

Статья опубликована в открытом доступе по лицензии CC BY 4.0

Поступила в редакцию 18.11.2024 г.

Принята к публикации 07.02.2025 г.

EDN: PZUGXS

УДК 551.514:551.761:470.13

Тимонина Н.Н.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт геологии имени акад. Н.П. Юшкина ФИЦ Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук (ФГБУН ИГ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН), Сыктывкар, Россия, ntimonina@geo.komisc.ru

ГРАНАТЫ ИЗ НИЖНЕТРИАСОВЫХ ОБЛОМОЧНЫХ ПОРОД-КОЛЛЕКТОРОВ СЕВЕРА КОЛВИНСКОГО МЕГАВАЛА (ТИМАНО-ПЕЧОРСКАЯ НЕФТЕГАЗОНОСНАЯ ПРОВИНЦИЯ)

В последние годы при изучении терригенных коллекторов нефтегазоносных районов все больше внимания уделяется исследованиям акцессорных минералов обломочных пород с целью уточнения состава источников сноса и условий формирования терригенных отложений, а также корреляции «немых» толщ.

Приводятся результаты литологического и минералогического изучения нижнетриасовых песчаников севера Колвинского мегавала Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции. Показано, что из минералов группы граната преобладает альмандин. На основании сравнения морфологических и химических характеристик изученных гранатов с типоморфными особенностями гранатов из пород различного генезиса, сделано предположение о том, что одним из источников поступления обломочного материала являлись метаморфические породы северной части Лятинского антиклинория. В раннетриасовое время продолжалась перестройка структурного плана, связанная с формированием поднятий в области Палеоурала, которая привела к усиленному выносу полимиктового материала в удаленные области платформы.

Минералы группы граната можно использовать в качестве минералов-индикаторов при поисках литологических и литолого-стратиграфических ловушек углеводородов. Присутствие этих минералов в обломочной части песчаников определяется не только источниками сноса материала, но и характером изменения терригенных компонентов в зависимости от условий осадконакопления; он зависит от размерности обломочного материала, физико-химических свойств минералов.

Ключевые слова: *минералы группы граната, условие осадконакопления, источник сноса, нижнетриасовая обломочная порода-коллектор, Колвинский мегавал, Тимано-Печорская нефтегазоносная провинция.*

Для цитирования: Тимонина Н.Н. Гранаты из нижнетриасовых обломочных пород-коллекторов севера Колвинского мегавала (Тимано-Печорская нефтегазоносная провинция) // Нефтегазовая геология. Теория и практика. - 2025. - Т.20. - №1. - https://www.ngtp.ru/rub/2025/5_2025.html EDN: PZUGXS

Введение

Триасовые терригенные отложения Колвинского мегавала Тимано-Печорской провинции представляют большой интерес в отношении нефтегазоносности, что обуславливает необходимость реконструкции условий их образования, уточнения источников сноса, особенно, на закрытых территориях, корреляции песчаных пластов-коллекторов.

Изучению триасовых отложений с точки зрения стратиграфии, литологии и перспектив

нефтегазоносности посвятили свои работы такие исследователи, как В.И. Чалышев, Ф.И. Енцова, С.Д. Танасова, И.З. Калантар, Е.Д. Мораховская, А.И. Киричкова и многие другие [Чалышев, Варюхина, 1960; Енцова, Калантар, 1966; Калантар, Танасова, 1988; Мораховская, 1997, 2000; Киричкова, 2013]. Сведения об особенностях петрографического состава триасовых отложений изложены в немногочисленных работах Е.Д. Мораховской, Л.А. Удовиченко, Г.А. Шабановой [Удовиченко, 1986; Мораховская, 2000; Природные резервуары нефтегазоносных..., 2011; Тимонина, 2020].

Исследованиями ряда авторов доказано, что сведения о химическом составе и кристаллохимических особенностях минералов тяжелой фракции песчаников могут использоваться для характеристики состава пород, решения проблем генезиса отложений и палеогеографических реконструкций [Бружес, Изотов, Ситдикова, 2010; Бадида, Мизенс, 2015; Бадида Маслов, Мизенс, 2020; Чернова, Иванова, 2011; Тераока, 2003].

Настоящая работа посвящена изучению минерального состава тяжелой фракции песчаников нижнего триаса, особое внимание уделено гранату. В задачи исследований наряду с минералогическим описанием граната входило определение источников сноса и установление обстановок осадконакопления, в которых шло формирование песчаных тел-коллекторов.

Материалы и методы исследования

В основу положены материалы, полученные при бурении скважин ряда площадей и месторождений севера Колвинского мегавала (рис. 1). Проведено подробное изучение отложений, вскрытых скважинами в пределах Хыльчуйской площади, включающее макроописание керна, детализированное исследование петрографического состава обломочных пород, минерального состава цемента песчаников, литогеохимическими исследованиями.

Методика обработки проб состояла в предварительной дезинтеграции песчаников, отмучивании глинистой фракции и выделении в бромформе тяжелой фракции.

При минералогическом изучении песчаников использовался «метод искусственных шлихов», основанный на выделении тяжелой фракции из раздробленных пород и дальнейшем разделении по плотности, магнитным и электромагнитным параметрам по общепринятой методике [Кухаренко, 1961].

Общий химический состав образцов определялся классическим химическим методом в Институте геологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН.

Микронзондовые исследования аксессуарных минералов проводились на сканирующем электронном микроскопе TESCAN VEGA3 LMN с энергодисперсионной приставкой X-MAX

50 mm Oxford instruments при ускоряющем напряжении 20 кВ, диаметре зонда 180 нм и области возбуждения до 5 мкм.

Результаты исследования и их обсуждение

Триасовые отложения характеризуются широким распространением на севере Тимано-Печорской провинции и представлены песчаниками с прослоями конгломератов, алевролитами и аргиллитами.



Рис. 1. Схема тектонического районирования Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции
(по [Тимано-Печорская..., 2004])

Границы структур: 1 - крупнейших, надпорядковых; 2 - крупных, первого порядка, 3 - средних, второго порядка; 4 - границы нефтегазоносных районов; 5 - административная граница между Республикой Коми и Ненецким автономным округом; 6 - железная дорога; месторождения: 7 - нефтяные, 8 - газоконденсатные, 9 - газовые, 10 - нефтегазоконденсатные. Элементы нефтегазогеологического районирования: 1 - Малоземельско-Колгуевская моноклираль, 2 - Печоро-Колвинский авлакоген, 2-1 - Шапкина-Юрьяхинский вал; 3 - Колвинский мегавал, 3-1 - Ярейюский вал, 3-2 - Харьягинский вал, 3-3 - Возейский вал; 4 - Хорейверская впадина, 5 - Варандей-Адзьвинская структурно-тектоническая зона, 5-1 - вал Сорокина; 6 - гряда Чернышева; 7 - Косью-Роговская впадина; 8 - Воркутское поперечное поднятие; 9 - Кортаихинская впадина.

