

Lyubetskaya T., Korenaga J. Chemical composition of earth's primitive mantle and its variance // *Journal of Geophysical Research.* 2007. Vol. 112. P. 1–21.

Zindler A., Hart S. Chemical geodynamics // *Annual Review of Planetary Sciences.* 1986. Vol. 14. P. 493–571.

С. С. Манкевич, Т. М. Миненкова

*Филиал «Институт геологии» государственного предприятия
«НПЦ по геологии», г. Минск
sjarheimankevich@gmail.com*

**Литолого-петрографические особенности базальтов и туфов
месторождения Новодворское (Беларусь)
(научный руководитель к.г.-м.н. О. Ф. Кузьменкова)**

Новодворское месторождение базальтов расположено в пределах южной части Пинской поисковой площади, которая занимает около 40 км² в Пинском районе Брестской области (Беларусь). В тектоническом отношении оно расположено на восточном склоне Полесской седловины и приурочено к траппам крупной Вольинско-Брестской магматической провинции. Породы трапповой формации, относимые к ратайчицкой свите вольинской серии и малоритскому комплексу нижнего венда, в разное время изучали белорусские геологи А. С. Махнач, Н. В. Веретенников, О. Ф. Кузьменкова и др. [Махнач и др., 1970; Кузьменкова, 2009]. В плане месторождение имеет форму неправильного четырехугольника размером 1.7×0.8 км. К полезной толще отнесены базальты, лавобрекчии, долериты, интрузивные брекчии, туфы и туффиты. Общая мощность полезного ископаемого в пределах месторождения варьирует от 43.2 м до 53.3 м [Кузьменкова и др., 2017].

В работе рассмотрены породы ратайчицкой свиты: базальты и туфы верхней вулканогенной толщи и туффиты и туфопесчаники нижней. Цель работы – определение литолого-петрографических особенностей пород месторождения базальтов Новодворское. Фактический материал представлен керном 12 скважин. Породы исследованы методами оптической микроскопии, рентгеноструктурного (дифрактометр ДРОН-3, Си анод рентгеновской трубки, аналитик Л. П. Евстратенко) и рентгенофлюоресцентного (волнодисперсионный рентгенофлюоресцентный спектрометр Axios, PANalytical, БГТУ, аналитик В. М. Кононович) анализов. При написании работы использованы фондовые материалы [Качанко и др., 2017ф].

Базальты толшевые темно-серого до черного цвета характеризуются скрыто-тонкозернистой, массивной, часто с раковистым изломом, текстурами. Породы сложены плагиоклазом (андезин-лабрадор An_{38–52}) (45–55 %) и моноклинным пироксеном (авгитом, в меньшей степени, пижонитом), содержание которого составляет около 25–30 % от объема породы. Рудные минералы (титаномагнетит, ильменит) содержатся в значительном количестве и составляют около 8–10 % от объема породы. Вулканическое стекло (1–5 %) разложено и часто включает игольчатые кристаллиты рудного минерала. Характерная особенность базальтов – присутствие окристаллизованного позднемагматического хлорофеита грязно-зелено-

вато-бурой окраски, изотропного либо двупреломляющего, часто имеющего двупреломляющую кайму с радиально-лучистым строением. В незначительном количестве присутствуют цеолиты (анальцим, морденит, клиноптилолит). Структура базальтов интерсерральная либо толеитовая.

Базальты принадлежат к подотряду нормально-щелочных пород с калиево-натриевым типом щелочности ($\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O} = 1.2\text{--}3.0$) [Петрографический..., 2008]. Химический состав пород представлен в таблице. Для них характерно значительное количество SiO_2 (см. табл.), пограничное для данного типа пород [Кузьменкова, 2009].

Базальты толеитовые измененные, в том числе окварцованные, распространены в коре выветривания базальтовых покровов, в краевых частях потоков, а также в зонах разломов и обладают признаками наложенных вторичных изменений. Породы характеризуются массивной, комковатой, брекчиевой текстурами и, как правило, миндалекаменные. Миндалины разнообразных форм и размеров (до десяти сантиметров в диаметре). Окраска пород зеленовато-серая, темно-серая, вишнегато-темно-серая. Вторичная, часто многостадийная, минерализация пород проявлена в хлоритизации, цеолитизации, глинизации, карбонатизации, сульфидизации и др. Структура измененных базальтов апотолеитовая, апоинтерсерральная, у гиалобазальтов – апогиалиновая, гиалопилитовая. Минеральный состав широко варьирует в зависимости от степени изменения и характера наложенной минерализации. Содержание плагиоклаза – 10–50 %; моноклинного пироксена, в различной степени хлоритизированного, – 0–20 %; рудного минерала (титаномагнетит, ильменит) – 8–10 %. Для измененных базальтов характерно присутствие сапонита и монтмориллонита (5–

