

СОСТОЯНИЕ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ НЕТРАДИЦИОННОГО АГРОХИМИЧЕСКОГО СЫРЬЯ В БЕЛАРУСИ

В.Е. Бордон¹, А.В. Матвеев²

1 – Государственное предприятие "БелНИГРИ" Минприроды РБ
220141, ул. Курпевича, 7, г. Минск, Республика Беларусь

2 – Институт природопользования НАН Беларуси
220114, ул. Ф. Скорины, 10, г. Минск, Республика Беларусь

Дана характеристика минерально-сырьевой базы агроруд – фосфатного сырья и глауконитов. Показаны возможности ее расширения и промышленного использования.

Оценка состояния минерально-сырьевой базы (равно как и разработка поисковых критериев) нетрадиционных для республики видов агрохимического сырья, таких, как фосфориты и глаукониты, производилась с учетом современных реалий и на основе детального анализа и обобщения серии рабочих количественных литологических, литолого-фациальных, палеоландшафтно-геохимических, структурных и других карт и изучения разрезов скважин, исследованных с помощью разных видов анализа (спектральный, химический, минералогический и др.).

Фосфориты. В настоящее время в республике выявлено четыре месторождения (проявления) потенциального фосфатного сырья желвакового геолого-промышленного типа: Мстиславльское, Лобковичское, Ореховское и Приграничное [2]. Желваковые фосфоритовые руды представляют собой труднообогатимое фосфатное сырье и эксплуатируются в Европейской России на Егорьевском, Вятско-Камском и Полпинском месторождениях (табл. 1). Наиболее близкий аналог белорусских фосфоритов – руда Полпинского месторождения, содержащая в среднем 6 % P_2O_5 . Она перерабатывается на Брянском фосфоритовом заводе по схеме, включающей промывку, дробление и флотацию исходной руды. Получаемый товарный продукт (фосфоритная мука III сорта) содержит 19 % P_2O_5 при извлечении 78–80 % пятиоксида фосфора из исходной руды.

В развитых странах Европы (Великобритания, Дания, Ирландия и др.) также добываются бедные фосфоритовые руды желвакового типа на небольших месторождениях местного значения [3].

Месторождение Мстиславльское расположено на северной и северо-восточной окраине

районного центра г. Мстиславль Могилевской области в междуречье Сожа и Вихры. Оно вытянуто с севера на юг на 18 км, с запада на восток на 10–12 км. Железная дорога Орша-Кричев проходит в 12 км западнее.

Месторождение Лобковичское расположено в 20 км южнее г. Мстиславль на территории Кричевского района Могилевской области в окрестностях дер. Лобковичи. Оно вытянуто с севера на юг на 17–19 км, а с востока на запад простирается на 21 км. Железная дорога Орша-Кричев пересекает площадь месторождения.

Месторождение Ореховское расположено на территории Дрогичинского района Брестской области вблизи дер. Радостов. Железная дорога Гомель–Брест проходит в 25 км севернее месторождения. Оно представлено тремя обособленными рудными залежами размером по простиранию 4–9 км при ширине 1,0–1,5 км. Расстояние между ними 6,5–8,5 км. Площадь месторождения в пределах двух наиболее крупных залежей – Ореховской и Восточной – 52,8 км².

Месторождение Приграничное расположено в Малоритском районе Брестской области вблизи границы с Украиной и в 3–4 км южнее дер. Новолесье. Железная дорога Брест–Ковель проходит в 8 км северо-восточнее месторождения. Оно представлено одной рудной залежью, вытянутой в субширотном направлении на 5 км при ширине около 1 км. Площадь залежи ~ 6,0 км².

По геологическому строению месторождения Мстиславльское и Лобковичское идентичны. Фосфоритовые руды приурочены к сеноманскому ярусу верхнего мела. По литологическим признакам в продуктивной толще выделяются два горизонта.

Нижний горизонт охватывает три фации фосфоритоносных отложений.