Колвинский мегавал прослеживается в северо-западном направлении более чем на 300 км при ширине 30-40 км, северная его часть устанавливается в акватории Печорского моря [Тектонические критерии прогноза..., 1986]. Наиболее отчетливо Колвинский мегавал выражен по поверхности нижнепермских карбонатных отложений. С севера на юг в пределах Колвинского мегавала выявлены структуры второго порядка: Ярейюский, Харьгинский, Возейский и Усинский валы. Вверх и вниз по разрезу структура мегавала вылаживается. По отложениям перми и триаса прослеживаются Ярейюский вал, Харьгинский мыс, Возейское поднятие и Усинская ступень. Ярейюский вал четко выражен по всем горизонтам среднего-верхнего палеозоя и мезозоя. Он выделяется в составе Северо-Хыльчюуской, Хыльчюуской и Ярейюской структур.

История геологического развития Колвинского мегавала восстановлена на основании палеотектонических реконструкций: в ордовикско-раннедевонское время в его пределах заложился крупный грабен. В среднем девоне и карбоне на этом месте возникли первые изометричные поднятия и впадины с амплитудами в 200-300 м. В перми возникает крупная положительная сложнопостроенная валообразная структура, отвечающая в основных чертах современному Колвинскому мегавалу, окончательно оформившемуся в триасовое время [Тектонические критерии прогноза..., 1986].

В составе триасовой системы выделяются нижний, средний и верхний отделы общей мощностью 872-1027 м [Мораховская, 2000]. Триасовые отложения залегают со стратиграфическим несогласием на образованиях верхней перми. Нижний отдел сложен породами чаркабожской и харалейской свит мощностью от 254 до 365 м (рис. 2).

Чаркабожская свита (T_1^{cb}) представлена переслаиванием песчаников, алевролитов и глин. В подошве разреза залегает базальный пласт песчаника серого с зеленоватым оттенком, мелкозернистого с примесью грубозернистого, к нему приурочена нефтяная залежь T_1-I . В пределах свиты, кроме базального, выделяются несколько песчаных пластов линзовидного характера, к одному из них приурочена небольшая залежь нефти T_1-II .

Базальный пласт в подошве чаркабожской свиты нижнего триаса представлен песчаниками серыми, зеленовато-серыми, иногда с коричневатым оттенком, полимиктовыми, разномзернистыми (в основном среднезернистыми), с примесью крупно- и грубозернистых, неоднородными, слюдястыми, косослоистыми, слабоизвестковистыми. В песчаниках отмечаются прослои мелкой гальки серых и светло-серых глин и обломков известковистых песчаников; местами отмечены включения сидерита, иногда мелкие кристаллы пирита, присыпки обугленного детрита. Слабоизвестковистые разности являются хорошим коллектором.

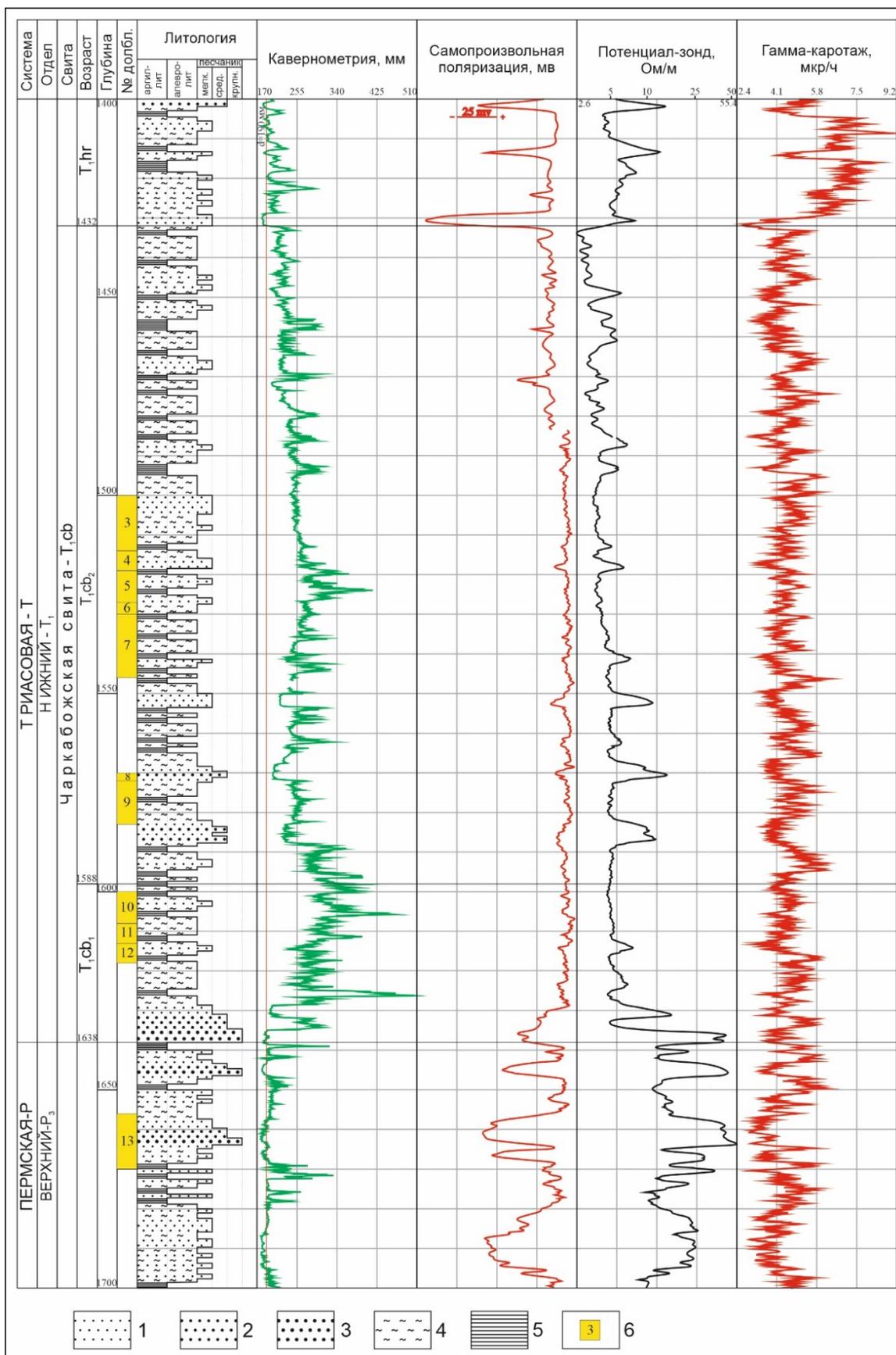


Рис. 2. Литологический разрез нижнетриасовых отложений Хыльчуйской площади (Колвинский мегавал)

1 - песчаники мелкозернистые, 2 - песчаники крупно- и среднезернистые, 3 - конгломераты, 4 - алевролиты, 5 - глины и аргиллиты, 6 - вынос керна. Т₁cb - чаркабожская свита, Т₁hr - харалейская свита.

В шлифах песчаники преимущественно мелко- и среднезернистые, псаммитовые, плохо сортированные, преобладают зерна размером 0,25-0,5 мм, окатанной и полуокатанной формы с точечными и линейными контактами. В кластической части - обломки пород: кремнистые (10-15%), кварциты (5-10%), кислые вулканиты (5-10%), основные и средние эффузивы (5%), кварцевые песчаники и алевролиты (5%), серицит-хлоритовые сланцы (5%), а также сильно измененные труднодиагностируемые обломки. Минеральные зерна представлены кварцем (15-20%), полевыми шпатами (10-15%), биотитом и др. Встречается цемент карбонатный порового и базального типов, а также глинистый порового и пленочного типов.

