

Строение и условия образования калийно-магниевых солей центральной части Нивенской впадины Калининградско-Гданьского соленосного бассейна

А.К.ВИШНЯКОВ (ФГУП «ЦНИИГеолнеруд»; 420097, г. Казань, ул. Зинина, д. 4),
А.Д.СМЫЧНИК, В.Д. ПАНОВ (ООО «СТРИКТУМ»; 236022, г. Калининград, ул. Кутузова, д.26),
М.С.ВАФИНА, Ю.Ш.РАХМАТУЛИНА (ФГУП «ЦНИИГеолнеруд»; 420097, г. Казань, ул. Зинина, д. 4)

Выявлены условия образования и размещения различных литологических типов калийно-магниевых солей центральной части Нивенской впадины Калининградско-Гданьского соленосного бассейна.

Ключевые слова: соли калийные, магниевые сульфатные, генезис, преобразование.

Вишняков Андрей Константинович
Смычник Анатолий Данилович
Панов Валерий Дмитриевич
Вафина Марианна Спиридоновна
Рахматулина Юлия Шамилевна



technology-geolnerud@yandex.ru
e.tangalicheva@k-potash.ru
vd-panov@mail.ru
technology-geolnerud@yandex.ru
technology-geolnerud@yandex.ru

The structure and formation conditions of potassium-magnesium salts of the central part of the Nivensky hollow of the Kaliningrad-Gdansk salt-bearing basin

A.K.VISHNYAKOV, A.D.SMYCHNIK, V.D.PANOV, M.S.VAFINA, Y.Sh.RAKHMATULINA

The conditions of formation and distribution of various lithological types of potassium-magnesium salts of Nivenskye depression central part of the Kaliningrad-Gdansk salt-bearing basin are identified.

Key words: potassium salt, magnesium sulfate, genesis, transformation.

Калининградско-Гданьский соленосный бассейн расположен на северо-восточной окраине Польско-Литовской впадины, являющейся восточным окончанием огромно-го Средне-Европейского соленосного бассейна [2].

Основные структурные элементы осадочного чехла Калининградско-Гданьского бассейна тесно связаны со структурами поверхности кристаллического фундамента и разделяющими их разрывными нарушениями [5]. В южной части данного бассейна по подошве отложений верхней перми прослеживается Мамоновский прогиб с выделяемой в его пределах Нивенской впадиной. По изогипсам подошвы этих отложений возможный вариант ее контура приведен на рис. 1. Там же показаны предполагаемые разрывные нарушения фундамента этого района [7].

Соляные отложения впадины стратиграфически относятся к верхнепермским и коррелируются с цехштейновыми породами цикла Верра, а конкретно с их частью, относимой к прегольской свите (рис. 2). Калиеносные породы в основном установлены в ее средней части, но отмечаются и в верхних частях. В разрезе калиеносной зоны выделяется более 17 слоев пород,

которые имеют повышенные содержания калийных, калийно-магниевых и магниевых минералов [7]. Некоторые являются сближенными, что позволило часть их объединить в пласты. Калиеносная зона перекрывается и подстилается зонами каменной соли. В основании всей соленосной толщи залегают ангидритовые породы, местами обогащенные полигалитом.

Общая особенность всех соленосных отложений центральной части Нивенской впадины – наличие в них мелкозернистой каменной соли и весьма малые концентрации содержания кислотонерастворимого остатка (пелитового материала) [10]. Первое говорит о быстрой и массовой кристаллизации галита, по-видимому, из высококонцентрированных по NaCl растворов в приповерхностных условиях, с быстрым их захоронением (без диагенетического дорастания), что характерно для мелководных бассейнов. Второе – об отсутствии на палеосуше возвышенностей, сложенных терригенным материалом, которые могли бы обеспечить снос последних водными потоками. Палеосуша восточного участка Среднеевропейского бассейна в процессе галогенной седиментации, вероятно, представляла собой

