

## К СТРАТИГРАФИИ ПРИАЗОВСКОЙ ЧАСТИ УКРАИНСКОГО ЩИТА. ГУЛЯЙПОЛЬСКАЯ ПОДЗОНА

Детально рассмотрено внутреннее строение пачек пород в подсветах гуляйпольской свиты и установлены взаимоотношения свиты с нижележащими образованиями для сопоставления геологического разреза с таковым в Белоцерковско-Сорокинской зоне складчатости, в частности с осипенковской свитой.

Детально розглянута внутрішня будова пачок підсвіт гуляйпольської світи і встановлені взаємовідношення світи з утвореннями, що залягають нижче, для співставлення геологічного розрізу з таким у Білоцерківсько-Сорокінській зоні, зокрема з осипенківською світою.

The internal structure of the "Gulyay-Pole" suite's subsuite packages was considered in detail. Determination of the suite's correlation with the lower-laying formations for the comparison of the geologic sections with the one in the "Belaya Tserkov – Sorokin" folding zone in particular with the "Osipenkov" suite was revealed.

**Введение.** Обобщающими работами по изучению строения стратиграфических разрезов Приазовского мегаблока (ПМ) являются монография Щербак Н.П. с соавт. (1985, 1989), а по Гуляйпольскому блоку – исследования Переверзева С.И. с соавт. (1989). Согласно этим исследованиям в пределах ПМ в стратиграфическом разрезе выделяются западноприазовская серия архея, которая включает верхнетокмакскую, кайинкулакскую толщи; центральноприазовская серия нижнего протерозоя, куда входят темрюкская, сачкинская, гуляйпольская и осипенковская свиты.

Преобладающими на площади Гуляйпольского блока является тоналит-трондьемит-диорит-плагиогранитный комплекс. Среди него выделяются плагиограниты (2800 млн. лет по циркону), биотитовые плагиогнейсы (2900±30 млн. лет), порфирированные микроклиновые граниты (2010 млн. лет).

**Постановка проблемы.** Изучение железорудных и других типов месторождений, рудных полей Приазовья показало, что на основании дифференциальной подвижности породообразующих и рудных компонентов выделяются такие характерные их группы:

- с интенсивным поздним наложенным изменением древних пород вплоть до зеленокаменных и отсутствием гранитизации;

- с наличием низкотемпературных изменений и реликтовой гранулитовой минеральной ассоциации в породах толщ, а также выраженной гранитизацией;

- с развитой минеральной ассоциацией гранулитового метаморфизма, проявлением гранитизации и высокотемпературного диафтореза раннего комплекса пород.

Отмеченные особенности затрудняют корреляцию разрезов в пределах месторождения, рудных полей и районов, становятся предметом дискуссии при отнесении толщ (пачек) к тому или иному временному уровню. При стратиграфическом расчленении докембрия Приазовья и Гуляйпольского блока остались в тени такие детали. Взаимоотношение толщ, фациальная изменчивость в стратиграфических подразделениях, последовательность геологических про-

цессов и изменения вещественного состава пород, слагающих геологические разрезы, в рудоконтролирующих структурах исходя из анализа более детальной геологической информации и корреляции разрезов, составленных по результатам предварительной и детальной разведок железорудных месторождений.

**Цель исследования** – детальное стратиграфическое расчленение гуляйпольской свиты и выяснение характера взаимоотношения ее с нижележащими толщами. При этом решались следующие задачи:

-установление вещественного состава пород и руд в геологическом разрезе и его изменения в трехмерном пространстве пачек, пластов;

-установление факторов обуславливающих анизотропию породного комплекса исходя из преобразований пород в процессе развития рудоконтролирующих структур (деформация, метаморфизм, гранитизация, метасоматоз).

Гуляйпольско-Приморская зона складчатости (рис. 1) расположена в западной части Западно-Приазовского района [1]. Ее границы определены разломами: Сорокинским на юго-западе, Куйбышевско-Гайчурским на северо-востоке. Западная (северо-западная) граница проходит по Оперяющей тектонической зоне, которая является ответвлением Западно-Приазовского разлома северо-восточного простирания, фиксируемая двуслюдяными гранитами. Эти разломы обособливают Новониколаевское гранито-гнейсовое поднятие (рис. 1). Юго-восточная часть зоны складчатости сопряжена с Центрально-Приазовской зоной складчатости (Сачкинская структура).

В составе Новониколаевского поднятия принимают участие биотитовые, двуслюдяные, амфибол-биотитовые плагиограниты и плагиомигматиты с «останцами» биотитовых гранат-биотитовых, амфибол-биотитовых, амфиболовых, амфибол-пироксеновых гнейсов. В северо-западной его части выражены аплитовидные, аплит-пегматоидные, граниты и пегматиты.

Средняя часть складчатой зоны имеет сложное тектоническое строение. Здесь имеет место Конкский субширотный разлом, Гуляйпольско-Куйбышевский купол и дугообразные Корсакский и Черниговский разломы, а также локальные разломы северо-восточного простирания (рис. 1). Отмеченное в целом вызывает обособление двух подзон – Гуляйпольской и Белоцерковско-Сорокинской (рис. 2).

Характерной особенностью Гуляйпольского блока (подзоны ГЗС; рис. 2) является северо-западное простирание в нем разломов, пород и шарниров складчатых структур, что подчеркивает несогласие его с соседними структурами – Корсакской и Орехово-Павлоградской складчатыми зонами [1].

В составе Гуляйпольско-Куйбышевской купольной структуры выражен гранитоидный комплекс с участием тоналитов, плагиогранитов, диоритов, роговообманковых и других типов гранитов и мигматитов, останцовых тел ультрабазитов, базитов. Возраст плагиогранитов 2800 млн. лет, микроклиновых гранитов – 2010 млн. лет.

Плагиограниты в пределах нарушений северо-западного направления (Гуляйпольская синклиналь и др.) претерпели метасоматические преобразования.

