

Влияние франско-турнейских рифогенных массивов на галокинез в Соликамской впадине Предуральского прогиба

Г. П. Щербинина, Г. В. Простолупов

Горный институт УрО РАН, 614007, г. Пермь, ул. Сибирская, 78А, e-mail: gena-prost@yandex.ru

Поступила в редакцию 09.01.2024 г., принята к печати 13.03.2024 г.

Объект исследования. Осадочная толща Соликамской депрессии Уфимско-Соликамской мегавпадины Предуральского прогиба. Особенностью геологического строения Соликамской депрессии является наличие в нижней части осадочного чехла карбонатного комплекса с рифогенными массивами, а в верхней части – галогенной толщи мощностью до 500 м со сформированными в кровле соляными поднятиями. Расстояние между рифогенным комплексом и пластичной соляной толщей составляет 1300–1700 м. **Цель.** Выявление факторов влияния рифогенных массивов на формирование соляных структур. **Методы исследований.** Сопоставление и анализ структурных карт кровли рифогенно-карбонатного комплекса и кровли соляной толщи, с учетом геодинамических условий, существовавших на границе Восточно-Европейской платформы и активной Уральской системы. **Результаты.** Установлено, что одним из факторов, контролирующим распределение по площади соляных поднятий кунгурской галогенной толщи, является наличие рифогенных массивов во франско-турнейской толще. Поднятия в кровле соляной толщи располагаются в пространствах между рифогенными массивами. Причина этого заключается в геодинамическом влиянии структур облекания рифогенных массивов, наблюдаемых в подошве соляной толщи. Поднятия в подошве соли в условиях общих сжимающих напряжений, обусловленных близким положением к Уралу, оказывали влияние на формирование поля напряжений в пластичной соляной толще. В результате в соляной толще на участках, расположенных между структурами облекания, формировалась обстановка пониженных механических напряжений, куда при галокинезе выдавливались пластичные соляные массы и в кровле соляной толщи формировались поднятия. **Выводы.** В Соликамской впадине структуры облекания над франско-турнейскими рифогенными массивами являются передаточным звеном влияния от глубокозалегающей толщи в пластичную галогенную толщу, расположенную в верхней части осадочного чехла.

Ключевые слова: Предуральский прогиб, соляные купола, рифогенные массивы, структурные планы

Источник финансирования

Исследование выполнено при финансовой поддержке Минобрнауки России в рамках государственного задания № 1022040500598-4-1.5.6

Influence of Frasnian-Tournaisian reef massifs on halokinesis in the Solikamsk depression of the Pre-Ural trough

Galina P. Shcherbinina, Gennady V. Prostolupov

Mining Institute, UB RAS, 78A Sibirskaya st., Perm 614007, Russia, e-mail: gena-prost@yandex.ru

Received 09.01.2024, accepted 13.03.2024

Research subject. Sedimentary strata of the Solikamsk depression of the Pre-Ural trough. The geological structure of the Solikamsk depression is characterized by the presence of a carbonate complex with a reef massif in the lower part of the sedimentary cover and a halogen stratum up to 500 m thick with salt uplifts formed in the roof in the upper part. The distance between the reef complex and the plastic salt strata ranges 1300–1700 m. **Aim.** Identification of the influence reef massifs on the formation of salt structures. **Methods.** Comparison and analysis of structural maps of the top of the reef-carbonate complex and the top of the salt strata, in the setting of the geodynamic conditions that existed at the border of the East European platform and the active Ural system. **Results.** One of the factors controlling the area distribution of salt uplifts of the Kungurian halogen sequence was established to be the presence of reef massifs in the Frasnian-Tournaisian sequence. Uplifts at the top of the salt mass are located in the spaces between the reef massifs. This is explained by the

Для цитирования: Щербинина Г.П., Простолупов Г.В. (2024) Влияние франско-турнейских рифогенных массивов на галокинез в Соликамской впадине Предуральского прогиба. *Литосфера*, 24(6), 978–985. <https://doi.org/10.24930/2500-302X-2024-24-6-978-985>

For citation: Shcherbinina G.P., Prostolupov G.V. (2024) Influence of Frasnian-Tournaisian reef massifs on halokinesis in the Solikamsk depression of the Pre-Ural trough. *Lithosphere (Russia)*, 24(6), 978–985. (In Russ.) <https://doi.org/10.24930/2500-302X-2024-24-6-978-985>

geodynamic influence of the capping structures of the reef massifs observed at the base of the salt strata. Uplifts in the base of the salt stratum under the action of general compressive stresses, due to its close position to the Urals, influenced the formation of a stress field in the plastic salt mass. As a result, the situation of a reduced mechanical stress in the areas between the enclosing structures of the salt mass developed. In these areas, during halokinesis, plastic salt masses were squeezed followed by formation of uplifts in the roof of the salt mass. *Conclusions.* In the Solikamsk depression, the capping structures above the Frasnian-Tournaisian reef massifs are a transmission link for the influence of the deep-seated strata on the plastic halogen strata located in the upper part of the sedimentary cover.

