

Месторождения Онежского района

Общая характеристика района

Онежский район расположен в юго-восточной части Республики Карелия. Рельеф северо-западной части района грядово-холмистый с большим количеством заливов и узких озёр, разделённых залесёнными кряжами и грядами высотой до 100 м и прерывистыми небольшими равнинами. Рельеф южной части района равнинный; широко развиты моренные отложения. Район экономически освоен [12]. Территория пересечена сетью железных и автомобильных дорог государственного, республиканского и местного значения; на западе района расположены города Петрозаводск, Кондопога, Медвежьегорск с многочисленными промышленными предприятиями различного профиля (рис. 10). Расположение территории в относительно высоких северных широтах определяет крайне неравномерное распределение солнечной радиации в течение года. Около 65% солнечного тепла приходится на май–август, а 35% – на осенне–зимние месяцы. Зимой солнце поднимается невысоко, день длится 5–7 часов, а покрытая снегом земля отражает до 85% солнечных лучей. Кроме того, малому количеству поступающей солнечной энергии способствует характерная для северных широт высокая облачность, связанная с частым прохождением циклонов. Летом же условия очень сильно меняются: солнце поднимается над горизонтом высоко, облачность по сравнению с зимой резко уменьшается, день длится 19 часов.

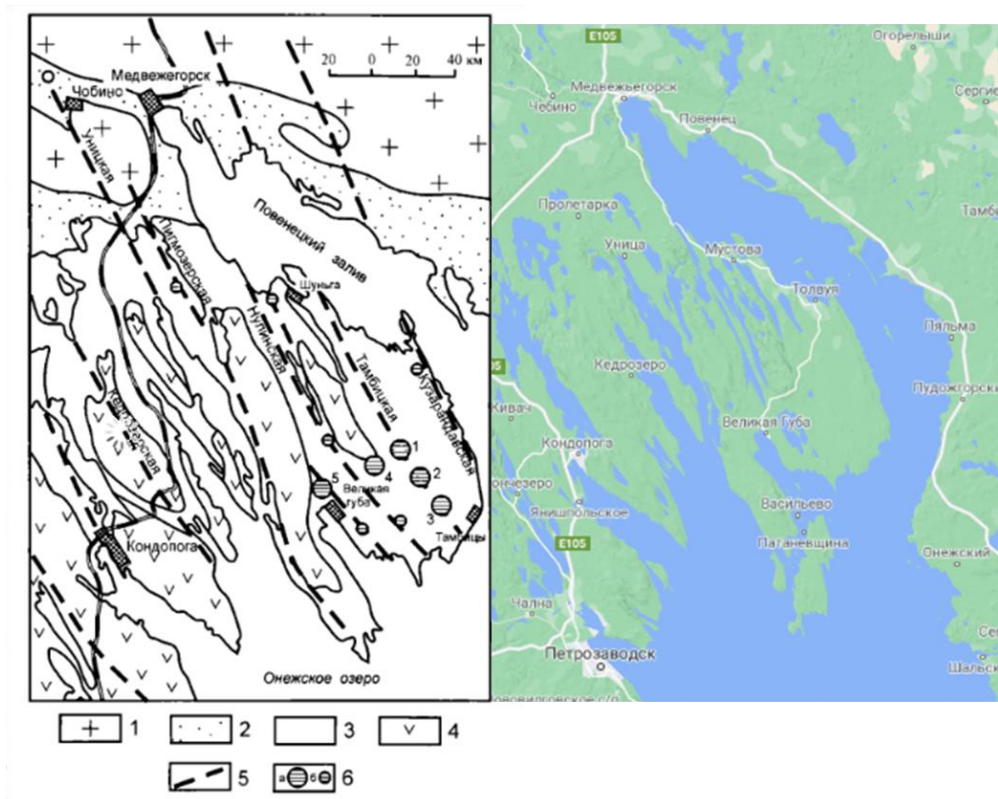


Рисунок 10 - Онежский район. Обзорная геологическая карта [12] 1 - гнейсы и гранитоиды раннего архея; 2 - конгломераты, кварциты нижнего протерозоя; 3 - осадочно-вулканогенные отложения нижнего протерозоя; 4 - углерод-содержащие сланцы и вулканогенные образования заонежской свиты нижнего протерозоя; 5 - зоны складчато-разрывных дислокаций; 6 - уран-ванадиевые месторождения (а): 1 - Средняя Падма, 2 - Верхняя Падма, 3 - Царёвское, 4 - Весеннее, 5 - Космозерское, и рудопроявления (б)

