



ПОТЕНЦИАЛ ПОСТЭОЦЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ СРЕДНЕГО ЗАУРАЛЬЯ НА КРЕМНИСТОЕ СЫРЬЕ

П. В. Смирнов, А. О. Константинов

В середине XX в. в Зауралье были выявлены значительные запасы опал-кристобалитовых пород, соответствующих морским отложениям эоцена. Известно, что основная продуктивная на диатомиты и опоки литофациальная зона располагается к западу от линии Ирбит – Камышлов. К востоку от нее опалиты люлинворской свиты погружаются на большие глубины (до 200–300 м), становясь недоступными для карьерной разработки. Вместе с тем некоторые постэоценовые отложения (туртасская, абросимовская и пельмская свиты) наряду с соответствующим их возрасту диатомовым материалом содержат значительное количество, местами до породообразующего, переотложенного из палеогеновых отложений опалового материала и эоценовых диатомей. Этот факт позволяет рассматривать данные горизонты в качестве возможной альтернативы чистым диатомитам, в частности в производстве пеностекольных материалов.

Ключевые слова: опал-кристобалитовые породы, диатомит, ирбитская свита, туртасская свита, пельмская свита, абросимовская свита, Среднее Зауралье.

DOI 10.20403/2078-0575-2016-1-115-122

SILICEOUS RESOURCE POTENTIAL OF THE POST-EOCENE MIDDLE TRANSURALS

P. V. Smirnov, A. O. Konstantinov

In the middle of the previous century, the large resources of opal-cristobalite rocks, which correspond to the Eocene marine deposits, were discovered in the Transurals. It is known that the major diatomite- and opoka-bearing zone is located to the west of the Irbit-Kamyshlov line. Westward of this lithofacies zone, the Lyulinvor Formation opalites are buried at a considerable depth (down to 200-300 m), which makes them unminable. At the same time, some post-Eocene deposits (Turtas, Abrosimovo, and Pelym formations), together with coeval diatomic material, contain a large, sometimes up to rock-forming, amount of opal material and Eocene diatoms reworked from the Paleogene deposits. This fact allows these horizons to be considered as a possible alternative of pure diatomites, particularly, in the production of foam glass materials.

Keywords: opal-cristobalite rocks, diatomite, Irbit Formation, Turtas Formation, Pelym Formation, Abrosimovo Formation, Middle Transurals.

Значительные запасы опал-кристобалитовых пород (диатомитов, опок и трепелов) были выявлены в мезозойско-кайнозойском осадочном чехле Западно-Сибирской геосинеклизы еще на ранних этапах ее геологического изучения [2].

В середине XX в. в Свердловской, Курганской и Челябинской областях была открыта Зауральская субпровинция опал-кристобалитовых пород. По состоянию на 2015 г. в ее пределах обнаружено 107 месторождений кремниевых пород, 24 из которых детально разведаны и обладают запасами промышленных категорий общим объемом 174 млн м³ диатомитов и 49 млн м³ опок.

Опал-кристобалитовые породы Зауральской субпровинции – это отложения платформенных морей, составляющие основную часть объемов баженовского (верхи юры – низы мела), березовского (коньяк – сантон – кампан) и люлинворского (серовская и ирбитская свиты) горизонтов. На значительной площади западной, северной и южной окраин Западно-Сибирской геосинеклизы силициты верхнего мела и эоцена либо залегают на поверхности, либо перекрыты маломощными четвертичными отложениями, что определяет высокий промышленный потенциал их (рис. 1).

Ранее [3] верхнеюрская формация, соответствующая баженовской свите, выделялась как одна из продуктивных кремнистых формаций в Западной Сибири. Однако ввиду специфичности вещественного состава, значительных глубин залегания и, соответственно, недоступности для разработки баженовская свита в настоящее время не рассматривается в качестве продуктивного горизонта на опал-кристобалитовое сырье.

Верхнемеловая формация соответствует березовской свите (коньяк – сантон – кампан). В приуральской части Западно-Сибирской низменности данная формация выходит на поверхность плиоцен-четвертичного среза в составе региональной приуральской флексуры. Верхнемеловая формация характеризуется меньшей степенью изученности, чем перекрывающая ее эоценовая. В то же время в южных районах Зауралья разведаны связанные с ней месторождения опалитов (Курьинское месторождение опок и трепелов).

Эоценовая формация распространена на площади около 1,5 млн км², имеет приповерхностное залегание и содержит основной объем запасов кремнистых пород для территории Западной Сибири.