Keywords: Pre-Ural trough, salt domes, reef massifs, structural plans

Funding information

The study was carried out with financial support from the Russian Ministry of Education and Science within the framework of state assignment No. 1022040500598-4-1.5.6

ВВЕДЕНИЕ

Предуральский прогиб представляет собой зону краевого погружения Восточно-Европейской платформы и простирается вдоль Урала более чем на 2000 км. Рассматриваемая Соликамская депрессия Уфимско-Соликамской мегавпадины Предуральского прогиба располагается в пределах Пермского Приуралья, протягивается вдоль складчатой Уральской системы с севера на юг на расстояние около 180 км, имеет ширину в среднем 50–60 км.

Анализ тектоники Соликамской впадины выявил некоторые закономерности строения и геологического развития территории, позволившие установить картину протекавших тектонических процессов. Основное внимание в данной работе сосредоточено на генетических проблемах структурообразования в пластичной галогенной толще, занимающей верхнее положение в осадочном чехле. Соляные структуры формировались в геодинамической обстановке, обусловленной влиянием глубокозалегающих рифогенных массивов.

Проблемам формирования складок нагнетания в пластичных толщах посвящено большое количество научных работ (Хаин, 1973; Ярошевский, 1981; Белоусов, 1989; и др.). В них рассматриваются и вопросы влияния на пластичные толщи подстилающих комплексов. В работе (Белоусов, 1976) указывается, что “нижний комплекс пород может вовсе не принимать участия в дислокациях. Но если его рельеф характеризуется ступенчатостью, то ядра нагнетания располагаются преимущественно над уступами фундамента в ослабленных зонах”. Об активной роли самого подстилающего комплекса в деформациях пластичной толщи упоминается кратко: “движения в “фундаменте” могут в той или иной мере влиять на размещение областей выжимания и нагнетания в пластичной толще”. Исследованиями Горного института УрО РАН (Щербинина и др., 2022, 2023) установлено, что подстилающий комплекс в Соликамской впадине играл активную роль в процессе формирования соляных под-

нятий. Их местоположение определялось расположением рифогенных структур, залегающих значительно глубже галогенной толщи.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Палеозойский осадочный чехол Соликамской впадины имеет сложное строение. Он состоит из нескольких карбонатных и терригенных толщ и соленосного комплекса в верхней части (Новоселицкий и др., 1985; Кудряшов, 2001). Залегающая в нижней части осадочного чехла франско-турнейская карбонатная толща включает жесткие карбонатные тела – рифогенные массивы. Они сложены органическими карбонатами, имеют мощность 400–500 м и формируют в кровле франско-турнейского разреза положительные структуры. Средняя глубина залегания кровли карбонатной толщи в центре Соликамской впадины составляет 2100 м, погружаясь в восточной части до глубины 2700 м. Рифогенные массивы по площади Соликамской впадины распределены неравномерно, существуют одиночные массивы и группы массивов в виде рифогенных палеоплато. Их горизонтальные размеры 6–14 км (Бычков и др., 2009). Жесткие карбонатные тела разделены синхронными слоистыми глинисто-мергелистыми межрифовыми осадками. Расстояние между рифами 4–12 км. Межрифовые осадки, не имея в отличие от рифогенных массивов жесткого карбонатного каркаса, обладают свойством уплотняться в процессе литификации.

Галогенный комплекс (лунежская пачка иренского горизонта кунгурского яруса) залегает в верхней части осадочного чехла, заполняет морфологически выраженную депрессию Предуральского прогиба. Мощность соляной линзы в центральной части Соликамской впадины достигает 500 м (Петротектонические..., 2000; Кудряшов, 2001). Глубина залегания подошвы соляного комплекса составляет 200–700 м, кровля залегает на глубинах от 100 до 400 м. Толща солей представляет линзу, выклинивающуюся на западе Предуральского прогиба у края Восточно-Европейской платфор-

мы (Щербинина, Простолупов, 2018). На востоке у границы с горно-складчатой областью Урала наблюдается расщепление соляного комплекса и постепенное замещение солей в восточном направлении терригенными породами (Чувашов, 1997; Неганов, 2010).

Все использованные при анализе исходные структурные карты получены по данным сейсморазведки и структурного бурения ОАО “Пермьнефтегеофизика”, ПАО “Уралкалий”.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАЛЕОТЕКТОНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

В течение длительного геологического времени под гравитационным воздействием постоянно увеличивающейся в процессе осадконакопления мощности перекрывающих толщ происходило уменьшение толщины межрифовых осадков. За счет их уплотнения над жесткими карбонатными постройками в осадочном чехле формировались структуры облекания. Современная амплитуда структур облекания по кровле визейской терригенной толщи (сейсмический отражающий горизонт II), залегающей непосредственно над рифовыми телами, составляет 50–100 м. Это означает, что кровля франско-турнейского карбонатного комплекса, будучи на момент начала накопления перекрывающей визейской толщи горизонтальной поверхностью, в межрифовых пространствах к настоящему моменту опустилась на 50–100 м. Поднятия структур облекания прослеживаются по геологическому разрезу вверх на 1100–1300 м вплоть до подошвы соляной толщи, являющейся сейсмическим отражающим горизонтом “С” (ОГ “С”). На востоке Соликамской впадины структуры облекания “просвечивают” иногда до кровли соляного разреза. Вверх по разрезу амплитуда структур облекания постепенно уменьшается и в подошве соляной толщи составляет 20–60 м (рис. 1).