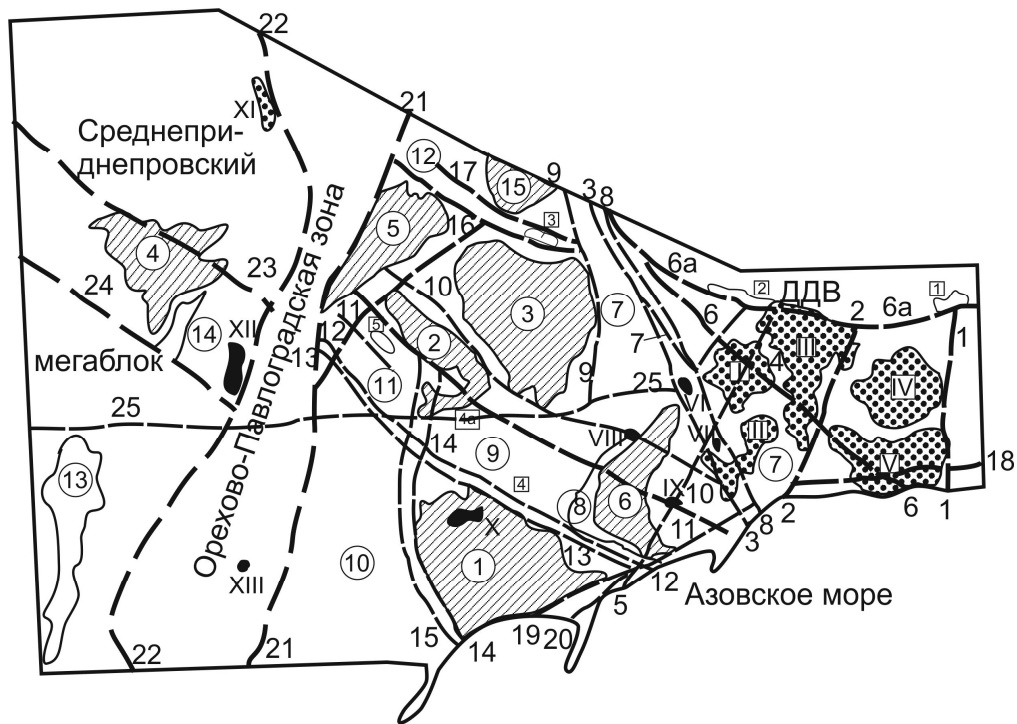


Рис. 1. Схема расположения главных структур Приазовского мегаблока Украинского щита: I. Разломы: 1 – Грузско-Еланчикский, 2 – Кальмиусский, 3 – Малоянисольский, 4 – Донской, 5 – Володарский (Ольгинский), 6 – Криворожско-Павловский, 6а – Южнодонбасский, 7 – Восточнопавловский, 8 – Степановский, 9 – Розовский, 10 – Каменномогильский, 11 – Куйбышевский, 12 – Николаевский, 13 – Сорокинский, 14 – Черниговский, 15 – Корсакский, 16 – Федоровский (Северный), 17 – Оперяющий, 18 – Хомутово-Ростовский, 19 – Бердянско-Мариупольский, 20 – Лозоватский, 21 – Западноприазовский, 22 – Орехово-Павлоградский, 23 – Днепродзержинский, 24 – Хортицкий, 25 – Конкско-Зачатьевский. II. Тектоно-метаморфические (цифры в кружках): а) гранито-гнейсовые раннего заложения и кратонизации: 1 – Салтычанский (Елисеевский), 2 – Гуляйпольско-Куйбышевский, 3 – Куйбышевско-Федоровская, 4 – Запорожский; 15 – Краевой; б) валообразные структуры: 5 – Николаевская, 6 – Стародубовская (эндербит-плагиогранитная); в) зоны завершённой складчатости: 7 – Центральноприазовская, 8 – Сачкинская, 9 – Белоцерковско-Сорокинская, 10 – Корсакская, 11 – Гуляйпольская, 12 – Северная (Волчанский выступ), 13 – Белозерская (включая Переверзевский район), 14 – Конкская. III. Грабенообразные структуры (цифры в квадратах): 1 – Покрово-Киреевская, 2 – Волновахская вулкано-осадочная депрессия, 3 – Федоровско-Шевченковская, 4 – Сорокинская, 4а – Куйбышевская. 5 – Гуляйпольская, Конско-Ялынская впадина – занимает территории. Ограниченную Западноприазовским (на западе), Конско-Зачатьевским (юг) и Восточнопавловским (восток). IV. Тектоно-магматические позднего заложения (купольно-кольцевые и купольные): I – Октябрьская (Хлеבודаровско-Октябрьская), II – Южнокальчикская (Володарская и Кременевская), III – Кальмиусская, IV – Греково-Александровская, V – Тельмановская, VI – Екатериновская, VII – Малоянисольская, VIII – Каменномогильская, IX – Стародубовская (субщелочных гранитов), X – Салтычанская (сфен-ортитовых гранитов), XI – Терсянская, XII – Щербаковская раннего заложения (альбит-микроклиновые граниты), XIII – Богдановская.

Основной рудоконтролирующей структурой среди гранитоидной «рамы» является Гуляйпольская синклиналь (рис. 3) к которой приурочено одноименное месторождение железистых кварцитов. Эта структура представляет собой крупную брахиформную симметричную складку – «останец» среди гранит-мигматитовой «рамы». Вытянута она по азимуту 310-315°. Осевая плоскость

складки ориентирована вертикально, а крылья падают под углом 68-87°. Длина складки по осевой линии 9 км, а ширина до 3 км. Протяженность пласта железистых кварцитов 17 км. Замыкание складчатой структуры предполагается на глубине до 3-3,5 км. Строение крыльев выдержано по простиранию, но усложняется в юго-западном крыле более мелкими складками и разрывными нарушениями. Последние проявляются в северной и, особенно, южной частях месторождений. Ориентированы они в субширотном, северо-восточном, в меньшей степени субмеридиальном направлениях. Наиболее тектонически проработанной частью структуры является юго-западное крыло. Здесь выражены метасоматические изменения, как в гранитах, так и метаморфической толще (рис. 3) [2, 3, 4].

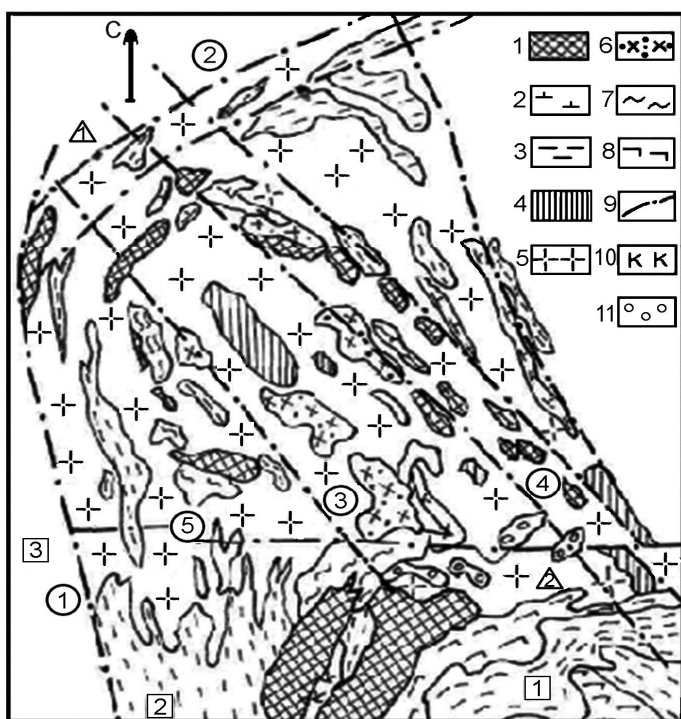


Рис. 2. Схематическая геологическая карта Гуляйпольского блока: 1 – ультрабазит-базит- кристалловогнейсовая породная ассоциация с железорудным проявлением; 2 – метатолиты, метакоматииты; 3 – амфиболиты, биотитовые, амфибол-биотитовые, амфибол-пироксеновые, гранат- биотитовые гнейсы и кристаллосланцы; 4 – двуслюдяные, амфибол- биотитовые, глиноземистые сланцы, силициты, железистые кварциты, вулканы среднего-основного состава, менее ультрабазиты; 5 – плагиограниты (плагиомигматиты), плагиогнейсы с реликтами и останцами пород 1, 2 (палингенно- метасоматическая породная ассоциация); 6 – тоналиты- трондьемиты, диориты, гранодиориты, кварцевые диориты; 7 – биотитовые, биотит- амфиболовые, амфибол- биотитовые мигматиты; 8

– глиноземистые гнейсы (сланцы) Белоцерковско- Сорокинской складчатой зоны; 9 – разломы (цифры в кружках): 1 – Западноприазовский; 2 – Оперяющий; 3 – Сорокинский; 4 – Куйбышевский; 5 – Конкско-Зачатьевский; 10 – Карбонатитовый комплекс; 11 – габбро, перидотиты, пироксениты, серпентиниты. Зоны завершённой складчатости (цифры в квадратах): 1 – Белоцерковско-Сорокинская; 2 – Корсакская; 3 – Орехово-Павлоградская. Поднятия (цифры в треугольнике): 1 – Новониколаевское; 2 – Гуляйпольско-Куйбышевское.