Песчаники пласта Т₁-II зеленовато-серого, светло-серого цвета, иногда с розоватым оттенком, полимиктовые, различного гранулометрического состава, с косой, параллельной и линзовидной слоистостью, подчеркнутой наличием слюдистого, тонко-мелкозернистого песчаного материала. Песчаники, в основном, известковистые, часто рыхлые, рассыпающиеся в песок. Состав обломочной части полимиктовый, обломки пород составляют 60-65%. Среди них можно выделить серицит-хлоритовые сланцы (10%), кремнистые породы (10%), граниты и микрограниты (5-10%), кварциты (5-10%), кварцевые песчаники (5%), хлоритизированные обломки и т.д. Среди минеральных зерен преобладает кварц (20-25%), присутствуют полевые шпаты (10-15%), биотит и др. Цемент представлен глинистыми минералами такими, как иллит-сметтит, каолинит, хлорит пленочного, порового типов, а также кальцитом порового и базального типов.

По петрографическому составу нижнетриасовые песчаники относятся к семейству граувакк (рис. 3). По петрохимической классификации А.Г. Коссовской и М.И. Тучковой нижнетриасовые песчаники попадают в поле полимиктовых (содержание SiO₂ 62-78%) (табл. 1) и вулканомиктовых (содержание SiO₂ 54-64%) [Коссовская, Тучкова, 1988].

Содержание тяжелой фракции в триасовых песчаниках варьирует от 0,04 до 0,66%. В ее состав входят эпидот, магнетит, хромшпинелиды, ильменит, лейкоксен, титанит, рутил, гранат, циркон, турмалин, пирит, амфибол, мартит, апатит и др.

Минералы группы граната отобраны для более детального изучения по ряду причин: они относятся к довольно распространенным и часто встречающимся компонентам тяжелой фракции терригенных отложений, кроме того, гранат является довольно устойчивым минералом по отношению к процессам выветривания и диагенетическим преобразованиям [Бергер, 1986]. Гранаты представляют значительный интерес также потому, что их формирование определяет не только состав исходного «материала», но и термобарические условия, соответственно, их наличие чаще всего свидетельствует о присутствии метаморфических и некоторых типов магматических пород в областях сноса [Herron, 1988; Hegner et al., 2005; Бадида, Маслов, Мизенс, 2020].

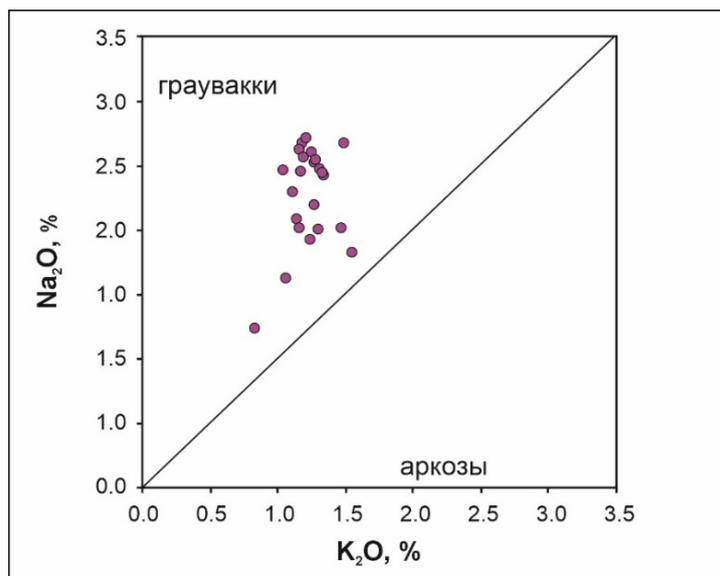


Рис. 3. Положение фигуративных точек состава песчаников нижнего триаса на классификационной диаграмме для терригенных песчаников Ф. Петтиджона [Петтиджон, Поттер, Сивер, 1976]

Одним из первых А. Мортон использовал геохимические особенности гранатов в качестве индикатора источников сноса в 1985 г. [Morton, Hounslow, Frei, 2003; Mange, Morton, 2007]. Впоследствии это направление получило развитие в работах большого числа исследователей и апробировано на обширном материале - от палеозойских до голоценовых образований.

Изученные гранаты из нижнетриасовых песчаников в основном гомогенны, первичная зональность присутствует в пределах общей изменчивости состава. С помощью электронного микроскопа выявлены включения кварца, ильменита, титаномагнетита, эпидота, циркона в зернах граната (рис. 4). Включения чаще всего тяготеют к центральным зонам обломков.

В песчаниках нижнего триаса присутствуют преимущественно гранаты альмандиновые, встречаются зерна с увеличенной составляющей гроссуляра и спессартина, о чем свидетельствуют расчеты гранатовых миналов. Содержание альмандина в этих кристаллах варьирует от 37 до 78%, пиропы – 2-21%, гроссуляра – 2-26%, спессартина – 1,2-55% (табл. 2). Следует отметить, что состав гранатов, выделенных из тяжелой фракции песчаников пластов Т₁-I и Т₁-II, практически идентичен.

Таблица 1

Содержание основных породообразующих компонентов в песчаниках нижнего триаса Хыльчюуской площади, мас. %

Компоненты	Номер образца										
	47-18	49-5	49-9	49-10	49-33	49-39	49-41	50-9	50-10	50-21	50-25
SiO ₂	55,52	61,92	60,14	52,36	40,98	59,28	50,42	33,32	64,00	58,12	60,48
TiO ₂	1,61	1,20	1,14	0,65	0,57	1,26	1,25	0,49	0,76	0,97	1,34
Al ₂ O ₃	13,15	13,56	14,89	10,26	9,63	14,94	12,50	6,96	12,88	14,44	14,77
Fe ₂ O ₃	4,17	6,60	3,29	5,00	4,15	6,15	2,95	3,08	5,20	5,15	7,80
FeO	5,73	3,39	2,83	2,54	1,79	2,57	2,58	0,95	2,59	2,52	4,48
MnO	0,19	0,17	0,12	0,44	0,4	0,09	0,35	0,24	0,12	0,20	0,11
MgO	3,89	3,79	4,13	2,86	2,72	4,08	3,68	1,70	3,11	3,38	4,13
CaO	4,03	3,20	1,65	12,81	19,97	2,32	9,66	27,68	2,35	3,66	1,47
Na ₂ O	2,09	2,53	2,61	2,30	1,63	2,46	2,68	1,24	2,48	2,68	2,72
K ₂ O	1,14	1,27	1,25	1,11	1,06	1,17	1,49	0,83	1,31	1,18	1,21
ППП	8,84	6,57	7,66	12,66	19,55	7,75	12,54	25,25	8,20	9,96	6,57
P ₂ O ₅	0,34	0,17	0,24	0,12	0,11	0,23	0,23	0,10	0,14	0,19	0,19
Сумма	100,70	100,98	99,96	100,57	100,78	99,73	100,33	100,89	100,55	99,93	100,79
H ₂ O	1,64	1,99	3,48	1,14	1,19	3,58	2,38	1,70	3,39	3,54	1,96
CO ₂	2,68	1,13	0,25	8,89	14,93	<0,1	6,69	21,20	1,25	2,45	0,67

