

И.И. КОЗЮЛЕВ

## МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАЛИЙНЫХ СОЛЕЙ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

*УО «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины»,  
г. Гомель, Республика Беларусь  
ikozyulev@gmail.ru*

*Работа посвящена калийным месторождениям Беларуси. Особое внимание уделяется вопросам об изучении детальных характеристик и критериев соленосных отложений, формирования и распространении калийных солей, их приуроченности к Припятскому прогибу. Также дается анализ сравнения сырьевой базы Республики Беларусь, в которую входят основные месторождения: Старобинское и Петриковское.*

Республика Беларусь располагает значительным минерально-сырьевым потенциалом. На ее территории сосредоточены свыше 10 тысяч месторождений различных видов полезных ископаемых. Важнейшими ресурсами являются не только топливно-энергетические (нефть, попутный газ, торф, бурые угли и горючие сланцы), но и огромные запасы калийных и каменных солей, доломита, мела и мергельно-меловых пород и др.

Калийная соль (осадочная хемогенная горная порода) – минеральный ресурс группы неметаллические, который является сырьем для производства калийных удобрений [1].

Калийные соли относятся к наиболее ценным полезным ископаемым недр Беларуси, по промышленным запасам которых страна находится на третьем месте в мире (после Канады и России). Основные месторождения калийной соли Беларуси находятся в Припятском прогибе – Старобинское (промышленные запасы 4,1 млрд т, общие – 7,8 млрд т), Петриковское (общие запасы 2,2 млрд т) – оба разрабатываются, и Октябрьское (общие запасы 741,5 млн т) – не разрабатывается.

Добыча и переработка калийных солей в высококачественные минеральные удобрения обеспечивают стране не только прирост урожайности сельскохозяйственных культур, но и являются одним из источников валютных поступлений за счет экспорта продукции. ОАО «Беларуськалий» (один из крупнейших в мире производителей калийных минеральных удобрений) ежегодно добывает 40-43 млн т калийных руд, из которых 95 % используется для калийных удобрений (14 % мирового объема) [2].

Элементы калия и магния образуют простые ( $KCl$  – сильвин), двойные ( $K_2Mg_2(SO_4)_3$  – лангбейнит) и тройные ( $K_2MgCa_2(SO_4)_4 \cdot 2H_2O$  – полигалит) соли, а также различные их кристаллогидраты. В калийных солях как породообразующий минерал всегда присутствует галит ( $NaCl$ ), в виде примесей – ангидрит ( $CaSO_4$ ), гипс ( $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ ), карбонаты ( $CO_3^{2-}$ ), алюмосиликаты, иногда кизерит ( $MgSO_4 \cdot H_2O$ ), бишофит ( $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ ) и другие [3].

Калийные месторождения по составу солей (в зависимости от содержащегося  $SO_4^{2-}$ ) подразделяют на три типа – хлоридный (бессульфатный), сульфатно-хлоридный и сульфатный. Наиболее широко распространены месторождения хлоридного типа (Старобинское, Беларусь; Верхнекамское, Россия; Саскачеванское, Канада; Эльзасское, Франция и другие).

Калийные минералы сульфатной ветви осаждались из морских вод, а хлоридной (сильвин и карналлит –  $KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$ ) – из метаморфизованных вод, для которых характерна потеря сульфат-иона и эквивалентного ему количества иона магния.

В зависимости от сложности геологического строения калийные месторождения Беларуси также подразделяют на три группы. К первой группе относят месторождения, представленные пластовыми залежами протяженностью в десятки километров, выдержанные по мощности и качеству солей (Верхнекамское, Россия; Старобинское, Беларусь).

Ко второй группе отнесены месторождения, состоящие из чередующихся линзообразных залежей солей различного состава, характеризующихся изменчивой мощностью и сравнительно выдержанным качеством солей в пределах отдельных линз (Стебниковское месторождение миоценового возраста ( $N_1$ ), Украина).

В третью группу включены месторождения, приуроченные к солянокупольным структурам и представленные залежами с резко изменчивой морфологией и невыдержанным распределением полезных компонентов (Индерское месторождение, Казахстан) [4].

Соленосные отложения повсеместно развиты в пределах Припятской впадины, охватывая обширную территорию, протягивающуюся с севера на юг на 120–130 км и с запада на восток на 150–220 км. Площадь их распространения превышает 28 тыс км<sup>2</sup> [5].