Строение метаморфической толщи Гуляйпольского месторождения. Метаморфические образования Гуляйпольской структуры включают два комплекса пород. Первый из них (нижний) слагает ее бортовую часть или "раму" и характеризуется выраженностью в нем гранитообразования, второй (верхний, или гуляйпольская свита) – образует ядро этой структуры и лишен гранитоидных пород (рис. 3). Для первого из них присущи метагаббро-перидотиты, метабазиты (основные кристаллосланцы, амфиболиты), серпентинизированные, амфиболитизированные перидотиты, биотит- кварцевые и биотит-плагиоклаз- кварцевые, биотит амфиболовые гнейсы и мигматиты переменного минерального состава, тоналиты, диориты, плагиограниты.

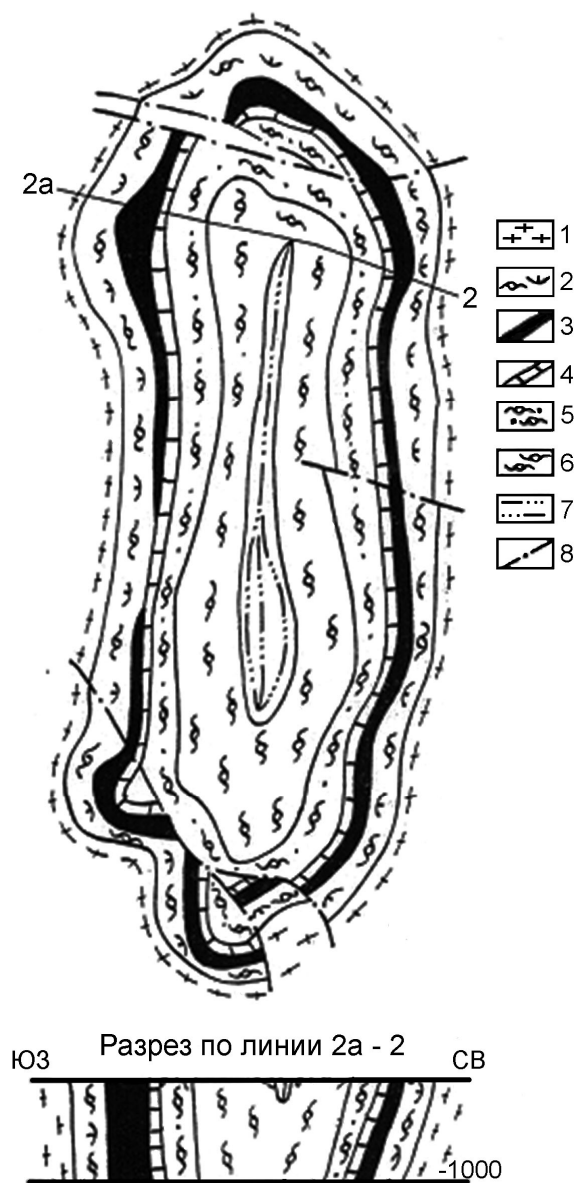


Рис. 3. Схематическая карта

Гуляйпольского месторождения

1 – породы пачки двуслюдяных гнейсов; 2 – породы мусковит-сланцевой пачки; 3 – породы железорудной пачки; 4 – породы переходной пачки; 5 – породы гранатитовой пачки; 6 – породы биотит-сланцевой пачки; 7 – породы туфопесчаниковой пачки; 8 – разломы

Основными разностями пород комплекса являются: плагиограниты, плагиогранитовые мигматиты, альбитизированные и микроклинизированные плагиограниты, альбититы, микроклиниты, биотититы. Вместе с ними прослеживаются биотит-роговообманковые, кварц-биотит плагиоклазовые, мусковит-биотит-плагиоклазовые, мусковит-биотит роговообманковые гнейсы, амфиболиты. Меньшим распространением пользуются алюмокварциты, мусковитовые и биотит-мусковитовые (двуслюдяные) сланцы (рис. 5-7).

В составе пород первого комплекса (кристаллосланцы- амфиболиты) выражены плагиоклаз, пироксены, роговая обманка. Для них в целом характерны мигматитовая композиционная полосчатость. С увеличением количества роговой обманки и биотита в породах возрастает сланцевато-гнейсовый их облик. Массивные разности сходны с габбро-норитами, норитами. В зависимости от главных минералов, среди этих пород можно выделить двупироксеновые, клинопироксеновые, амфибол- двупироксеновые. Диафорические изменения вызывают пиритизацию (10% сульфидов), окварцевание, актинолитизацию, хлоритизацию, микроклинизацию, альбитизацию. Изменения щелочной направленности выражены в основании разреза относимого к гуляйпольской свите и ее пределах (рис. 4).

Гнейсо-мигматитовый комплекс амфибол-биотитового состава отличается широкой гаммой пород и количеством породообразующих минералов, в частности, плагиоклаза и микроклина (олигоклаз – 5-30%, микроклин – 10-35%, кварц – 10-20%, биотит – 5-25%, роговая обманка – 0-10% + гранат, сфен, магнетит, апатит, эпидот, кальцит). Характеристика минералов нами рассмотрена в [5].

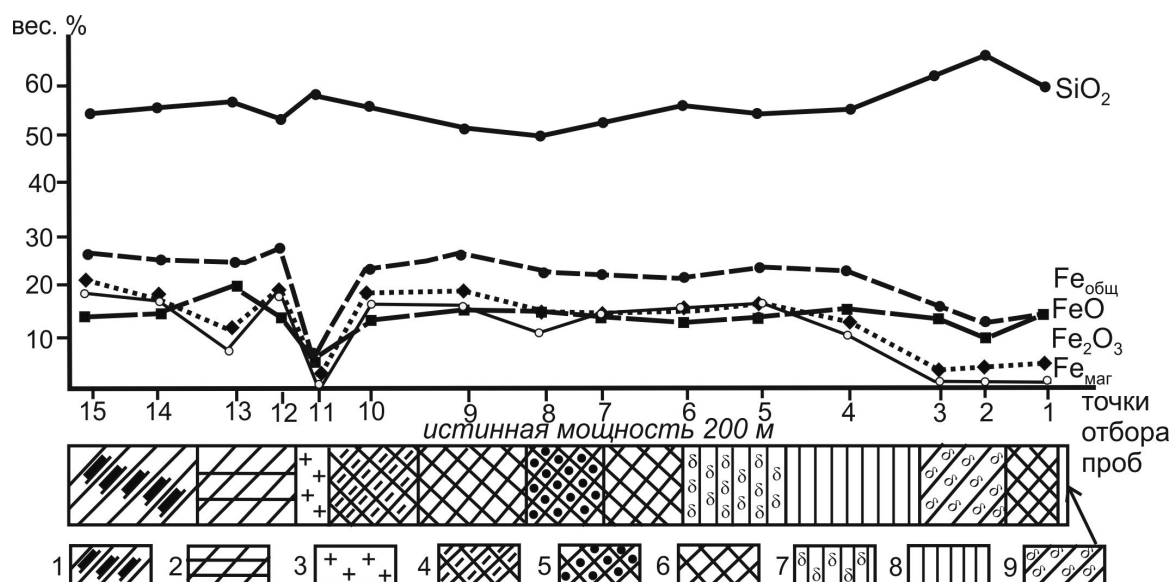


Рис. 4. Поведение компонентов руд по профилю 5а (мощности рудного пласта) примыкающего к альбитизированным, микроклинизированным гранитам:

1 – амфиболовые кварциты безрудные; 2 – переслаивание куммингтонит-магнетитовых и рибекит магнетитовых кварцитов с редкими чешуйками тетраферрибиотита; 3 – вулканиты; 4 – рибекит- тетраферрибиотит-магнетитовые кварциты; 5 – переслаивание рибекит-магнетитовых кварцитов с редкими чешуйками тетраферрибиотита и тетраферрибиотитовых сланцев; 6 – рибекит-магнетитовые сланцы ( $Fe_{Mag} \approx 12\%$ ); 7 – биотит куммингтонит-магнетитовые кварциты с карбонатами; 8 – куммингтонит-биотит-магнетитовые кварциты; 9 – переслаивание метапесчанников микроклинизированных и кварц биотитовых сланцев с порфиробластами магнетита.

Особенности состава и строения пачки хорошо проявляются при сопоставлении геологических разрезов по северо-восточному и юго-западному крыльям синклинали (рис. 5-7). Граниты и метасоматические изменения в породах юго-западного крыла выражены ярко и распространены вдоль тектонической зоны (срыва) на границе отмеченных выше комплексов пород. Их фронт максимально приближен (до 50 м) к образованиям средней части гуляйпольской свиты (рис. 5) в районе профилей 5а, 3а, 2а+600 и южном центроклинальном замыкании. Здесь в основании разреза распространены все отмеченные выше разновидности пород гранитоидного ряда. Четких границ между ними установить не представилось возможным (шлифы через 2-3 м, непрерывное опробование, рис. 7).

В основной массе образований толщи преобладает лейкосома, а гнейсовая составляющая сохраняется в виде реликтовых участков или между полевошпатовыми обособлениями до 0,3 м. В целом это интенсивно катаклазированные, милонитизированные и трещиноватые породы. В катаклазированных их разновидностях преобладают плагиоклаз, кварц, а микроклин и альбит играют подчиненную роль. Последние широко развиты по трещинам, образуя метасоматические ореолы вдоль трещин или пятна в узлах пересечения трещин сколового типа или отдельные зоны. Исходный состав в переработанных породах прослеживается частично. В основном это "останцы" амфиболитов, ультраосновных пород, меланократовых гнейсов с амфиболом и биотитом в нижней части и двуслюдяных гнейсов, алюмокварцитов и глиноземистых сланцев в верхней части (рис. 5, 6).

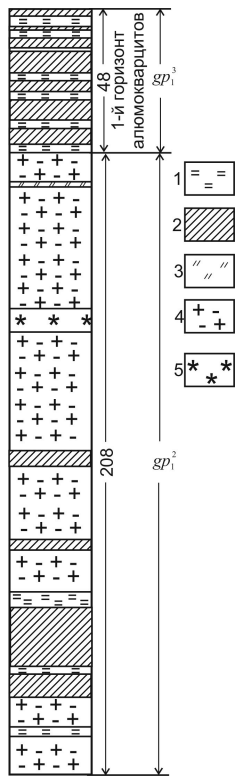


Рис. 5. Деталь строения амфиболит-гнейсовой пачки и пачки двуслюдяных гнейсов. М 1:2000. Северо-восточного крыла синклинали: 1 – кварц-мусковитовые (кварц-биотит-мусковитовые) сланцы; 2 – алюмокварциты; 3 – амфиболиты; 4 – плагиогнейсы, плагиограниты, мигматиты и др.; 5 – гнейсы обогащенные магнетитом.

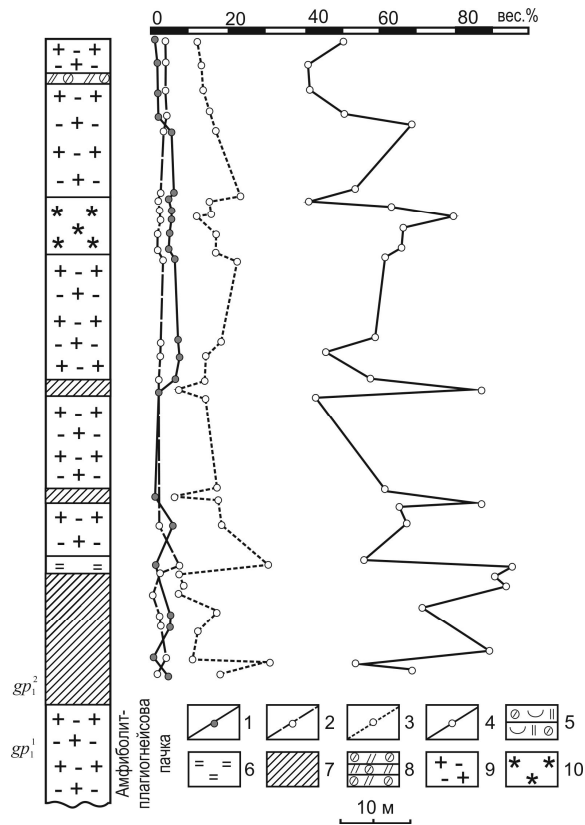


Рис. 6. Характер изменения порообразующих окислов в амфиболит-гнейсовой пачке северо-восточного крыла Гуляйпольской синклинали: 1-4 вариации содержания окисей по направлению истинной мощности пачки: 1 – Na, 2 – K, 3 – Al, 4 – Si; 5-10 – породы: кварц-гранат-биотитовые сланцы – маркирующий горизонт (5), кварц-мусковитовые сланцы (6), в т.ч. с андалузитом, кианитом, биотитом, ставролитом; алюмокварциты (7); амфиболиты (8); биотит-полевошпатовообманковые гнейсы в различной степени мигматизированные, переходящие вверх по разрезу в двуслюдяные гнейсы одноименной пачки (9); биотит-полевошпатовообманковые гнейсы с магнетитом (10).

В северо-восточном крыле (рис. 5) фронт гранитизации несколько удален и в низах разреза прослеживается амфиболит-плагиогнейсовая пачка мало измененных гнейсов (вскрытая мощность более 150 м). В верхней ее части достоверно картируются прослои кварцитов (до 20 м), глиноземистых сланцев 3-15 м, амфиболиты мощностью 3-8 м (пачки двуслюдяных гнейсов). Гнейсовые образования представлены биотит-роговообманковыми, кварц-плагиоклаз-биотитовыми разновидностями с магнетитом и без него. Текстура их полосчатая, сланцевая, окраска темно-серая до черной. Осветление и изменение текстурного рисунка пород наблюдается на участках развития изометричных, овальных, линзовидных выделений полевых шпатов и кварца (до 2-3 см). При широком развитии лейкократовых выделений биотит выступает в роли "цемента", подчеркивая очертания выделений.

В дальнейшем рассмотренный разрез переходит в негранитизированную толщу, где отчетливо картируется мусковит-сланцевая пачка (рис. 8, 9). В ее основании развит первый горизонт алюмокварцитов (метапесчаников), мощностью от 40 до 80 м.