Таблица 1. Основные геолого-промышленные типы месторождений фосфоритовых руд желвакового типа

| Геолого-промышленный тип, подтипы (Т) месторождений | Геолого-промышленный тип руд, подтипы (Т), минеральные типы (МТ) | Содержание в рудах, % | | Технологические свойства руд, попутные компоненты | Форма и размеры рудных тел; запасы, млн т P ₂ O ₅ | Условия залегания | Бассейны, районы (месторождения) |
|---|---|-------------------------------|--|---|---|--|---|
| | | P ₂ O ₅ | Вредных примесей (Fe ₂ O ₃) | | | | |
| Желваковые руды Т. егорьевский | Желваковый Т железистый; МТ: кварц-глауконитовый | 7,0–18,0 | 5–13 | Весьма труднообогатимые; фтор, иногда стронций | Выдержанные пласты мощностью 0,3–0,8 м, иногда до 2 м, большой протяженности; 10–30, иногда до 100 | Залегание пологое или горизонтальное, редко единичные нарушения типа сбросов или вбросов | Волжский (Вятско-Камское, Егорьевское и др.) |
| Т. чилисайский | Т. маложелезистый МТ: кварцевый, глауконово-кварцевый | 5–13 | до 4 | Труднообогатимые; фтор, иногда стронций, редкоземельные, уран | Выдержанные пласты мощностью 0,4–1,0 м, большой протяженности; 5–20, иногда до 50 | | Актюбинский, Днепровско-Донецкий (Чилисайское, Полпинское и др.), Лобковичское, Мстиславльское, Ореховское (Беларусь) |
| Галечниковые руды (фторидский) | Галечниковый; МТ: глинисто-кварцевый | 5–20 (в гальках 30–34) | до 3,5–4,0 | Легкообогатимые; фтор, иногда редкоземельные, стронций | Пластообразные (прибрежно-морские) и лентовидные (вдоль речных палеодолин) залежи мощностью до 10 м, протяженностью 10–50 иногда до 100 | Пологое и горизонтальное | Флорида (США) |
| Руды кор выветривания | Вторичные руды; МТ: глинисто-железистые, карбонатно-глинисто-железистые | 14–30 | до 10 | Весьма трудно и труднообогатимые; иногда уран | Залежи неправильной формы мощностью до 100 м и более и протяженностью до нескольких километров; 5–10, иногда 25–35 | Залегание определяется топографией поверхности пород субстрата | Алтае-Саянский (Телекское, Обладжанское и др.) |

1. Фация мелкозернистых кварцево-глауконитовых песков с желваками фосфоритов (нижний слой). Пески темно-серые мелкозернистые, глинистые с маломощными прослойками среднезернистых и крупнозернистых песков, содержащие крупные зерна кварца и фосфорита. Желваки фосфоритов либо рассеяны, либо залегают в виде песчано-желвачного материала. Желваки темно-серые до черных. Относительное содержание в песчаной толще колеблется от 20 до 40 %. Средний диаметр 1–2 см.

2. Фосфоритная фация (средний слой) представлена желваками фосфоритов, фосфоритной плитой и песчано-желвачным материалом. Обычно желваки фосфоритов образуют прослои, часто они сцементированы в сплошной слой мощностью до 0,15–0,20 м и образуют так называемую фосфоритную плиту.

Среди вмещающих кварцево-глауконитовых песков встречаются слои песчано-желвакового материала с содержанием 20–80 % фосфоритных желваков. Наиболее полно фосфоритовая фация представлена в разрезе, вскрытом скв. 169 на месторождении Мстиславль (табл. 2).

3. Фация мелкозернистых кварцево-глауконитовых песков залегает выше фосфоритовой и представлена толщей темно-серых и зеленовато-серых мелкозернистых песков с несколько большим содержанием фосфоритных желваков, чем в аналогичных песках, подстилающих средний, максимально продуктивный слой.

Верхний горизонт представлен запесоченным мелом или "суркой", а также карбонатными мелкозернистыми песками. Содержание желваков в "сурке" незначительно – от отдельных включений до 15 %.

Таблица 2. Разрез скважины № 169

| Номер слоя | Наименование породы | Глубина залегания, м | | Мощность, м | Содержание P_2O_5 , % |
|------------|---|----------------------|-------|-------------|-------------------------|
| | | от | до | | |
| 1 | Песчано-желвачный материал с 53,5 % желваков фосфоритов | 45,75 | 45,95 | 0,2 | 9,85 |
| 2 | Фосфоритовая плита | 45,95 | 46,03 | 0,08 | 18,56 |
| 3 | Песчано-желвачный материал с 76,9 % желваков фосфоритов | 46,03 | 46,25 | 0,22 | 12,98 |
| 4 | Желваки фосфоритов | 46,25 | 46,35 | 0,1 | 17 |
| 5 | Фосфоритовая плита | 46,35 | 46,4 | 0,05 | 15,03 |
| 6 | Песчано-желвачный материал с 66,6 % желваков фосфоритов | 46,4 | 46,7 | 0,3 | 10,84 |
| 7 | Песчано-желвачный материал с 24,5 % желваков фосфоритов | 46,7 | 46,8 | 0,1 | 4,59 |

Продуктивная фосфоритоносная толща сеноманского яруса в пределах большей части месторождения Мстиславльское трансгрессивно залегает на доломитизированных известняках и доломитах франского яруса верхнего девона. В южной части этого и на Лобковичском месторождении фосфоритоносные отложения подстелено песчано-глинистыми породами верхней юры. Перекрыты фосфоритоносные сеноманские отложения мергельно-меловыми породами туронского яруса верхнего мела. Выше по разрезу залегают пески киевской свиты верхнего эоцена и песчано-глинистые отложения ледниковой формации антропогена.