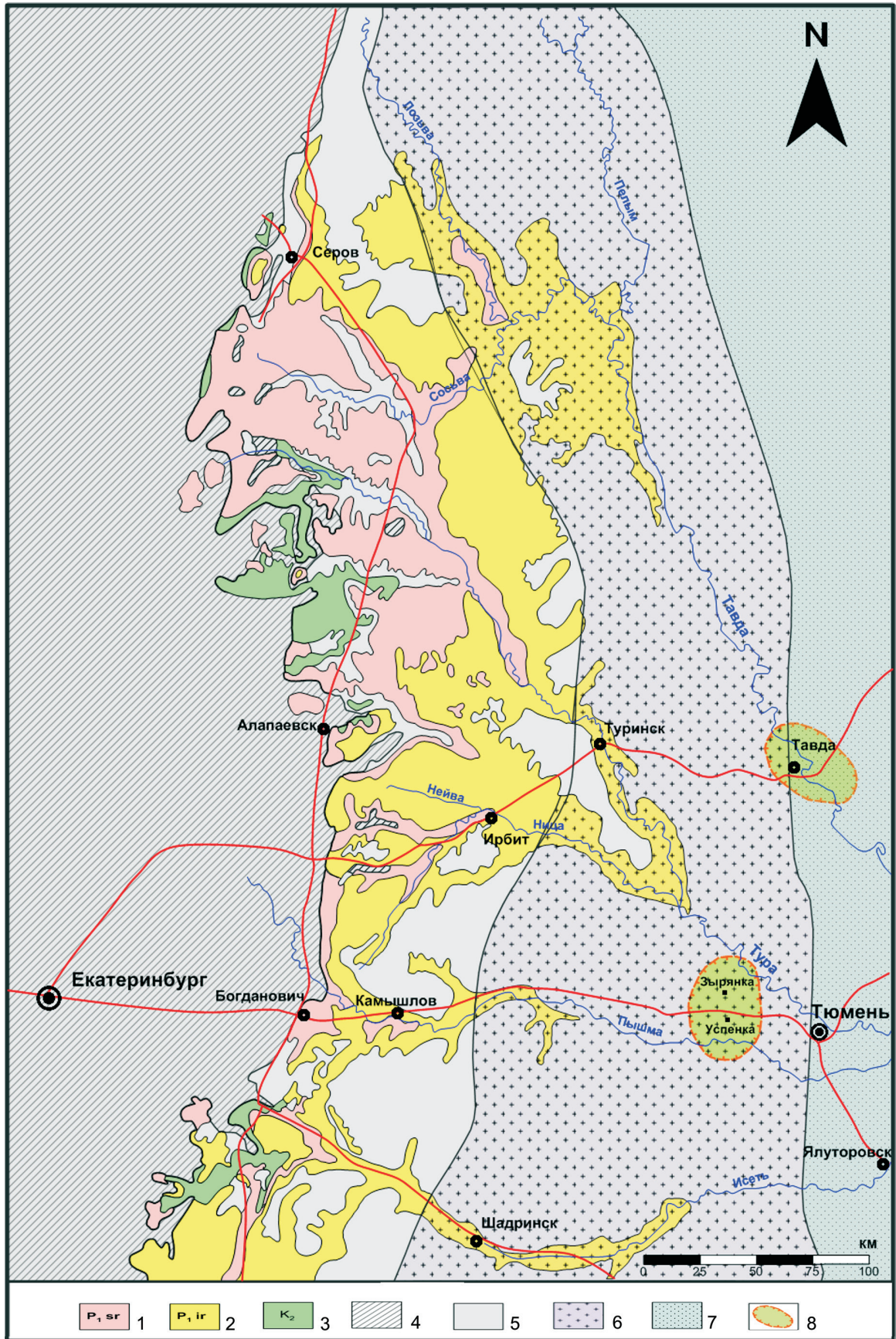


Рис. 1. Западно-Сибирская провинция опал-кristобалитовых пород (по материалам И. И. Нестерова, П. П. Генералова, 1989)

Площади поверхностного и приповерхностного залегания: 1 – диатомитов ирбитской свиты, 2 – опок серовской свиты, 3 – верхнемеловых опаловых пород, 4 – горная страна, 5 – прочие терригенные отложения осадочного чехла, 6 – глинистые диатомиты и диатомовые глины ирбитской свиты, 7 – глины кремнистые ирбитской свиты, 8 – перспективные участки на постэоценовые кремниевые породы



На севере, западе и юго-западе Западно-Сибирской равнины разрезы кремнистого эоцена однотипны и имеют трехчленное строение: внизу залегают опоки (серовская свита), выше – диатомиты и диатомитовые глины (ирбитская). От опок к диатомитам снизу вверх уменьшается содержание аморфного кремнезема и увеличивается доля глинозема в породах.