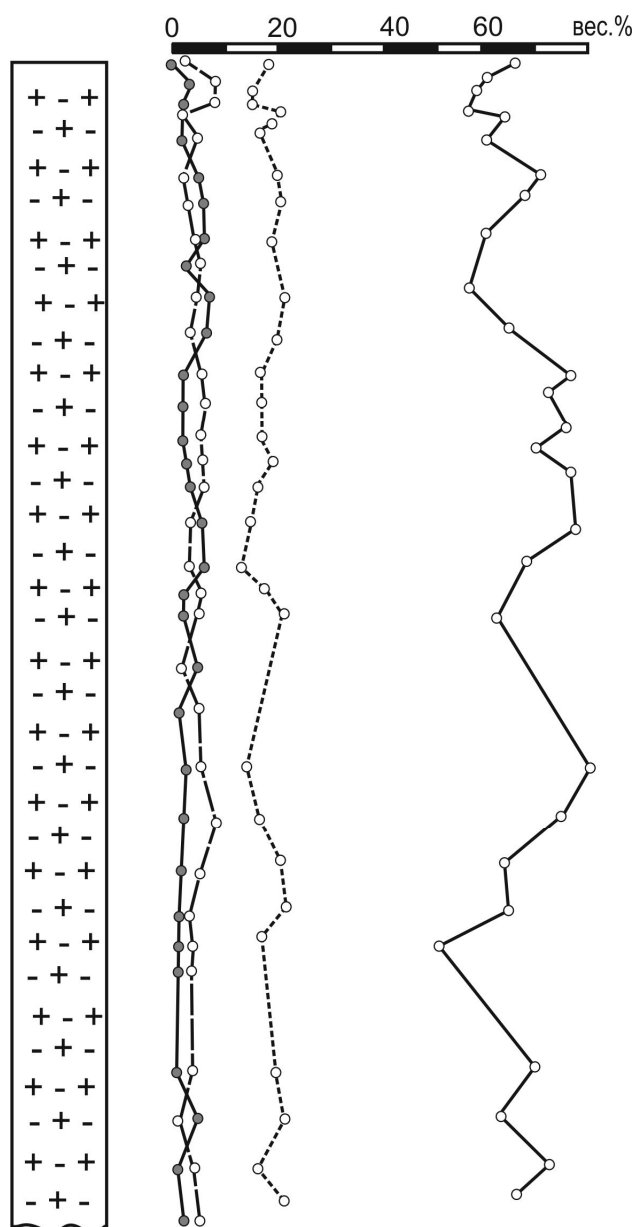


Рис. 7. Характер изменения породообразующих окислов в амфиболит-плагиогнейсовой пачке юго-западного крыла Гуляйпольской синклинали структуры.

Усл. об. см. рис. 5,6.

первых метров до 60 м.

Выше по разрезу залегает второй глиноземистый горизонт (2S) мощностью от первых метров до 60 м. По составу, строению аналогичны первому глиноземистому горизонту (1S). Вместе с этим в центральной и северо-западной части юго-западного крыла складки в составе сланцев появляется слои обогащенные ставролитом с хорошей кристаллографической огранкой.

Внутри горизонта содержатся прослой мусковитовых сланцев мощностью от первых сантиметров до 2-3 м. Количество и частота чередования кварцитов и сланцев увеличивается к кровле горизонта, особенно на контакте с вышележащими глиноземистыми сланцами. Мощность такого перехода составляет 2-12 м, а соотношение сланцев и алюмокварцитов здесь 1:1. Отмеченное послужило выделением этого горизонта в мусковит-сланцевую пачку.

В местах, где в породах прослеживается повышенное содержание натрия, встречаются мусковиты, обогащенные данным компонентом (окись натрия до 1,17%). В связи с этим не исключена возможность обнаружения в подобных зонах парагонита. На описанном горизонте, согласно через зону чередования алюмокварцитов и сланцев, залегает второй горизонт алюмокварцитов. Его мощность лежит в пределах от

первых метров до 60 м.



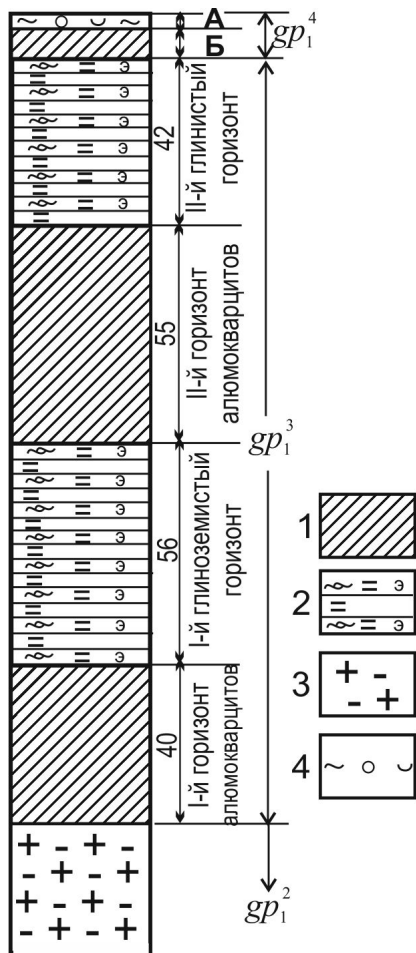


Рис. 8. Деталь строения мусковит-сланцевой пачки. М 1:2000 А – III-й глиноземистый горизонт (маркирующий); Б – III-й горизонт алюмокварцитов; 1 – алюмокварциты; 2 – глиноземистые сланцы; 3 – плагиогнейсы, плагиограниты, мигматиты; 4 – кварц-гранат-биотитовые сланцы (маркирующий горизонт).

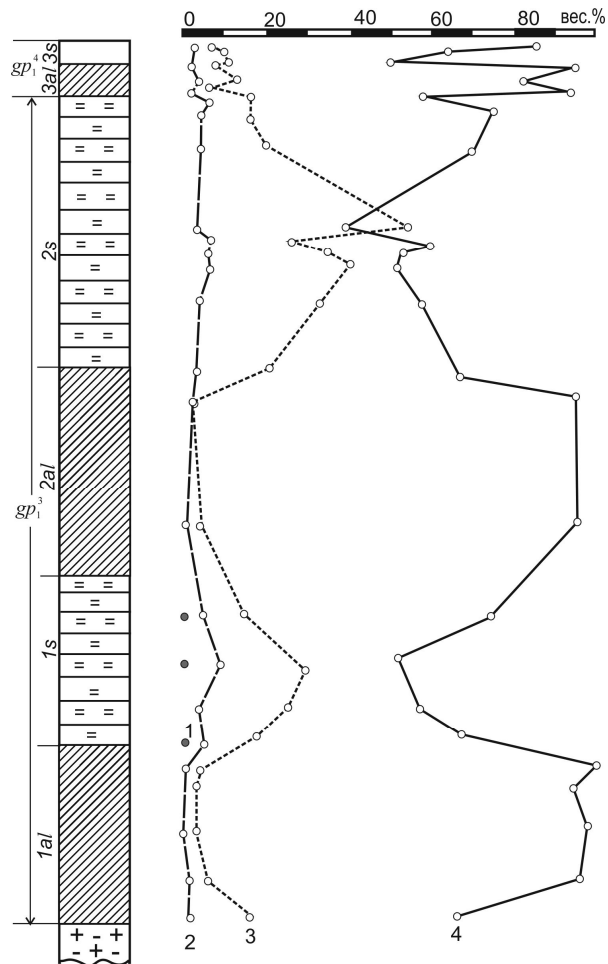


Рис. 9. Характер изменения породообразующих окислов мусковит-сланцевой пачки гуляйпольской свиты и изменение главных породообразующих окислов в ней

Горизонты: 1al; 2al; 3al – соответственно первый, второй и третий горизонты алюмокварцитов; 1s, 2s, 3s – соответственно первый, второй и третий сланцевый горизонты. Другие обозначения см. рис. 7

Горизонт 2S перекрыт алюмокварцитами (горизонт 3al), который венчает пачку чередования глиноземистых (высокоглиноземистых) и кварцевых пород. Мощность горизонта 3–30 м.