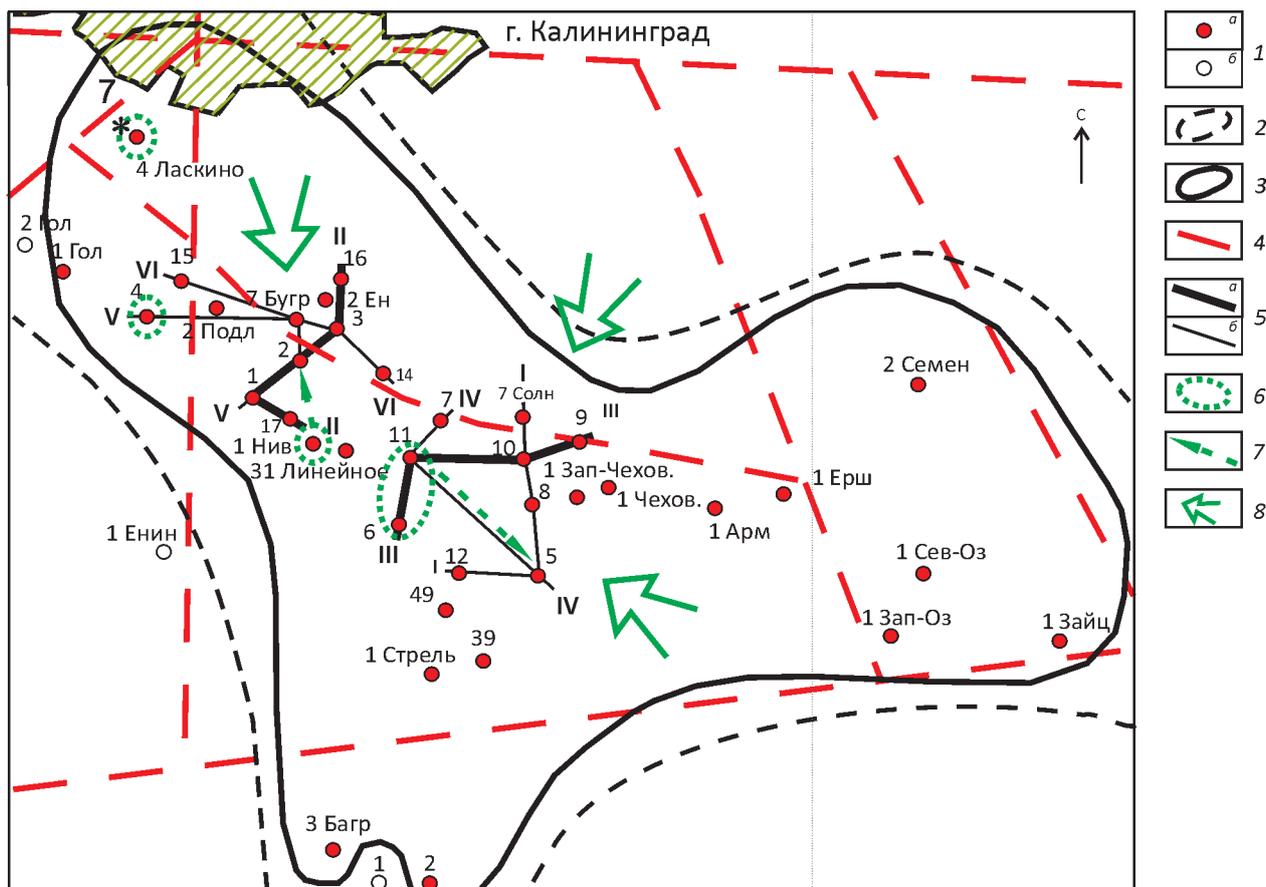


Рис. 1. Схематическая карта района развития Нивенской впадины с размещением в её пределах скважин и литолого-минералогических профилей:

1 – скважины: *а* – вскрывшие и *б* – не вскрывшие калиепроявления; 2 – возможный контур Нивенской впадины, по изогипсам подошвы верхнепермских отложений; 3 – контур развития калийно-магниевых солей по имеющимся скважинам; 4 – предполагаемые разрывные нарушения фундамента [7]; 5 – линии профилей: *а* – проанализированные и *б* – приводимые в статью; 6 – зоны вторичной полигалитизации калийно-магниевых солей; 7 – направление возможной горизонтальной миграции катагенетических растворов; 8 – возможные направления поступления рассолонающих растворов

низменные берега, сложенные по краям растворимыми сульфатно-натриевыми породами, переходящими вглубь континентальной зоны в ангидритовые [2, 4]. Вместе с тем поверхностный сток, с переменным усилением или уменьшением, в солеродный бассейн все же существовал, особенно в начальный период формирования соленосной толщи данного района. Об этом свидетельствуют поступления в садочный бассейн дополнительного сульфатного аниона совместно с небольшим количеством кальция, что обуславливало образование таких соляных минералов, как астраханит, тенардит, полигалит. Это привело к усложнению минерального состава отложившихся соляных пород зоны подстилающей каменной соли.

Примером тому может служить анализ соленосного разреза такой зоны в скв. 7-Солнечная, расположенной на севере центральной части Нивенской впадины.

В её нижней части каменная соль содержит смесь не только ангидрита (CaSO_4), но и астраханита ($\text{Na}_2\text{MgCa}[\text{SO}_4]_2 \times 4\text{H}_2\text{O}$), образование которого могло происходить при наличии повышенного содержания в рапе ионов магния, и особенно, сульфатного аниона. Выше по разрезу, в связи с накоплением в процессе испарения раствора садочного бассейна ионов калия, вместо астраханита и ангидрита начал осажаться полигалит ($\text{K}_2\text{MgCa}[\text{SO}_4]_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$). Поступление менее концентрированных вод в бассейн приводило к уменьшению содержания ионов К, Mg и Са в рапе, что вызывало образование вместо астраханита минерала тенардит (Na_2SO_4). Поступление же более концентрированных растворов, обогащенных магнием, приводило к выпадению кизерита ($\text{MgSO}_4 \times \text{H}_2\text{O}$).