Традиционно высокие перспективы для поисков месторождений опок и диатомитов связаны с серовской и ирбитской свитами эоцена, которые выделяются как продуктивные горизонты. Данные отложения формируют поверхностный покров значительной части восточного склона Урала и Зауралья. В центральных и южных районах региона ширина полосы распространения этих пород достигает 50–100 км, несколько увеличиваясь по долинам р. Тобол и его левых притоков (рр. Миасс, Исеть, Тауда и Тура). Выходы продуктивных горизонтов значительны и в ряде районов Южного Зауралья, в первую очередь в Оренбургской области. Наибольшие мощности диатомитов приурочены к внешней, прилегающей к Уралу зоне. При движении в восточном направлении фиксируется общее увеличение толщины кремнистых отложений, их погружение на значительные глубины и замещение глинисто-песчаными отложениями по меридиану среднего течения р. Вах. Своеобразной границей приповерхностного залегания опал-кристобалитовых пород в Зауралье является долгота г. Пышма Свердловской области, восточнее которой опал-кристобалитовых обнажений никогда не отмечалось.

После открытия крупных месторождений опал-кристобалитовых пород в Свердловской области неоднократно ставилась задача определить перспективы расширения минеральной базы кремниевых пород в Тюменском Зауралье.

Продуктивные отложения ирбитской свиты распространены повсеместно и встречены почти во

всех разрезах колонковых и разведочных скважин, однако залегают на значительных глубинах. В непосредственной близости от Тюмени при структурно-колонковом бурении уточнено залегание пород юлиновской свиты (табл. 1).

К. М. Кузнецов в 1963 г. анализируя перспективы расширения местной базы нерудных полезных ископаемых приуральской части Западно-Сибирской низменности, приводит перечень месторождений трепелов в районе с. Успенка и д. Малые Акияры Тюменского района. При этом он не приводит конкретных сведений о литологическом составе пород, запасах и условиях залегания, не указывает, по результатам каких именно изысканий эти проявления были открыты. В начале 1970-х гг. в ходе геолого-разведочных работ на кирпичные глины под руководством А. П. Каменских наличие опал-кристобалитовых пород на участках, описанных К. М. Кузнецовым, подтверждено не было, а породы характеризовались геологами как глина алевритистая или глина песчаная. В ходе комплексных поисковых работ на опал-кристобалитовые породы под руководством П. П. Генералова в 1980-х гг. отрывочные данные прежних лет по мелким проявлениям кремнистых пород на юге Тюменской области не проверялись и в рассмотрение не принимались.

По результатам поисково-разведочных работ на общераспространенные полезные ископаемые в Тюменском Зауралье не было обнаружено выходов на поверхность кремниевых пород ирбитской свиты, равно как и предпосылок к их открытию, поэтому к востоку от основной опоко-диатомитовой зоны в восточной части Среднего Зауралья перспективы расширения минеральной базы кремнистых пород связывают в первую очередь с пост-эоценовыми (олигоцен-неоген-четвертичными) отложениями.

Под кремниевым потенциалом (или потенциалом на кремнистое сырье) мы понимаем значи-

Таблица 1

Глубина залеганий эоценовых отложений по данным бурения, м

№ скв.	Верхнеирбитская	Нижнеирбитская	Серовская
	Дербышинская площадь		
2-Р	245	280	350
	Луговская площадь		
1-Р	190	230	300
	Лучинкинская площадь		
1-Р	60	130	150
2-Р	87	174	200
3-Р	100	166	188
	Тюменская площадь		
1-ОП	231	281	350
	Утешевская площадь		
4-Р	250	290	361
	Ярская площадь		
3-Р	255	290	343



тельное содержание аморфных, слабо или частично раскристаллизованных минеральных форм кремнезема, так как последние обладают высокой реакционной способностью со слабыми щелочами. Данная реакция лежит в основе большинства технологий получения пеностекольных, теплоизоляционных и строительных материалов из опал-кристаллитовых пород.

Кремниевый потенциал пород может определяться значительным содержанием целых панцирей кремнескелетных организмов и их обломков (в первую очередь диатомей, реже спикул губок, радиолярий и т. д.), которые состоят из рентгеноаморфного опала. К числу таких пород традиционно относятся диатомиты. «Чистые» диатомиты и их разности хорошо диагностируются внешне. В качестве экспресс-метода определения кремневого потенциала других пород, кроме вспенивания измельченной породы с щелочью, хорошо себя зарекомендовала электронная микроскопия, так как она позволяет достаточно точно оценить количество кремнескелетных остатков.

