

МИНЕРАЛОГИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ НЕОГЕН-ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ КВАРЦЕВЫХ ПЕСКОВ ВОЛЖСКО-СВЯЖСКОЙ ГИДРОПРОВИНЦИИ

Рассмотрены результаты минералогического анализа лито-фациальных типов кварцевых песков Волжско-Свияжской гидропровинции, определены источники сноса кварцевого обломочного материала, проведено минералогическое районирование и определены перспективы на кварцевые пески высокого качества.

В настоящее время одной из насущных задач Республики Татарстан является развитие и воспроизводство сырьевой базы кварцевых песков различного назначения, в частности, для стекольной промышленности (электротехническое сырье, химическое и бытовое стекло) и для литейного производства (формовочные материалы).

Одним из перспективных районов Европейской России на этот вид сырья является территория Волжско-Свияжской гидропровинции. Часть этого района принадлежит Татарстанскому Приволжью, включающему бассейн среднего и нижнего течения р. Свияги от ее устья до впадения ее притока – р. Цильны и участок долины р. Волги вблизи устья ее притока – р. Свияги. Наши исследования показали, что вследствие сочетания благоприятных факторов – геодинамического, палеоклиматического, гидродинамического и минералогического, в этом районе сложились необходимые условия для формирования месторождений высококачественных кварцевых песков. Известно, что в пределах платформенных областей высококачественные кварцевые пески являются крайне редким видом сырья, так как для их формирования требуется многократная дифференциация обломочного материала различного происхождения. Поэтому, при локализации высококачественных залежей на платформах особенно важную роль играет благоприятный минеральный состав питающих провинций.

Источниками сноса кварцевого материала на территорию Волжско-Свияжской гидропровинции в неоген-четвертичное время послужили породы западного склона Уральских гор, пески и песчаники верхнепермских отложений, выходящие на дневную поверхность на юго-западе РТ, формации северо-западных районов Русской платформы, активизированные ледниковой деятельностью, а также отложения морских песков палеоцена Ульяновско-Саратовской синеклизы. Разрушающиеся породы западного склона Уральских гор являются основным источником сноса для Камской аллювиальной провинции, прилегающей к территории исследований с востока (Дистанов, 1957; Полянин, 1957; Лунев, 1967; Гроссгейм, 1972; Полянин и др., 1974). В ее составе преобладают кварцево-кремнистые пески, содержащие значительное количество полевого шпата. В ассоциации тяжелых минералов преобладают эпидот-цоизит, затем – рудные, амфиболы и пироксены, а в современных отложениях при ведущей роли эпидот-цоизита увеличивается количество граната и турмалина (Рис. 1).

Морские и лагунно-морские пески верхнепермского возраста, развитые в пределах изученной площади и сформированные за счет привноса и дифференциации уральского обломочного материала, по составу являются полимиктовыми.

По нашим данным, легкая фракция песков на 65–70 % представлена кварцем, в меньшей степени – полевыми шпатами (до 18 %) и кремнем (до 9 %). В тяжелой фракции, содержание которой превышает 1 %, преобладают эпидот-цоизит (до 49 %, по данным К.Н. Миронова – до 75) и рудные (до 36 %). Второстепенными являются циркон, турмалин и гранат, меньше наблюдается амфиболов и пироксенов, отмечается заметное количество слюды. Содержание дистена и силлиманита незначительно. Ставролит присутствует в единичных зернах или вообще не встречается (Рис. 1).

Расположенная к северу и западу Волжская аллювиальная провинция в течение неоген-четвертичного времени питалась главным образом за счет ледниковых отложений северных и западных районов Русской платформы, в частности, сформированных за счет кристаллических пород Феноскандского щита (Полянин, 1957; Гроссгейм, 1972 и др.). В ее составе преобладают существенно кварцевые пески с невысоким, в пределах первых процентов, содержанием кремня и полевого шпата. В минеральном составе тяжелой фракции (доли %) преобладают эпидот-цоизит и черные рудные, хотя минералов группы эпидота значительно меньше, чем в Камской провинции. Заметная доля падает на амфиболы, ставролит и дистен, Рис. 1.

