

## ГРАБЕНООБРАЗНЫЕ СТРУКТУРЫ КАК СЛЕДСТВИЕ ПЛЮМОВОЙ ЦИКЛИЧНОСТИ

© 2015 г. А. А. Александров, В. Н. Андреев, М. В. Шурунов

ОАО "Волжское отделение Института геологии и разработки горючих ископаемых"

Прежде всего в данном случае имеются в виду девонские грабенообразные прогибы Волго-Уральской антеклизы – обширной положительной структуры Русской плиты на восточном перикратонном погружении Восточно-Европейской платформы. Что же касается цикличности, то, как известно, в позднем архее и раннем протерозое при высокотемпературном режиме происходила спайка архейских микроплит и формирование протоконтинентальной коры. При этом возник морфометрически глыбово-овоидный тип поднятий, «диапировая» природа которых – результат длительного воздействия высокотемпературного прогрева вулканогенно-осадочных комплексов пород. Так, Богданова С. В. отмечала [1]: «На раннепротерозойском этапе архейская кора была вовлечена в процесс роста крупного сводового поднятия с характерными кольцевой метаморфической зональностью и системами кольцевых и радиальных разломов. Рост свода был конседиментационным и проходил на фоне нарастающего теплового потока, выраженного в последовательном наложении зон высокоградиентного метаморфизма на зоны умеренно градиентного типа». К подобному морфогенетическому типу можно отнести глыбовое сооружение, именуемое Средневожским мегаблоком (рис. 1). Он, образовавшись к концу позднего протерозоя (венду) на месте «тектонического сучивания», считается остовом Волго-Уральской антеклизы (В. А. Клубов, 1973).

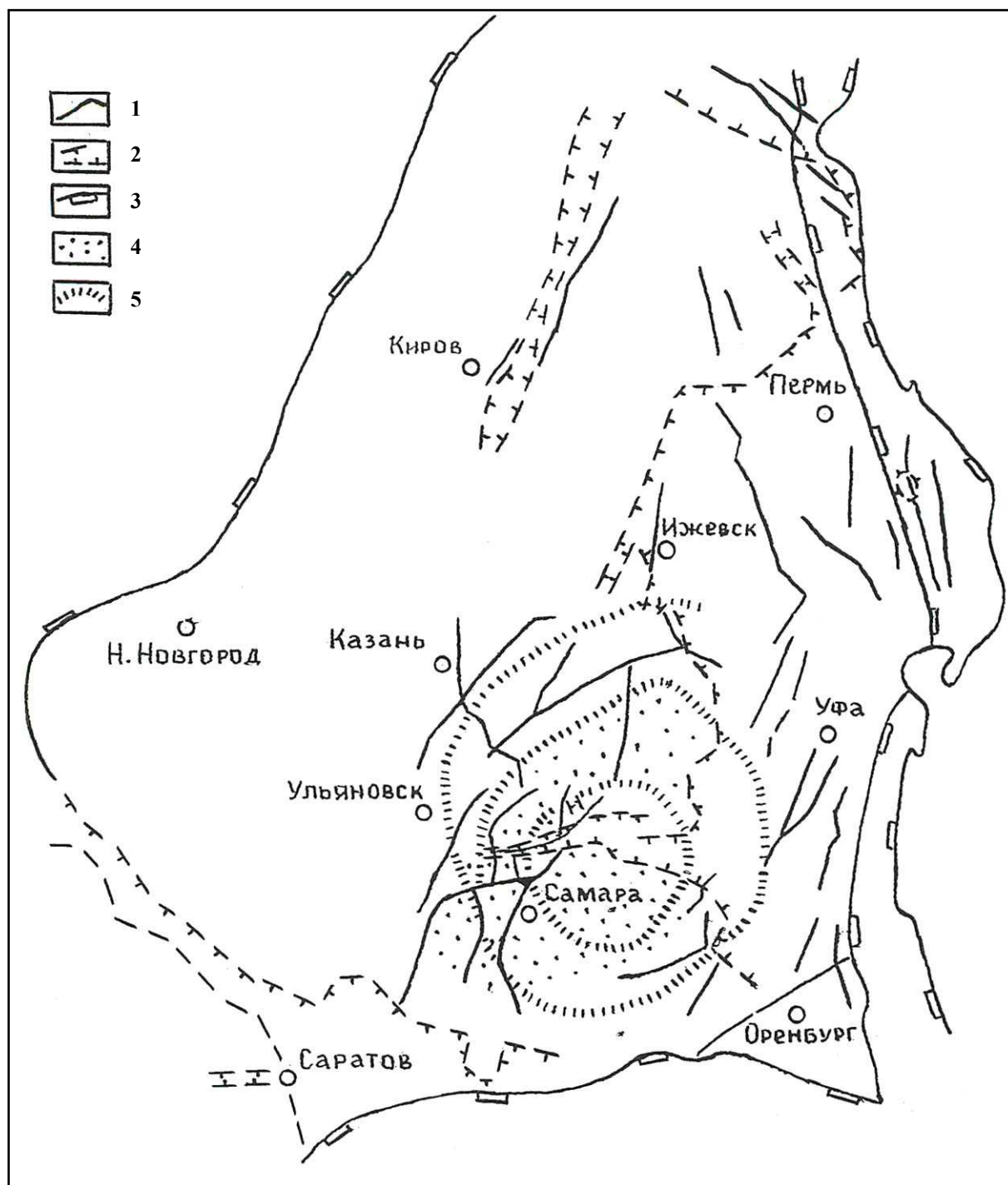
Несмотря на рифейскую тектоническую катастрофичность (практически одновременное образование рифтов на Русской