Самым первым и крупным месторождением на территории Республики Беларусь является Старобинское, открытое в 1949 г благодаря советскому геологу Г.В. Богомолу, который является автором геологической карты коренных отложений Беларуси. На месторождении известны четыре калийных горизонта, которые обрабатываются подземным способом четырьмя рудоуправлениями ОАО «Беларуськалий».

Основные объемы калийных солей, связанные с соленосными формациями, образовались в кембрии (С), девоне (D) и перми (P) [4].

Калийные соли связаны с верхней соленосной толщей елецко-лебедянского возраста (*Dzel-lb*). Разрез этой толщи большинством геологов подразделяется на две подтолщи: нижнюю – галитовую (некалиеносная) и верхнюю – глинисто-галитовую (калиеносная) [1].

Циклическое строение характерно для соленосных толщ Припятской впадины, где периодичность в строении галогенной формации показывает, что процесс седиментации происходил под действием климатического и тектонического факторов.

Степень изученности калиеносных отложений Припятской впадины неодинакова. Наиболее полно изучена ее северо-западная, центральная и юго-западная части, где располагаются Старобинское и Петриковское месторождения. Соленосные отложения здесь пройдены большим числом колонковых скважин (более 240) с высоким выходом керна.

В северо-западной части Припятского прогиба кровля соленосной толщи залегает на глубинах 337 – 660 м; абсолютные отметки от минус 191 до минус 507 м. Средняя мощность соленосной толщи на площади Старобинского месторождения примерно 700 м, восточнее она возрастает до 1500 м. Область с наименьшей глубиной залегания находится в центральной и южной частях Старобинского месторождения; а максимальные глубины залегания кровли – в приосевой части Шатилковской депрессии [6].

В соленосной толще Старобинского месторождения установлены четыре выдержанных горизонта калийных солей, приуроченных к 29, 25, 13 и 7-й соляным пачкам. Каждая из этих пачек, как правило, состоит из трех частей. Верхняя и нижняя, представленные пластами каменной соли, составляют кровлю и подошву горизонтов калийных солей, а средняя часть занята глинисто-карналлитовыми пластами. Насыщенность разреза толщи калийными солями 5–7 %. Средневзвешенное содержание нерастворимого остатка 2–11 % (среднее 7 %), а в Петриковском месторождении содержание значительно меньше: в среднем 2 % [5].

Так как все залежи калийных солей Припятского прогиба относятся к типу бессульфатных, поэтому калийные минералы представлены хлоритами: сильвинитом, который имеет основное значение, и карналлитом, который играет весьма второстепенную роль.

Мощность соленосной толщи к востоку от Старобинского месторождения в преде-

лах Шатилковской депрессии возрастает от 800 – 900 до 2000 м и более. При этом более мощные и полные разрезы ее приурочены к наиболее погруженным участкам кристаллического фундамента. В пределах выступов мощность и полнота разреза соленосной толщи сокращаются, как правило, за счет верхних соляных пачек. Сопоставление разрезов соленосной толщи показывает, что увеличение ее мощности происходит главным образом в результате появления новых соляных пачек. Последними соляная толща «достраивается» в верхней и нижней частях, а внутри разреза происходит расщепление некоторых карбонатно-глинистых пачек на ряд менее мощных, разделенных новыми соляными пачками. В целом в восточном направлении мощности всех соляных пачек увеличиваются, а пачек карбонатно-глинистых пород сокращаются. Число калийных горизонтов и проявлений хлористого калия в сводном разрезе толщи возрастает до 32. Соленасыщенность разреза калиеносной подтолщи составляет 55–70 %, причем калийные соли слагают до 10–12 % разреза, а карбонатно-глинистые породы – около 20–35 %.

В пределах Калинковичской депрессии (юго-западная часть Припятского прогиба) мощность калиеносной подтолщи вновь возрастает до 1000–1100 м. В средней и нижней частях ее разреза установлено 8 калийных горизонтов с очень низким содержанием нерастворимого остатка. При проведении плановых поисковых работ в западной части депрессии в 1966 году было открыто Петриковское месторождение калийных солей. Произведена разведка месторождения: пробурено более 170 скважин с отбором керна, также произведены геофизические исследования в стволах скважин: гамма-каротаж (ГК), электрокаротаж (КС), нейтронный гамма-каротаж (НГК).