Анализ мощности и фациального состава слоев, подстилающих соляную толщу, показывает, что на момент начала формирования соляного комплекса поверхность осадконакопления в солеродном бассейне была выровненная, без выраженных структурных осложнений, в отличие от современной морфологии подошвы соляного тела. К окончанию формирования соляной толщи ее подошва, вероятно, уже представляла неровную поверхность, где за счет продолжавшегося уплотнения межрифовых осадков над рифогенными массивами сформировались положительные структуры (см. рис. 1).

Окончание соленакопления происходило также практически при выровненной поверхности солеродного бассейна. Об этом свидетельствуют постоянная мощность и однородный состав слоя покровной соли на разных участках территории. Таким образом, констатируем, что на конец накопле-

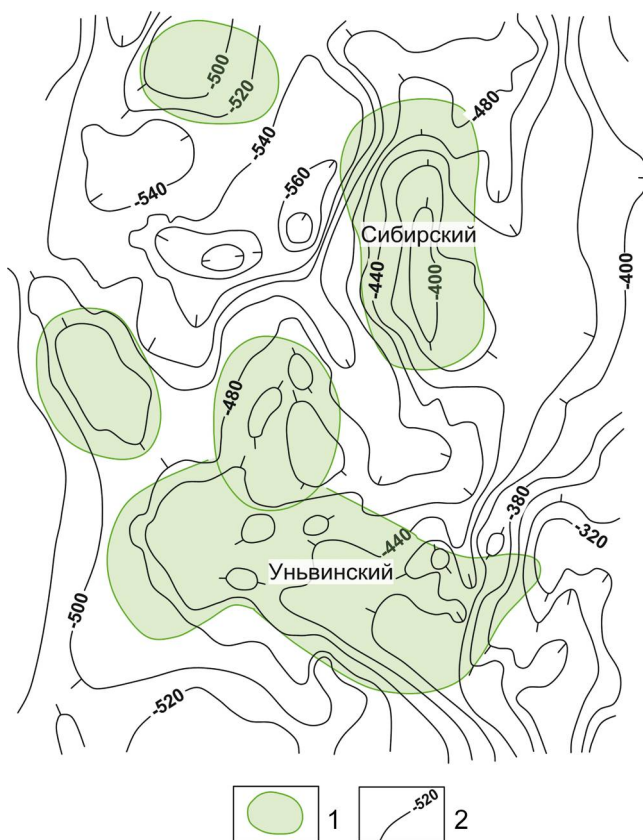


Рис. 1. Южная часть Верхнекамского месторождения. Франско-турнейские рифогенные массивы и структурная карта подошвы соляной толщи (ОГ “С”).

1 – франско-турнейские рифогенные массивы, 2 – изогипсы подошвы соляной толщи (ОГ “С”).

Fig. 1. Southern part of the Verkhnekamskoye field. Frasnian-Tournaisian reef massifs and structural map of the base of the salt sequence (OG “C”).

1 – Frasnian-Tournaisian reefogenic massifs, 2 – isohypses of the base of the salt sequence (OG “C”).

ния соляной линзы верхняя поверхность соляной толщи была горизонтальной. Отсюда вывод: все наблюдаемые в настоящее время структуры в кровле соляной толщи сформированы после ее накопления (Маврин, Колотухин, 1985). Этот период до настоящего времени охватывает 257 млн лет. За это время бывшая некогда горизонтальной кровля соляной линзы приобрела неровный характер в виде поднятий и впадин, распределенных некоторым закономерным образом по отношению к структурам облекания франско-турнейских рифогенных массивов (Щербинина и др., 2023).

Горизонтальные размеры соляных куполов в среднем составляют 4–6 км. В центральной части Соликамской впадины амплитуда современных соляных поднятий достигает 150 м. Наличие подня-

тий и впадин в кровле соляной толщи определяет значительную изменчивость ее мощности. Это свидетельство проявления галокинетических перемещений пластичных соляных масс, которые происходили в постседиментационный период. Движение пластичных масс обуславливалось неравномерным распределением возникающих внутри соляной толщи механических напряжений.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Факторами, при совокупности действий которых формировалась картина напряжений в толще соли, являлись: гравитационные силы перекрывающих соль пород; наличие выступов в подошве соляной толщи, сформированных структурами обложения франско-турнейских рифов; снижение вертикальной нагрузки в межрифовых пространствах за счет продолжающегося в постседиментационный период уплотнения глинисто-мергелистых пород синхронных рифов; тектонические силы бокового давления с востока, возникавшие в результате складкообразовательных движений на Урале (Щербинина и др., 2022); дифференцированные вертикальные движения блоков кристаллического фундамента.