Месторождения Ореховское и Приграничное приурочены к основанию глауконитово-терригенной формации верхнего эоцена, которая трансгрессивно залегает на мергельно-меловой толще или глинистой коре выщелачивания коньякского (месторождение Ореховское) и кампанского ярусов (месторождение Приграничное).

В их геологическом строении принимают участие два основных горизонта. Первый представлен глинистой корой выщелачивания мергельно-меловых пород, содержащей редкие желваки фосфоритов, обломки кремней и белые пелитоморфные включения вторичных фосфоритов.

Второй – продуктивный песчано-желвачный слой, представленный мелкозернистыми глауконитово-кварцевыми песками, в которых средневзвешенное содержание желваков фосфоритовых песчаников достигает 49,18 % (Ореховское месторождение) и 38,83 % (Приграничное).

Перекрываются продуктивные отложения толщей мелкозернистых глауконитово-кварцевых песков, выше которых залегают разномерные пески с прослоями супесей и суглинков четвертичного возраста.

В 1967–1969 гг. на месторождениях Мстиславль и Лобковичи была проведена предварительная разведка [1]. Плотность разведочной сетки

для площади с мощностью вскрыши до 40 м – 400–500 · 950–1800 м. На участках с мощностью вскрыши более 40 м скважины пробурены по сетке 1000 · 2500 и более. На Мстиславльском месторождении пробурено 111 скважин, на Лобковичском – 161. Для отбора технологических проб пробурено 14 скважин большого диаметра. Средний выход керна по рудоносной толще составляет 85,65 % при колебании от 20 до 100 %. В большинстве скважин выполнен комплекс геофизических исследований, включающих радиоактивный и электрический каротаж.

На месторождениях Ореховское и Приграничное произведены поисково-оценочные работы в 1986–1991 гг. [2]. Скважины пробурены по прямоугольной сетке 0,8–1,0 · 1,2–1,5 км.

На Мстиславльском и Лобковичском месторождениях подсчет запасов выполнен по результатам предварительной разведки. Оконтуривание произведено по выработке с содержанием P_2O_5 – 5 %. Запасы на площадях с мощностью вскрыши до 40 м отнесены к категории C_1 , больше 40 м – к категории C_2 . Распределение геологических запасов приведено в табл. 3.

При определении извлекаемых запасов величина потерь и разубоживания рассчитывается на основании анализа проектов разработки аналогичных месторождений. На описываемых объектах они составляют соответственно 6 и 14 %. В табл. 4 приведены запасы руды в контурах карьера с разной мощностью вскрыши.

Запасы руды на Мстиславльском месторождении с мощностью вскрыши менее 30 м составляют 22,13 млн т, т. е. при минимально допустимом сроке существования горно-добывающего предприятия (обычно – 15–20 лет), эти запасы обеспечат производство всего лишь 100 тыс. т концентрата в год.

Месторождение Ореховское. Запасы руды, отнесенные к категории C_2 , подсчитаны на площади 25,7 км². Они составляют 84,6 млн т (5,0

Таблица 3. Сводная таблица запасов

| Месторождение | Запасы фосфоритов, млн т | В том числе, млн т | | | |
|----------------|--------------------------|------------------------|------------------|--------------------------|--|
| | | В контурах разра-ботки | В охранных зонах | Потери в бортах карьеров | Запасы в зонах с мощ-ностью вскрыши, превы-шающей принятую |
| Мстиславльское | 180,1 | 83,7 | 46,1 | 23,7 | 26,6 |
| Лобковичское | 245,4 | 152,7 | 20,4 | — | 72,3 |

млн т 100 % P_2O_5). Прогнозные ресурсы категории P_1 в пределах наиболее крупных залежей подсчитаны на площади 27,0 км² и составляют 76,7 млн т (4,3 млн т 100 % P_2O_5). Всего по категориям $C_2 + P_1$ на двух залежах – Ореховской и Восточной сконцентрировано – 161,5 млн т фосфоритовой руды (9,3 млн т 100 % P_2O_5). Суммарные ресурсы и запасы в пределах всех выявленных залежей на Ореховском месторождении, подсчитанные на площади 115,4 км², составляют 229,3 млн т руды (13,6 млн т 100 % P_2O_5). Для расчетов в ТЭС приняты запасы руды по категории C_2 69,5 млн т, запасы и ресурсы категории $C_2 + P_1$ – 131,5 млн т или 8 млн т 100 % P_2O_5 , при средневзвешенном содержании P_2O_5 6,1%. Годовая производительность руды для карьера Ореховский принята в количестве 2,0–3,0, Восточный I – 1,5–2,0, Восточный II – 1,5 млн т.