Отсутствие обильного стока континентальных вод обусловило неполное метаморфизирующее воздействие

их на рапу данного садочного бассейна, что привело к возникновению здесь сульфатно-хлоридной ветви седиментации. Поэтому формирование калийно-магниевых минералов соленосной части прегольской свиты закономерно начинается с образования каинитсодержащих пород ($KMg[SO_4]Cl \times 3H_2O + NaCl$), имеющих примесь кизерита. Только потом, с уменьшением концентрации сульфатного аниона, калийно-магниевая седиментация продолжалась в виде их хлоридных составляющих, с отложением отдельных слоев сильвин-карналлитовой $KCl + KMgCl_3 \times H_2O + NaCl$ или просто карналлитовой породы ($K_2MgCl_3 \times 6H_2O + NaCl$). Такая закономерность отмечается по всем проанализированным скважинам для калиеносных слоев в верхах подстилающей каменной соли до начала отложения первого снизу (8-го) пласта калийно-магниевых солей. Описанный подготавливательный период формирования подстилающей каменной соли относительно быстро сменился периодом отложения калийно-магниевых пластов различной мощности, представленных в большинстве случаев карналлитовой минерализацией, местами переходящей в бишофит-карналлитовую.

На основании изучения химического состава рядовых проб установлено, что основной минеральный состав калиеносной зоны соленосной толщи центральной части Нивенской впадины как по разрезу, так и по простиранию, довольно изменчив и представлен: галитом ($NaCl$), карналлитом ($K_2MgCl_3 \times 6H_2O$), кизеритом ($MgSO_4 \times H_2O$), каинитом ($KMg[SO_4]Cl \times 3H_2O$), сильвином (KCl), бишофитом ($MgCl_2 \times 6H_2O$), реже полигалитом ($K_2MgCa_2[SO_4] \times 2H_2O$) [7]. Все эти минералы, на основании тех или иных их сочетаний, создают слои различных литологических типов калийно-магниевых пород, характерной чертой которых является их общая сульфатно-хлоридная калийно-магниевая минерализация. При выделении литологических типов пород за слагающие их основные минералы принимались те, содержания которых в породе были более 10%. При содержаниях любых минералов в пределах 1–10% они относились к второстепенным. К второстепенным минералам также были отнесены ангидрит ($CaSO_4$), лангбейнит $K_2Mg_2[SO_4]_3$ и пелитовый материал (кислотонерастворимая составляющая соляных пород).

Слои калийно-магниевых пород представляют собой чередование слойков и прослоев каменной соли, сложенных в основном минералом галитом, и различных калийно-магниевых пород, содержащих те или иные сообщества минералов. Они иногда отделяются от выше- и нижезалегающих прослоев каменной соли тонкими слойками кизерит- или пелит-галитового состава. Сближенные группы слоев калийно-магниевых пород объединены в пласты.

Выделение таких пластов в продуктивные осуществлялось при условии содержания в них калийных и калийно-магниевых минералов не ниже 20%, при минимальной мощности 2 м и нижнего значения геофизи-

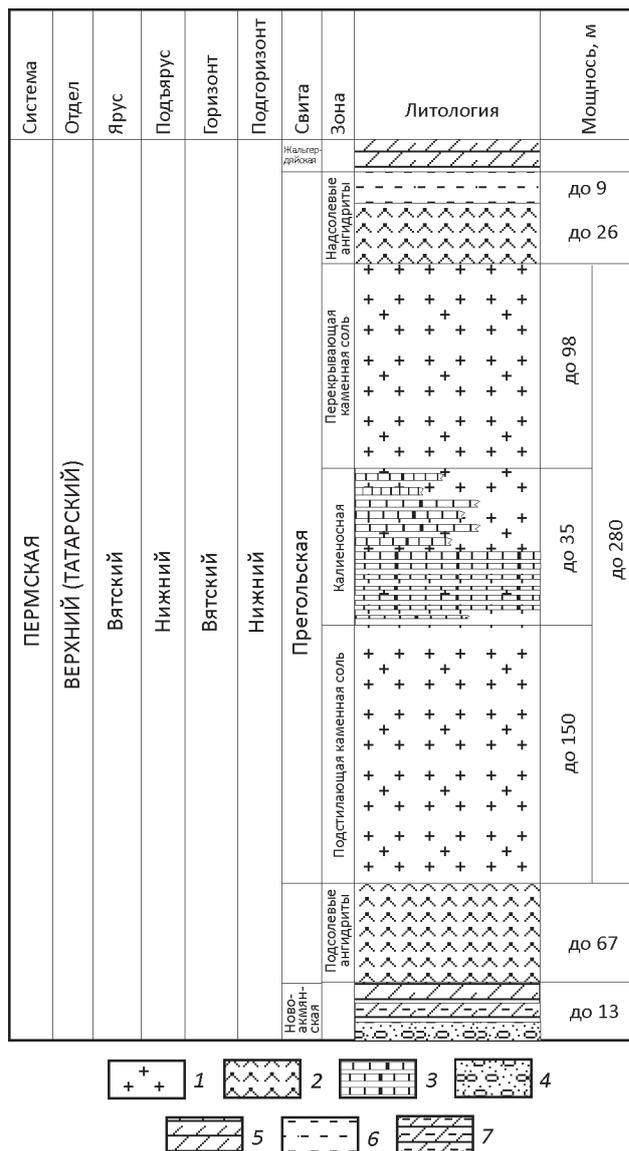


Рис. 2. Стратиграфическая колонка Калининградско-Гданьского соленосного бассейна:

- 1 – каменная соль; 2 – ангидрит; 3 – калийно-магниевые соли;
- 4 – конгломераты и песчаники базального типа; 5 – доломиты;
- 6 – красные глины; 7 – глинистые карбонаты

ческого параметра гамма-активности не ниже 8 ЭМДУ. Всего было выделено по этим критериям 8 продуктивных пластов.