Одновременное действие перечисленных факторов (сил) вызывало в пластичном теле образование неоднородного поля напряжений, что и обусловило выжимание пластичных соляных масс из областей высоких механических напряжений в области низких напряжений (Хаин, 1973). При этом происходило формирование соляных поднятий в кровле соляной толщи (рис. 2). Процесс структурообразования выравнивал напряжения в автономной пластичной толще, приводя ее в равновесное состояние, к которому всегда стремится природа.

Взаимное расположение франско-турнейских рифогенных массивов и кунгурских соляных куполов схематично показано на рис. 3. Рисунок поясняет механизм влияния рифогенных массивов на распределение по площади поднятий в кровле пластичной соляной толщи. Над структурами обложения рифогенных массивов, в толще соли под влиянием веса тяжелых надсоляных пород формировались области повышенных напряжений. Соль, сплюснутая между перекрывающими и подстилающими жесткими породами, отжималась в стороны, в межрифовые пространства, которые представляли зоны разгрузки механических напряжений за счет погружения поверхности подсолевого ложа при продолжающемся уплотнении межрифовых осадков. Это демонстрирует рис. 4, на котором отчетливо видно, что участки с повышенной мощностью солей расположены между рифами. Нагнетание соляных масс в межрифовые пространства приводило к формированию положительных структур в кровле пластичной толщи. На

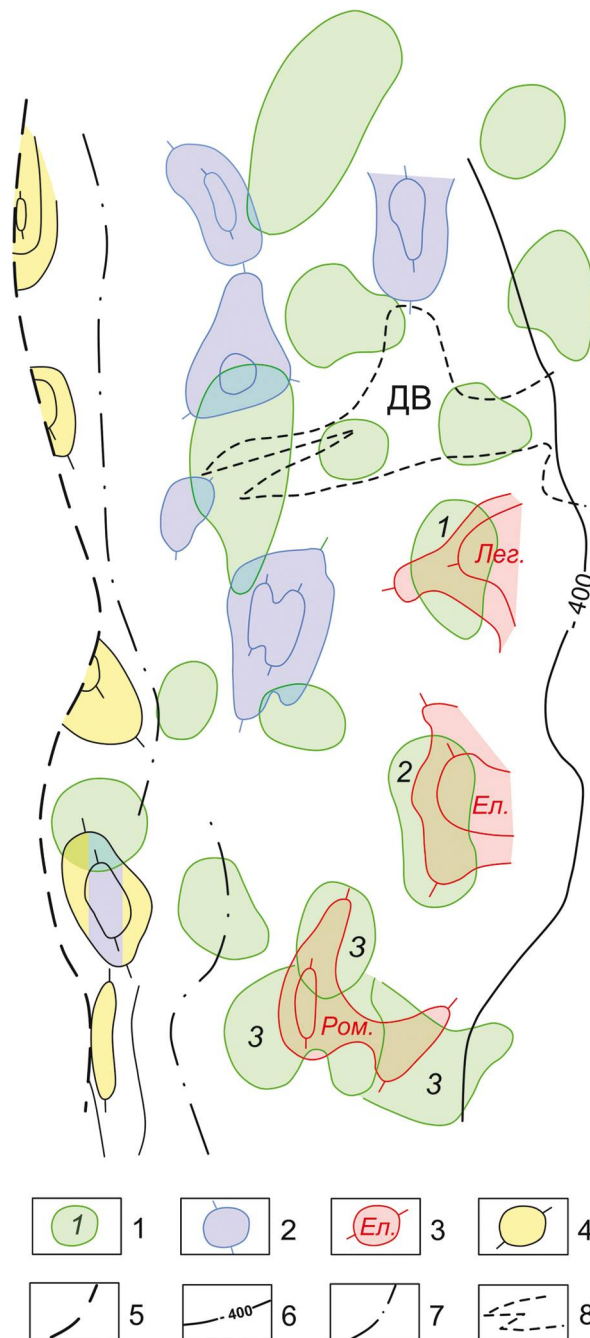


Рис. 2. Соотношение франско-турнейских карбонатных массивов и поднятий кровли соляной толщи.

1 – франско-турнейские рифогенные массивы: 1 – Легчимский, 2 – Сибирский, 3 – Уньвинский; 2 – поднятия кровли соляной толщи – соляные купола; 3 – поднятия кровли соляной толщи, сформированные над франско-турнейскими массивами: Ром. – Романовский купол, Ел. – Еловский выступ, Лег. – Легчимский выступ; 4 – поднятия кровли соляной толщи, сформированные у границ Восточно-Европейской платформы (Камско-Вишерский вал); 5 – западная граница распространения калийных солей; 6 – западная граница (нижняя) ступени ОГ “С” на отметке –400 м; 7 – ось Камского прогиба в кровле соляной толщи; 8 – область отсутствия калийных солей.