плите), указанный блок в качестве «крупнейшей надпорядковой структуры Русской плиты» (по Р. О. Хачатрян) стабильно сохранял (и продолжает сохранять) свое господствующее положение.

В соответствие с современной геодинамической концепцией развития Земли, как уже отмечалось, архейский период ее истории характеризовался чрезвычайно высоким температурным режимом, в условиях которого формировалась не только земная кора, но и неоднородное мантийное вещество. Возможно, именно в это время происходило спонтанное зарождение устойчивых восходящих мантийных течений – будущих плюмов. Особый интерес в таком плане представляет «тектоника мантийных плюмов» (А. Ф. Грачёв).

На Русской плите докембрийский мантийный плюм отчетливо проявился в период рифей-вендского рифтогенеза. При этом в пределах Волго-Уральской антеклизы образовались четыре известных разновозрастных рифтогена: Кажимский, Осинско-Калтасинский, Серноводско-Абдулинский, Пачелмский.

Предположительно, на месте поднимающегося плюма уже лежал архейский антиклинорий [1] с новообразованным над ним в раннем протерозое Средневожским мегаблоком. В процессе роста этого симбиоза (плюма и мегаблока) и длительного теплового воздействия центральная часть мегаблока, представленная серией отраденских и большечеремшанских пород, была метаморфизована в условиях гранулитовой фации. Округлость передовой голов-



**Рис. 1. Схема структурного этажа Волго-Уральской антеклизы в рифейское время**

- 1 – достоверные и прогнозируемые коровые разломы; 2 – рифейские авлакогены;
- 3 – Средневожский мегаблок (по С. В. Богдановой); 4 – гранулитовое ядро мегаблока;
- 5 – Средневожская геофизическая концентрически-кольцевая структура

ной части плюма определила «кольцевую метаморфическую зональность мегаблока», многочисленность и, главное, радиальный характер разломов.

В работе А. Ф. Грачёва (2000) приводится порядка 20 наиболее характерных признаков мантийных плюмов. Часть из них подтверждена в пределах Волго-Уральской

антеклизы. Прежде всего, это масштабность события и палеогеоморфометрическая выраженность в рельефе в виде сводово-глыбового сооружения с радиусом в 1000 км.

Магматические образования залегают в кристаллических породах фундамента, причем все они имеют андезитово-базальтовый состав, прорывают отложения рифея и венда. Кроме того, вулканические образования в виде лавовых покровов внутри палеозоя мощностью до 45 м отмечены в районе городов Казань и Самара.