В данной работе обобщены имеющиеся данные по туртасской (P_3tr), абросимовской (N_1ab) и пельмской (N_1pl) свитам. В рамках программы исследований по расширению минерально-сырьевой базы кремниевых пород пробурены разведочные скважины и изучены породы, которые предварительно отнесены нами к абросимовской свите. Литология пород туртасской свиты изучена с относительно высокой степенью детальности, однако имеющиеся данные соответствуют разрезам центральной части Западной Сибири и не применимы для окраинных фаций (Зауралье). Породы пельмской свиты, о которой пойдет речь ниже, мы самостоятельно не исследовали, а использовали материалы П. П. Генералова за 1981–1985 гг.

В 1980-х гг. Н. В. Рубиной [5, 6] в отложениях туртасской свиты верхнего олигоцена были установлены богатые комплексы диатомовой флоры.

Основной объем туртасской свиты в южных районах представлен алевритами с прослоями диатомовых алевритов и глин, реже диатомитов. Отличительными особенностями отложений являются отсутствие растительных остатков, наличие глауконита, большое содержание панцирей и обломков диатомовых водорослей, характерная ленточная слоистость. Осадконакопление происходило в бассейне со слабой минерализацией вод в условиях значительного привноса терригенного материала, образованного за счет интенсивного размыва верхнемеловых и палеогеновых пород. По данным Н. В. Рубиной [5, 6], глины туртасской свиты верхнего олигоцена обогащены пресноводными, морскими диатомовыми водорослями и спикулами губок.

А. П. Астапов и др. применительно к отложениям континентального олигоцена (куртамышская+туртасская свиты) по содержанию песча-

Таблица 2

Классификация разрезов отложений континентального олигоцена (по данным А. П. Астапова)

Разрез	Песчаная фракция, %	Алеврито-глинистая фракция, %
I	>90	<10
II	60–90	10–40
III	40–60	60–40
IV	10–40	90–60
V	<10	>90

но-глинистого материала выделял крупные литофациальные зоны, которым соответствовали пять типов разрезов (табл. 2).

В пределах Зауралья наиболее распространен IV алеврито-глинистый разрез (60–90 % от всей мощности свиты), оцениваемый нами как весьма перспективный с точки зрения практического использования ввиду невысокого содержания песчаного материала.

Тот факт, что в дочетвертичных отложениях Западной Сибири туртасская свита занимает большую площадь (от восточного склона Урала на западе до Обь-Енисейского водораздела на востоке), позволяет предположить, что ее ресурсный потенциал значителен. Стоит отметить, что отложения туртасской свиты наряду с соответствующим их возрасту диатомовым материалом содержат также некоторое количество переотложенных диатомовых створок из палеогеновых и верхнемеловых отложений. Количество переотложенного материала максимально для пород зауральской части седиментационного бассейна, так как именно сюда в периоды активизации переносился обломочный материал эоценовых отложений.

Диатомовая флора также достоверно установлена в отложениях абросимовской свиты. В отличие от пород туртасской свиты, которые чаще имеют признаки размыва, отложения абросимовской свиты сугубо континентальные озерно-болотные и озерно-аллювиальные. В разрезах абросимовской свиты обнаружены ассоциации диатомовых водорослей [4], заметно отличающиеся по составу от туртасских. Их особенность – появление среди древних *Melosira* совершенно новых видов: *M. atlymica* Rub., *M. praegrnulata* Jouse var., *M. jouseana* Moiss., *M. (?) pileolus* Rub., характерных в Западной Сибири только для абросимовских осадков.

На севере Западной Сибири, в осевой части Сибирских увалов закартированы выходы диатомовых глин ирбитской свиты эоцена. Однако данные бурения фиксируют кровлю эоцена на глубинах 400–440 м. Более того, встреченные И. Л. Кузиным и А. С. Ворониным в обнажениях на этой же территории диатомитовые алевропелиты наряду с переотложенными содержали комплексы диатомей, свойственные пельмской свите Сосьвинско-Белогорского Приобья.