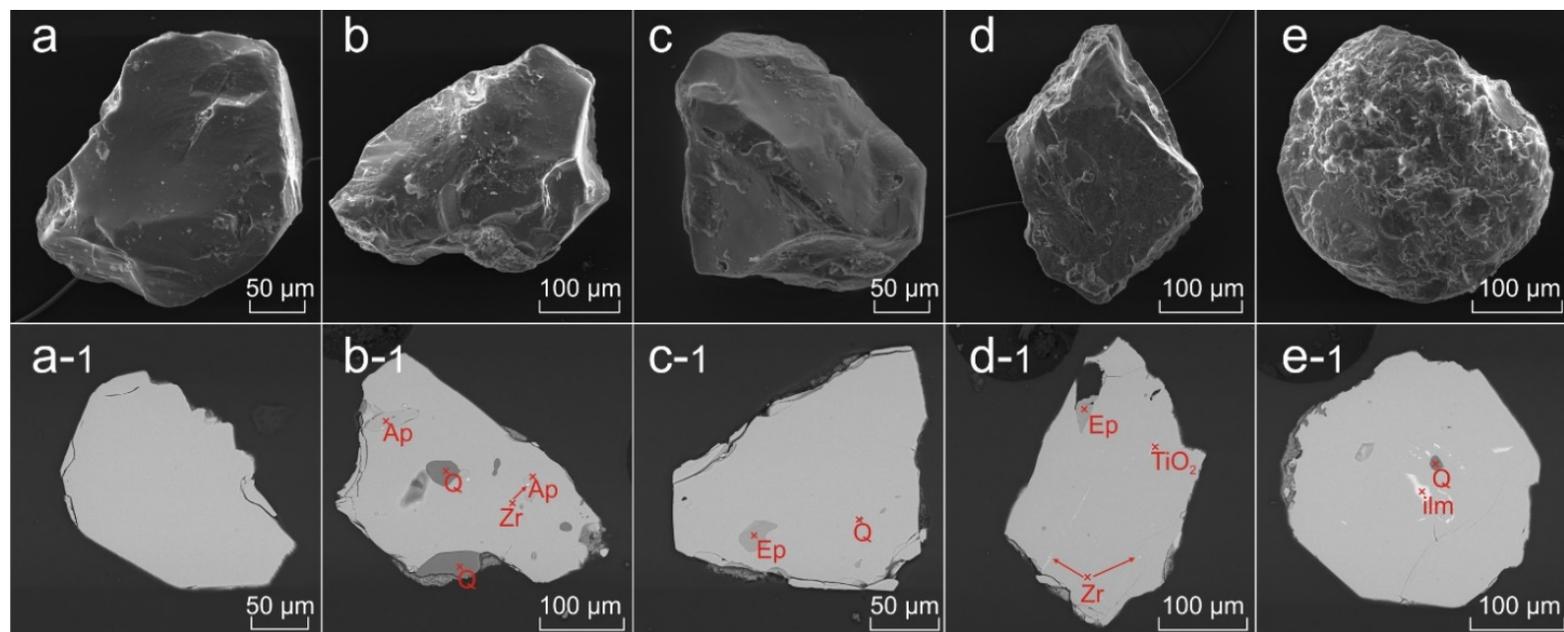


Рис. 4. Микрофотографии обломочного граната из песчаников нижнего триаса под электронным микроскопом

a - зерно граната, a-1 - срез этого зерна, b - зерно граната, b-1 - полированный срез зерна альмандина с включениями апатита (Ap), циркона (Zr), кварца (Q); c - зерно граната, c-1 - полированный срез зерна альмандина с включениями эпидота (Ep), кварца (Q); d - обломок граната, d-1 - его срез с включениями оксида титана (TiO₂), эпидота (Ep) и циркона (Zr); e - зерно граната, e-1 - его срез с включениями кварца (Q) и ильменита (Ilm).

Таблица 2

Химический состав гранатов из песчаников нижнего триаса (масс. %) и миналы (мол. %)

Номер зерна	Компоненты								Миналы			
	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	CaO	MnO	FeO _{общ}	TiO ₂	Сумма	Альм	Пир	Грос	Спес
50-7 (1-1)	5,21	21,7	38,49	9,01	0,51	25,33		100,25	78,5	9,1	4,5	7,9
50-7 (1-2)	0,75	21,2	37,5	13,3	1,16	26,04		99,95	56,4	3,0	37,1	2,6
50-7 (2-1)	1,27	21,13	37,53	9,33	0,73	30,27		100,26	66,7	5,04	26,3	1,6
50-7 (3-1)	5,64	21,71	38,27	9,14	2,12	23,24		100,12	47,7	21,9	24,5	4,7
50-7 (4-1)	1,34	19,96	36,54	0,78	22,38	19,11		100,11	40,4	5,5	2,2	51,9
50-7 (5-1)	4,31	21,3	37,64	1,23	6,24	29,65		100,37	65,4	17,1	3,5	14,0
50-68 (5-1-4)	2,27	21,42	37,23	1,58	3,46	35,14		101,1	78,5	9,1	4,5	7,9
52-28 (2-1)	6,00	21,19	38,5	9,26	0,58	24,15		99,68	49,7	23,2	24,7	1,3
52-28 (3-1)	1,41	20,19	35,78	0,12	23,3	19,41		100,21	38,6	5,9	0,3	55,2
52-28 (4-1)	1,89	21,02	37,19	8,01	1,17	30,43		99,71	66,7	7,6	22,5	2,7
52-28 (5-1)	2,05	20,84	36,88	5,12	0,96	33,68		99,53	74,6	8,3	14,5	2,2
52-28 (6-1)	1,60	21,16	36,97	8,01	0,40	31,95		100,09	69,4	6,4	22,3	0,9
52-28 (7-1)	0,33	19,94	35,65	1,39	24,27	18,20	0,20	99,98	37,0	1,4	3,8	57,4
52-28 (8-1)	0,56	20,09	35,96	0,60	24,01	19,06		100,28	39,3	2,3	1,7	56,5
52-28 (9-1)	1,37	21,11	37,18	10,19	1,26	28,91		100,02	62,3	5,5	28,2	2,9
52-28 (10-1)	0,5	20,13	35,79	0,29	14,73	27,81	0,25	99,5	62,4	2,1	0,8	34,7
52-28 (11-1)	1,68	21,28	37,29	8,95	0,50	30,15		99,85	66,4	6,7	25,3	1,1
52-28 (12-1)	3,94	21,39	36,85	2,05	2,85	32,54		99,62	71,5	15,9	5,8	6,5
52-28 (13-1)	2,25	20,97	37,03	5,45	2,24	31,99		99,93	70,0	9,1	15,3	5,1
52-28 (14-1)	6,54	21,28	37,87	5,07	2,32	26,78		99,86	54,7	25,7	13,4	5,2
52-28 (15-1)	0,64	19,52	35,24	0,75	16,08	25,63		97,86	56,4	2,7	2,1	38,6
52-28 (16-1)	1,29	20,49	36,07	0,52	20,47	21,08		99,92	45,0	5,3	1,5	48,1
52-28 (17-1)	1,93	20,86	36,82	5,64	1,60	32,86		99,71	72,1	7,8	15,8	3,7
52-28 (18-1)	0,96	21,11	37,16	11,69	1,75	27,36		100,03	58,4	3,8	32,2	4,0
52-28 (19-1)	5,68	21,19	38,33	10,37	0,67	23,11	0,22	99,57	47,7	22,0	27,8	1,5
52-28 (20-1)	0,71	19,74	35,55	1,30	24,25	17,84	0,14	99,53	35,5	3,0	3,6	57,6
52-28 (21-1)	1,13	21,06	37,1	9,10	0,87	30,83		100,09	67,2	4,5	25,4	2,0
52-54 (4-1)	2,59	21,08	37,26	4,08	6,74	28,54		100,29	27,7	16,8	41,0	14,5