Грабен-прогибы (рифты, авлакогены) не отличаются разнообразием своего происхождения. Они разнятся между собой только масштабом: глубиной и площадью развития, что определяет степень сложности их внутреннего строения. Во всех грабен-прогибах есть отложения раннерифейского возраста. Поэтому их можно отнести к разновозрастным. Современная глубина грабен-прогибов достигает 12 км и более (Р. Х. Масагутов, 2000), что сравнимо с мощностью «гранитного» слоя.

Такие объемы осадочно метаморфических пород могут погрузиться только в вязкую среду. Ею на континентах может быть формирующийся базальтовый слой, поскольку поднимающийся плюм с агрессивными флюидами имеет температуру, близкую к магматической (1300–1600° С). Скорость и амплитуда погружения зависят в основном от термодинамического равновесия системы.

Как известно, депрессионные зоны относятся к числу тектонически ослабленных разломами разных рангов. Кроме того, это – зоны разгрузки глубинных флюидов, роль которых в образовании рифтовых структур, авлакогенов, грабенообразных прогибов весьма значительна. Вот что утверждает об этом Ф. А. Летников (2000): «Именно флюидные системы выступают в роли сил, взламывающих и деструктурирующих

литосферу уже после того, как влияние тектонического импульса прекратилось». Вторжение в кристаллические и осадочные породы высоконапорных термальных химически агрессивных газообразных флюидов вызывает деструкцию, разуплотнение, петрохимические преобразования пород, придавая им вязкость, разбухание и текучесть.

В ареалах площадного рассеивания, зонах глубинных разломов, где наблюдался мощный продолжительный вынос флюидов, формировались аномальные зоны различных параметров. Следствием этого стало сползание массивов в область среды, не успевшей закристаллизоваться, а время кристаллизации базальтовой расплава определяет глубину погружающихся массивов. Как известно (Е. В. Артюшков и др., 1996), образование рифтовых впадин связывали с резким размягчением литосферы при подходе к ней флюидосодержащих плюмов. Очевидно, и образование рифтогенных структур Русской плиты тесно связано с формированием базальтового слоя, постоянным пополнением его за счет плюмов. Возможно, этим объясняется «одновозрастность» авлакогенов.

При рассмотрении девонских грабенообразных прогибов нельзя не отметить, что не так давно была доказана мантийная природа девонских щелочно-ультраосновных интрузий Кольского полуострова на площади более 100000 м<sup>2</sup> (А. Ф. Грачёв, 2000). В восточной части Восточно-Европейской платформы в девоне образовались Припятско-Днепровско-Донская, Кольская, Тимано-Печорская и Вятская рифтовые системы (Л. И. Лобковский, В. Д. Котелкин, 2000). Мы считаем, что именно последние две системы имеют прямое отношение к созданию структурно-тектонических условий на Волго-Уральском массиве, довольно расчлененном после рифейского рифтогенеза.

Как известно, среднедевонская эпоха характеризуется активизацией вулканической деятельности и проявлением мантийной плюмтектоники при устойчивой трансгрессии моря. По данным Е.В. Артюшкова (2000), в среднем девоне Тимано-Печорский бассейн испытал подъем земной коры, сопряженный с подъемом к литосфере мантийного плюма. В южных же районах Волго-Уральской антеклизы практически полностью отсутствуют на достаточно обширной территории отложения нижнего девона.

Особого внимания для подтверждения решающей роли базальтовых пород при формировании грабен-прогибов различной модификации заслуживает установленное в осевой части Горбуновского грабенообразного прогиба (скв.1) пластовое тело эффузивов (пироксен-андезитовых порфиритов) толщиной 18 м, залегающих в основании кыновского горизонта (В. А. Поляков, М. В. Шурунов, 1985).

Проявление мантийного девонского диапира привело к активизации архейских и раннепротерозойских систем разломов и диссипации глубинной энергии флюидными потоками двух зон неоднородностей: в земной коре и верхней мантии [3]. Одна из них – Жигулёвско-Ладожская – широтная, другая – Азово-Камская – долготного простирания. Основными интересующими нас особенностями этих структур являются: протяженность 2000 км; ширина 100–150 км; глубина 100–150 км. Обе структуры депрессионного типа пересекаются в районе Жигулёвской дислокации. Возраст их идентичен разломам, условия дренирования астеносферы весьма благоприятные. Судя по частоте слабых землетрясений, более активна Азово-Камская зона.

