

УДК 553.611.6.04.078.2: 551.24: 622.361.16 (477.75)

## БЕНТОНИТЫ КРЫМА

© Сабитов А.А., Беляев Е.В.

*ЦНИИГеолнеруд, г. Казань*

*Рассмотрена минерально-сырьевая база бентонитового сырья территории Республики Крым (РК). Приведена структурно-тектоническая, формационная и минерагеническая приуроченность месторождений и проявлений, объединенных в три группы. Дана геолого-промышленная типизация бентонитовых объектов. Рекомендованы основные направления освоения и изучения минерально-сырьевой базы бентонитового сырья.*

***Ключевые слова:** бентонит, бентонитоподобная глина, месторождения, проявления, приуроченность, структурная, формационная, минерагеническая, тип, геолого-промышленный, рекомендация, Республика Крым, Россия*

Минерально-сырьевая база бентонитового сырья РК относительно масштабна и включает месторождения и проявления трех групп, различающихся хронологическими, генетическими и вещественными особенностями сырья.

В первую группу входят месторождения (Кудринское, Курцовское, Инкерманское и Мендерское) и проявления (Чернореченское, Терновское, Баштановское, Бахчисарайское, Карагачское и др.) позднемелового возраста [1], расположенные в пределах грабен-синклинальных и моноклинальных тектонических структур Горно-Крымского складчато-надвигового сооружения. В минерагеническом отношении последнее соответствует Горно-Крымской зоне [2]. Монтмориллонитсодержащие породы входят в состав сеноман-маастрихтской флишевой терригенно-известняково-мергельной формации (K<sub>2</sub>f), представленной переслаиванием мергелей, известняков, глин, алевролитов, песчаников. Мощность этих отложений колеблется от 650 до 4500 м. По современным представлениям формирование монтмориллонитсодержащих осадков происходило за счет продуктов извержения вулкана, отложившихся в пределах глубоководной части и северного борта задугового бассейна северной окраины Мезотетиса.

**Курцовское** месторождение расположено в 5 км юго-юго-восточнее г. Симферополь, на юго-восточном склоне моноклинали Второй гряды Горного Крыма. Продуктивная толща приурочена к флишевой формации ( $K_2f$ ), представленной мергелями (в нижней части глауконитовыми) и слабо сцементированными известковистыми песчаниками (базальный горизонт). Пласт бентонита залегает в глауконитовых мергелях, мощность его колеблется от 0,1 до 2,9 м и в среднем составляет 1,29 м (по данным разведки 1958-1959 гг.). Отмечено, что в направлении падения (аз.  $6-8^\circ$ ) мощность пласта увеличивается. По падению пласт прослежен на расстоянии 650 м, по простиранию (СВ) – на 1,5 км. Бентонит в разной степени известковистый, сложен кальциевым монтмориллонитом, примеси – кальцит и доломит, незначительные – кварц, глауконит, биотит, полевые шпаты, единичные зерна апатита, турмалина, опала, халцедона, пирита; причем нижняя (почти безизвестковистая) часть пласта мощностью 30-40 см (до 86 см) сложена чистым монтмориллонитом. Состав обменного комплекса (мг·экв):  $Ca^{++} - 86,0$ ;  $Mg^{++} - 14,8$ ;  $Na^+ - 0,95$ ;  $K^+ - 1,3$ ; сумма – 103,05.

Курцовский бентонит обладает большой удельной поверхностью ( $760 \text{ м}^2/\text{г}$ ), что обуславливает высокую гидрофильность, хорошие адсорбционные и каталитические свойства, резко повышающиеся после активации кислотой. Проведенные в разные годы лабораторно-технологические испытания природного и активированного кила (ИМР, г. Симферополь) указывают на возможность его использования для крекинга нефтепродуктов (в качестве катализатора), отбеливания нефтепродуктов, различных масел и жиров, поглощения паров бензола, гептана, бензина, для осветления вин, как носителя ядохимикатов, а также для приготовления формовочных смесей и буровых растворов, окомкования железорудных концентратов.