Корреляция пластов осуществлялась по каротажным материалам на основании прослеживания кривых гамма-активности относительно выделенного опорного горизонта, характеризующегося постоянными признаками по простиранию [11]. Установление последнего было осуществлено по выдержанности пласта по площади, наличию в нем наименьшей изменчивости

величин Cs/Cl коэффициента в пределах 5%, характеризующего содержание в пласте калийно-магниевого и магниевого минералов, а также, в меньшей степени, Br/Cl коэффициента, в связи с его изменчивостью из-за широко отмечаемой в соляных породах этой впадины вторичной перекристаллизации калийно-магниевого минералов.

Для выявления распределения в слоях продуктивных пластов Нивенской впадины, литологических типов калийно-магниевого пород и их развития по площади выделенные пласты были проанализированы по шести профилям (см. рис. 1) на содержание в их слоях основных и второстепенных минералов. Корреляция отдельных слоев внутри пласта осуществлялась по основным минералам с обязательным учетом второстепенных. Это было необходимо, поскольку количество одного из минералов в одной скважине устанавливалось как второстепенного, в другой – нередко как основного. Это меняло литологию породы слоя, но позволяло их коррелировать по простиранию в пределах построенных профилей.

Для реконструкции условий и стадийности образования продуктивных пластов в зависимости от вероятных палеогеографических и физико-химических условий для каждого пласта применялся принцип палеогеоморфологического анализа [3]. Этот принцип позволил осуществить анализ вероятностного развития рельефа дна палеобассейна и физико-химических условий образования отдельных слоев калийно-магниевого пород в каждое конкретное время седиментации. Известно [13], что развитие отрицательных форм рельефа дна палеобассейна обуславливает накопление увеличенных мощностей соленосных отложений и создает условия для последующего сохранения калийно-магниевого солей.

Кристаллизация же из маточной рапы различных типов калийно-магниевого минералов существенно зависит от той или иной её концентрации, обусловленной поступлением в конкретный район растворов из подготовительных (промежуточных) бассейнов [12].

В качестве примера такого анализа рассмотрим разрез пласта 6 на субмеридиональном профиле II-II. Профиль расположен в северо-западной части Нивенской впадины (рис. 3). На профиле четко отмечается увеличение интенсивности прогибания дна солеродного бассейна в северном направлении. Кроме того, отчетливо видно, что бишофит-карналлитовые породы пласта (скв. 1) сменяются в северо-восточном направлении на каинит-карналлитовые и сильвин-кизерит-карналлитовые (скв. 2). Еще далее на северо-восток они замещаются (скв. 3) породами карналлит-каинитового (с наличием в кровле бедной каинитовой породы) и каинит-сильвинитового составов. Таким образом, в составе пласта отмечается смена минералов, характерных для концентрированной рапы, на минералы из всё более разбавленных растворов. Однако еще северо-

восточнее (скв. 16), происходит возврат минерального состава данных слоев на преобладание в них карналлитовых и каинит-карналлитовых пород, выпадающих из более концентрированных растворов. Описанная минералогическая изменчивость свидетельствует о наличии в центральной части профиля II-II пласта 6 смены высокой степени концентрации садовой рапы на более низкую и обратно.

На юго-востоке рассматриваемого профиля показано взаимоотношение описанных сульфатно-хлоридных калийно-магниевого солей с полигалитсодержащей породой (скв. 17), являющейся для соленосной толщи Нивенской впадины вторичнообразованной по калийно-магниевого солям [10].

Проведенный аналитический подход позволил реконструировать палеоусловия седиментации по профилям всех выделенных пластов в пределах Нивенской впадины. В качестве примера на рис. 4 приведены мощности и схематизированный состав пластов калийно-магниевого пород для всех восьми пластов по профилю III-III, расположенному в центральной части Нивенской впадины. Профиль охватывает районы как с первично-осадочными калийно-магниевого породами (северо-восток профиля – скважины 10 и 9), так и с новообразованными полигалитсодержащими, установленными в центральной и южной ее частях (скважины 11 и 6).

Анализ мощностей калийно-магниевого пластов северо-востока профиля, представленных в основном карналлитовыми породами с прослоями каинитовых и кизеритовых минералов, позволяет отметить, что интенсивность процесса накопления особенно была свойственна нижним пластам (с 8 по 6). Вместе с тем, каждый из этих пластов имеет свои особенности колебания мощности, обусловленные локальными изменениями интенсивности как прогибания конкретного участка дна седиментационного бассейна, так и проявления процесса рассолонения садовой рапы. Начиная с пятого пласта отмечается уменьшение суммарной мощности слоев калийно-магниевого пород, которое в северо-восточном направлении профиля привело к полному их исчезновению как за счет сокращения мощностей отдельных слоев, так и содержания в них основных компонентов. Это свидетельствует об изменении условий солеотложения на данной территории бассейна седиментации.