Fig. 2. Relationship between Frasnian-Tournaisian carbonate massifs and uplifts of the roof of the salt strata.

1 – Frasnian-Tournaisian reef massifs: 1 – Legchimsky, 2 – Siberian, 3 – Unvinsky; 2 – uplifts of the roof of the salt strata – salt domes; 3 – uplifts of the roof of the salt strata, formed over the Frasnian-Tournaisian massifs: Ром. – Romanovsky dome, Эл. – Elovsky ledge, Лег. – Legchimsky ledge; 4 – uplifts of the roof of the salt strata, formed at the boundaries of the East European Platform (Kama-Vishersky swell); 5 – western border of distribution of potassium salts; 6 – western boundary (lower) of the exhaust gas stage “C” at the level of –400 m; 7 – axis of the Kama trough in the roof of the salt mass; 8 – area of absence of potassium salts.

рис. 2 видно, что поднятия кровли соли расположены между девонскими рифогенными массивами в неглубоких впадинах подсоляного ложа. На рисунке они показаны голубым цветом.

Однако нагнетание соляных масс во впадины между структурами облекания не всегда сопровождалось формированием соляных поднятий в кровле соли. Такие участки обнаруживаются к западу

от Сибирского и Легчимского рифогенных массивов (см. рис. 2, 4). Данные скопления соляных масс сформированы на участках глубокого залегания подошвы соляной толщи, где пластичных масс не хватило для того, чтобы в кровле соли сформировалось поднятие. Подобная ситуация показана в левой части рис. 3. Конкретным примером является область, расположенная западнее Сибирского рифогенного массива, где в кровле подстилающих пород (ОГ “С”) отмечается глубокая впадина амплитудой 160 м (см. рис. 1).

Над самым же Сибирским рифогенным массивом структура облекания наблюдается и в подошве, и в кровле соляной толщи. Так проявляется эффект вертикального сплющивания и выдавливания пластичных масс с вершины Сибирского поднятия в западном направлении. Это свидетельствует о влиянии сжимающих сил, передающихся от Урала (Щербинина, Простолупов, 2018), которые усложняли геодинамическую картину напряжений в пластичной толще.

Вышеописанный механизм формирования структур в кровле соляного комплекса, свойствен-

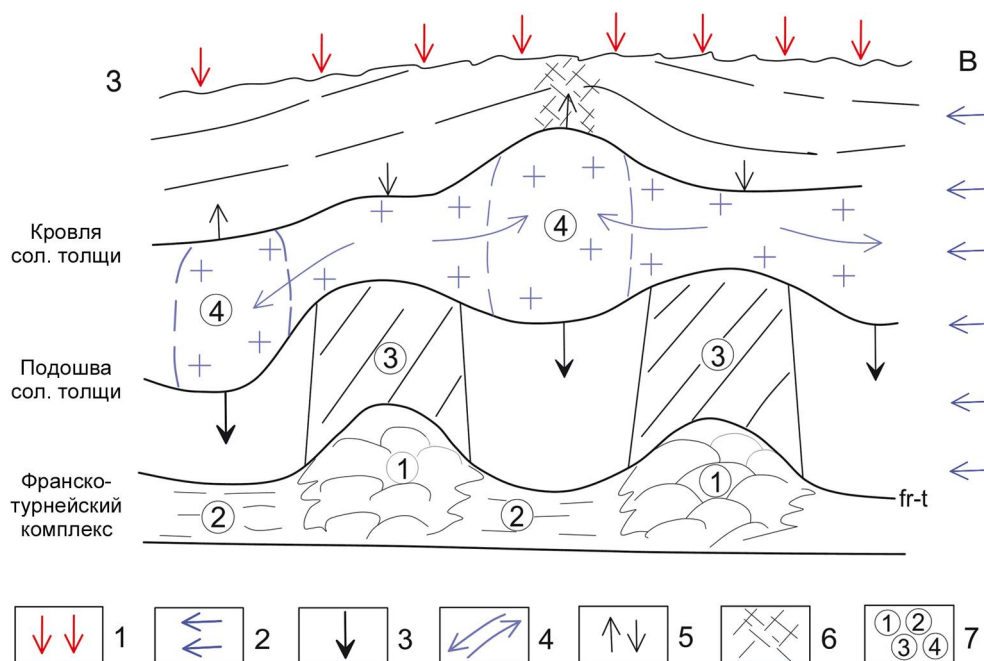


Рис. 3. Схема влияния подсолевых структур на галокинез.

1 – действие силы тяжести; 2 – действие уральских сил; 3 – погружение подошвы соляной толщи над уплотняющимися межрифовыми отложениями; 4 – направление нагнетания соляных масс; 5 – участки поднятия или погружения надсоляной толщи; 6 – разрыхление надсоляной толщи; 7 – рифогенные массивы (1), межрифовые отложения (2), структуры облекания рифогенных массивов (3), области увеличенной мощности соляной толщи (4).

Fig. 3. Scheme of the influence of subsalt structures on halokinesis.