Курцовское месторождение эксплуатировалось (с небольшими перерывами) с 1932 до 1974 г. как карьером, так и наклонной штольной. Бентонит перерабатывался на помольной фабрике и использовался первоначально в производстве стирального порошка. В дальнейшем он применялся в пищевой промышленности (для оклейки вин и в производстве крахмала), литейном производстве (для формовочных смесей), буровой технике (для приготовления буровых растворов), производстве строительных материалов (керамических изделий) и др. Кроме местных потребителей, размолотый бентонит получали промышленные предприятия гг. Челябинск (электрометаллургический и абразивный заводы) и Серпухов (завод «Конденсатор»). В 1974 г. Курцовское месторождение было законсервировано с остаточными запасами категории  $A+B+C_1$  55 000 т и забалансовыми – 1 215 000 т.

Таким образом, Курцовское месторождение является источником высококачественного сырья для производства в первую очередь эффективных адсорбционных материалов и катализаторов, пригодных для крекинга и очистки нефтепродуктов, отбелики различных масел и жиров, для осветления вин и соков, в нефтехимическом комплексе, а также как наполнители и носители гербицидов и ядохимикатов в сельском хозяйстве. При возобновлении добычи следует использовать опыт прежних лет, когда добыча бентонита на месторождении производилась из штолен обратным ходом с забутовкой выбранного пространства, что обеспечивало минимальное образование отвалов вскрышных пород.

**Кудринское** месторождение бентонита расположено на правом склоне долины р. Кача в 6 км ЮВ г. Бахчисарай [3]. Пласт бентонита (рис. 2) залегает в плотных слоистых мергелях сантон-кампанского возраста флишевой формации ( $K_2f$ ). Падение пласта на северо-северо-запад под углом  $6-8^\circ$ . В юго-западной части месторождения пласт прослежен на 3,5 км, мощность 40-65 см, глубина залегания кровли 102,3 и 50,9 м (по двум скважинам). В центральной и северной частях он изучен по простиранию на 4,5 км и на 300-350 м по падению; мощность его составляет 0,1-0,5 м, глубина залегания – от 47 до 14,5 м (по 3-м скважинам).

Бентонит Кудринского месторождения является высококачественным сырьем. Предварительной разведкой 1974-1975 гг. (трест «Крымморгеология») установлено

наличие на Кудринском месторождении бентонитов щелочноземельных, щелочноземельных с повышенным содержанием натрия и щелочных. Технологические испытания показали, что первые пригодны для осветления вин только после активации содой, вторые и третьи – пригодны в естественном виде. Запасы на дату разведки составляли 376,2 тыс. т кат. С<sub>1</sub> и 220,6 тыс. т кат. С<sub>2</sub> (БЗПИ СССР на 1 января 1976г., вып. 64 «Глины адсорбционные», с. 25). В настоящее время запасы Кудринского месторождения учтены ГБЗПИ РФ, вып. 45 «Глины бентонитовые» в количестве 375 тыс. т кат. А+В+С<sub>1</sub> и 221 тыс. т кат. С<sub>2</sub> (на 01.01.2016 г.).

Сотрудниками АО НМПО «БЕНТА» совместно с учеными Крымского государственного медицинского университета им. С.И. Георгиевского и Харьковского национального фармуниверситета на основе бентонитовой глины Кудринского месторождения разработан ряд профилактических и лечебных средств, включая зубные пасты по лечению пародонтоза, косметические маски для лица и волос, противоожоговые гели, активный энтеросорбент для внутреннего применения, средства для наружного применения, в том числе для принятия ванн, и другие с торговой маркой «БЕНТА™». В 2006-2008 гг. предприятие создало и выпускало полиминеральный энтеросорбент (Крымская голубая глина «Бента») широкого оздоровляющего действия [4], а также морскую соль с бентонитовой глиной и БАД «Бента» (для внутреннего применения). В настоящее время месторождение является нелицензированным.