Гранаты из тяжелой фракции песчаников разделились на три группы, в соответствии с диаграммой А. Мортон они распределены по полям В, Вi и Сi (рис. 5) [Morton, Hounslow, Frei, 2003]. Источником гранатов из поля В могли послужить породы амфиболитовой фации метаморфизма. Гранаты с повышенным содержанием Мп и относительно невысоким содержанием Mg и Са попадают в поле Вi, скорее всего, произошли из гранитоидов. К третьей группе можно отнести гранаты с повышенным содержанием Mg и Са, их фигуративные точки попадают в поле Сi, что позволяет увязать их происхождение с основными породами, претерпевшими высокие стадии метаморфизма.

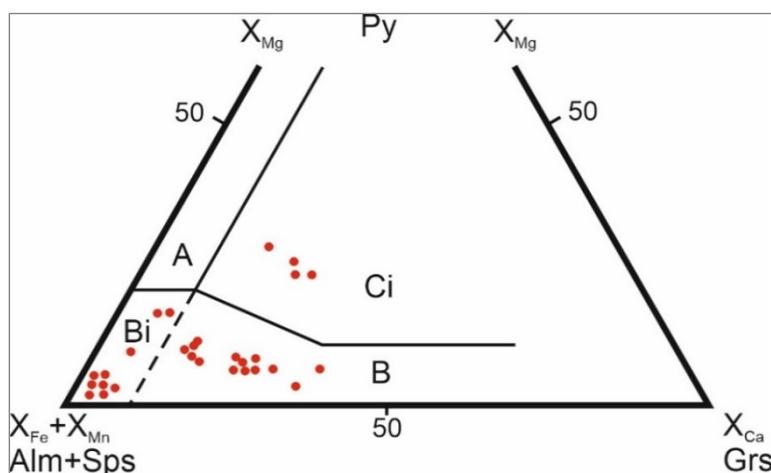


Рис. 5. Диаграмма распределения гранатов с полюсами пироп, альмандин-спессартин, гроссуляр [Morton, Hounslow, Frei, 2003] и положение на ней гранатов из песчаников нижнего триаса Хыльчужской площади

A - метаосадки гранулитовой фации, B - метаосадочные породы амфиболитовой фации, Bi - средние и кислые магматиты, Ci - метабазиты.

На диаграмме Н.В. Соболева фигуративные точки гранатов из разных фаций метаморфизма тяготеют, главным образом, к полям амфиболитовой фации метаморфизма (рис. 6). Гранаты из амфиболитов представляют собой один из наиболее четко выделяющихся типов, для них характерна высокая железистость и довольно высокое содержание кальциевого компонента. На вышеуказанной диаграмме некоторые фигуративные точки гранатов с повышенным содержанием Са находятся в полях гранулитовой фации. На диаграмме Мортон эти же объекты попали в поле метабазитов (метаморфизованных основных пород).

Полученные данные о химизме гранатов из изученных песчаников указывают на присутствие метаморфических пород среди материнских образований. В разрыв вовлечены также палеозойские магматические комплексы. Это соответствует общепринятым представлениям о геологической истории региона: в раннетриасовое время продолжалась перестройка структурного плана, связанная с усилением поднятий в области Палео-Урала, которое привело к усиленному выносу полимиктового терригенного материала в удаленные

области платформы. Для сравнения на диаграмму Соболева вынесены гранаты из метаморфических пород Приполярного Урала [Тимонина, 1980]. Исходя из химического состава гранатов, можно предположить, что их источником могли стать высокометаморфизованные образования, относящиеся к няртинской серии (ранее николайшорская свита докембрия) Ляпинского антиклинория.

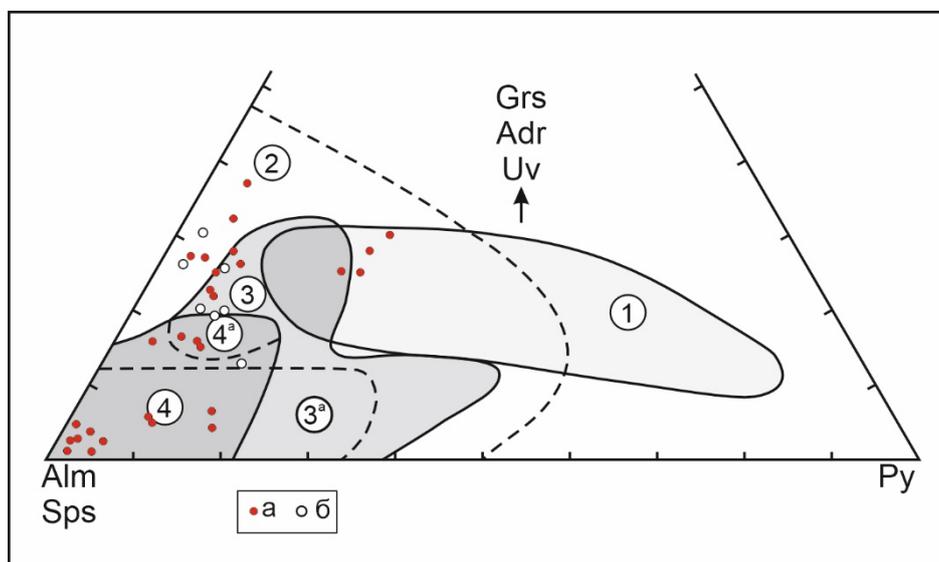


Рис. 6. Положение фигуративных точек состава граната из нижнетриасовых песчаников Хыльчюуской площади на сводной диаграмме полей составов пироп-альмандиновых гранатов из разных фаций метаморфизма

Фации: 1 - эклогитовая, 2 - гранулитовая (вместе с богатыми Са гранатами); 3 - амфиболитовая (3^а - биотитовых гнейсов и гранитов), 4 - эпидот-амфиболитовая и роговиковая (4^а - из кислых эффузивов) [Соболев, 1964]. а - состав гранатов из песчаников нижнего триаса, б - состав гранатов из метаморфических пород Приполярного Урала (по [Тимонина, 1980]). Alm - альмандин, Adr - андрадит, Grs - гроссуляр, Py - пироп, Sps - спессартин, Uv - уваровит.