Т а б л и ц а

Средний химический состав пород месторождения базальтов Новодворское по данным РФА, мас. %

	Базальт толеитовый (n = 11)	Базальт толеитовый измененный (n = 40)	Туф (n = 14)	Туф доломитизированный (n = 43)	Туффит (n = 15)	Туффит доломитизированный (n = 9)	Туфо-песчаник (n = 5)
SiO_2	51.85	49.99	51.79	51.89	54.35	53.45	53.66
Al_2O_3	14.37	13.46	13.71	14.05	14.74	14.87	14.95
TiO_2	2.11	2.34	2.08	2.08	1.71	1.75	1.38
Fe_2O_3 общ	15.76	16.63	17.20	15.77	13.03	13.14	10.77
MgO	5.12	8.42	9.87	9.63	9.23	9.33	10.68
MnO	0.21	0.15	0.10	0.15	0.10	0.12	0.22
CaO	7.12	5.16	1.83	2.72	1.97	2.65	2.91
P_2O_3	0.48	0.45	0.21	0.20	0.20	0.20	0.17
Na_2O	2.22	1.63	0.20	0.21	0.26	0.24	0.25
K_2O	1.07	1.75	2.94	3.18	4.40	3.99	4.96
$\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$	3.29	3.53	3.14	3.41	4.65	4.25	5.21
SO_3	0.03	0.07	0.04	–	0.02	0.03	0.05
п.п.п.	2.2	5.5	10.61	11.10	8.43	9.56	10.50

30 %), клиноптилолита и морденита (до 7 %), хлоритизированного вулканического стекла и хлорофеита (до 20 %), хлорита (3–20 %) и гидрослюды (0–10 %). Незначительно содержание кальцита, каолинита, пирита. Содержание кварца может достигать 10 %.

Относительно толеитовых базальтов, измененные толеитовые базальты содержат меньше SiO_2 (49.99 мас. %), Al_2O_3 (13.46 мас. %) и CaO (4.88 мас. %) и больше TiO_2 (2.34 мас. %), $\text{Fe}_2\text{O}_{3\text{общ}}$ (16.63 мас. %) и MgO (8.42 мас. %) (см. табл.). Это согласуется с минеральным составом наложенных вторичных изменений. Суммарное содержание $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ в измененных базальтах широко варьирует (1.94–7.07 мас. %), что является следствием хлоритизации, глинизации, цеолитизации и карбонатизации. Породы имеют высокие значения потерь при прокаливании (от 2.12 до 11.56 мас. %), что отражает присутствие в составе смектитов, иллитов, цеолитов и карбонатов.

Туфы базальтовые витро-литокластические и лито-витрокластические имеют серо-бурую до вишнево-бурой окраску, реже прослоями и пятнами встречается зеленовато-серая окраска пород. Размерность туфов алевритовая и пелито-алевритовая, реже – мелкопсаммитовая. Литокласты представлены базальтовой лавой и гиалобазальтами, содержание витрокласт сапонитизированного вулканического стекла составляет 20–70 %. Породы содержат до 10 об. % гематита, 0–5 об. % доломита и глинистые минералы (монтмориллонит, сапонит 10–40 об. %; гидрослюда 0–10 об. %; каолинит 0–5 об. %; хлорит 0–5 об. %). Текстура пород тонко-горизонтально-слоистая, редко отмечается косая и клиновидная слоистость, при этом мощность слоев не превышает первые миллиметры. Слоистость подчеркивается размерностью частиц и сменой окраски. Угол наклона слоистости относительно оси зерна может составлять до 10–15°. В экзоконтактовых зонах с субвулканическими телами малоритского комплекса туфы принимают закаленный облик и имеют массивную, комковатую текстуру. Часто проявлены нодулярные текстуры вулканогенных обломочных пород за счет наличия в их цементе белесых либо кремневых шарообразных стяжений доломита размером от первых миллиметров до 1.5 см в диаметре. В доломитизированных туфах и туффитах значимых отличий по химическому составу не выявлено (см. табл.). Количество нодул варьирует от 1–2 до 20 об. %, нодулярные текстуры приурочены к зонам трещиноватости в породах и разломным зонам. Цемент базального и порово-базального типа, глинистый или карбонатно-глинистый, в составе цемента преобладает монтмориллонит, гидрослюда, доломит; цеолиты редки.