Расположенная южнее Ульяновско-Саратовская синеклиза включает обширную область распространения морских песков палеоцена (Рис. 1). Пески обладают мономинеральным кварцевым составом и минимальным количеством примесей (Низамутдинов, 1964; Дистанов, 1976). Содержание минералов тяжелой фракции не превышает долей процента, ведущая роль принадлежит рудным, дистену, силлиманиту и ставролиту. Содержание группы устойчивых минералов (гранат, циркон, рутил, турмалин) сопоставимо с их содержанием в Волжской провинции. Содержание эпидот-цоизита – низкое и не превышает первых процентов.

Анализ условий формирования неоген-четвертичных отложений Волжско-Свияжской гидропровинции с учетом сведений В.А. Полянина (1957), Г.И. Горещкого (1966), А.П. Дедкова (1970), А.И. Москвитина (1976), Г.П. Бутакова (1986) позволил выделить следующие лито-фациальные типы кварцевых песков: 1) русловые пески гумидного климата плиоцен-эоплейстоцена; 2) аллювиальные пески перигляциальной зоны оледенений среднего и верхнего неоплейстоцена; 3) русловые пески гумидного климата верхне-неоплейстоцен-голоцена; 4) эоловые пески перигляциальной зоны верхнего неоплейстоцена.

Для литолого-минералогической характеристики и определения качества кварцевых песков было проведено изучение минерального состава установленных лито-фациальных

типов, в основу которого положено исследование обломочного материала легкой и тяжелой фракций, рис. 1, 2.

Русловые пески гумидного климата плиоцен-эоплейстоцена слагаются преимущественно кварцем (96,6–98%) с незначительной примесью полевых шпатов (0,5–0,8%), карбонатных пород (0,5–0,8%), кремня и глауконита. Отличительной особенностью является постоянное присутствие обломков опоки с включениями глауконита и кварцевых зерен (до 1,3 %).

Большинство кварцевых зерен легкой фракции - бесцветные, прозрачные и чистые. В небольшом количестве присутствуют зерна, замутненные газовой-жидкими включениями, с рудной вкрапленностью, включениями игольчатых минералов, покрытые пленками оксидов железа. Зерна всех минералов в большинстве своем хорошо окатаны, даже в крупноалевритовой фракции, что указывает на многократное переотложение и перемыв осадка до времени последнего его отложения.