По информации А.Н.Хлебникова и С.В.Величко [5] запасы месторождения переоценены, оно подготавливается к разработке. Следует отметить, что кроме разведанных запасов здесь следует оценить и апробировать прогнозные ресурсы бентонита: учитывая площадь месторождения 3,5 млн м<sup>2</sup>, среднюю мощность пласта 0,4 м, среднюю плотность бентонита 1,7 т/м<sup>3</sup>, они должны составить порядка 2,4 млн т. Необходимо также отметить, что на северном продолжении площади указанного месторождения обособлено Бахчисарайское проявление с мощностью продуктивного пласта 0,2-0,3 м и мощностью вскрышных пород 17,3 м (по данным А.Н.Ладана).

В описываемую группу входит также ряд слабо изученных месторождений (Инкерманское, Мендерское) и проявлений (Чернореченское, Терновское, Баштановское, Бахчисарайское, Карагачское и др.) бентонитоподобных глин, имеющих тот же возраст, аналогичное геологическое строения и близкий вещественный состав руд.

Объекты 1-й группы относятся к щелочному (Кудринское и Инкерманское месторождения) и щелочноземельному геолого-промышленному типам. Все объекты отличаются высоким качеством сырья, некоторые из них разведаны, но только до глубин, доступных для открытой отработки.

Проявления бентонитоподобных глин 2-й группы (Межводное, Черноморское-Северное, Черноморское- Восточное, Глубокое, Оленевка) расположены в западной части Тарханкутского полуострова. В структурно-тектоническом плане указанные объекты приурочены к Тарханкутскому поднятию Скифской плиты. Проявления Некрасовское (Галюмбеевское), Мыс Фиолент (Западный), Мыс Фиолент (Восточный) локализируются в пределах Альминской впадины Скифской плиты.

Бентонитоподобные породы входят в состав киммерийско-кузальницкой континентально-морской карбонатно-терригенной субформации (альпийская верхняя молассовая формация, N<sub>1</sub><sup>3</sup>-N<sub>2</sub> mkm), сформировавшейся в режиме межгорных, краевых и периклинальных прогибов, предгорных равнин и горноскладчатых систем. В минерагеническом отношении их позиция определяется границами Западно-Крымского района Предгорнокрымской минерагенической области [2]. В геологическом плане проявления указанной группы являются слабо изученными, поэтому отнесение их к какому-либо геолого-промышленному типу затруднительно. Сырье этих проявлений условно отнесено к бентонитоподобным глинам.

Третья группа объектов представлена Камыш-Бурунским и Эльтиген-Ортельским месторождениями бентонитоподобных глин, расположенными в пределах киммерийско-альпийского Индоло-Кубанского краевого прогиба Скифской

эпигерцинской плиты. В минерагеническом отношении указанной структуре соответствует Индоло-Кубанский район Предгорнокрымской области. Бентонитоподобные глины занклского яруса плиоцена ( $N_2$ zan) входят в состав киммерий-куяльницкой континентально-морской карбонатно-терригенной субформации ( $N_1^3$ - $N_2$ mkm) межгорных краевых, периклинальных прогибов и горноскладчатых систем.

Главным отличием объектов 3-й группы является то, что они приурочены к Керченскому железорудному бассейну и локализованы в рудоносных брахисинклиналях (так называемых «вдавленных»), характеризуются полиминеральным составом глин: в них, кроме монтмориллонита, присутствуют смешаннослойные глинистые минералы, гидрослюды, каолинит [6]. По запасам сырья объекты являются крупными. Глины залегают во вскрыше железорудных месторождений, на двух из них были изучены, оценены запасы и в настоящее время учитываются в минерально-сырьевой базе Крымской республики как месторождения бентонитовых глин [5], относимых к щелочноземельному ГПТ.