От нижележащих туффитов туфы отличаются по количеству нормально-осадочного материала (кварца, полевых шпатов, реже – слюды): 0–10 % в туфах и 10–50 % (в среднем, 20–25 %) в туффитах. Как правило, породы отличаются макроскопически, но трудно диагностируются, если нижележащие туффиты имеют тонкую алевритовую размерность.

Туффиты – породы смешанного и основного состава алевритовой, алевропсаммитовой, реже – псефо-псаммитовой размерности, витро-литокластические и лито-витрокластические, как правило, имеют серо-бурую окраску, реже – зеленовато-серую, пестроцветную. Характерны горизонтально- и косослоистые текстуры, часто с элементами клиновидной и перекрестной, реже массивной текстур. Мощность слоев первые миллиметры, слоистость подчеркивается как размерностью частиц, так и отличием цветовой гаммы. Угол наклона слоистости относительно оси зерна составляет 10–15° (до 35°). Литокласты представлены базальтовой лавой и гиалобазальтами,

а витрокласты – сапонитизированным вулканическим стеклом (40–45 % от объема породы). Цемент пород глинистый, глинисто-карбонатный и карбонатно-глинистый базального и порово-базального типа, иногда присутствуют цеолиты.

Минеральный состав отличается большим содержанием кварца (до 15 %) и полевых шпатов (до 25 %). Содержание K_2O (3.99 мас. %) в туффитах (см. табл.) коррелирует с содержанием гидрослюда и смешанно-слоистых минералов, а также с присутствием калиевого полевого шпата как нормально-осадочного компонента. Некоторое увеличение доли SiO_2 (54.35 мас. %) связано с терригенными зернами кварца. Уменьшение содержания $Fe_2O_{3общ}$ (13.03 мас. %) и TiO_2 (1.71 мас. %) вызвано присутствием в туффитах и туфопесчаниках вулканогенного материала.

Туфопесчаники отличаются от туффитов еще большим количеством нормально-осадочного материала (кварца, полевых шпатов, реже – слюды), что трудно диагностировать макроскопически в связи с тем, что зерна часто облучены в бурую гематитовую рубашку. Туффиты, в среднем, содержат 20–25 % нормально-осадочного материала (от 10 % до 50 %), туфопесчаники – 50–60% (до 70 %). В минеральном составе последних доминируют кварц, полевые шпаты и слюда. Это отражается в повышении содержания K_2O до 4.96 мас. % и снижении доли $Fe_2O_{3общ}$ (10.77 мас. %) и TiO_2 (1.38 мас. %).

Таким образом, в разрезе ратайчицкой свиты нижнего венда выделено пять типов пород месторождения базальтов Новодворское: базальт толеитовый, базальт толеитовый измененный, туф, туффит, туфопесчаник. Для измененных толеитовых базальтов характерны хлоритизация, глинизация, цеолитизация и карбонатизация, что отражается в высоких значениях потерь при прокаливании и повышенных содержаниях MgO и $Fe_2O_{3общ}$ и пониженных – CaO . По мере увеличения содержания нормально-осадочного материала в составе вулканогенных обломочных пород увеличиваются содержания K_2O и SiO_2 и уменьшаются содержания TiO_2 и $Fe_2O_{3общ}$.

Литература

Кузьменкова О. Ф., Баранцева С. Е., Позняк А. И., Стрельцова Г. Д., Сергиевич О. А., Манкевич С. С., Поспелов А. В. Базальтовые породы Республики Беларусь – перспективный вид минерального сырья силикатной промышленности / Мат. междунар. научно-техн. конф. «Наука и технология строительных материалов: состояние и перспективы развития». Минск: БНТУ, 2017. С. 53–56.

Кузьменкова О. Ф. Геохимия трапповой формации венда Беларуси // Автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. Минск: Республиканское унитарное предприятие «Белорусский научно-исследовательский геологоразведочный институт», 2009. 22 с.

Махнач А. С., Веретенников Н. В. Вулканогенная формация верхнего протерозоя (венда) Беларуси. Минск: Наука и техника, 1970. 234 с.

Качанко Г. Б., Кузьменкова О. Ф., Стрельцова Г. Д., Лапцевич А. Г., Манкевич С. С., Миненкова Т. М. и др. Отчет о результатах поисково-оценочных работ, проведенных на месторождении Новодворское Пинского района Брестской области в 2016–2017 годах с оценкой перспектив выявленного месторождения для постановки предварительной разведки (Базальтовый объект). Минск, 2017ф.

Петрографический кодекс: магматические, метаморфические, метасоматические, импактные образования (Утв. МПК 10 янв. 2008 г.) / Глав. ред. О. А. Богатилов, О. В. Петров. СПб.: ВСЕГЕИ, 2008. 200 с.