Первым на подобные несоответствия обратил свое внимание П. П. Генералов при обобщении данных по кремнистому сырью в пределах равнинной части Западно-Сибирской низменности. Он также отмечал, что при повсеместной дислоцированности палеогеновых пород на севере Тюменской области в обнажениях на р. Хасуй-Яха в 18 км к северо-западу от Нового Уренгоя в отложениях, отнесенных при геологической съемке к ирбитской свите, наблюдается четкая тонкая параллельная ненарушенная горизонтальная слоистость – от нитевидной до ленточной. Отсутствие дислоцированности этих слоев при нормальном стратиграфическом залегании кровли эоцена на глубине более 100–150 м заставило геологов, изучавших этот район, поставить под сомнение утверждение об эоценовом возрасте пород.

П. П. Генералов также обращал особое внимание на то, что в Северо-Тюменской субпровинции опал-кристаллитовых пород широко развита пельмская свита верхнего миоцена – нижнего плиоцена. В составе всех ее литофаций отмечается масса переотложенного из палеогеновых отложений материала, местами до пороодообразующего количества эоценовых диатомей, опала и т. д. Последнее обычно и для алевропелитовой верхней подсвиты. Слагающие ее породы внешне весьма похожи на эоценовые диатомиты и трепелы, за которые их иногда принимали геологи-съемщики. При этом они приводили на основе данных материалов соответствующие структурные и картографические построения. Ситуация осложняется тем, что при наличии комплексов диатомей, обычно переотложенных, часто чисто эоценовых, пельмские алевропелиты либо не содержат синхронных органических остатков, либо включают единичные зерна микрофоссилий, не позволяющие однозначно решить, что именно здесь переотложено.

П. П. Генераловым изучен ряд разрезов, где алевропелитовая подсвита пельмской свиты, включающей прослой с эоценовыми комплексами диатомей, с угловым несогласием залегает на размывтой поверхности более древних отложений. Самые молодые из последних – новомихайловская свита среднего олигоцена. По буровым профилям

предпелымский глубокий размыв и угловое несогласие представлены средне-верхнемиоценовыми послепельмскими отложениями. Именно в образованиях пельмской свиты П. П. Генералов видел еще один продуктивный на опал-кристаллитовые породы горизонт на севере Западной Сибири.

По химическому составу и результатам лабораторно-технологических испытаний пельмские диатомовые трепелы обнаруживают широкий диапазон характеристик, присущих различным породам – от диатомовых глин до диатомитов. В алевропелитовой подсвите обычны прослой и пачки слоев, породы которых по результатам литолого-минералогического анализа и под микроскопом в шлифах определяются как диатомиты, диатомиты песчано-глинистые либо пелиты с большим количеством диатомей. В пелитовой фракции глинистые минералы (до 35 %) представлены гидрослюдой и каолинитом или бейделлитом. Основная масса фракции – обломки панцирей эоценовых, иногда с примесью позднемиоценовых (в приуральской части) диатомей, сильно корродированные, опал и обломки спикул губок, выполненные опалом.

Также отчетливо проявляются отличия алевропелитов от достоверно эоценовых диатомовых пород района по химическому (табл. 3) и минеральному составу (данные рентгеноструктурного анализа) глинистой составляющей. В 19 пробах, отобранных Л. А. Миняйло из эоценовых диатомитов и трепелов с рр. Арка-Таб-Яха, Ун-Хора-Юган и Мал. Сосьва, в глинистой части (фракции 0,01 мм) преобладает монтмориллонит, а гидрослюда, каолинит и хлорит находятся в подчиненном положении. В алевропелитах с р. Хасуй-Яха монтмориллонит в большинстве исследованных образцов стоит в группе второстепенных минералов либо является примесью, доминируют гидрослюда и хлорит.

В соответствии с результатами микроскопических исследований 12 шлифов, выполненных М. А. Костюком в 1980-х гг., порода диагностировалась им как алевритисто-глинистый диатомовый трепел с аморфной, реликтовой органогенной структурой. Содержание опаловой массы с реликтами диатомей и спикул губок достигает 85–90 %, гидрослюды – до 5 %, алевритистого материала

Таблица 3

Химический состав алевропелитов миоцена и диатомитов эоцена Новоуренгойского района (по данным П. П. Генералова)

Компоненты	Река		
	Хасуй-Яха	Ево-Яха	Арка-Таб-Яха
SiO ₂ аморфный	36,7	45,8	44,68
SiO ₂ общий	70,43	75,16	73,99
MnO	0,095	0,022	0,032
P ₂ O ₅	0,84	0,0315	0,077
Na ₂ O	1,72	0,53	0,623
K ₂ O	0,32	1,23	1,38