Изучение подобных условий и их изменений по другим профилям, расположенным севернее и южнее рассматриваемого профиля показало, что максимальная зона накопления калийно-магниевого солей карналлитовой стадии седиментации района скв. 10 не только сохраняется, но и смещается южнее (скв. 1). Севернее и южнее скв. 10 (районы скважин 7-Солнечная и 8) зоны пластов калийно-магниевого пород начиная, соответственно, с 5 и 4 представлены только каменной солью. Таким образом, для некоторых частей Нивенской впа-

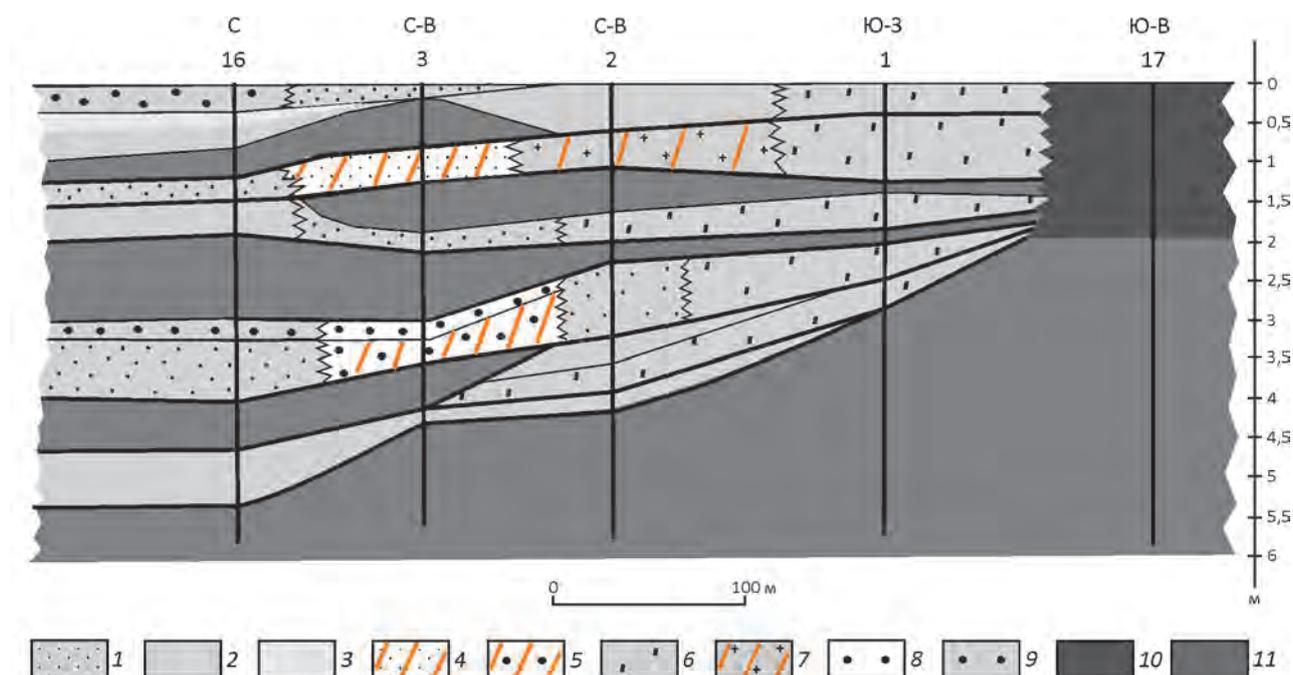


Рис. 3. Литолого-минералогический разрез пласта 6 по профилю II-II:

порода: 1 – каинит-карналлитовая, 2 – карналлитовая, 3 – карналлитовая бедная, 4 – каинит-ильвинитовая, 5 – ильвинит-каинитовая, 6 – бишофит-карналлитовая, 7 – ильвинит-кизерит-карналлитовая, 8 – карналлит-каинитовая, 9 – каинитовая, 10 – полигалитовая; 11 – каменная соль

дины отмечаются участки, где вместо зоны развития калийно-магниевых солей присутствуют отложения каменной соли.

Анализ мощностей отложившейся каменной соли показал, что это не связано с тектоническими условиями, то есть с локальными поднятиями участка. Реальное объяснение данному факту – возможный подток в эти районы рассолонающих вод. Возможность такого рассолонения можно увидеть на примере изменения минерального состава калийно-магниевых пород слоев рассмотренного ранее пласта 6 профиля II-II (см. рис. 3).

Проведенный подобный анализ всех литолого-минералогических разрезов восьми продуктивных пластов Нивенской впадины по шести профилям в субширотном и субмеридиональном направлениях позволил установить общие и локальные изменения их мощностей и минерального состава при одновременности их образования по площади и во времени, а также наметить литологическую изменчивость на основе особенностей их седиментации. Например, присутствие пород, характерных только для заключительной эвапоритовой стадии (карналлитовых и бишофит-карналлитовых), свидетельствует о существовании в это время промежуточных (подготовительных) бассейнов, в которых морская вода могла приближаться к высоким стадиям концентрации. Поступая в район Нивен-

ской впадины, эти рассолы в наиболее мелководных и удаленных тупиковых ее частях обуславливали выпадение данных соляных минералов. Примером тому может служить юго-западный район впадины (скв. 1), где бишофит-карналлитовая седиментация началась уже с первого – самого нижнего (8-го), промышленного пласта и сохранялась до 5-го, прерываясь только на отложения межпластовой каменной соли, то есть на периоды регионального рассолонения. Другим участком подобного типа седиментации служит центральная часть Нивенской впадины (районы скважин 10 и 12), где карналлитовая седиментация также резко началась с нижнего (8-го) пласта и продолжалась почти до самой верхней части зоны отложения калийно-магниевых пород (до 2-го пласта включительно).