1 – effect of gravity; 2 – action of the Ural forces; 3 – subsidence of the base of the salt strata above the compacting interreef deposits; 4 – direction of injection of salt masses; 5 – areas of uplift or subsidence of the post-salt strata; 6 – loosening of the supra-salt layer; 7 – reef massifs (1), interreef deposits (2), enclosing structures of reef massifs (3), areas of increased thickness of the salt strata (4).

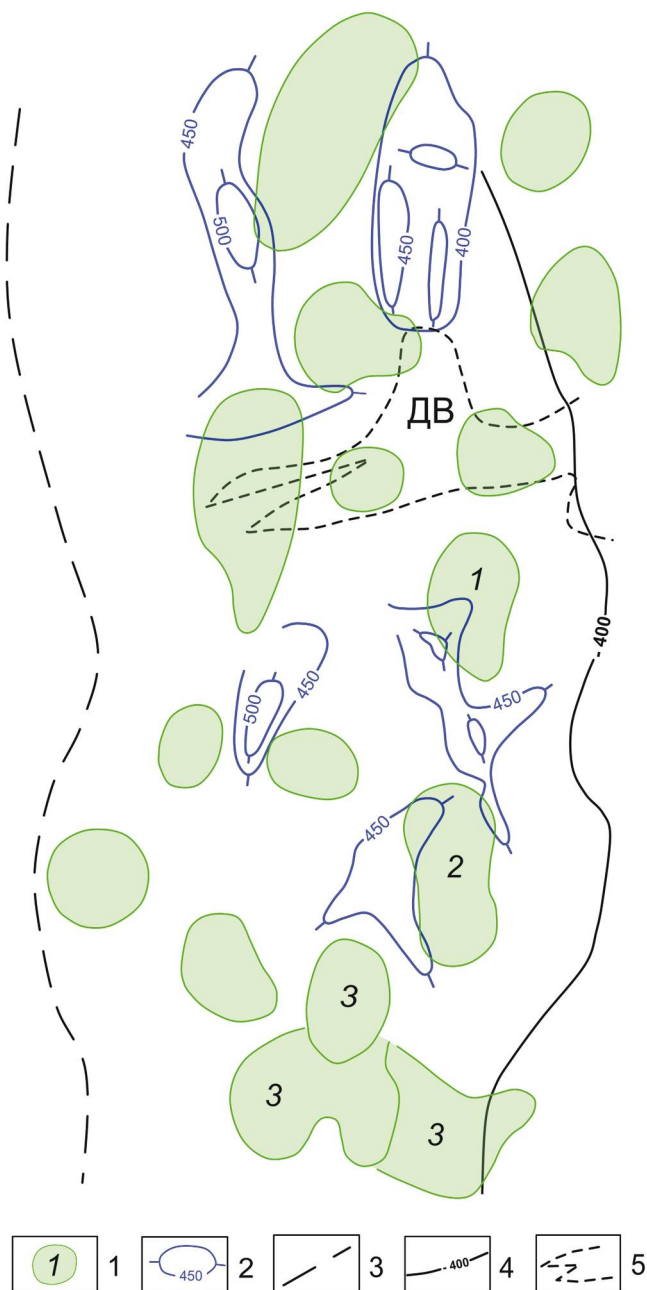


Рис. 4. Участки повышенной мощности соляной толщи среди франско-турнейских рифогенных массивов.

1 – франско-турнейские рифогенные массивы: 1 – Легчимский, 2 – Сибирский, 3 – Уньвинский; 2 – участки повышенной мощности соляной толщи, 450 – значения мощности, м; 3 – западная граница распространения калийных солей; 4 – нижняя граница ступени в подошве соляной толщи вблизи Уральской зоны; 5 – система Дуринских впадин (ДВ) – область отсутствия калийных солей.

Fig. 4. Areas of increased thickness of the salt strata among the Frasnian-Tournaisian reef massifs.

1 – Frasnian-Tournaisian reef massifs: 1 – Legchinsky, 2 – Siberian, 3 – Unvinsky; 2 – areas of increased thickness of the salt strata, 450 – thickness value, m; 3 – western bor-

der of distribution of potassium salts; 4 – lower boundary of the step at the base of the salt strata near the Ural zone; 5 – system of Durin depressions (ДВ) – area of absence of potassium salts.

ный для Соликамской впадины, дополнялся эффектом гравитационной неустойчивости, когда слой менее плотного вещества (соли) перекрыт более плотными породами. Согласно (Ярошевский, 1981), на границе их соприкосновения возникают волнообразные коробления, что также способствовало формированию неустойчивого режима внутри пластичной соляной толщи и формированию соляных куполов. Играла роль также изменчивость веса надсоляной толщи от участка к участку по причине ее изменяющейся мощности. Напряженное состояние соляной толщи представляло, таким образом, суперпозицию напряжений от влияния различных сил.