Территория развития грабенообразных прогибов морфометрически приурочена к отрицательным палеорельефам поверхностей, наследуемым от докембрийской (Азово-Камская) до среднедевонской (Волго-

Сокская впадина) доманиковой депрессии палеоген-неогенового периода и современного рельефа, трассируемого бассейнами рек Волга, Кама, Белая.

В частности, на рисунке 2 помещена модель (В. П. Колесников, 1940) распространения акчагыльских отложений на территории Самарской области, Татарстана, Башкортостана, Оренбургской области.

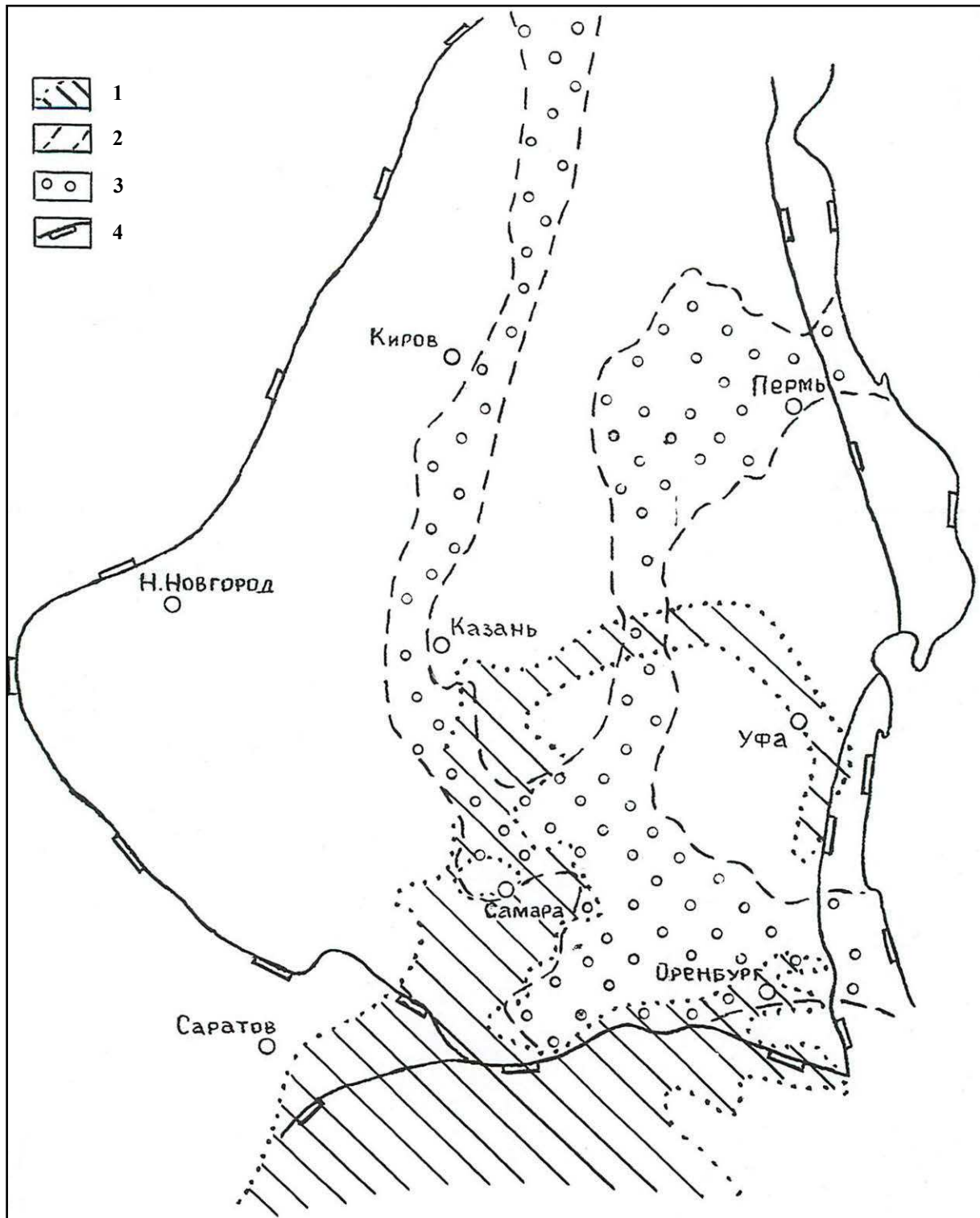
Предлагается следующая схема образования грабенообразных прогибов:

– Подходящий к литосфере суперплюм распадается на ряд дочерних ячеек, расплавы которых, выходя на поверхность, образуют рифтовые зоны.

– Длительное мощное тепловое воздействие охватывает всю приповерхностную толщу бывшего гранитного слоя и осадочного чехла в узких зонах неоднородностей земной коры и верхней мантии.

– Дислоцированная толща пород с высокой плотностью разломов размягчается настолько, что начинает прогибаться, инициируя растяжение, в результате чего возникают разрывы, соосные формирующемуся прогибу. В образовавшиеся трещины с новой силой устремляются пульсирующие потоки флюидов, наращивая свою разрушительную роль. Локальные участки, порожденные таким воздействием, под собственным весом начинают сползать в вязкую базальтовую массу.

Для образования девонских грабенообразных прогибов, также определяющими факторами являются наличие разломов и явление мантийного плюма, несущего потоки горячих агрессивных флюидов. В совокупности взаимосвязь этих факторов порождает образование приразломных плюм-тектонических структурных форм-прогибов, включая подводные долины. Интенсивный прогрев мелководья ведет к зарождению и формированию коралловых рифов. Как известно, они характерны для Камско-Кинельской системы прогибов.



**Рис. 2. Модель формирования грабенообразных структур**

1 – внутрикоровый ачкагыльский прогиб; 2 – глубоководные желоба перикратонных морских окраин Восточно-Европейской платформы; 3 – ареалы флюидизации земной коры в период эйфельско-раннефранского времени; 4 – границы Волго-Уральской антеклизы

Если широкое развитие рифтогенных образований на территории Русской плиты явилось отражением площадного характера флюидной дегазации в докембрии, то в фа-

нерозое (по Ф. А. Летникову, 2000) процессы флюидизации литосферы локализовались вдоль линейных зон диссипации энергии, представленных глубинными разломами.

В Самарском регионе такими линейными разломными зонами, на наш взгляд, являлись: в среднедевонское время – Волго-Сокская палеовпадина; в среднем карбоне – Муханово-Ероховский и Усть-Черемшанский прогибы; в неогене – Акчагыльский реликт. Все они унаследованы от циклично проявляющей свою сейсмоструктурную активность (И. В. Ананьин, 1988 г.) депрессионной дислоцированной Азово-Камской зоны неоднородностей земной коры и верхней мантии.

Структурно эти зоны представляют собой реликты конседиментационного наполнения внутрикорового прогиба с широкой гаммой углеводородных скоплений в порожденных ими ловушках. Все упомянутые прогибы, несмотря на своеобразие своего развития, сформированы одними образующими их сопряженными факторами: активизацией зон глубинных разломов при подходе к ним мантийных плюмов, т. е. плюм-тектоникой.

Мы полагаем, что именно реликтовый характер этих прогибов свидетельствует об их плюмовой природе и вероятности циклического интенсивного насыщения осадочного чехла углеводородами, что подтверждается многочисленными типично однородными скоплениями УВ в различных коллекторах, кроме метаморфических, пока. Таким видится механизм образования девонских грабенообразных структур. Зная, что мантийные флюиды имеют непосред-

ственное отношение к их образованию, нам представляется логичным предположить, что малая толика флюидных потоков могла быть захвачена ловушками и трансформироваться со временем в жидкие углеводороды. Поэтому, отдавая дань структурообразующей роли флюидных систем, мы должны признать за ними ведущую роль в формировании газовых, жидких и твердых углеводородных скоплений, ибо «основа всех флюидных эндогенных систем – углерод и водород» (Ф. А. Летников, 2000).