Проведенные исследования свидетельствуют, что формирование изученных отложений происходило на различных участках речной долины, существовавшей на территории Колвинского мегавала в раннетриасовое время. На основе детального изучения литологического состава и строения проведены фациальные реконструкции продуктивных пластов и подтвержден аллювиальный генезис отложений [Природные резервуары..., 1993]. Выделены русловые и пойменные макрофации, к первым отнесены фации пристрежневой части русла, прирусловой отмели, прирусловых валов и внутренней части поймы. Пристрейневые отложения формировались в условиях неустойчивого гидродинамического режима, находясь в стадии постоянного преобразования, вследствие чего здесь на сравнительно коротких дистанциях переноса создавались наиболее благоприятные условия для разделения обломочного материала по массе или удельному весу частиц. Этим обусловлена приуроченность к отложениям пристрежневой макрофации более высоких

концентраций тяжелых минералов, в частности, алмандина. Он довольно устойчив в процессах переноса и переотложения материала, поэтому может служить в качестве минералогического критерия для корреляции песчаных пластов и диагностики обстановок осадконакопления. Ранее доказано [Тимонина, Мочалова, 2017], что песчаники, сформировавшиеся в прирусловой зоне, характеризуются наиболее высокими коллекторскими свойствами.

Заключение

Минералы группы граната обнаружены в составе акцессорных минералов в продуктивных песчаниках нижнего триаса Хыльчуйской площади. Установлено, что содержание тяжелой фракции в нижнетриасовых песчаниках варьирует от 0,04 до 0,66%.

Гранаты из песчаников нижнего триаса в целом относятся к алмандидам, в то же время их состав достаточно разнообразен: выделяются зерна с повышенной долей спессартина, гроссуляра и пироба. На долю алмандинового граната приходится от 37 до 78%, пироба – 2-27%, гроссуляра – 2-36%, спессартина – 1-57%. Поступление минералов группы граната в речную сеть могло происходить в результате выведения на поверхность и разрушения пород метаморфических образований, относящихся к няртинской серии докембрия севера Ляпинского антиклинория, а также основных и кислых магматитов.

Минералы группы граната из тяжелой фракции песчаников первого и второго нефтенасыщенных пластов характеризуются близким химическим составом.

Гранат можно использовать в качестве минерала-индикатора для корреляции пластов песчаников, при поисках литологических и литолого-стратиграфических ловушек углеводородов. Состав тяжелой фракции песчаников определяется не только источниками сноса обломочного материала, но и характером изменения терригенных компонентов в зависимости от условий осадконакопления. Он зависит от размерности обломочного материала, физико-химических свойств минералов.

Финансирование. Работа выполнена в рамках темы НИР ИГ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН «Геолого-геохимические закономерности образования и размещения углеводородных систем, научные основы формирования сырьевой базы углеводородного сырья в Тимано-Печорской нефтегазонасыщенной провинции» (ГР № 122040600010-8).

Литература

Бадида Л.В., Мизенс Г.А. Кристаллохимическая характеристика акцессорных минералов молассовых песчаников юга Предуральяского прогиба // Геологический вестник. - 2015. - № 2. - С. 77-84.

Бадида Л.В., Маслов А.В., Мизенс Г.А. Реконструкция состава пород питающих

провинций. Статья 3. Современные методы исследования тяжелых обломочных минералов (гранатов, турмалинов, хромшпинелидов, рутила и др.) // Литосфера. - 2020. - №20(2). - С.149-167.

Бергер М.Г. Терригенная минералогия. - М.: Недра, 1986. - 227 с.

Бружес Л.Н., Изотов В.Г., Ситдикова Л.М. Литолого-фациальные условия формирования горизонта Ю₁ Тевлинско-Русскинского месторождения Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции // Георесурсы. - 2010. - № 2 (34). - С. 6-9.

Енцова Ф.И., Калантар И.З. Триасовые отложения Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции // Мат-лы по геологии востока Русской платформы. - Казань: Изд-во Казанского университета. - 1966. - С.138-189.

Калантар И.З., Танасова С.Д. Фациальные критерии при стратификации континентальных отложений триаса // Стратиграфия и литология нефтегазоносных отложений Тимано-Печорской провинции. - Л.: Недра, 1988. - С. 127-134.

Киричкова А.И. Стратотипические и опорные разрезы нижнего триаса Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции: литология, фациальные особенности // Нефтегазовая геология. Теория и практика. - 2013. - Т.8. - №4. http://www.ngtp.ru/rub/2/45_2013.pdf

Коссовская А.Г., Тучкова М.И. К проблеме минералого-петрохимической классификации и генезиса песчаных пород // Литология и полезные ископаемые. - 1988. - №2. - С.8-24.

Кухаренко А.А. Минералогия россыпей. - М., 1961. - 318 с.

Мораховская Е.Д. Триасовые литостратоны Тимано-Уральского региона, их взаимоотношения и территориальная приуроченность // Вопросы совершенствования стратиграфической основы фанерозойских отложений нефтегазоносных регионов России. СПб: Изд-во ВНИГРИ, 1997. - С.34-49.

Мораховская Е.Д. Триас Тимано-Уральского региона (опорные разрезы, стратиграфия, корреляция) // Биохронология и корреляция фанерозоя нефтегазоносных бассейнов России. - СПб: ВНИГРИ. - 2000. - Вып. 1. - 80 с.

Петтиджон Ф., Поттер П., Сивер Р. Пески и песчаники. - М.: Мир, 1976. - 536 с.

Природные резервуары в терригенных формациях Печорского нефтегазоносного бассейна / Е.О. Малышева, З.В. Ларионова, Н.Н. Рябинкина, Н.Н. Тимонина. - Сыктывкар: Коми научный центр УрО РАН, 1993. - 154 с.

Природные резервуары нефтегазоносных комплексов Тимано-Печорской провинции / Е.Л. Теплов, П.К. Костыгова, З.В. Ларионова, И.Ю. Беда, Е.Г. Довжикова, Т.И. Куранова, Н.И. Никонов, Е.Л. Петренко, Г.А. Шабанова // Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Коми, ГУП РК ТП НИЦ. - СПб: ООО «Реноме», 2011. - 286 с.

Соболев Н.В. Парагенетические типы гранатов. - М.: Наука, 1964. - 218 с.

Тектонические критерии прогноза нефтегазоносности Печорской плиты. - Л.: Наука, 1986. - 217 с.

Тимано-Печорская провинция: геологическое строение, нефтегазоносность и перспективы освоения / М.Д. Белонин, О.М. Прищепа, Е.Л. Теплов, Г.Ф. Буданов, С.А. Данилевский. - СПб.: Недра, 2004. - 396 с.

Тимонина Н.Н. Вещественный состав нижнетриасовых песчаников северных площадей Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции // Вестник Геонаук. - 2020. - № 9. - С. 26-36. DOI: [10.19110/geov.2020.9.5](https://doi.org/10.19110/geov.2020.9.5)

Тимонина Н.Н., Мочалова И.Л. Литологические особенности продуктивных отложений нижнего триаса Шапкина-Юрьянского вала (Тимано-Печорская нефтегазоносная

провинция) // Нефтегазовая геология. Теория и практика. - 2017. - Т.12. - №3. - http://www.ngtp.ru/rub/2/9_2016.pdf DOI: [10.17353/2070-5379/28_2017](https://doi.org/10.17353/2070-5379/28_2017)

Тимонина Р.Г. Петрология метаморфических пород Приполярного Урала. - Л.: Наука, 1980. - 102 с.

