шельфа Каспийского моря / О. А. Серебрякова // Южно-Российский вестник геологии, географии и глобальной энергии. – 2007. – № 4. – С. 35–41.
13. Серебрякова О. А. Физико-механические параметры инженерно-геологических свойств пород Каспийского моря / О. А. Серебрякова // Южно-Российский вестник геологии, географии и глобальной энергии. – 2007. – № 4. – С. 60–67.
14. Серебрякова О. А. Инженерно-гидрогеологическая стратиграфия юго-западного Прикаспия / О. А. Серебрякова // Геология, география и глобальная энергия. – 2008. – № 1 (28). – С. 140–144.
15. Серебрякова О. А. Особенности геологического строения и нефтегазоносности Арктического шельфа / О. А. Серебрякова, Р. Ф. Кулемин // Геология, география и глобальная энергия. – 2010. – № 4. – С. 14–21.

References

1. Serebryakov O. I. Analiz vnedreniya vody v produktivnuyu zalezh Astrakhan-skogo GKM [Analysis of the introduction of water into the productive reservoir of the Astrakhan gas condensate field]. *Gazovaya promyshlennost* [Gas industry], 1987, no. 8, pp. 45–49.
2. Serebryakov O. I. Rezhim razrabotki Astrakhanskogo GKM [Mode of development of the Astrakhan gas condensate field]. *Gazovaya promyshlennost* [Gas industry], 1987, no. 11, pp. 26–31.
3. Serebryakov O. I. [et al.] *Sinerhiya geoekologicheskogo monitoringa razvedki, razrabotki i pererabotki prirodnogo syr'ya* [Synergy of geoenvironmental monitoring of investigation, development and processing of natural raw materials]. *Yestestvennye i tekhnicheskie nauki* [Natural and technical science], 2010, no. 4, pp. 230–234.
4. Serebryakov O. I. Issledovaniya protsessov geoelektricheskoy destruktсии gomologov serovodoroda [Investigations of the geoelectric destruction homologues of hydrogen sulfide]. *Geologiya, geografiya i globalnaya energiya* [Geology, Geography, and global energy], 2011, no. 1, pp. 19–25.
5. Serebryakov O. I. Gazogidrokhimicheskie kriterii perspektiv neftegazonosnosti [Gazogidrohicheskie criteria petroleum prospects]. *Geologiya, geografiya i globalnaya energiya* [Geology, Geography, and global energy], 2011, no. 2, pp. 45–48.
6. Serebryakova O. A. Flyuidoupornye svoystva glinistykh i solenosnykh porod pri podzemnom zakhoronenii promyshlennykh stokov pererabotki nefii i gaza [Restriction of fluids properties of clay and saline rocks at underground dumping of industrial wastes processing of oil and gas]. *Yuzhno-Rossiyskiy vestnik geologii, geografii i globalnoy energii* [South-Russian Journal of Geology, Geography And Global Energy], 2005, no.2, pp. 54–59.
7. Serebryakova O. A. *Usloviya obrazovaniya i svoystva gazovykh gidratov respubliki Kalmykiya* [Conditions of formation and properties of gas hydrates, the Republic of Kalmykia]. *Yuzhno-Rossiyskiy vestnik geologii, geografii i globalnoy energii* [South Russian Journal of Geology, Geography and Global Energy], 2006, no. 11, pp. 52–55.

8. Serebryakova O. A., Limanskiy Ye. N. *Inzhenerno-geologicheskie preobrazovaniya antropogennykh gruntov* [Engineering geological transformation of anthropogenic soils]. *Yuzhno-Rossiyskiy vestnik geologii, geografii i globalnoy energii* [South Russian Journal of Geology, Geography and Global Energy], 2006, no. 11 (27), pp. 59–65.
9. Serebryakova O. A. *Inzhenerno-geologicheskie tekhnologii osvoeniya mestorozhdeniy s kislymi komponentami* [Geological engineering technology development fields with acidic components]. *Yuzhno-Rossiyskiy vestnik geologii, geografii i globalnoy energii* [South Russian Journal of Geology, Geography and Global Energy], 2006, no. 11, pp. 24–30.
10. Serebryakova O. A. *Inzhenerno-geologicheskie raspredeleniya solyanykh kupolov i mezhkupolnykh vpadin* [Engineering and geological distribution of salt domes and basins]. *Yuzhno-Rossiyskiy vestnik geologii, geografii i globalnoy energii* [South Russian Journal of Geology, Geography and Global Energy], 2006, no. 12, pp. 32–37.
11. Serebryakova O. A., Limanskiy Ye. N. *Inzhenerno-geologicheskoe obosnovanie stroitelstva nagnetatelynykh skvazhin na poligonakh zakachki promyshlennykh stokov* [Engineering-geological study of the construction of injection wells at the sites of injection of industrial effluents]. *Yuzhno-Rossiyskiy vestnik geologii, geografii i globalnoy energii* [South Russian Journal of Geology, Geography and Global Energy], 2006, no. 12, pp. 72–76.
12. Serebryakova O. A. *Inzhenerno-gidrogeologicheskie usloviya shelfa Kaspiyskogo morya* [Engineering And Hydrogeological Conditions Of The Caspian Sea]. *Yuzhno-Rossiyskiy vestnik geologii, geografii i globalnoy energii* [South Russian Journal of Geology, Geography and Global Energy], 2007, no. 4, pp. 35–41.
13. Serebryakova O. A. *Fiziko-mekhanicheskie parametry inzhenerno-geologicheskikh svoystv porod Kaspiyskogo morya* [Physical And Mechanical Properties Of Engineering And Geological Properties Of The Rocks Of The Caspian Sea]. *Yuzhno-Rossiyskiy vestnik geologii, geografii i globalnoy energii* [South Russian Journal of Geology, Geography and Global Energy], 2007, no. 4, pp. 60–67.
14. Serebryakova O. A. *Inzhenerno-gidrogeologicheskaya stratigrafiya yugo-zapadnogo Prikaspiya* [Engineering and hydrogeological stratigraphy southwest Caspian]. *Geologiya, geografiya i globalnaya energiya* [Geology, geography and global energy], 2008, no. 1 (28), pp. 140–144.
15. Serebryakova O. A., Kulemin R.F. *Osobennosti geologicheskogo stroeniya i neftegazonosnosti Arkticheskogo shelfa* [The geological structure and petroleum potential of the Arctic shelf]. *Geologiya, geografiya i globalnaya energiya* [Geology, geography and global energy], 2010, no. 4, pp. 14–21.