**Камыш-Бурунское** месторождение расположено на Керченском полуострове в 8 км СЗ пос. Аршинцево в пределах Керченского железорудного месторождения. Слагающие месторождение отложения занклского яруса плиоцена ( $N_2$ ) залегают в Камыш-Бурунском мульде над железными рудами в виде линзовидного пласта, мощность которого в центральной части мульды достигает 55 м. В полезной толще выделяют четыре разновидности (снизу): I – глина зеленовато-серая до темно-зеленой плотная пластичная; II – глина синевато-серая пластичная жирная на ощупь, с редкими скоплениями карбонатов и гипса; III – глина серая алеврито-слюдистая; IV – глина желто-серая с синеватым оттенком плотная пластичная алеврито-слюдистая, изредка с примесью кварцевого песка и кристалликов гипса. По гранулометрическому составу все разновидности являются среднедисперсными, по катионному – щелочноземельными. По материалам Н.В. Кирсанова и др. (1971 г.) глины на 60-80% состоят из монтмориллонита и смешаннослойного глинистого минерала; примеси представлены гидрослюдой, каолинитом, бемитом, кварцем, полевым шпатом, мусковитом. Технологические свойства природных глин низкие, они применялись как формовочные в литейном производстве и как носитель ядохимикатов в виноградарстве. После кислотной активации у глин резко повышаются адсорбционные свойства и в таком виде они становятся пригодными для очистки нефтяных масел, мазута, подсолнечного масла [7].

**Эльтиген-Ортельское** месторождение расположено в 18 км юго-западнее г. Керчь. Глины занклского яруса ( $N_2$ ) залегают в виде линзовидного пласта на железных рудах, выполняя одноименную мульду. Мощность пласта 7,85-8,1 м, на периферии мульды пласт выклинивается. В глинах выделены те же разновидности, что и на Камыш-Бурунском месторождении. Глины в основном среднедисперсные, но встречаются и высокодисперсные. Катионный состав щелочноземельный, отдельные пробы показали несколько повышенное содержание катионов натрия. Результаты дифференциального термического анализа указывают на монтмориллонитовый состав глин с примесью гидроокислов железа и органики.

Лабораторно-технологическими испытаниями установлено, что глины пригодны для приготовления буровых растворов и формовочных смесей, в строительстве при производстве водонепроницаемого бетона, геосинтетических прокладок, инженерных фильтров, а также как пластификатор в производства фаянса и полуфарфора (заменитель каолиновой глины) и осветляющий агент для обработки виноматериалов. В 60-80 гг. XX в. эльтиген-ортельские глины с успехом использовались в литейном производстве Камыш-Бурунского железорудного комбината [7].

Как видно, бентонитоподобные глины обоих месторождений могут найти применение в различных отраслях промышленности и сельского хозяйства: нефтехимии, пищевой промышленности, буровой технике, литейном производстве, строительстве, керамике.

Месторождения и проявления бентонитов РК по вещественному составу относятся преимущественно к щелочно-земельному (Курцовское, Кудринское,

Эльтиген-Ортельское, Камыш-Бурунское и др.) и частично щелочному (Кудринское, Инкерманское и др.) геолого-промышленным типам.

Главным отличительным признаком месторождений щелочного геолого-промышленного типа является наличие в продуктивных залежах щелочного бентонита. Породообразующий минерал щелочного бентонита – Na- или Na-Ca-монтмориллонит – образуется, как правило, путем преобразования вулканического стекла изверженных пород под воздействием гидротермальных растворов или морской воды. Месторождения щелочного бентонита довольно редки, их запасы составляют ~14% мировых запасов бентонитового сырья. Выделяют два генетических подтипа этого ГПТ – гидротермально-метасоматический и вулканогенно-осадочный.