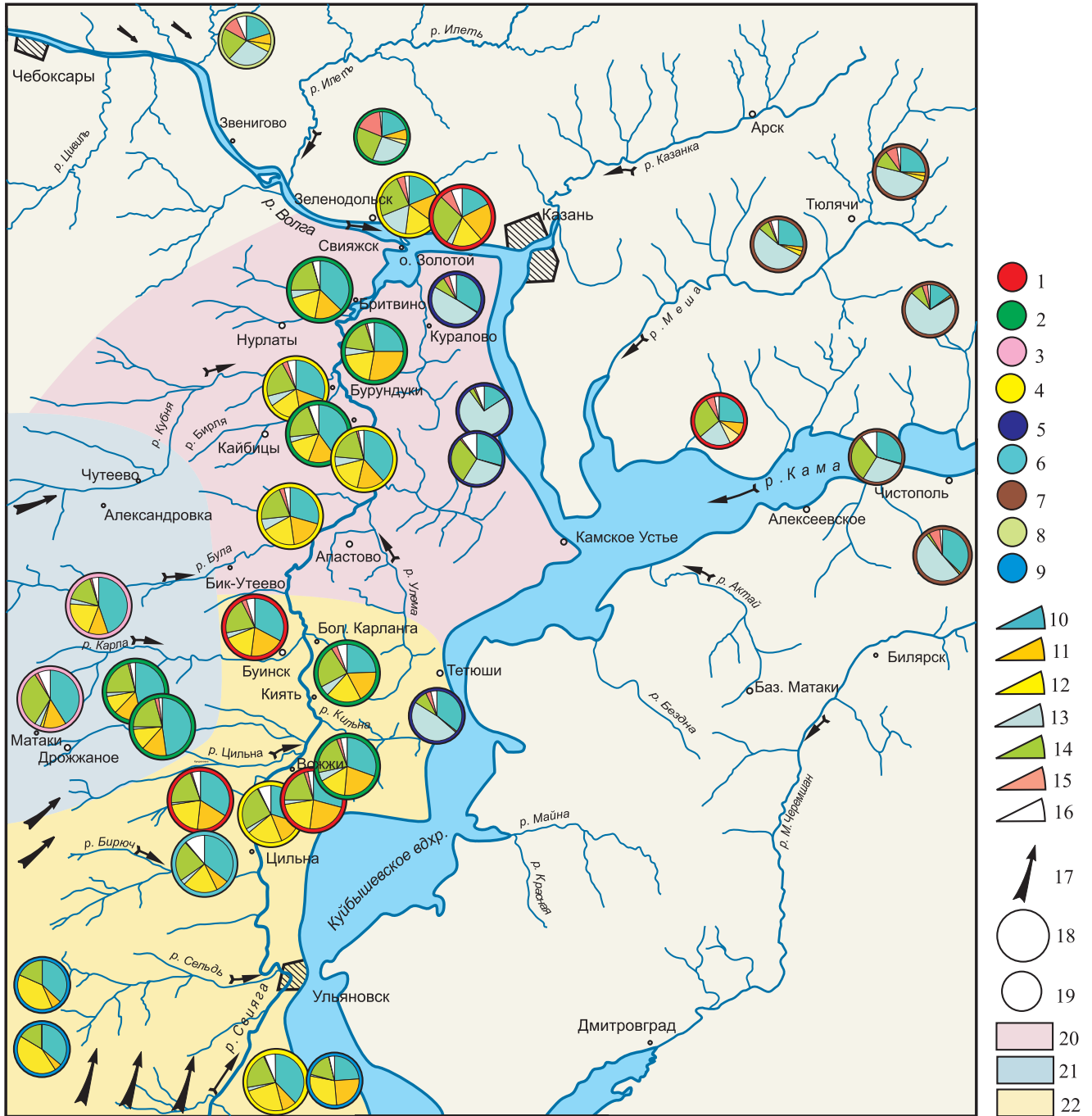


Рис. 1. Карта-схема распределения минеральных ассоциаций в песках Волжско-Свияжской и прилегающих терригенно-минералогических провинций. 1) русловые пески гумидного климата плиоцен-эоплейстоцена; 2) аллювиальные пески перигляциальной зоны среднего и верхнего неоплейстоцена; 3) эоловые пески перигляциальной зоны верхнего неоплейстоцена; 4) верхнеэоплейстоценовые русловые пески гумидного климата; 5) пермские морские и лагуно-морские пески; 6) плиоценовые озерные пески; 7) плиоценовые и четвертичные пески Ульяновско-Саратовской синеклизы. Минеральный состав тяжелой фракции: 10) черные рудные и лейкоксен; 11) ставролит; 12) дистен и силлиманит; 13) эпидот-цоизит; 14) группа устойчивых минералов (гранат, циркон, рутил, турмалин); 15) амфиболы и пироксены; 16) прочие и выветрелые. 17) направления сноса кварцевого обломочного материала; 18) неоген-четвертичные пески Волжско-Свияжской гидропровинции; 19) пески терригенно-минералогических провинций – источников сноса. Минералогическое районирование: 20) северная субпровинция; 21) западная субпровинция; 22) южная субпровинция.