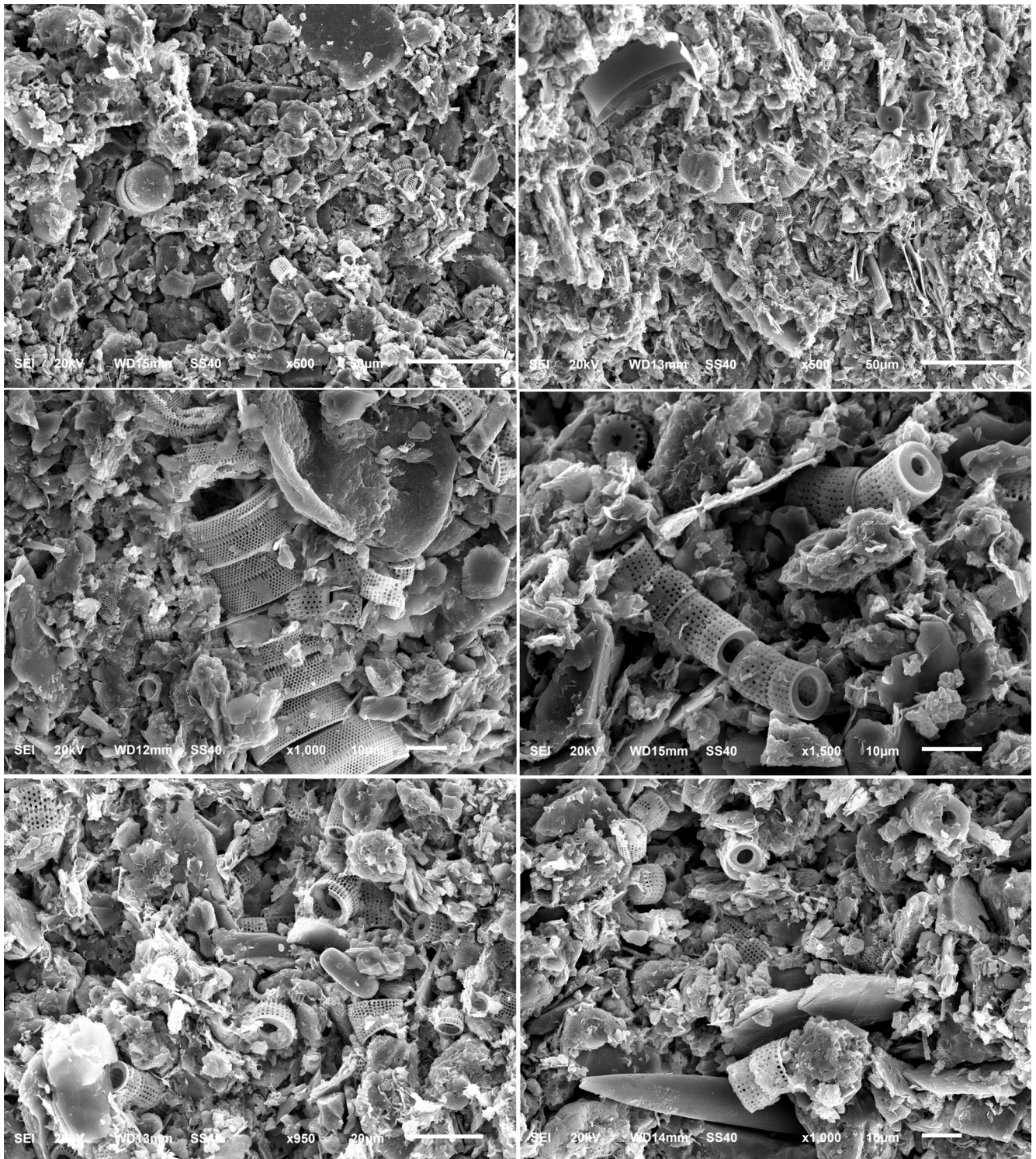


Рис. 2. Общий вид породы под электронным микроскопом (Зырянская скв. 1)

(кварц, полевой шпат, единичные зерна глауконита) – 5–7 %. В проходящем свете порода светло-бурая, состоящая из мельчайших частиц опала, слитых в сплошную массу, среди которых отмечаются реликты панцирей диатомей и мельчайшие спикюлы губок. Содержание кластического материала варьирует от 5 до 15 %. Повсеместно отмечается горизонтальная ленточная слоистость.

Диатомовый анализ десяти образцов слоистых диатомовых алевропелитов, отобранных Л. А. Миняйло в обнажении на р. Хасуй-Яха, показал со-

вместное нахождение в породе позднеэоценовых комплексов диатомей горизонтов P_2 *Coscinodiscus payeri* Grunov и *Puxilla gracilis* Temp. et Forti и среднеэоценового *Coscinodiscus uralensis* Jouse.