В результате перемещения пластичных масс, во-первых, соляная толща приобрела переменную мощность, во-вторых, происходило выравнивание (релаксация) внутренних напряжений в соляной толще, очевидно незавершенное до сегодняшнего дня, так как имеются признаки современного роста соляных структур. Об этом свидетельствуют как анализ разнообразных геологических данных, так и материалы геоиндикационно-структурного дешифрирования дистанционных съемок Верхнекамского месторождения, проведенных ПГО “Уралгеология” в 1989 г.

В восточной части Соликамской депрессии, кроме поднятий, обусловленных нагнетанием пластичных масс в пространства между рифами, положительные структуры в кровле соляной толщи наблюдаются также над рифогенными массивами. Они являются структурами облекания, продолжающимися вверх. Это соляные поднятия – Легчимский выступ, Еловский выступ, представляющие собой структурные носы (незамкнутые структуры), погружающиеся к центру Соликамской впадины, а также Романовский купол над Уньвинским рифогенным массивом. На рис. 2 структуры облекания, проявляющиеся в кровле соли, показаны розовым цветом.

Изучая происхождение соляных структур в Соликамской впадине, необходимо упомянуть об еще одном генетическом типе поднятий, обусловленном галокинезом, но не связанным с франско-турнейскими рифогенными массивами. Это Камско-Вишерский соляной вал с отдельными вершинами (на рис. 2 показан желтым цветом). Вал сформировался на западной границе соляного тела в районе контакта Восточно-Европейской платформы и Предуральяского прогиба в условиях бокового давления Уральского орогена в сторону платформы (Щербинина, Простолупов, 2018). Граница платформы представляла в данном случае упор в текто-

нодинамической системе “Восточно-Европейская платформа – Предуральский прогиб”.

Активными тектоническими движениями вслед за галокинезом была охвачена и надсоляная толща. В местах нагнетания надсоляные пласты испытывали подъем, а в местах оттока соляных масс – погружение. В непластичной надсоляной толще песчано-глинистого, карбонатного и сульфатного состава это приводило к формированию трещиноватости. Вследствие повышенной проницаемости на трещиноватых участках увеличивалась глубина проявления гипергенных процессов. Это отражено в описании керн скважин, а также в обнаружении участков пониженной плотности по данным гравиметрических исследований и лабораторным измерениям. Трещиноватые и выветрелые разуплотненные породы приурочены к перегибам надсоляной толщ, в том числе к вершинам соляных куполов. Кроме того, на участках погружения кровли соли надсоляная толща испытывала вертикальное растяжение, опасное при разработке соляных рудников. Примером опасности такого состояния является Третий Березниковский рудник, затопленный в 1986 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенный тектонодинамический анализ объясняет механизм формирования современного структурного облика соляной и надсоляной частей осадочного комплекса и причины, вызвавшие направленные осуществление процессов деформации. Результаты показывают, что в Соликамской впадине Предуральского прогиба тектонические деформации в период галокинетических явлений происходили детерминированно. Причиной перетоков соляных масс и образования структур в кровле соли явилась геодинамическая неустойчивость внутри соляной толщ, формирующаяся под влиянием нескольких факторов, главные из которых на данной территории сводятся к влиянию структур обложения франско-турнейских рифогенных массивов и давлению с востока в результате складкообразовательных движений на Урале.

Таким образом, действие разнородных сил, проявляющихся в Соликамской впадине, вызывало в пластичном соляном теле формирование неоднородного поля напряжений. Это привело к выжиманию пластичных соляных масс из областей высоких геомеханических напряжений в области низких, при этом происходило формирование соляных поднятий и депрессий в кровле соляной толщ. При галокинетических перемещениях соляных масс особое значение играло распределение напряженных и ослабленных зон в соляной толще, обусловленное именно влиянием структурных осложнений подсолевого ложа.

Сложная динамическая обстановка стала причиной разнообразия тектонических деформаций вну-

три соляной толщ: выжимание пластичных соляных масс из областей высоких механических напряжений в области низких напряжений; горизонтальное растяжение соляных пластов с формированием субвертикальных трещин в межкупольных депрессиях; формирование внутрисоляной складчатости в зонах нагнетания.