Вместе с тем районы развития пород столь высокой стадии седиментации всегда оказывались окруженными отложениями, образовавшимися из менее концентрированных растворов. Так, для западной части Нивенской впадины, от зоны бишофит-карналлитовой седиментации, в северо-западном (скв. 2) и северном (скв. 7-Бугрино) направлениях, в пластах, залегающих выше 8-го (7-м и 6-м), она сменялась на карналлитовую (скв. 2) и ильвинит-карналлитовую (скв. 7-Бугрино, пласт 7), а еще выше по разрезу – на кизерит-карналлитовую (скв. 7-Бугрино, пласт 6). Аналогичная картина уста-

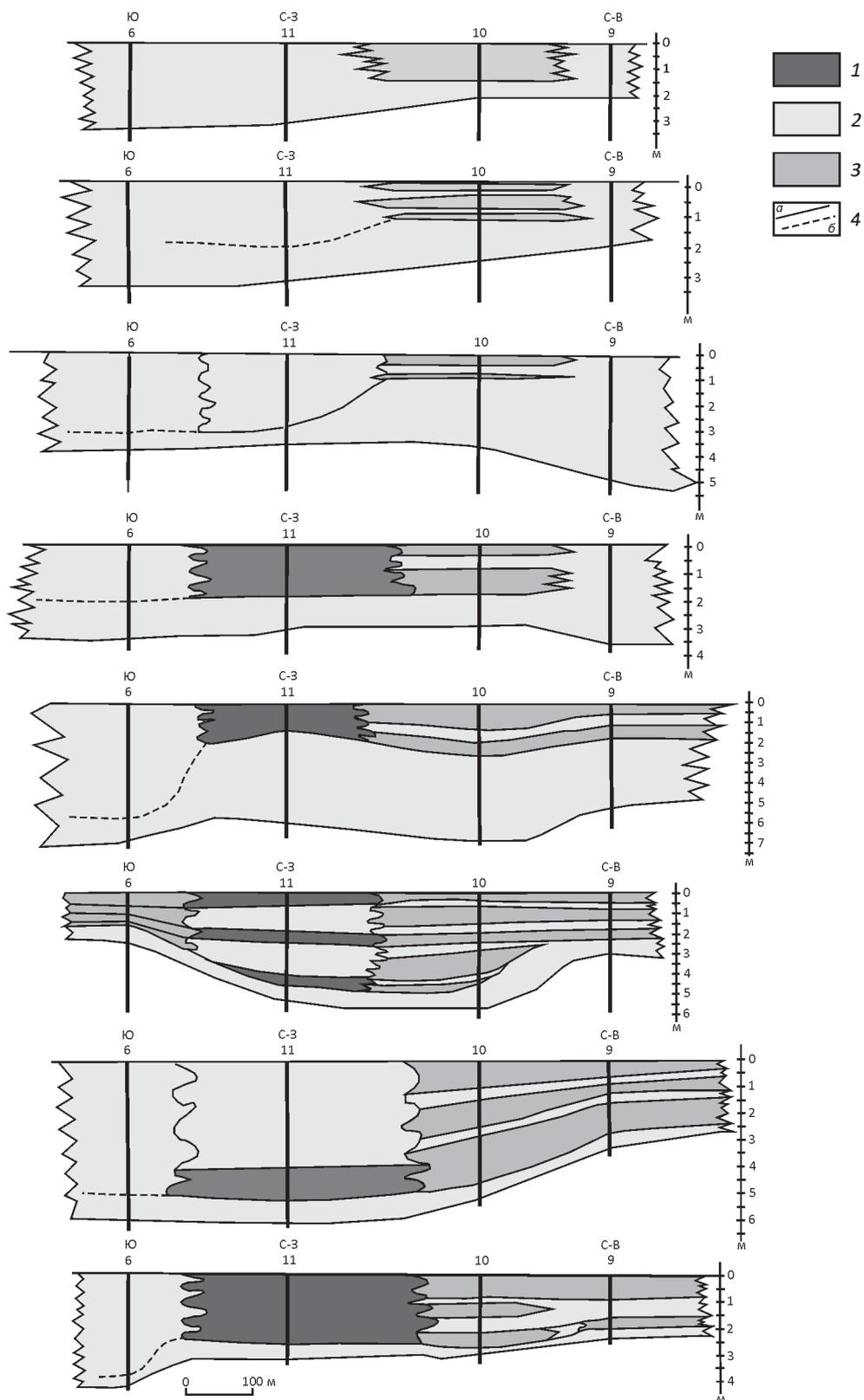


Рис. 4. Литолого-минералогическое сопоставление пластов по профилю III-III:

1 – полигалит; 2 – каменная соль; 3 – калийно-магниевые соли; 4 – границы: а – для слоев и пластов с содержанием >10%, б – для пластов с содержанием <10%