Калиеносная подтолща сложена каменной солью (до 65–70 %), переслаивающейся с пачками, пластами и слоями карбонатно-глинистых пород. На долю калийных солей приходится 4–5 % от суммарной мощности пород. Они образуют самостоятельные горизонты и рассеяны в виде вкрапленности. В разрезе насчитывается более 20 калийных горизонтов, число которых увеличивается в депрессиях. Мощности горизонтов весьма варьируются: от 0,5 до 25 м. Одни из них сложены сравнительно мощными слоями сильвинитов или сильвин-карналлитовой породы, другие – единичными и мало мощными прослоями и слоями этих же пород, а также каменной солью с обильной вкрапленностью сильвина или сильвин-карналлитовых образований. Петриковские сильвиниты отличаются от Старобинских тем, что здесь преобладают белые, желтовато-белые и светло-красные сильвиниты с беспорядочной и неяснополосчатой текстурой. Сильвиниты являются, как правило, карналлитосодержащим и широко развиты также карналлит-сильвинитовые породы.

Подсчет прогнозных запасов калийных солей на территории, не освещенной поисковым бурением, но с достоверно установленной калиеносной подтолщью, произведен для площади около 4 тыс км<sup>2</sup>. Величина плотности запасов калийных солей на 1 км<sup>2</sup> заимствована из расчетов по западной части Припятской впадины, где она составляет около 10 млн т сырых калийных солей на 1 км<sup>2</sup>. Таким образом, прогнозные запасы калийных солей на Припятской впадине, освещенных поисковым бурением, составляют 43 млрд т серых солей (без карналлита), при этом 21 млрд т отвечают требованиям стандартов (среднее содержание *KCl* 22,3 %, нерастворимый остаток 4,2 %), а 13,8 млрд т залегают до глубины 1200 м.

Для многих из этих горизонтов наряду с высоким содержанием *KCl* характерно повышенное содержание нерастворимого остатка, что дает основание говорить о периодическом поступлении вод суши в солеродный водоем с северного борта впадины. Южнее (Червоно-Слободской выступ, Копаткевичская депрессия) калийные горизонты становятся чище, но содержание хлористого калия в них также снижается.

Распространение большинства калийных горизонтов контролируется структурным планом соленосной толщи. Максимальное развитие калийных горизонтов наблюдается, как правило, в центральных частях синклиналильных структур, а в сторону поднятий они либо уничтожены процессами древнего подземного выщелачивания вместе с частью

разреза соленосной толщи, либо фациально выклиниваются внутри заключающих их соляных пачек.

Наличие калийных горизонтов во многих скважинах позволяет положительно оценивать калиеносность верхней соленосной толщи в северных, центральных и юго-западных районах. Однако возможность промышленного использования калийных солей осложняется глубоким их залеганием (более 1000 м), сложным рельефом кровли соленосной толщи и проявлением соляной тектоники. Эти скважины бурились в основном на крыльях и сводовых частях положительных структур. Удаленность скважин друг от друга затрудняет корреляцию найденных в них калийных горизонтов [6].

По мере расширения фронта нефтепоисковых работ возрастает детальность изучения соленосных отложений на отдельных площадях Припятской впадины. Так, например, на Осташковичском нефтяном месторождении по данным геофизических исследований в калиеносной подтолще верхней соленосной толщи выделяется до 13 калийных горизонтов мощностью от 1 до 12 м. Максимальное число горизонтов установлено в крыльевых частях структуры, а к своду поднятия они выклиниваются [4].

Два крупных этапа соленакопления, выделяемые в Припятской впадине, связаны с верхнефранскими (нижняя соленосная толща –  $D_{3f}$ ) и верхнефаменскими (верхняя соленосная толща –  $D_{3fm}$ ) отложениями.

В период образования нижней соленосной толщи процесс галогенеза достигал наибольшего размаха в южной части впадины, где эти отложения имеют наибольшую мощность.

Время формирования межсолевых задонско-елёцких ( $D_{3zd-el}$ ) отложений характеризуется снижением солености водоема. Накапливаются преимущественно глинисто-карбонатные породы с фауной. Относительно высокая соленость сохраняется лишь на отдельных участках, что фиксируется пластами ангидритовых пород, характерных для северной и северо-восточной частей впадины.

Во время образования горизонтов калийных солей солеродный водоем в западной части впадины был мелководным. Его глубина не превышала, по-видимому, нескольких метров, о чем свидетельствует ряд признаков (текстурные и структурные особенности сильвинитовых прослоев, их мощность, наличие знаков ряби в прослоях каменной соли и др.) [3].