Приведенные сведения о литологии пород туртасской, абросимовской и пельмской свит позволяют говорить об их высоком потенциале на кремнистое сырье. Вместе с тем реальные перспективы вовлечения опал-кristобалитсодержащих пород в промышленный оборот, как и любых других, рассматриваемых в качестве твердых или общераспро-



страненных полезных ископаемых, определяются их приповерхностным залеганием и, соответственно, возможностью карьерной разработки.

Основная сложность с локализацией зон туртасской свиты заключается в том, что, как правило, она залегает на значительных глубинах. По данным З. Н. Гнибиденко и др. [8], в изученных ими скважинах туртасская свита залегает на глубинах 50–60 м. Ю. П. Черепанов в 1983 г., характеризуя залегание туртасской свиты, отмечал, что минимальные значения глубины кровли зафиксированы в зонах развития древних погребенных долин неоген-четвертичных отложений – 20–22 м. Однако данные утверждения для окраинных фаций туртасского озерно-морского бассейна верны лишь отчасти, так как очевидно, что кровля туртасской свиты здесь ближе к поверхности. Более того, в четвертичное время отложения верхней части осадочного чехла западной части Тюменского Зауралья в четвертичное время подверглись эрозии и размыву в связи с формированием террасового комплекса р. Тобол и его левых притоков, что обуславливает залегание олигоценовых пород ближе к поверхности (данные А. П. Астапова и др.). Переотложение и перемыв палеогеновых отложений, сопровождавшие формирование террасового комплекса, существенно меняли и исходную породу.

Согласно данным разрезов гидрогеологических скважин в западной части юга Тюменской области в районе с. Успенка, д. Зырянка, д. Малиновка (данные С. Б. Соколкина («Уралгидроэкспедиция»), Э. З. Чанбаева («Тюменьгеомониторинг»)), четвертичные отложения перекрывают породы туртасской свиты (P_3tr) (а не куртамышской, как показано на Госгеолкарте [1]). В рамках расширения минерально-сырьевой базы опал-кристаллитовых пород в приграничной зоне Тюменской и Свердловской областей нами проведено поисковое бурение. Литология и технологические свойства пород из трех скважин Успенской площади подробно изучены нами ранее. Их возраст принят в объеме туртасской свиты [7]. Микроскопические исследования пород Зырянской площади с глубины 3 м и ниже наглядно демонстрируют обилие панцирей пресноводных диатомовых размером 10–15 мкм. По данным палинологии и результатам диатомового анализа установлено, что породы в Зырянской скв. 1 относятся к нижнему туртасу. Общий вид породы под микроскопом приведен на рис. 2.

Ввиду значительного содержания опалового (диатомового) материала в породах и их приповерхностного залегания площадь между с. Успенка и д. Зырянка может рассматриваться как перспективный объект поисково-оценочных работ на кремнистое сырье.

На основании обобщения результатов проведенных ранее геолого-разведочных работ и собственных исследований к высокоперспективным на кремнистое сырье участкам мы относим Успен-

ско-Зырянскую и Тавдинскую площади (см. рис. 1). Первая выделена в соответствии с собственными данными по бурению в приграничной зоне Тюменской и Свердловской областей, исследованиям литологии отобранных пород и их технических свойств [7]; вторая – в окрестностях г. Тавда, по материалам Ю. П. Черепанова, свидетельствующим о выходах на поверхность пород пелымской свиты, перекрывающей туртасские.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Карта** доплиоценовых образований. Лист 0-42 (Тобольск) [Карты] / сост. ООО «Геотекс» в 2006 г.; гл. науч. ред. Ю. П. Черепанов // Государственная геологическая карта Российской Федерации. Третье поколение. М-б 1:1 000 000. – СПб. : Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2009. – 2 л. – (Западно-Сибирская серия).

2. **Кремнистые** породы СССР [Текст] / под ред. У. Г. Дистанова. – Казань : Татарское кн. изд-во, 1976. – 412 с.

3. **Нестеров, И. И.** Западно-Сибирская провинция опал-кристаллитовых пород [Текст] / И. И. Нестеров, П. П. Генералов // Тр. ЗапСибНИГНИ. – 1984. – Вып. 3. – С. 1–12.

4. **Пуртова, С. И.** Основные типы спорово-пыльцевых комплексов из нижнемеловых отложений Западно-Сибирской равнины [Текст] / С. И. Пуртова, Т. С. Безрукова // Тр. ЗапСибНИГНИ. – 1980. – Вып. 149. – С. 30–36.