В северо-западной части, на границе третьего горизонта алюмокварцитов и второго глиноземистого горизонта встречаются биотититы с единичными зернами граната (биотит в породе имеет шестигранные призмы до 1,5-2 см, количество до 95%). Наряду с ними развиты гранат-куммингтонитовые породы (соотношение граната и куммингтонита 1:1). Отмеченные породы мы относим к метасоматическим образованиям по ультраосновным вулканитам.

Завершает разрез мусковит-сланцевой пачки выдержанная кварцитосланцевая пачка или маркирующий "горизонт" (3al, рис. 9), представленная кварц-гранат-биотитовыми (хлоритовыми) сланцами и кварцитами. Количество гра-

ната в первых достигает 30 %. Мощность "горизонта" изменчива и колеблется от первых десятков сантиметров до 30–40 м. Увеличение мощности сопровождается повышением неоднородности, что выражено в тонком чередовании сланцев и кварцитов. Следует добавить, что маркирующий горизонт сопряжен с телами грубо рассланцованных, массивных, пятнистых (за счет гнезд биотита) вулканитов (базитов).

Железорудная пачка (рис. 10) или средняя подсвета, залегает на нижней подсвете согласно. Породы рассматриваемой подсветы, отличаются по внутреннему строению, текстурно-структурным признакам, вещественному составу, содержанию рудных минералов и вторичными изменениями. Общая мощность подсветы, изменчива от первых метров на участках будинажа (профиль 5а-600) до 500 м. В ее строении четко выделяются две пачки пород: нижняя железорудная и переходная (малорудная, рис. 10, 11).

В нижней пачке хорошо картируются вулканиты и такие следующие разновидности сланцев: кварц-биотитовые, биотитовые, тетраферрибиотитовые, рибекитовые, грюнеритовые (грюнерититы) и куммингтонит-грюнеритовые.

Вулканиты описываемой пачки (рис. 10) содержат обломки (амфиболитов) неправильной, угловатой формы, размером до 4 см. По внешнему облику породы массивные (сливного типа), пятнистые (при наличии обломков), темно-серого цвета. Аналогичные образования имеют место в верхней части пачки. Здесь мощность переслаивания их с железистыми кварцитами составляет 54 м. Мощность отдельных слоев железисто-кремнистых образований в пачке составляет 1–8 м, а вулканитов – 30–40 м.

Отличаются вулканиты от нижележащих более светлой окраской, обильными выделениями (до 20–30 %) таблитчатого биотита размером до 0,1×4 мм, иногда скопление его в виде шпиров (миндалин) овальной, линзовидной и неправильной формы размером до 2 см.

Центральная часть железорудной пачки обеднена вулканитами. Здесь встречаются маломощные их тела до 1,0–1,5 м, максимально до 4 м.

Помимо отмеченных особенностей строения пачки следует добавить наличие послойных и секущих зон калишпатизации, окварцевания и карбонатизации, кварц-карбонатных, карбонатных, кварцевых и кварц-полевошпатовых жил (пегматитов) от 0,1 до 5,0 м. В последних встречаются идеальные кристаллы микроклина в 2–3 см. Калишпатизация более четко проявлена в вулканитах.

Переходная пачка (рис. 11) выдержана по всему месторождению, хорошо картируется в керне и геофизическими методами (КМВ). Представлена она тонким чередованием микрокварцитов, кварц-биотитовых, биотитовых (иногда гранат-биотитовых) сланцев, кварц-биотит-магнетитовых прослоев, а также вулканитов. Мощность микрокварцитов – 0,3–50 см, кварц-биотитовых и биотитовых сланцев – от сантиметров до первых метров, вулканитов – от первых метров до 15–17 м. Общая мощность переходной пачки изменяется в пределах 5–90 м.

В целом пачка интенсивно смята, что выражено в будинировании прослоев микрокварцитов. Размер будин от 5×15 мм до 5×55 мм. Форма будин округлая, линзовидная, S-образная. Будины раздвинуты между собой на 0,4–15,0 см. Межбудинное пространство заполнено сланцами, струйчатыми полосами тон-

козернистого магнетита (обволакивающие всю будину), кварцем, карбонатом, биотитом и куммингтонитом. Несмотря на распространение в пачке магнетита промышленные концентрации он дает редко (несколько разведочных пересечений по месторождению).

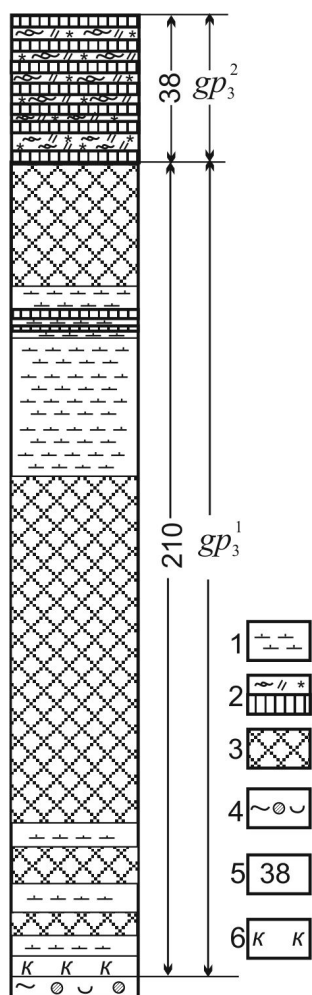


Рис. 10. Деталь строения железорудной и переходной пачек. М 1:2000: 1 – вулканиты; 2 – чередование кварц-биотитовых сланцев и микрокварцитов (переходная пачка); 3 – железистые кварциты; 4 – кварц-гранат-биотитовые сланцы (маркирующий горизонт); 5 – истинная мощность горизонтов; 6 – куммингтониты

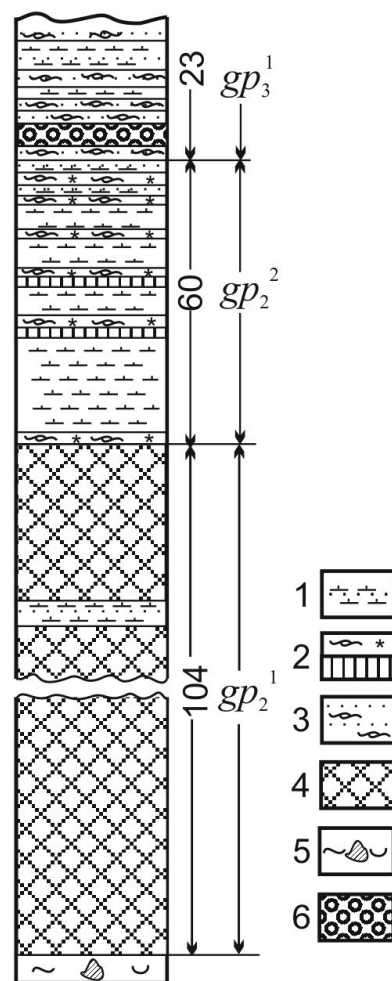


Рис. 11. Деталь строения переходной пачки. М 1:2000: 1 – вулканиты; 2 – чередование кварц-биотитовых сланцев и микрокварцитов; 3 – кварц-полевошпат-биотитовые сланцы; 4 – железистые кварциты; 5 – кварц-гранат-биотитовые сланцы; 6 – тектонические нарушения

Вулканиты данной пачки сходны с вулканитами железорудной пачки. Наложенные изменения устанавливаются по наличию калишпатизации пород, кварц-калишпатовых жил, карбонатизации, окварцевания.