Удовиченко Л.А. Структурно-вещественные комплексы и перспективы нефтегазоносности нижнего триаса Тимано-Печорской провинции // Закономерности размещения зон нефтегазоаккумуляции в Тимано-Печорской провинции. - Л.: ВНИГРИ, 1986. - С. 66-73.

Чальшев В.И., Варюхина Л.М. Стратиграфия и спорово-пыльцевые комплексы верхнепермских и триасовых отложений Печорского Урала и гряды Чернышева // Геология и полезные ископаемые Северного Урала и Тимана. - Сыктывкар, 1960. - С. 49-58.

Чернова Л.С., Иванова И.А. Терригенно-минералогические модели генетических типов пород для прогноза развития коллекторов (на примере нефтегазоносных районов Западной Сибири) // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. - 2011. - №1(5). - С.8-16.

Hegner E., Gruler M., Hann H.P., Chen F., Guldenphenning M. Testing tectonic models with geochemical provenance parameters in greywacke // J. Geol. Soc. (London). - 2005. - V. 162. - P. 87-96.

Herron M.M. Geochemical classification on terrigenous sands and shales from core or log data // Journal of sedimentary petrology. - 1988. - V. 58. - № 5. - P. 820-829.

Mange M.A., Morton A.C. Geochemistry of heavy minerals. Heavy Minerals in Use. Eds M.A. Mange, D.T. Wright. Dev. Sediment., 58. Elsevier, Amsterdam. - 2007. - P. 345-391.

Morton A., Hounslow M.W., Frei D. Heavy-mineral, mineral-chemical and zircon-age constraints on the provenance of Triassic sandstones from the Devon coast, southern Britain // Geologos 19. - 2003. - Issue 1-2. - P. 67-85.

Teraoka Y. Detrital garnets from Paleozoic to Tertiary sandstones in Southwest Japan // Bull. Geol. Surv. Japan. - 2003. - V. 54. - P. 171-192.

This is an open access article under the CC BY 4.0 license

Received 18.11.2024

Published 07.02.2025

Timonina N.N.

Institute of Geology, Komi SC UB RAS, Syktyvkar, Russia, nntimonina@geo.komisc.ru

GARNETS FROM THE LOWER TRIASSIC CLASTIC RESERVOIRS OF THE NORTHERN PART OF KOLVA MEGASWELL (TIMAN-PECHORA PETROLEUM PROVINCE)

Recent years, when studying terrigenous reservoirs of oil and gas regions, more and more attention has been paid to the study of accessory minerals of clastic rocks, in order to clarify the composition of provenances and the conditions of formation of terrigenous rocks, as well as the correlation of "barren" beds. The article presents the results of lithological and mineralogical study of the Lower Triassic sandstones of the north of the Kolva megaswell of the Timan-Pechora petroleum province. It is shown that almandine predominates among the minerals of the garnet group. It is suggested that one of the sources of clastic material was metamorphic rocks that were widespread in the northern part of the Lyapin anticlinorium. In the Early Triassic time, the reorganization of the structural plan continued, associated with the formation of uplifts in the Paleo-Urals region, which led to an increased removal of polymictic material to remote areas of the platform. It is assumed that garnet group minerals can be used as indicator minerals in the search for lithological and lithological-stratigraphic hydrocarbon traps. The presence of these minerals in the clastic part of sandstones is determined not only by the sources of material removal, but also by the nature of the change in terrigenous components depending on the conditions of sedimentation; it depends on the size of the clastic material and on the physicochemical properties of the minerals.

Keywords: garnet group minerals, sedimentation condition, sources of material removal, Lower Triassic clastic reservoir, Kolva megaswell, Timan-Pechora petroleum province.

For citation: Timonina N.N. Metodika veroyatnostnoy otsenki geologo-ekonomicheskikh pokazateley pleev na poiskovo-otsenochnom etape geologorazvedochnykh rabot [Garnets from the Lower Triassic clastic reservoirs of the northern part of Kolva megaswell (Timan-Pechora petroleum province)]. *Neftegazovaya Geologiya. Teoriya i Praktika*, 2025, vol. 20, no. 1, available at: https://www.ngtp.ru/rub/2025/5_2025.html EDN: PZUGXS

References

Badida L.V., Maslov A.V., Mizens G.A. Rekonstruktsiya sostava porod pitayushchikh provintsiy. Stat'ya 3. Sovremennyye metody issledovaniya tyazhelykh oblomochnykh mineralov (granatov, turmalinov, khromshpinelidov, rutila i dr.) [Reconstruction of the composition of breeds of supplying provinces. Article 3. Modern methods for studying heavy fragmentary minerals (garnets, tourmalines, chrome spinels, rutile, etc.)]. *Litosfera*, 2020, no. 20(2), pp. 149-167. (In Russ.).

Badida L.V., Mizens G.A. Kristallokhimicheskaya kharakteristika aktsessornykh mineralov molassovykh peschanikov yuga Predural'skogo progiba [Crystal-chemical characteristics of accessory minerals of molasse sandstones of the southern Cis-Ural trough]. *Geologicheskii vestnik*, 2015, no. 2, pp. 77-84. (In Russ.).

Berger M.G. *Terrigennaya mineralogiya* [Terrigenous mineralogy]. Moscow: Nedra, 1986, 227 p. (In Russ.).

Bruzhes L.N., Izotov V.G., Sitdikova L.M. Litologo-fatsial'nye usloviya formirovaniya gorizonta Yu1 Tevlinsko-Russkinskogo mestorozhdeniya Zapadno-Sibirskoy neftegazonosnoy provintsii [Lithofacies conditions of formation of level J1 of Tevlin-Russkin field of West Siberian petroleum province]. *Georesursy*, 2010, no. 2 (34), pp. 6-9. (In Russ.).

Chalyshev V.I., Varyukhina L.M. Stratigrafiya i sporovo-pyl'tsevye komplekсы verkhnepermiskikh i triasovykh otlozheniy Pechorskogo Urala i gryady Chernysheva [Stratigraphy and spore-pollen complexes of the Upper Permian and Triassic strata of the Pechora Urals and the

Chernyshev Ridge]. *Geologiya i poleznye iskopaemye Severnogo Urala i Timana*, Syktyvkar, 1960, pp. 49-58. (In Russ.).

Chernova L.S., Ivanova I.A. Terrigeno-mineralogicheskie modeli geneticheskikh tipov porod dlya prognoza razvitiya kollektorov (na primere neftegazonosnykh rayonov Zapadnoy Sibiri) [Terrigenous-mineralogical models of genetic types of rocks for forecasting reservoir development (using oil and gas regions of Western Siberia as an example)]. *Geologiya i mineral'no-syr'evye resursy Sibiri*, 2011, no. 1(5), pp. 8-16. (In Russ.).

Entsova F.I., Kalantar I.Z. *Triasovye otlozheniya Timano-Pechorskoy neftegazonosnoy provintsii* [Triassic sediments of the Timano-Pechora oil and gas province]. Materialy po geologii vostoka Russkoy platformy. Kazan', Izd-vo Kazanskogo universiteta, 1966, pp.138-189. (In Russ.).