Данное распределение количества солнечной радиации в течение года является главным фактором формирования температурного режима полуострова. Средние годовые температуры воздуха в Заонежье положительны и составляют $2,3\text{ }^{\circ}\text{C}$. Количество осадков – в среднем 650 мм/год. Большая часть их выпадает в тёплое время года, меньшая – в холодное. Снежный покров появляется в конце октября и исчезает около 20-го апреля. Значительное влияние на климат оказывает Онежское озеро, выступающее в качестве мощного отепляющего фактора в период с августа по март. Благодаря чему климат в Заонежье более мягкий, чем в других районах Карелии, даже расположенных южнее.

Большинство озер Заонежского полуострова, а также глубоко вдающихся в него губ и заливов Онежского озера имеют тектоническое

происхождение. Это знаменитые Кижские шхеры, заливы и губы Онежского озера: Уницкая, Великая, Святуха, Кефть-губа и др.; озера: Падмозеро, Путкозеро, Космозеро; системы озер: Турастам – Нижнее и Верхнее Мягрозеро, Карасозеро – Ладмозеро и др.

Геологическое строение

С геологической точки зрения онежский прогиб представляет собой брахиформную синклинорную структуру, сформированную в раннем протерозое (2350-2100 млн. лет) на архейском гранито-гнейсовом фундаменте. Это крупнейшая эпикратонная впадина, отличающаяся от других подобных структур Карельского мегаблока размерами, полнотой и мощностью геологического разреза, широким развитием разрывных структур и своеобразными складчато-разрывными дислокациями, а также особенностями глубинного строения земной коры [12].

В Заонежском блоке района располагаются несколько месторождений комплексных уран-благороднометалльно-ванадиевых руд: Средняя Падма, Царёвское, Космозерское, Весеннее (рис. 8) и многочисленные более мелкие рудные объекты этого же типа. В Прионежской мульде выявлено месторождение урана Птицефабрика неясного генезиса, локализованное в углеродсодержащих песчаниках, а также ряд проявлений урановой минерализации в альбититах и альбит-карбонатных метасоматитах (рудопоявление Рыбрека и др.) с бедными рудами.

В региональном плане Онежская впадина приурочена к Повенецкому блоку, тяготеющему к узлу пересечения трансрегиональных систем тектонических зон - субмеридиональной Ладожско-Беломорской и северо-восточной ориентировки Балтийско-Мезенской. Границами блока (и впадины) являются долгоживущие разломы с глубиной заложения 50- 60 км: Гирвасский и Хаутаварский на западе, Пудожгорский на востоке. Северной границей является Кумсинско-Повенецкая разломно-грабеновая структура. Южное ограничение впадины скрыто под Онежским озером, под акваторией которого с юго-запада на северо-восток протягивается крупный Бураковский

разлом Балтийско-Мензенской трансблоковой зоны. Основание впадины сложено архейскими гранито-гнейсовыми комплексами амфиболитовой фации метаморфизма. По геофизическим данным, в основании впадины предполагается присутствие гранитоидных массивов, аналогичных позднеархейским гранитоидам, выходящим на поверхность в зоне Кумсинского разлома [12].

Важными особенностями протерозойской толщи, выполняющей впадину, являются красноцветный облик её нижней части и преобладающе сероцветный облик верхних частей, обусловленный присутствием углеродистого вещества – шунгита (до 20-70%); высокая карбонатность (доломиты, реже известняки) верхней части разреза; антидромный характер магматизма: от редких субщелочных метадиабазов до пикритовых порфириров. Общая мощность отложений, выполняющих Онежскую впадину, в западной части достигает 3,5 км, к востоку она сокращается до 2,0-0,8 км, причём на крайнем востоке на поверхность выходят только породы нижней туломозёрской свиты.