Месторождения вулканогенно-осадочного подтипа образуются в краевых частях платформ, прилегающих к окраинно-континентальным орогенам, на морском шельфе, вблизи вулканической суши. Рудовмещающими формациями являются морские глинисто-карбонатные, туфо-терригенные (в том числе угленосные), мергельно-глинистые, кремнисто-сланцевые формации. Возраст – от карбона до миоцена. Бентониты являются продуктом гальмиролиза вулканического стекла пеплов и туфов в условиях мелкоморья при теплом климате. Породообразующим минералом является натриевый монтмориллонит, характерные примеси – кристобалит, полевые шпаты, кварц, биотит, цеолиты, аморфный кремнезем. Пласты бентонитов имеют широкое площадное развитие, мощность варьирует от сантиметров до первых десятков метров. Запасы месторождений от мелких до крупных.

В целом структура минерально-сырьевого потенциала бентонитового сырья РК, суммарно составляющая 408 330 тыс. т, оценивается следующим образом. Наиболее изученной является I группа месторождений и проявлений с общими запасами 3114,9 тыс. т (461,2 тыс. т категории A+B+C<sub>1</sub>, 220,6 тыс. т категории C<sub>2</sub>, 1215,0 тыс. т – забалансовые, 1 218,1 тыс. т – без категории) и прогнозными ресурсами 7345 тыс. т. Наиболее крупными и хорошо изученными объектами данной группы являются Курцовское (59 тыс.т по категории A+B+C<sub>1</sub> и 1215 тыс. т без категории) и Кудринское (376,2 тыс. т по категории A+B+C<sub>1</sub> и 220,6 тыс. т – забалансовые). Менее изучены месторождения 3 группы, запасы которых оценены без категорий в количестве 198 935 тыс. т, из них 150 335 тыс т составляют запасы Камыш-Бурунского месторождения и 48 600 тыс. т – Эльтиген-Ортельского. Слабой изученностью характеризуются объекты 2 группы, подсчет запасов и оценка прогнозных ресурсов которых не проводились.

Анализ информации о бентонитовом сырье территории РК показал, что степень изученности месторождений и проявлений весьма различна, исследования проведены более полувека назад по устаревшим в настоящее время методикам и техническим требованиям. Исходя из этого, необходимо провести переоценку бентонитовой сырьевой базы РК, выделить перспективные объекты и рекомендовать постановку геологоразведочных работ для уточнения запасов и апробации прогнозных ресурсов (проявлений и площадей) с доизучением качества сырья (на месторождениях с разведанными и оцененными запасами).

На данном этапе изученности наиболее перспективными являются объекты I группы, в первую очередь Курцовское, Кудринское, Инкерманское месторождения и Бахчисарайское проявление. Данные объекты рекомендуются для включения в программу лицензирования с целью геологического доизучения, уточнения запасов и апробации прогнозных ресурсов, углубленных аналитико-технологических исследований. Технологическое изучение должно быть направлено на установление возможности использования сырья для производства буровых растворов, косметических средств, осветления соков и вин, в качестве мелиорирующего сорбента и кормовых добавок для животных. Доизучение и переоценка промышленных объектов должны проводиться с учетом современных технологий переработки, что позволит выделить новые технологические сорта и расширить диапазон использования этого ценного сырья.



Особое внимание необходимо уделить Курцовскому месторождению. Большая часть его запасов отнесена к забалансовым из-за большой мощности вскрыши (~100 м), сырье в них изучено недостаточно. Оценка его качества позволит перевести забалансовые запасы в промышленные и рекомендовать подземную разработку как наносящую минимальный ущерб экологии.

Для геологической и аналитико-технологической переоценки также могут быть рекомендованы месторождения 3 группы – Эльтиген-Ортельское и Камыш-Бурунское. Необходимо проведение геологической переоценки запасов и углубленных аналитико-технологических исследований с целью определения возможности использования сырья для окомкования железорудных концентратов, изготовления различных формовочных смесей, производства промывочных буровых растворов, осветления соков, виноградных и фруктовых вин, виноматериалов, в качестве мелиорирующего сорбента.

Слабая изученность и небольшие параметры рудных тел бентонитовых объектов второй группы не позволяет на данном этапе рекомендовать их для постановки геологоразведочных работ.