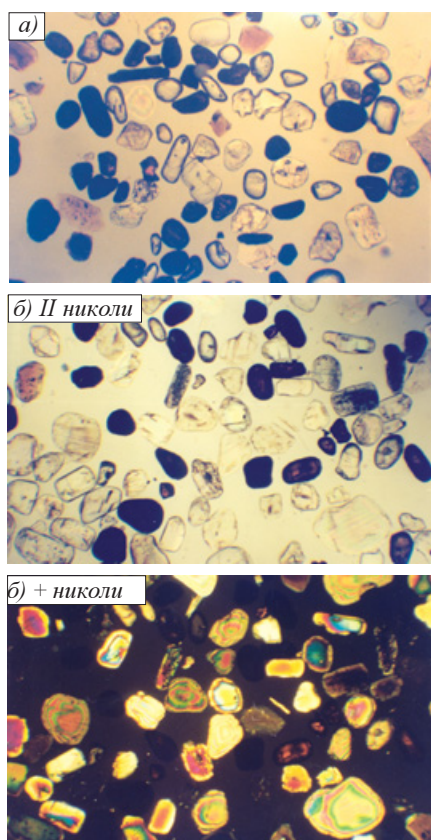


Рис. 3. Эоплейстоценовые русловые пески: а) в районе устья р. Кильны. Циркон, дистен, рутил, силлиманит. Неэлектромагнитная фракция, П николи, ув. 35х; б) в районе устья р. Дильны. Рутил, дистен, силлиманит, циркон. Неэлектромагнитная фракция, ув. 35х; в) П николи, + николи.

Содержание тяжелой фракции (Рис. 2.1, 3) в песках колеблется в пределах 0,11 – 0,25 %. Ведущими минералами являются рудные (17,6 – 33,9) и ставролит (17,6 – 22,8). К условно ведущим можно отнести дистен (6,6 – 11,3), силлиманит (9,3 – 11,5) и группу устойчивых минералов, где максимальное содержание имеет турмалин (4 – 9,6). В сумме количество стресс-минералов в тяжелой фракции составляет 35,8 – 43,5 %, группы устойчивых минералов – 20,3 – 28,3 %. Минералы эпидот-цоизита, амфиболов и пироксенов, а также титанит (сфен), андалузит, апатит и другие наблюдаются в незначительных количествах и единичных зернах.

Аллювиальные пески перигляциальной зоны среднего и верхнего неоплейстоцена слагаются преимущественно кварцем (94,6 – 98,1%), количество полевых шпатов колеблется в пределах 0,9 – 2,0 %, а на содержание обломков кремня, опоки и глауконита приходится не более 1,5 %.

Кварцевые зерна в большинстве своем чистые и прозрачные. В значительном количестве присутствуют зерна, неравномерно покрытые пленками оксидов железа, изредка – с газово-жидкими включениями или темноцветными рудными (электромагнитными) минералами. Частицы опоки с включениями глауконита и кварцевых зерен обладают ожелезненным выветрелым, реже белым сахаровидным обликом. Их содержание, а также глауконита уменьшается в северном направлении. Особенностью минерального состава аллювиальных песков перигляциальной зоны является заметное увеличение в сравнении с другими лито-фациальными типами содержания карбонатной составляющей до 0,8–2 %, возрастающее в северном направлении.

Тяжелая фракция песков (Рис. 2.2, 4) составляет 0,13 – 0,26 %, ведущие минералы – рудные (24,5–47,7) и ставролит (14 – 27,7). Остальные отмечаются в меньших количествах: дистен и силлиманит – 11,1–19,7, эпидот-цоизит – от 1,2 до 5,5%, содержание последнего растет в северном направлении. Общее содержание устойчивых минералов –

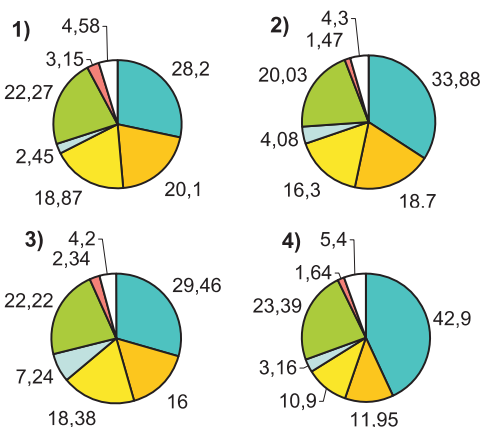


Рис. 2. Минеральный состав тяжелой фракции лито-фациальных типов кварцевых песков Волжско-Свияжской гидропровинции: 1) русловые пески гумидного климата плиоцен-эоплейстоцена; 2) аллювиальные пески перигляциальной зоны среднего и верхнего неоплейстоцена; 3) русловые пески гумидного климата верхнеэоплейстоцен-голоцена; 4) эоловые пески перигляциальной зоны верхнего неоплейстоцена. Условные обозначения см. на рис. 1.