навливается и для центральной части впадины. Здесь эти изменения фиксируются юго-восточнее скв. 10 и северо-восточнее скв. 12. В слоях калийно-магневых пластов расположенных там скважин появляются сильвин-кизерит-карналлитовая (скв. 5, пласт 7), кизерит-карналлитовая (скв. 5, пласт 6), сильвин-карналлитовая (скв. 8, пласт 8), кизерит-сильвин-карналлитовая (скв. 8, пласт 7), каинит-карналлитовая и сильвин-кизерит-карналлитовая (скв. 8, пласт 6) минерализации. Все это позволяет предположить, что как на западные (скважины 2 и 7-Бугрино), так и на центральные районы (скважины 5 и 8) Нивенской впадины происходило поступление рассолонающих вод. При этом садочная рапа обеднялась по калию, но сохраняла общую хлоридно-сульфатную направленность седиментации. Поэтому количественное увеличение сульфатного аниона является не только индикатором рассолонающего влияния поступающих растворов, но и может служить показателем направления притока таких вод см. (рис. 1). Это позволяет прогнозировать, в каком направлении могут быть встречены калийно-магневые породы, содержащие тот или иной набор хлоридных или сульфатных калийно-магневых минералов.

Проанализированные материалы позволяют предположить, что для западной части Нивенской впадины карналлитовая седиментация наиболее широко будет представлена на юге, востоке и северо-востоке (районы скважин 1, 14, 16), а для центральной ее части – в северо-центральной и юго-центральной (скважины 10 и 12). Преобладание каинитовой и кизеритовой составляющей, с постепенным повышением их количества вверх по разрезу, будет увеличиваться на северо-западе западной части впадины (скважины 7-Бугрино, 1-Голубевская, 16 и 2-Подлесная). В её центральной части эта закономерность для нижних пластов (8–6) прослеживается в северо-восточном и восточном направлениях (районы скважин 9 и 7-Солнечная), а для верхних (3, 2 и 1) – в юго-восточном (скв. 5). Все это свидетельствует об изменении во времени направления рассолонающих рассолов и позволяет предположить увеличение в этих направлениях каинитовой, а затем и кизеритовой минерализации в породах калийно-магневых пластов.

Помимо рассмотренных процессов первичной, столь разнообразной по минеральному составу седиментации калийно-магневых пород, отмечается влияние постседиментационных процессов (диагенез и катагенез). В связи с тем, что на стадии садки калийно-магневых солей большая часть седиментационного бассейна Нивенской впадины представляла собой достаточно мелководный бассейн, реально предположить возможность изменения минерального состава и мощностей отдельных слоев продуктивных пластов на локально приподнятых участках. Здесь отложения отдельных слоев пластов калийно-магневых солей, во-первых, вообще могли не сохраняться за счёт растворения их вновь поступающими растворами, имеющими несколь-

ко иной солевой состав. Во-вторых, если они и сохранились, то могли поменять свой минеральный состав за счёт изменений под воздействием таких растворов. Это обусловило для одного и того же пласта изменение его мощностей и минерального набора слагающих его компонентов. Например, появление вторичных минералов, таких как сильвин за счет разложения карналлита или кизерита – за счет каинита.

Кроме диагенетических процессов, на уже литифицированную соленосную толщу в более поздний период её существования оказывали воздействие и мигрирующие через нее растворы. Примером тому служат локальные участки катагенетически измененных пород калийно-магневых пластов скважин 4, 6, 11 и 17 (см. рис. 1).

Все они представлены породами, в той или иной степени обогащенными полигалитом (в скв. 17 до 84%), реже лангбейнитом (скв. 4, пласт 6).

Корреляция пластов полигалитосодержащих пород этих скважин с другими (не содержащими кальций калийно-магневые) в соседних скважинах осуществлялась по вышеописанным критериям и в виде примера приведена на рис. 4.

Из литературных источников известно [1, 12], что первичноосадочный полигалит осаждается из растворов, содержащих, помимо сульфата магния и калия, ещё и кальций. В морской воде катион кальция практически не содержится. Об его отсутствии в седиментационной рапе бассейна Нивенской впадины свидетельствует, по исследованным скважинам, полное отсутствие или очень малое содержание ангидрита как в калийно-магневых пластах, так и в разделяющих их межпластьях. Это обусловлено тем, что во время отложения данных пород в бассейн седиментации практически не поступали воды с палеосуши, привносящие растворенный кальций. Кроме того, районы перечисленных скважин расположены на достаточном удалении от возможной береговой линии, так как район Нивенской впадины находится в центрально-южном районе Калининградско-Гданьского соленосного бассейна. Поэтому наличие полигалитосодержащих пород на уровнях пластов, представленных в соседних скважинах другими, не кальцийсодержащими калийно-магневыми минералами, позволяет предположить образование полигалита в результате воздействия на калийно-магневые породы мигрирующих через соленосную толщу растворов, несущих с собой достаточные количества катиона кальция и сульфатной составляющей. В случае израсходования всего мигрирующего иона кальция происходило образование лангбейнита.

Спектральные анализы показали присутствие в породах, содержащих полигалитовую минерализацию, несколько повышенное содержание таких микроэлементов, как Ti, Ni, Mn, Pb и Ag, полностью отсутствующих в породах, коррелируемых с ними карналлитсодержащих пластов близ расположенных скважин. Эти малые элементы часто мигрируют в водах с палеосуши.