Месторождение Приграничное. Запасы (ресурсы) руды по категориям $C_2 + P_1$ в целом по месторождению подсчитаны на площади 5,9 км² в количестве 19,2 млн т. В том числе запасы категории C_2 составляют 10,7 млн т при средневзвешенном содержании P_2O_5 6,43 %. Запасы (ресурсы) 100 % P_2O_5 по месторождению составляют 1,24 млн т, в том числе по категории C_2 – 0,7 млн т. Кроме четырех описанных месторождений известен ряд рудопроявлений фосфоритов (Волковыское, Кричевское, Бобруйское и др.). Большая часть из них связана с отторженцами отложений мела.

Глаукониты. Глауконит – водный алюмосиликат железа. Анализы белорусских глауконитов разного возраста показали, что он, в основном, состоит из кремнезема (48–60 %), глинозема (до

25), окислов железа (до 38), калия (до 8 и выше) и магния (до 4,5–5) и воды (до 15 %).

Среднее содержание петрогенных элементов в песках глауконитово-кварцевого состава колеблется в таких пределах, %: Si – 25–40 от массы, Ti – 0,3–0,8; Al – 2,5–9; суммарное Fe – 2–5; Mn – 0,01–0,04; Ca – 1–1,8; Mg – 0,3–1,3; Na – 0,12–0,15; K – 1,5–2,5; P – 0,03; S – 0,2–1,3; Сорг – 0,3–1,3 от массы. Микроэлементный состав (средний или фоновый) показан в табл. 5.

Глаукониты в составе глауконитовых формаций сеноманского яруса верхнего мела зафиксированы в виде мелких (0,15–0,5 мм) округлых зерен, реже – кристалликов, окрашенных в зеленый цвет различных тонов. Генетически глауконитовые образования связывают с химическим осаждением на дне мелководных морей.

Палеогеновые (в основном харьковские) и сеноманские (верхнемеловые) кварцево-глауконитовые пески в некоторых районах на юге Беларуси залегают достаточно близко от поверхности. Например, обширные обнажения харьковских песков известны по Днепру близ Лоева, в обрывах обоих берегов Ипути, в долине Сожа и в Бобруйском и Добрушском районах Гомельской области.

Наибольшие и доступные для открытой разработки залежи глауконитово-кварцевых песков по правому берегу Днепра, протягивающиеся от г. п. Лоев до дер. Страдубка. Это давно известные и хорошо изученные обнажения в обрывах правого берега Днепра у г. п. Лоев и выше по течению у дер. Переделка, Страдубка, Соловьев Хутор, мощностью до 20 м; обнажения у дер. Шерстин, Старая Каменка, Юрковичи, Чонки в долине Сожа, а также у северо-восточной окраины г. Добруша, у дер. Вылево, Демьянки, Первомайское, Перевоз в долине Ипути; возле г. Мстиславль в долине Вихры; севернее г. Чаусы в долине Баси; южнее г. п. Климовичи в долине Лобжанки, южнее дер. Горы в долине Палуца; южнее дер. Михиничи и Будище в долине Колпиты; южнее дер. Светиловичи в долине Беседи; южнее дер. Нисимковичи в долине Покоти. Разработка глауконитовых пород из перечисленных обнажений в связи с экологическими

Таблица 4. Запасы фосфоритовых руд в контурах карьеров, млн т

| Месторождение | Мощность вскрыши, м | | | |
|----------------|---------------------|--------|-------|--------|
| | 40 | 50 | 60 | 60 |
| Мстиславльское | 44,23 | 93,2 | 119,9 | — |
| Лобковичское | 20,43 | 132,26 | 152,7 | 225,28 |

Примечание: 1 – Запасы определены при содержании 5 % P_2O_5 ; 2 – на Мстиславльском месторождении за-проектировано 11 карьеров с мощностью вскрыши 40 и 50 м, а на Лобковичском – 13 карьеров – 50 и 60 м.