Установленные закономерности развития разуплотненных, трещиноватых зон позволили прогнозировать их распространение по площади Соликамской впадины и учитывать их при проведении горных работ по добыче сильвинит-карналлитовых руд на Верхнекамском месторождении калийных солей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Белоусов В.В. (1976) Геотектоника. М.: Изд-во Моск. ун-та, 334 с.
- Белоусов В.В. (1989) Основы геотектоники. М.: Недра, 382 с.
- Бычков С.Г., Простолупов Г.В., Щербинина Г.П. (2009) Гравиметрические исследования нефтеперспективных объектов Камско-Кинельской системы прогибов. *Нефть. Газ. новации*, (4), 6-11.
- Кудряшов А.И. (2001) Верхнекамское месторождение солей. Пермь: ГИ УрО РАН, 429 с.
- Маврин К.А., Колотухин А.Т. (1985) О некоторых особенностях влияния подсолевых нефтегазоперспективных структур на расположение и морфологию соляных тел в Южном Предуралье. *Общие проблемы галогенеза*. М.: Наука, 212-216.
- Неганов В.М. (2010) Сейсмогеологическая интерпретация геофизических материалов Среднего Приуралья и перспективы дальнейших исследований на нефть и газ. Пермь: Перм. гос. ун-т, 247 с.
- Новоселицкий В.М., Проворов В.М., Шилова А.А. (1985) Физические свойства пород осадочного чехла севера Урало-Поволжья. Свердловск: УНЦ АН СССР, 132 с.
- Петротектонические основы безопасной эксплуатации Верхнекамского месторождения калийно-магнєвых солей. (2000) (Под ред. Н.М. Джиноридзе). СПб.; Соликамск: Соликамск. тип., 400 с.
- Талицкий В.Г. (1994) Новые подходы к моделированию геологической среды. *Геотектоника*, (6), 78-84.
- Хаин В.Е. (1973) Общая геотектоника. М.: Недра, 511 с.
- Чувазов П.И. (1997) Динамика развития Предуральского краевого прогиба. *Геотектоника*, (3), 22-37.
- Щербинина Г.П., Простолупов Г.В. (2018) Тектоника области сочленения Восточно-Европейской платформы и Соликамской депрессии Предуральского прогиба. *Вестн. Перм. ун-та. Геол.*, 17(3), 200-207.
- Щербинина Г.П., Простолупов Г.В., Бычков С.Г. (2022) Отражение в гравитационном поле геодинамического воздействия Урала на соляную толщу Предуральского прогиба. *Литосфера*, 22(2), 219-227.
- Щербинина Г.П., Простолупов Г.В., Бычков С.Г. (2023) Реконструкция развития соляных структур Верхнекамского месторождения солей. *Вестн. Перм. ун-та. Геол.*, 22(1), 80-90.
- Ярошевский В. (1981) Тектоника разрывов и складок. Пер. с польск. М.: Недра, 245 с.

REFERENCES

- Belousov V.V. (1976) Geotectonics. Moscow, Moscow University Publishing House, 334 p. (In Russ.)
- Belousov V.V. (1989) Fundamentals of geotectonics. Moscow, Nedra Publ., 382 p.
- Bychkov S.G., Prostolupov G.V., Shcherbinina G.P. (2009) Gravimetric studies of oil-promising objects of the Kama-Kinel system of troughs. *Neft'. Gazovye Innovatsii*, (4), 6-11. (In Russ.)
- Chuvashov P.I. (1997) Dynamics of development of the Cis-Ural foredeep. *Geotektonika*, (3), 22-37. (In Russ.)
- Khain V.E. (1973) General geotectonics. Moscow, Nedra Publ., 511 p. (In Russ.)
- Kudryashov A.I. (2001) Verkhnekamskoe salt deposit. Perm, GI UrO RAN Publ., 429 p. (In Russ.)
- Mavrin K.A., Kolotukhin A.T. (1985) On some features of the influence of subsalt oil and gas promising structures on the location and morphology of salt bodies in the Southern Cis-Urals. *General problems of halogenesis*. Moscow, Nauka Publ., 212-216. (In Russ.)
- Neganov V.M. (2010) Seismogeological interpretation of geophysical materials of the Middle Urals and prospects for further research on oil and gas. Perm, Perm. State. University Publishing House, 247 p. (In Russ.)
- Novoselitskii V.M., Provorov V.M., Shilova A.A. (1985) Physical properties of rocks of the sedimentary cover of the northern Ural-Volga region. Sverdlovsk, UNTs AN SSSR, 132 p. (In Russ.)
- Petrotectonic foundations for the safe exploitation of the Verkhnekamskoye deposit of potassium-magnesium salts. (2000) (Ed. N.M. Dzhanoridze). St.Petersburg-Solikamsk, Solikamsk Printing House, 400 p. (In Russ.)
- Talitskii V.G. (1994) New approaches to modeling the geological environment. *Geotektonika*, (6), 78-84. (In Russ.)
- Shcherbinina G.P., Prostolupov G.V. (2018) Tectonics of the junction area of the East European Platform and the Solikamsk Depression of the Cis-Ural Trough. *Vestnik Perm. University. Geologiya*, 17(3), 200-207. (In Russ.)
- Shcherbinina G.P., Prostolupov G.V., Bychkov S.G. (2023) Reconstruction of the development of salt structures of the Verkhnekamsk salt deposit. *Vestnik Perm. University. Geologiya*, 22(1), 80-90. (In Russ.)
- Shcherbinina G.P., Prostolupov G.V., Bychkov S.G. (2022) Reflection in the gravitational field of the geodynamic impact of the Urals on the salt mass of the Pre-Ural trough. *Lithosphere (Russia)*, 22(2), 219-227. (In Russ.)
- Yaroshevskii V. (1981) Tectonics of ruptures and folds. Transl. from Polish. Moscow, Nedra Publ., 245 p. (In Russ.)