Однако, попадая в солеродный бассейн, они обычно осаждаются вблизи береговой линии в виде плохо растворимых сульфатных соединений или сорбируются глинистыми минералами. Нахождение данных элементов за пределами этих геохимических барьеров свидетельствует о наличии не поверхностного, а другого источника поступления вод в галогенную толщу. Таким источником могут быть подземные воды, мигрирующие по зонам повышенной трещиноватости над разломами фундамента (см. рис. 1), установленными на данной территории [5, 7]. Они и обуславливали перенос данных элементов из подсолевых отложений в соленосные. Одни из таких вод – мигрирующие приконтурные воды нефтяных месторождений, содержащие в себе такие микроэлементы, как Ni, Cu, Ag, Pb, Mn, Ti и др. [6, 8, 9]. Воды, содержащие упомянутые микроэлементы в водорастворимых соединениях, попадая в соленосную толщу, оказываются в других геохимических условиях и, в зависимости от своей химической формы миграции, испытывают на себе влияние или сульфатных, или хлоридных составляющих галогенных пород, осаждаясь в них и повышая таким образом, в тех или иных местах, свою локальную концентрацию. Наличие в полигалитовых и полигалитсодержащих породах вышеперечисленных элементов, а также обычное их присутствие в водах нефтяных месторождений позволяет сделать предположение о возможной связи этих подсолевых вод с образованием зон замещений в районах скважин 4, 6, 11 и 17, вторичной полигалитизации и лангбейнитизации калийно-магниевого пластов. О том, что эти мигрирующие воды были связаны с нефтяными водами, свидетельствует также установление в керне из нижней части соляного разреза скв. 11 четкого запаха углеводородов и наличие в крупнокристаллическом, явно перекристаллизованном галите из каменной соли жидких включений микроскопических капелек нефти.

Помимо упомянутых вертикальных зон полигалитизации, отмечается присутствие полигалита и в отдельных калийно-магневых пластах рядом расположенных скважин. Так, для западной части Нивенской впадины, в скв. 1, расположенной между двумя зонами замещения (районы скважин 4 и 17), внутри пласта 3 в каменной соли, замещающей калийно-магневые породы, отмечается присутствие полигалита до 6,6%, а в пласте 2 – до 6,3%. В скв. 2, расположенной севернее зоны замещения скв. 17, в центре пласта 4 отмечается мощный слой каменной соли, в котором присутствует до 1,62% полигалита. В этой части пласта должен присутствовать слой карналлитовой породы, фиксируемый в аналогичной зоне пласта 4 в соседней скв. 1, расположенной юго-западнее. Поэтому можно предположить, что части пластов 3 и 4 из скважин 1 и 2 являются катагенетическими зонами замещений калийно-магневых пород на вторичную каменную соль. На это же указывает и примесь полигалита.

Аналогичное явление отмечается и для центральной части Нивенской впадины. Так, в пластах 7 и 5 скважины 5, расположенной юго-восточнее зоны замещения района скважин 11 и 6, во вторично измененных породах отмечается присутствие полигалита до 1,3%.

Наличие проявлений полигалитовой минерализации в отдельных слоях пластов в скважинах, соседних с зонами замещения, позволяет предположить, что кроме вертикальной миграции преобразующих растворов, местами возникали возможности и для их горизонтального перемещения (см. рис. 1).

Приведенный анализ строения и возможных условий образования, в том числе и вторичных изменений пород соленосной толщи центральной части Нивенской впадины, позволяет выявить закономерности размещения различных типов калийно-магневых солей и наметить участки возможного преобладания тех или иных их литолого-минералогических типов, что даст возможность более обоснованно подойти к компоновке рудной массы для технологического передела в процессе разработки калийно-магневых пород.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Валышко М.Г.* Закономерности формирования месторождений солей. – М.: МГУ, 1962.
2. *Высоцкий Э.А., Гарецкий Р.Г., Кислик В.З.* Калийные бассейны мира. – Минск: Наука и техника, 1988.
3. *Галицкий В.И.* Основы палеогеоморфологии. – Киев: Наукова Думка, 1980.
4. *Жарков М.А.* Палеозойские соленосные формации Мира. – М., 1974.
5. *Загородных В.А.* Минералогия древнекембрийского этажа осадочного чехла южной части Польско-Литовской впадины. – М.: Геоинформцентр, 2003.
6. *Зорин Л.М., Суббота М.И., Стадник Е.В.* Нефтегазоносная гидрогеология. – М.: Недра, 1982.
7. *Каменная и калийно-магневые соли Калининградской области / А.К.Вишняков, Р.Р.Туманов, Б.С.Чуприна и др. // Отечественная геология. № 4. 2011. С. 47–54.*
8. *Колодий В.В.* Подземные конденсационные и солюционные воды нефтяных, газоконденсатных и газовых месторождений. – Киев: Наукова думка, 1975.
9. *Матусевич В.М.* Геохимия подземных вод Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна. – М.: Недра, 1976.
10. *Минеральный состав галогенных пород центральной части Нивенской впадины Калининградско-Гданьского соленосного бассейна и условия их формирования / А.К.Вишняков, Г.А.Московский, О.П.Гончаренко и др. // Литосфера. 2016. № 4. С. 102–114.*
11. *Словари по геологии и нефти. Изд.2. – Л.: Гостехиздат, 1958.*
12. *Соннефелд П.* Рассолы и эвапориты. – М.: Мир, 1988.
13. *Страхов Н.М.* Основы теории литогенеза. Т. III. – М.: Изд-во АН СССР, 1962.