Таблица 5. Фоновое содержание (Me) микроэлементов в глауконитово-кварцевых песчано-алевритовых породах палеогена Беларуси, % от массы (410 определений)

| Элемент | Me | Элемент | Me |
|---------|-------|---------|--------|
| Ni | 0,003 | Cu | 0,005 |
| Co | 0,001 | Yb | 0,0005 |
| V | 0,01 | Y | 0,003 |
| Mn | 0,015 | Be | 0,0001 |
| Ti | 0,4 | Ga | 0,0005 |
| Cr | 0,005 | Sr | 0,02 |
| Pb | 0,001 | Sn | следы |
| Zr | 0,07 | Ba | 0,01 |

причинами возможна лишь в ограниченном количестве. Они имеют местное значение.

Кроме того, глауконитово-кварцевые пески обнажаются в действующих меловых карьерах возле пос. Красносельский и дер. Пески в Волковысском и Мостовском районах, дер. Порозово в Свислочском районе Гродненской области, дер. Грандичи возле г. Гродно, пос. Самойловичи в Березовском районе Брестской области и др., где глауконитовые породы ежегодно в значительных количествах уходят в отвалы. На указанных месторождениях глауконитсодержащие породы сеноманского возраста перекрываются меловыми залежами на глубине от 3–4 до 8–10 м. Мощность прослоев изменяется от 1–1,2 до 6,5 м, а в некоторых случаях достигает 30 м и более. Содержание глауконита достигает 50 %, оксида калия – до 4–4,5 %.

Видимо, к промышленной разработке, кроме естественных обнажений следует рекомендовать, т. е. включать в контур прогноза залежи, глауконит-кварцевых песков в действующих меловых карьерах и в пределах площади развития фосфоритов, где возможна попутная добыча глауконита. Это касается верхнемеловой, в основном, сеноманской глауконит-кварцевой формации.

Что касается палеогеновой формации, то промышленная добыча глауконита может быть рентабельной на участках их неглубокого залегания,

где возможна разработка открытым способом или при попутной разработке других полезных ископаемых (янтарь, уголь, россыпи, цеолиты и другие).

Предварительно выделено несколько таких перспективных участков.

Рекомендации по аналогичным площадям имеются в ряде производственных и научных отчетов (Л.И. Матрунчик, В.Е. Бордон, В.А. Вечер, Л.И. Мурашко и др.). Их анализ и наши исследования позволят дать прогнозную оценку такого агросырья, как глаукониты, в республике.

Глауконитовое сырье для Беларуси – нетрадиционный вид полезных ископаемых. Его промышленная разработка никогда не осуществлялась; балансовые запасы, категории, стоимостные оценки добычи не подсчитывались, месторождения не разведывались. Исключением служит единственное в республике (предварительно разведанное еще в 1936 г.) месторождение глауконит-кварцевых песков с прогнозными ресурсами в 15–18 млн т, расположенное в районе г. п. Лоев с содержанием глауконита 5,5–19,0 %.

Тем не менее, запасы глауконитсодержащих пород, которые могут быть использованы как в естественном состоянии, так и после обогащения, практически неограничены (сотни миллионов тон). Этот вид минерального сырья относится к категории повсеместно распространенного на юге и юго-востоке Беларуси. Глауконит-кварцевые отложения слагают сеноманский ярус верхнего мела и каневскую, бучакскую, киевскую и харьковскую свиты палеогена.

При этом ближе всего к поверхности размещены палеогеновые породы. Они представляют наибольший практический интерес.

Исследования проведены при поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований.

Поступила 13.09.2012.

1. *Баришевский С.А.* Твердые полезные ископаемые БССР – Минск, 1970. – С. 94–97.
2. *Ермоленко В.А., Бордон В.Е.* Белорусские агроруды // Геология, экономика, экология. – Минск, 1993. – 183 с.
3. *Шубаков Г.Н.* Ресурсы фосфоритовых руд местного значения: обзор ВИЭМС. – М., 1990. – 26 с.

Бордон В.Е., Матвеев А.В. Стан мінерально-сировинної бази нетрадиційної агрохімічної сировини в Білорусі. Дана характеристика мінерально-сировинної бази агроруд – фосфатної сировини і глауконітів. Показані можливості її розширення й промислового використання.

Bordon V., Matveev A. The State Of Source Of Raw Materials Of Untraditional Agricultural Chemistry Raw Material In Byelorussia. The given description of source of raw materials of agricultural ore – phosphates raw material and glauconitic. The shown possibilities of its expansion and industrial use.