Итак, понятие «грабенообразные прогибы» следует рассматривать как целостную самоорганизующуюся систему прямых и косвенных взаимообусловленных природных явлений. Часть этой системы (флюидная газовая смесь), в динамике своего развития, обладая высокой миграционной способностью, на пути широкомасштабного рассеивания попадает в литолого-стратиграфические ловушки с иными геодинамическими параметрами, что должно приводить к конденсации флюида, образованию двухфазности углеводородных компонентов и формированию, в конечном счете, нефтяных месторождений. Поэтому залежи нефти в девонских грабенообразных структурах следует рассматривать как следы масштабных по объему и длительных по времени флюидных потоков.

Интерес к грабенообразным структурам вызван необходимостью приложить новые геодинамические данные к устоявшимся каноническим воззрениям на многие неоднозначные вопросы генезиса нефти и скоплений углеводородов.

Мы высказали свою позицию и ждем мнение заинтересованных читателей.

#### Л и т е р а т у р а

1. Богданова С. В. Земная кора Русской плиты в раннем докембрии. – М.: Наука, 1986.
2. Материалы Теоретического семинара ОГГГН РАН, 1998–1999 гг. /под ред. академика Д. В. Рундквиста. – М.: ГЕОС, 2000.

3. Ананьин И. В. К вопросу о проявлении некоторых землетрясений в восточной части Восточно-Европейской платформы: исследования по сейсмической опасности // Вопросы инженерной сейсмологии. – М.: Наука, 1988. – Вып. 29.

УДК 553.493.58

## РЕНИЙ В ВОЛЖСКИХ (ТИТОНСКИХ) ОТЛОЖЕНИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ВОЛЖСКОГО СЛАНЦЕВОГО БАССЕЙНА

© 2015 г. А. Г. Самойлов<sup>1</sup>, В. Н. Илясов<sup>2</sup>, Н. Ю. Зозырев<sup>1</sup>, Д. А. Шелепов<sup>3</sup>

1 – АО "Нижне-Волжский НИИ геологии и геофизики"

2 – ООО "Перелюбская горная компания"

3 – Саратовский госуниверситет

Минерально-сырьевая база рения в России представлена как попутный компонент в рудах молибденовых и медно-порфировых месторождений. В настоящее время у нас не имеется надежных природных источников ренийсодержащего сырья.

Россия испытывает острый дефицит рения. Потребность его в количестве порядка 5 тонн, за исключением 1,5 тонн вторичного отечественного производства, покрывается импортными дорогостоящими поставками. Вместе с тем в стране не исчерпана возможность исследования перспективных направлений добычи рения, в том числе и в нетрадиционных источниках. Например, в волжских (титонских) горючих сланцах Волжского сланцевого бассейна – уникальных и не имеющих аналогов среди себе подобных за счет высокого (до 15–20%) содержания серы, в том числе сульфидной.

В пределах центральной части Волжского сланцевого бассейна (Приволжский ФО, Самарская, Саратовская, Ульяновская, Оренбургская области) в волжских (титонских) отложениях выявлено и разведано значительное количество месторождений фосфоритов и горючих сланцев с многомиллиардными ресурсами последних. Металлоносность сланцев центральной части

Волжского сланцевого бассейна практически не изучена, за исключением их проверки на содержание металлов для выявления вредных примесей и для литолого-стратиграфических построений. Вместе с тем в разрезе присутствуют пропластки пород со значительными концентрациями сульфидов (рис. 1), содержащие, кроме пирита, видимые минералы цинка и меди (рис. 2).

Нами в случайно отобранных образцах Коцебинского, Перелюбского, Кашпирского и Орловского месторождений (рис. 3) установлены высокие содержания рения, которые впервые для региона отнесены к промышленно-значимым. Концентрации варьируют от 0,013 до 0,22 г/т, при минимально-промышленных (как сопутствующего компонента) – 0,05 г/т (Государственный баланс..., 2012 г.).

Интерес возможного промышленного значения концентраций рения в сланцах бассейна основывается:

– на данных из Государственного баланса запасов месторождений полезных ископаемых РФ (Государственный баланс..., 2012 г.), где его минимально-промышленное содержание составляет 0,05 г/т в качестве сопутствующего компонента;