Особенности строения разрезов калиеносной подтолщи Припятской впадины – это чередование пачек каменной соли и несоляных пород – позволили выделить особый, так называемый старобинский тип разрезов соленосных отложений. Соотношение мощностей соляных и несоляных пород в разрезах соленосных толщ (с учетом различных скоростей их накопления) показывает, что собственно соленакопление охватывало значительно меньшие промежутки времени в жизни позднедевонского ( $D_3$ ) солеродного водоема по сравнению с периодами образования несоляных пород. Количественное преобладание глинистых и мергелистых пород среди несоляных пород рассматриваемой формации свидетельствует о значительной роли вод суши в водном балансе Припятского солеродного водоема.

В определенные периоды соленакопление происходило одновременно на значительной территории, соизмеримой со всей площадью Припятской впадины, о чем свидетельствуют данные сопоставления разрезов соленосных толщ и значительная площадь развития некоторых калийных горизонтов.

Заключительный этап развития Припятской впадины произошел в верхнем девоне (послеевлановское время –  $D_{3ev}$ ), характеризуется проявлением значительных по амплитуде и контрастности вертикальных тектонических движений и специфическими особенностями процессов седиментации (интенсивный галогенез, образование мощной терригенно-карбонатной надсолевой толщи, проявление вулканизма). Этот этап развития характерен для всех авлакогенов (глубокий и узкий грабен в фундаменте древней платформы, перекрытый осадочным чехлом); именно в это время формируются их

структурно-генетические особенности. Условия развития региона отразились на структурно-морфологических чертах, сформированных в послеевлановское время структурных элементов. Подвижки по разломам, проявившиеся в период галогенеза, активизировались после накопления верхней соленосной толщи. Этими движениями был перестроен структурный план региона [6].

Анализ распределения мощностей соляных и несоляных пачек, а также строения и распространения калийных горизонтов свидетельствует о том, что в период образования соленосной толщи современный структурный план проявлялся уже достаточно отчетливо.

В структурно-тектоническом отношении наиболее благоприятными участками для выявления калиеносности являются синклиналильные структуры (депрессии), крылья и погруженные части положительных структур, а на антиклиналях они сокращаются. Несмотря на глубокое залегание и сложный рельеф кровли калийных солей основных месторождений страны, которые находятся в северном, центральном, западном и юго-западном районах Припятского прогиба, добыча является весьма рентабельной. В противоположные районы (восточный, юго-восточный) Припятского прогиба мощности всех соляных пачек увеличиваются, а пачек карбонатно-глинистых пород сокращаются, следовательно, появляются новые калийные горизонты, которые дают толчок к будущему перспективному и эффективному развитию калийных богатств недр Республики Беларусь.

#### Список использованной литературы

- 1 Стратегия развития геологической отрасли и интенсификации освоения минерально-сырьевой базы Республики Беларусь до 2025 года. – Минск : Дикта, 06.03.2013. – 41 с.
- 2 Газета «Федэрацыі прафсаюзаў Беларусі «Беларускі час» – 01.04.2016. – URL: <http://belchas.by/news/chem-bogaty-zapasov-kaliinoi-soli-belorusam-khvatit-na-100-let.html>. – Дата доступа: 02.10.2017.
- 3 Высоцкий, Э.А. Генезис месторождений полезных ископаемых: пособие для студентов / Э.А. Высоцкий. – Минск : БГУ, 2012. – 147 с.
- 4 Высоцкий, Э.А. Месторождения горючих и неметаллических полезных ископаемых. Курс лекций / Э.А. Высоцкий. – Минск, 2003. – 133 с.
- 5 Современные проблемы геологии: университетские научные чтения, посвященные 60-летию открытия Старобинского месторождения калийных солей / под общей редакцией Э.А. Высоцкого [и др.]. – Минск : БГУ, 2009. – 93 с.
- 6 Геология СССР. Том 3: Белорусская ССР. Полезные ископаемые / главный редактор А.В. Сидоренко [и др.]. – М. : Недра, 1977. – 259 с.

I.I. KOZYULEV

#### **DEPOSITS OF POTASSIUM SALTS OF THE REPUBLIC OF BELARUS**

*Article is devoted to potash deposits of Belarus. Special attention is paid to the issues of studying the detailed characteristics and criteria of salt-bearing sediments, the formation and distribution of potassium salts, their spread in the Pripyat trough. An analysis is also conducted of the comparison of the raw materials base of the Republic of Belarus, which includes the main deposits: Starobinskoye and Petrikovskoe.*