В конце раннего протерозоя (1800-1700 млн. лет) в вулканогенно-осадочной толще впадины, на фоне общего пологого залегания её слоёв, возникли диагональные зоны складчато-разрывных дислокаций [23]. К настоящему времени установлено более 10 таких зон. Зоны уверенно картируются методами структурной геофизики, а по данным МОВЗ в гранито-гнейсовом основании впадины им соответствуют разломы корового заложения. Основу зон дислокаций составляют узкие протяжённые (до 100 км и более) антиклинальные структуры шириной 2-4 км, пересекающие впадину в северо-западном направлении и на юго-востоке уходящие под акваторию Онежского озера. Каждая зона состоит из нескольких сжатых крутых линейных антиклинальных складок. Хорошо развитые складки характеризуются значительной амплитудой (сотни метров) при изоклиальной, реже веерообразной форме, с крутым до опрокинутого залеганием пород с проявлением дисгармоничной складчатости высоких

порядков. Антиклинальные структуры осложнены разломами в виде прерывистых согласных со складчатостью и секущих крутых швов, образованных катаклазитами, линзами брекчий и милонитами.

Урановая и ториевая минерализация связаны со скоплениями биотита и пирита в зонах катаклаза и окварцевания и проявлены в виде отдельных вкрапленников либо кучных скоплений уранинита, урано-торианита, торита, монацита, циркона, ортита, апатита, часто в ассоциации с крупночешуйчатым молибденитом. В дальнейшем имели место процессы натрового метасоматоза, которые в кристаллическом основании контролировались зонами милонитизации вдоль Хаутоваро- Гирвасского и Кумсинского разломов. В Онежской впадине натровые, сменяющие их калиевые метасоматиты и жильные урановые образования являются характерной особенностью зон складчато-разрывных дислокаций. Более всего они развиты в сложно построенных участках этих зон [12].

Главные урановые минералы руд - уранинит, настуран и коффинит, второстепенные - реликтовый браннерит в альбититах, некоторые количества урана заключены в полифазных железо-титановых скоплениях с хромом и ванадием. Уранинит и настуран ассоциируют с кальцитом, который выполняет полости и замещает доломит предшествующей стадии. Уранинит представлен кристаллами от десятых долей мм до 1,5 мм, его кристаллы образуют как редкую вкрапленность, так и скопления в кальците, в кварц-доломитовых агрегатах и в крупночешуйчатых слюдах. Радиологический возраст уранинита 1760 ± 30 млн. лет (U-Pb метод). Настуран в виде кайм нарастает на зёрна кальцита, корродирует и замещает уранинит, развивается на реликтах браннерита в альбититах, на пластинчатом гематите, между чешуйками слюд и псевдоцементно в агрегатах доломита. В местах ванадиевой минерализации с настураном ассоциирует монтрозеит. Коффинит в мельчайших колломорфных выделениях нарастает на все ранее образованные минералы и слагает редкие тонкие прожилки с кальцитом и хлоритом. Коффинитовая минерализация развита шире уранинитовой и

настурановой и, в отличие от последних, встречается только в слабо изменённых альбитизированных по-родах. По данным анализа флюидных включений, температуры образования урановой минерализации составляли 100-150°C [12].

Архейско-протерозойские образования перекрыты прерывистым чехлом четвертичных отложений, представленным, главным образом, ледниковыми и водно-ледниковыми рыхлыми отложениями валдайского оледенения.

Радиоэкологическая обстановка

По данным [24] наибольшие концентрации природных радионуклидов в Онежском регионе характерны для шунгитов, представляющих собой древние черные сланцы, сильно обогащенные углеродом предположительно органического происхождения. Концентрация радия-226 в этих породах колеблется от 80 до 265 Бк/кг, что в 2-4 раза превышает Кларк. При этом шунгиты характеризуются пониженными значениями содержания тория – от 4 до 18 Бк/кг. Это свидетельствует о связи урана и радия в шунгитах с органическим углеродом. Повышенными концентрациями радия и тория (175 и 160 Бк/кг, соответственно) характеризуются тоналиты. Плаггиорганыты, также широко распространенные в регионе, напротив, характеризуются пониженными концентрациями радия (6-18 Бк/кг) и высокой концентрацией тория (100-185 Бк/кг). Граниты, гнейсы и гранито-гнейсы региона характеризуются кларковыми концентрациями радионуклидов. Интересно отметить, что уран-ванадиевые руды при относительно высоких концентрациях урана (0,074-0,61 %) характеризуются низкими концентрациями радия-226 (5 – 30 Бк/кг) [24]. Это свидетельствует о существенном нарушении равновесия между ураном и радием и, возможно, о выщелачивании и выносе радия подземными водами.