Верхняя часть разреза или верхняя подсвета согласно залегает на продуктивной толще. Основной разновидностью пород данной подсветы являются кварц-полевошпат-биотитовые сланцы, занимающие более 70% толщи, кварц-гранат-биотитовые, гранат-биотитовые, кварц-гранат-куммингтонитовые породы с роговой обманкой (до гранат-роговообманково-куммингтонитовых), вулканиты,

куммингтонитовые кварциты, амфиболиты, пироксен-амфиболовые породы, песчаники и гравелиты. Общая мощность подсветы до 1000 м.

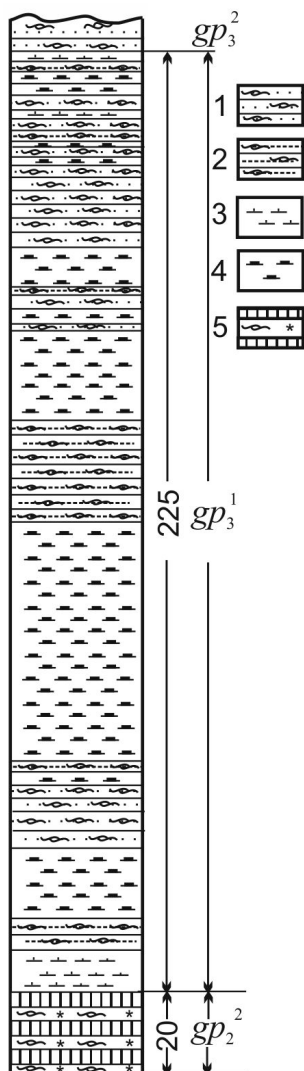


Рис. 12. Деталь строения гранатитовой пачки. М 1:2000: 1 – кварц-полевошпат-биотитовые сланцы (биотит-сланцевая пачка); 2 – кварц-гранат- биотитовые (гранат-биотитовые) сланцы; 3 – вулканиты; 4 – кварц-гранат-куммингтонитовые породы с роговой обманкой; 5 – чередование микрокварцитов и кварц-биотитовых сланцев

Перечисленные выше породы имеют специфическое распространение в рассматриваемой толще. Здесь наблюдается перемежаемость кварц-полевошпат- биотитовых сланцев с обилием вулканитов, гранатовых разновидностей пород. Последнее характерно для низов этой толщи (гранатитовая пачка, рис. 12). Общая мощность этой пачки достигает 150 м.

Вулканиты пользуются распространением в нижней ее части и менее в верхней. По структурно-текстурным признакам они сходны с рассмотренными выше. Мощность вулканогенных пород колеблется от 0,2 до 20 м.

Гранатовые разновидности подразделяются на две группы: кварц-гранат-биотитовые и гранат-биотитовые сланцы, а также кварц-гранат-куммингтонитовые с роговой обманкой.

Кварц-полевошпат-биотитовые сланцы представляют собой тонкозернистые, сланцеватые породы. В основной массе породы присутствует гранат с хорошей кристаллографической огранкой, размером до 1–2 мм, а также ставролит в виде удлиненных кристаллов размером 0,4×1,5–2 см. Количество граната не превышает 3 %. Ставролит от 1 до 10 % обычен в низах пачки.

Кварц-гранат-биотитовые и гранат-биотитовые сланцы отличаются более крупнозернистым биотитом и массовым развитием граната. Размер зерен граната достигает 1 см, а количество, порой преобладающее (до 80%). Биотит в таком случае выступает в роли "цемента". Кристаллографическая огранка граната близка к идеальной. Текстура пород полосчатая (кварц-гранат-биотитовая разновидность) сланцеватая и пятнистая (гранат-биотитовые), свилеватая. Полосчатая текстура

вызвана появлением прослоев, обогащенных кварцем. На таких участках меняется крупность гранатовых зерен. Так, в случае увеличения мощности гранат-биотитовых прослоев, гранаты мелкие (менее 1 мм), а на участках частого чередования кварцевых и сланцевых прослоев и их смятия, гранаты по размеру становятся в 1,5–3 раза крупнее. Для гранат-биотитовых сланцев характерна выдержанность размера зерен. Приурочены эти породы, обычно, к границе с

кварц-гранат-кумминтонитовыми породами с роговой обманкой. Мощность гранат-биотитовых разностей составляет 1–24 м.

Кварц-гранат-куммингтонитовые и кварц-гранат-роговообманково-куммингтонитовые породы сходны между собой. Меняется лишь соотношение роговой обманки. Текстура породы массивная, пятнистая, сланцеватая, иногда полосчатая (на участках чередования с микрокварцитами мощностью до 1 см). Макроскопически можно наблюдать замещение граната кварцем и куммингтонитом. Гранаты в этих породах не имеют кристаллографической огранки, развальцованы. Мощность рассматриваемых разновидностей пород изменяется от 2 до 60 м.

Описанная пачка пород переходит постепенно в более монотонную, (биотит-сланцевая пачка, рис. 11–13) сложенную кварц-полевошпат-биотитовыми сланцами с кордиеритом и подчиненным количеством вулканитов, куммингтонитовых (грюнеритовых) кварцитов и амфиболитов, мощностью от 0,2 до 4 м. Общая мощность пачки 600–800 м.

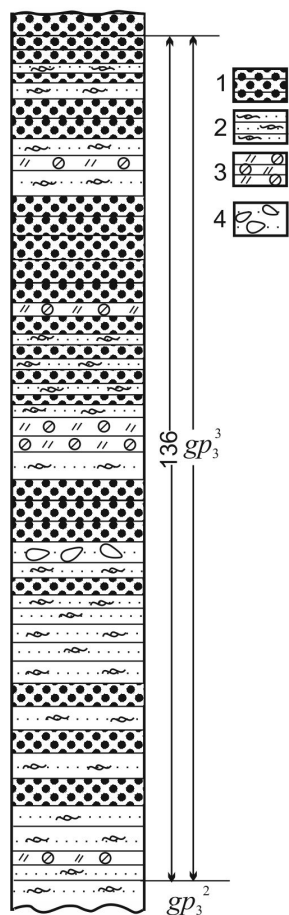


Рис. 13. Деталь строения пачки туфопесчанников верхней свиты, М 1:1000:1 – туфопесчанники; 2 – кварц-полевошпат-биотитовые сланцы (биотит-сланцевая пачка); 3 – амфиболовые, пироксен-амфиболовые породы; 4 – гравелиты

Вулканиты (амфиболиты) нижней части биотит-сланцевой пачки отличаются от описанных выше. По внешнему облику они пятнистые. Пятна (гнезда) представлены биотитом и роговой обманкой размером 1×4 мм. Форма овальная, линзовидная, неправильная. Количество таких выделений составляет 20–40 % объема породы. Мощность прослоев вулканитов от 2 до 10 м. В отдельных разрезах вулканиты переслаиваются с кварц-полевошпат-биотитовыми сланцами.