5. **Рубина, Н. В.** Комплексы диатомей в отложениях туртасской свиты Западно-Сибирской низменности [Текст] / Н. В. Рубина // Ископаемые диатомовые водоросли СССР. – М. : Наука, 1964. – С. 61–66.

6. **Рубина, Н. В.** Палеоальгологическое обоснование стратиграфии морских и континентальных палеогеновых и неогеновых отложений Западно-Сибирской низменности [Текст] / Н. В. Рубина // Морской и континентальный палеоген Сибири. – Новосибирск : Наука, 1973. – С. 87–96.

7. **Смирнов, П. В.** Литология пород туртасской свиты и возможности их использования в качестве сырья для производства пеностеклокерамики на примере Успенской площади (Тюменская область) [Текст] / П. В. Смирнов, К. С. Иванов, А. О. Константинов // Изв. ТПУ. – 2015. – Т. 326, № 7. – С. 112–120.

8. **Стратиграфия**, палеомагнитная и палинологическая характеристики континентальных отложений палеогена и неогена юго-запада Западной Сибири [Текст] / З. Н. Гнибиденко, В. С. Волкова, О. Б. Кузьмина [и др.] // Геология и геофизика. – 2011. – Т. 52, № 4. – С. 596–605.

REFERENCES

1. **Karta dopliotsenovykh obrazovaniy. List 0-42 (Tobol'sk)** [Map of pre-Pliocene formations. Sheet 0-42 (Tobolsk)]. Compiled by ООО Geoteks in 2006. Chief editor Yu.P Cherepanov. State geological map of the Russian Federation. The third generation. 1:1000000.



St. Petersburg, VSEGEI Map Reproduction Plant, 2009, 2 sh. (West-Siberian Series). (In Russ.).

2. Distanov U.G. ed. *Kremnistye porody SSSR* [Siliceous rocks of the USSR]. Kazan, Tatarskoye Publ., 1976. 412 p. (In Russ.).

3. Nesterov I.I., Generalov P.P. [The West-Siberian province of opal-chistobalite rocks]. *ZapSibNIGNI Proc.*, 1984, iss. 3, pp. 1–12. (In Russ.).

4. Purtova S.I., Bezrukova T.S. [The major types of spore-pollen assemblages in the Lower Cretaceous deposits of the West-Siberian Plain]. *ZapSibNIGNI Proc.*, 1980, iss. 149, pp. 30–36. (In Russ.).

5. Rubina N.V. [Diatom assemblages in the Turtas Formation within the West-Siberian Lowland]. *Iskopayemye diatomovye vodorosli SSSR* [Fossil diatom algae of the USSR]. Moscow, Nauka Publ., 1964, pp. 61–66. (In Russ.).

6. Rubina N.V. [Paleoalgalogical substantiation of stratigraphy of marine and continental Paleogene and Neogene deposits of the West-Siberian Lowland]. *Morskoy i kontinental'nyy paleogen Sibiri* [Marine and continental Paleogene deposits of Siberia]. Novosibirsk, Nauka Publ., 1973, pp. 87–96. (In Russ.).

7. Smirnov P.V., Ivanov K.S., Konstantinov A.O. [Lithology of the Turtas Formation and the usage of rocks in foam glass ceramics production: A case study from the Uspenskaya area]. *TPU Proc.*, 2015, vol. 326, no. 7, pp. 112–120. (In Russ.).

8. Gnibidenko Z.N., V.S. Volkova, O.B. Kuzmina, et al. [Stratigraphic, paleomagnetic, and palynological data on the Paleogene – Neogene continental sediments of southwestern West Siberia]. *Russian Geology and Geophysics*, 2011, vol. 52, no. 4, pp. 466–473.

© П. В. Смирнов, А. О. Константинов, 2016

СМИРНОВ Павел Витальевич, НОЦ «Геология нефти и газа», Тюменский государственный нефтегазовый университет, Тюмень, замдиректора. E-mail: geolog.08@mail.ru

КОНСТАНТИНОВ Александр Олегович, НОЦ «Геология нефти и газа», Тюменский государственный нефтегазовый университет, Тюмень, специалист. E-mail: konstantinov.alexandr72@gmail.com

SMIRNOV Pavel, Tyumen State Oil and Gas University, Tyumen, Russia. E-mail: geolog.08@mail.ru

KONSTANTINOV Alexander, Tyumen State Oil and Gas University, Tyumen, Russia. E-mail: konstantinov.alexandr72@gmail.com