Hegner E., Gruler M., Hann H.P., Chen F., Guldenphenning M. Testing tectonic models with geochemical provenance parameters in greywacke. *J. Geol. Soc.* London, 2005, vol. 162, pp. 87-96.

Herron M.M. Geochemical classification on terrigenous sands and shales from core or log data. *Journal of sedimentary petrology*, 1988, vol. 58, no. 5, pp. 820-829.

Kalantar I.Z., Tanasova S.D. Fatsial'nye kriterii pri stratifikatsii kontinental'nykh otlozheniy triasa [Facies criteria for the stratification of continental strata of the Triassic. Stratigraphy and lithology of oil and gas accumulations of the Timan-Pechora province]. *Stratigrafiya i litologiya neftegazonosnykh otlozheniy Timano-Pechorskoy provintsii*. Leningrad: Nedra, 1988, pp. 127-134. (In Russ.).

Kirichkova A.I. Stratotipicheskie i opornye razrezy nizhnego triasa Timano-Pechorskoy neftegazonosnoy provintsii: litologiya, fatsial'nye osobennosti [Stratotypical and key sections of the Lower Triassic of the Timan-Pechora province: lithology and facial features]. *Neftegazovaya Geologiya. Teoriya I Praktika*, 2013, vol. 8, no. 4, available at: http://www.ngtp.ru/rub/2/45_2013.pdf (In Russ.). DOI: [10.17353/2070-5379/45_2013](https://doi.org/10.17353/2070-5379/45_2013)

Kossovskaya A.G., Tuchkova M.I. K probleme mineralogo-petrokhimicheskoy klassifikatsii i genezisa peschanykh porod [The problem of mineralogical-petrochemical classification and genesis of sandstone rocks]. *Litologiya i poleznye iskopaemye*, 1988, no. 2, pp. 8-24. (In Russ.).

Kukharenskiy A.A. *Mineralogiya rossypey* [Mineralogy of placers]. Moscow, 1961, 318 p. (In Russ.).

Mange M.A., Morton A.C., Geochemistry of heavyminerals. Heavy Minerals in Use. Eds M.A. Mange, D.T. Wright. Dev. Sediment., 58. Elsevier, Amsterdam, 2007, pp. 345-391.

Morakhovskaya E.D. *Trias Timano-Ural'skogo regiona (opornye razrezy, stratigrafiya, korrelyatsiya)* [Trias of the Timan-Ural region (key sections, stratigraphy, correlation)]. Biokhronologiya i korrelyatsiya fanerozoyna neftegazonosnykh basseynov Rossii. St. Petersburg: VNIGRI, 2000, 80 p. (In Russ.).

Morakhovskaya E.D. *Triasovye litostratony Timano-Ural'skogo regiona, ikh vzaimootnosheniya i territorial'naya priurochennost'* [Triassic lithostratigraphic units of the Timan-Ural region, their relationships and territorial confinement]. Voprosy sovershenstvovaniya stratigraficheskoy osnovy fanerozoyskikh otlozheniy neftegazonosnykh regionov Rossii. St. Petersburg: VNIGRI, 1997, pp. 34-49. (In Russ.).

Morton A., Hounslow M.W., Frei D. Heavy-mineral, mineral-chemical and zircon-age constraints on the provenance of Triassic sandstones from the Devon coast, southern Britain. *Geologos* 19, 2003, issue 1-2, pp. 67-85.

Pettidzhon F., Potter P., Siver R. *Peski i peschaniki* [Sand and sandstone]. Moscow: Mir, 1976, 536 p. (In Russ.).

Prirodnye rezervuary neftegazonosnykh kompleksov Timano-Pechorskoy provintsii [Natural reservoirs of oil and gas structures of the Timan-Pechora province]. E.L. Teplov, P.K. Kostygova, Z.V. Larionova, I.Yu. Beda, E.G. Dovzhikova, T.I. Kuranova, N.I. Nikonov, E.L. Petrenko, G.A. Shabanova. Ministerstvo prirodnikh resursov i okhrany okruzhayushchey sredy Respubliki Komi, GUP RK TP NITs. St. Petersburg: OOO «Renome», 2011, 286 p. (In Russ.).

Prirodnye rezervuary v terrigennykh formatsiyakh Pechorskogo neftegazonosnogo basseyna [Natural reservoirs in terrigenous formations of the Timan-Pechora oil and gas basin].

Е.О. Malysheva, Z.V. Larionova, N.N. Ryabinkina, N.N. Timonina. Syktyvkar: Komi nauchnyy tsentr UrO RAN, 1993, 154 p. (In Russ.).

Sobolev N.V. *Parageneticheskie tipy granatov* [Paragenetic types of garnets]. Moscow: Nauka, 1964, 218 p. (In Russ.).

Tektonicheskie kriterii prognoza neftegazonosnosti Pechorskoy plity [Tectonic criteria for the forecast of oil and gas stoves]. Leningrad, Nauka, 1986, 217 p. (In Russ.).

Teraoka Y. Detrital garnets from Paleozoic to Tertiary sandstones in Southwest Japan. *Bull. Geol. Surv. Japan*, 2003, vol. 54, pp. 171-192.

Timano-Pechorskaya provintsiya: geologicheskoe stroenie, neftegazonosnost' i perspektivy osvoeniya [Timan-Pechora province: geological structure, petroleum potential and prospects of development]. M.D. Belonin, O.M. Prishchepa, E.L. Teplov, G.F. Budanov, S.A. Danilevskiy. St. Petersburg: Nedra, 2004, 396 p. (In Russ.).

Timonina N.N. Veshchestvennyy sostav nizhnetriasovykh peschanikov severnykh ploshchadey Timano-Pechorskoy neftegazonosnoy provintsii [Material composition of Lower Triassic sandstones of the northern areas of the Timan-Pechora petroleum province]. *Vestnik Geonauk*, 2020, no. 9, pp. 26-36. (In Russ.). DOI: [10.19110/geov.2020.9.5](https://doi.org/10.19110/geov.2020.9.5)

Timonina N.N., Mochalova I.L. Litologicheskie osobennosti produktivnykh otlozheniy nizhnego triasa Shapkina-Yur'yakhinskogo vala (Timano-Pechorskaya neftegazonosnaya provintsiya) [Lithological features of productive sequences of the Lower Triass Shapkin-Yuryakha Shaft (Timan-Pechora Petroleum Province)]. *Neftegazovaya Geologiya. Teoriya I Praktika*, 2017, vol. 12, no. 3, available at: http://www.ngtp.ru/rub/2/28_2017.pdf (In Russ.). DOI: [10.17353/2070-5379/28_2017](https://doi.org/10.17353/2070-5379/28_2017)

Timonina R.G. *Petrologiya metamorficheskikh porod Pripolyarnogo Urala* [Petrology of metamorphic rocks of the Subpolar Urals]. Leningrad: Nauka, 1980, 102 p. (In Russ.).

Udovichenko L.A. Strukturno-veshchestvennye komplekсы i perspektivy neftegazonosnosti nizhnego triasa Timano-Pechorskoy provintsii [Structural systems and prospects of oil and gas potential of the Lower Triassic of the Timan-Pechora province]. *Zakonomernosti razmeshcheniya zon neftegazonakopleniya v Timano-Pechorskoy provintsii*. Leningrad, VNIGRI, 1986, pp. 66-73. (In Russ.).