Контакты четкие, иногда на границе перехода между ними наблюдается кварцевый прослой мощностью до 1 см.

Завершает разрез пачка пород, где наблюдается перемежаемость туфопесчанников, гравелитов, кварц-полевошпат-биотитовых сланцев, куммингтонитовых кварцитов, куммингтонит-актинолитовых и пироксен-амфиболовых пород и, реже, прослой гранатовых пород (рис. 13). Мощность амфиболовых разновидностей меняется от 2 до 5 м, гравелитов – от 2 до 3 м. Общая мощность пачки достигает 200–300 м. Туфопесчанники являются преобладающими над кварц-полевошпат-биотитовыми сланцами. Мощность туфопесчанников в отдельных прослоях составляет 3–16 м, сланцев – 2–8 м. Картина переслаивания часто нарушается в связи с проявлением деформации пачки. В результате прослой туфопесчанников будинированы. Размер будин – первые сантиметры, форма будин неправильная, овальная, округлая, S-образная.

Туфопесчаники мелко- и крупнозернистые породы массивной структуры, состоящие из кварца, биотита, полевых шпатов. Гравелиты идентичны по составу, но крупность слагающих зерен увеличивается до 8 мм. Форма зерен кварца округлая, овальная. Количество крупных зерен составляет 10–15 % объема породы.

Куммингтонитовые (грюнеритовые) сланцы (кварцито-сланцы) представляют собой породы полосчатой и сланцеватой структуры. Мощность кварцевых слоев в кварцито-сланцах до 8 мм, грюнеритовых – от 3 до 8 мм. В данных породах понижено содержание железа связанного с магнетитом и их мы относим к бедным железистым кварцитам претерпевших перекристаллизацию в восстановительных условиях [5-7].

Куммингтонит-актинолитовые и пироксен-амфиболовые породы полнокристаллические. Имеют четкие контакты, иногда прослеживается дробление вдоль них, окварцевание или куммингтонизация.

В верхней части разреза метаморфической части разреза наблюдается площадная сульфидизация, калишпатизация, кварц-полевошпатовые, карбонатные, апатит-карбонат-кварцевые жилы. Апатит образует столбчатые кристаллы размером 0,5x3,5 см. Мощность жильных тел с апатитом 0,5-0,3 м.

В Гуляйпольской подзоне (блоке) для железисто-кремнистой формации характерна базит-теригенно-железисто-кремнистая породная ассоциация с подчиненным количеством ультрабазитов и отсутствием карбонатных пород. Верхняя часть геологического разреза претерпела интенсивный метасоматоз калий – натрового профиля, нижняя – гранитизацию. Пегматиты и метасоматические зоны с редкометально-редкоземельной минерализацией в разрезе толщи выражены незначительно ( $Th \geq U$ ). Месторождение комплексное: железистые кварциты, глиноземистое сырье, розовый андалузит, гранатовое, мусковитовое сырье. В стратиграфическом разрезе Гуляйпольской межкупольной синклинали выделяется три толщи:  $gp_1$ ,  $gp_2$ ,  $gp_3$ , которые подразделяются на пачки. Вне синклинали или приподнятой части блока верхняя часть метаморфической толщи характеризуется чередованием амфиболитов, кварц-гранат-амфибол-биотитовых кварцито-сланцев, амфибол-биотитовых мигматитов, амфиболовых (роговая обманка + актинолит + биотит + микролин + кварц) и биотитовых гнейсов, кварц-актинолитовых, актинолитовых, серпентин-актинолитовых (тремолитовых) пород по ультрабазитам. Базиты подвергались окварцеванию, эпидотизации, карбонатизации, хлоритизации, вблизи тектонической проработки альбитизации. Железистые кварциты здесь имеют незначительное развитие, амфибол-магнетитовый, пироксен-амфибол-магнетитовый состав. Железисто-силикатные сланцы представлены кварц-магнетит-гранат-амфиболовыми породами. Данную часть разреза мы склонны относить к амфиболито-гнейсовой пачке нижней толще гуляйпольской свиты.

#### Список литературы

1. Структуры железорудных полей и месторождений Приазовья / А.И. Каталенец, Е.Н. Качанов, В.П. Кривонос, И.И. Могилевец // Изв. высш. учеб. заведений. Геология и разведка. – 1986. – №12. – С. 28-39.

2. Каталенец А.И. О метасоматозе на Гуляйпольском месторождении / А.И. Каталенец, В.В. Пирогова. В кн. Минералогия рудных месторождений Украины. – К.: Наук. думка, 1984. – С. 149-159.
3. Каталенец А.И. Особенности гранитизации железистых кварцитов / А.И. Каталенец, А.Г. Волков. В кн. Метаморфогенная металлогения Урала. – Свердловск: Уралгеология, 1988. – С. 102-108.
4. Коваль В.Б. Рудные метасоматиты железисто-кремнистых формаций восточной части Украинского щита / В.Б. Коваль, А.И. Каталенец // Збірник наукових праць. – К.: Інститут геохімії навколишнього середовища НАН та МНС України, 2006. – вип. 12. – С. 19-27.
5. Каталенец А.И. Железорудные зоны, поля и месторождения восточной части Украинского щита [Текст]: дисс. ... д-ра геол.-мин. наук / Каталенец Анатолий Иванович. – ЛГУ им. Ивана Франко. 18.12.1996. – 487 с.
6. Каталенец А.И. Изменение минеральных ассоциаций железистых кварцитов в различных фациях метаморфизма и роль кислорода / А.И. Каталенец. В кн. Онтогенез минералов и технологическая минералогия. – К.: Наук. думка, 1988. – С. 144-157.
7. Каталенец А.И. Метаморфизм углеродистых и железисто-кремнистых образований / А.И. Каталенец // Изв. АН СССР. – 1989. – № 7. – С. 110-121.

*Рекомендовано до публікації д.г-м.н. Нагорним Ю.М.  
Надійшла до редакції 19.11.13*

УДК 622.349.5:621.039.007

© О.Е. Хоменко, Л. Ценджав

## **ТЕХНОЛОГИЯ РАЗРАБОТКИ УРАНОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ МОНГОЛИИ МЕТОДОМ СКВАЖИННОГО ПОДЗЕМНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ**

Приведены результаты промышленных, лабораторных и теоретических исследований по обоснованию геотехнологических параметров разработки гидрогенных месторождений урана в Монголии. Предложен погоризонтный способ подготовки обособленных залежей на различных глубинах и обосновано рациональные расстояния между закачными и откачными скважинами. Оценены результаты внедрения технологических решений по отработываемым месторождениям урана.

Наведено результати промислових, лабораторних і теоретичних досліджень з обґрунтування геотехнологічних параметрів розробки гідрогенних родовищ урану в Монголії. Запропоновано погоризонтного спосіб підготовки відокремлених покладів на різних глибинах та обґрунтовано раціональні відстані між закачними і викачними свердловинами. Оцінені результати впровадження технологічних рішень по розроблюваним родовищам урану.

The results of industrial, laboratory and theoretical studies to validate the parameters for geotechnical hydrogenic uranium deposits in Mongolia. We propose a method of preparing a separate gorizontnoy deposits at various depths and reasonable rational distance between wells. Evaluated the results of the introduction of technological solutions of the deposit of uranium.

Глобальный мировой кризис усилил изменение мировых энергетических ориентиров в сторону ядерного топлива. Сегодня уран превратился в стратегический продукт глобальной экономики, на долю которого приходится выработка бо-