Приведенные материалы по минерально-сырьевой базе бентонитового сырья Республики Крым позволяют сделать следующие выводы:

1. Месторождения и проявления бентонитов и бентонитоподобных глин РК с суммарными запасами в количестве 3114,9 тыс. т и прогнозными ресурсами – 7345 тыс. т представляют надежный потенциал для обеспечения потребностей нефтегазодобывающей и нефтеперерабатывающей отраслей промышленности, черной металлургии, литейного дела, строительной индустрии и агропромышленного комплекса.
2. Для освоения и дальнейшего изучения МСБ бентонитового сырья РК в первую очередь необходимо лицензирование Кудринского и Курцовского месторождений с целью геологического доизучения, переоценки запасов и прогнозных ресурсов, углубленных технологических исследований бентонитов и последующей эксплуатации объектов.
3. Для обеспечения нефтебуровых работ порошками для буровых растворов рекомендуется вовлечение в эксплуатацию Эльтиген-Ортельского месторождения бентонитоподобных глин. Эти глины даже в природном виде пригодны для производства буровых глинопорошков, а модификация с применением современных технологий позволяет резко повысить их качество. Бентонитоподобные глины Эльтиген-Ортельского и Камыш-Бурунского месторождений могут быть использованы для снабжения литейного производства предприятий гг. Симферополь и Керчь связующим формовочных смесей. Необходимо доизучение технологических свойств глин и разработка технологий их модификации для получения кондиционных формовочных глинопорошков.
4. Высокое качество крымских бентонитов вызывают необходимость постановки ревизионно-поисковых и поисковых работ с целью локализации и оценки прогнозных ресурсов с проведением углубленных технологических исследований в пределах полосы развития верхнемеловых отложений в Бахчисарайском и Симферопольском районах РК.
5. Эксплуатация промышленных объектов должна производиться с минимальным ущербом для экологии и уникальной природы Крыма, преимущественно подземным способом добычи без создания отвалов вскрышных пород.
6. Освоение и расширение минерально-сырьевой базы бентонитов Республики Крым будет способствовать развитию нефтегазодобывающей и нефтеперерабатывающей отраслей промышленности, черной металлургии, литейного дела, строительной индустрии и агропромышленного комплекса (виноградарство и виноделие) региона.

### Литература

1. *Аксенов Е.М., Беляев Е.В., Садыков Р.К.* Минерально-сырьевой потенциал твердых полезных ископаемых Крымского федерального округа // Разведка и охрана недр, 2015. № 9. С. 38-46.
2. *Беляев Е.В., Антонов В.А.* Минерагеническое районирование Крымско-Кавказского региона на неметаллы // Современные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии Северного Кавказа. Том V. Коллективная монография / Под ред. Керимова И.А., Широковой В.А. Грозный: Грозненский рабочий, 2016. С. 30-34.
3. *Садыков Р.К., Беляев Е.В.* Нерудные полезные ископаемые для социально-экономического развития Бахчисарайского муниципального района Республики Крым // Промышленные минералы: проблемы прогноза, поисков, оценки и инновационные технологии освоения месторождений. Материалы Международной научно-практической конференции. (9-13 ноября 2015 г.). Казань: Издательский дом Казанская недвижимость, 2015. С. 279-282.
4. *Буглак Н.П., Тарасенко В.С., Мирошниченко Н.В.* Возможность использования природного адсорбента «Бента» (Бентонит) в лечении и профилактике хронических интоксикаций ионами тяжелых металлов // Крымский терапевтический журнал, 2010. № 2. Т. 2. С. 337-339.
5. *Хлебников А.Н., Величко С.В.* Минерально-сырьевая база Крымского федерального округа // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. № 3. 2014. С. 17-31.
6. *Лебедев Ю.С.* Рентгенометрическое изучение глинистых минералов Керченского железорудного месторождения // Тезисы Первого совещания по рентгенографии минерального сырья. Киев, 1959.
7. Обзор месторождений бентонитов УССР. Трест «Днепрогеология». Харьков, 1971. 142 с.