В ходе геологоразведочных работ на месторождении Средняя Падма был выполнен большой объем буровых работ, пройдена шахта, глубиной около 150 м, извлечены на поверхность урансодержащие породы и руды.

Глубина залегания рудных тел на данном месторождении колеблется от 55 до 310 м. С учетом состава руд, содержащих значительные концентрации опасных химических элементов (уран, ванадий, молибден, селен и др.), и размещение его в бассейне Онежского озера на площади Заонежского полуострова с уникальными историко-культурными и природными комплексами, в процессе геологоразведочных работ выполнен комплекс специальных мероприятий по предотвращению негативных экологических последствий. Мероприятия включали:

- радиометрическую сортировку добытой породы на рудную и пустую массы;
- складирование рудной массы в объеме 3000 м³ на бетонированной площадке склада-накопителя, построенного по спецпроекту ВНИПИ Промтехнологии;
- мониторинг качества подземных и шахтных вод;
- химическую очистку шахтных вод от радионуклидов на подземной установке: очищенные воды подавались в поверхностный отстойник;
- бурение осуществлялось только с промывкой для предотвращения загрязнения воздуха радиоактивной пылью;
- пылеподавление и растворение газов с помощью оросительных систем при взрывных работах;
- консервацию руды в соответствии с проектом, утвержденным Главным санитарным врачом Республики Карелия;
- «мокрую консервацию» разведочной шахты и подземных горных выработок после завершения геологоразведочных работ, закрытие устья ствола двумя бетонными перекрытиями и его засыпку;
- дезактивацию используемых оборудования и материалов;
- ликвидационный тампонаж пробуренных скважин.

В связи с тем, что промплощадка разведочной шахты на месторождении Средняя Падма представляет собой безлюдную и заболоченную местность, ликвидационные работы на поверхности

заклучались в засыпке заболоченной площадки песчано-галечным материалом из карьера и пустой породой из шахты. После чего площадку выравнивали бульдозером и засаживали лесопосадками. После ликвидации шахты и консервации руды на всей площади рекультивированных земель выполнена делатная радиометрическая съемка, подтвердившая отсутствие на ней участков радиоактивного загрязнения. Как показали более поздние исследования, радиационная обстановка на территории сохраняется благополучной и спустя 10 лет после завершения работ на месторождении средняя Падма, несмотря на то, что значительные объемы добытой урансодержащей руды законсервированы на поверхности.

В настоящее время концентрации радионуклидов в горных породах, почвах, а также донных отложениях и поверхностных водах оз. Падма и др. водоемов территории, прилегающей к месторождению Средняя Падма не превышает средних фоновых значений, характерных для Заонежья [25]. Однако, предполагаемая разработка уран-ванадиевого месторождения неизбежно приведет к поступлению на дневную поверхность рудной массы, а также глубинных подземных вод, обогащенных ураном, радием, радоном, а также нерадиоактивными химическими элементами. Наибольшая опасность связана с возможным поступлением к дневной поверхности, кроме вод, омывающих рудные тела, также вод хлоридного и гидрокарбонатно-хлоридного натриевого состава, для которых характерно повышенное содержание радия. С такими водами также связано ураганно высокое содержание радона, достигающее в одной из скважин месторождения значения $1,1 \cdot 10^5$ Бк/л [25]. Поступление таких вод на поверхность может нарушить сложившееся хрупкое равновесие в прилегающих экосистемах, прежде всего, в связи с дополнительным поступлением радионуклидов и тяжелых металлов в водоемы.