циркона, рутила, турмалина и граната довольно постоянно и колеблется от 17,5 до 23,8 %. Амфиболы, пироксены, апатит, слюды (мусковит, биотит), хромшпинель отмечаются в незначительных количествах и единичных зернах.

Русловые пески гумидного климата верхнеэоплейстоцен-голоцена слагаются кварцем (96,5 – 97,2 %) с содержанием полевых шпатов 0,3 – 1%, карбонатных пород – до 1,5, опоки до 1%, а также глауконита и кремня. Основная часть кварца представлена бесцветными, прозрачными и чистыми зернами. В небольшом количестве присутствуют зерна, покрытые железистоокисными пленками, с рудными и газо-жидкими включениями. Обломки опоки представлены зернами преимущественно ожелезненного выветрелого, редко – сахаровидного облика, содержат включения глауконита и кварцевых зерен. Их содержание, как и глауконита, уменьшается в северном направлении, к устью Свияги и, в целом, ниже, чем в плиоцен-эоплейстоценовых песках. Содержание карбонатной составляющей возрастает.

Тяжелая фракция песков (Рис. 2.3, 5а, б) составляет 0,15 – 0,28 %, ведущие минералы – рудные (18,3 – 38,4) и ставролит (14,6 – 18,3). Условно ведущие – дистен (8,1 – 3,2) и силлиманит (3,4 – 12,1). Остальные проценты равномерно распределены между гранатом (4,8–11,8), цирконом (3,9 – 9,3), рутилом (1,6 – 6,5) и турмалином (3,5 – 7,6 %), эпидот-цоизитом. Значительное увеличение содержания эпидот-цоизита наблюдается в песках месторождения «Остров Золотой» в устье р. Свияги. На месторождении фиксируется также наиболее высокое содержание амфиболов (4,3 %).

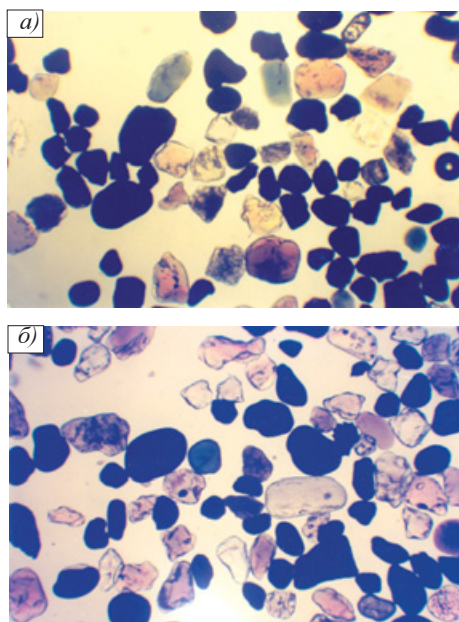


Рис. 4. Перигляциальные пески верхнего неоплейстоцена: а) Нижнее течение р. Свияги. Рудные, ставролит, турмалин, ишпитель, пироп. Электромагнитная фракция. П николи, ув. 35х; б) Среднее течение р. Свияги. Рудные, бесцветные и розовые гранаты, ставролит, дистен, ишпитель. Электромагнитная фракция. П николи, ув. 35х.

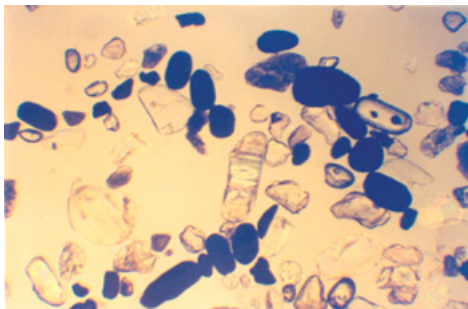


Рис. 5а. Русловые пески верхнего неоплейстоцена. Нижнее течение р. Свияги. Неэлектромагнитная фракция. Рутил, циркон, силлиманит, дистен. П николи, ув. 35х.

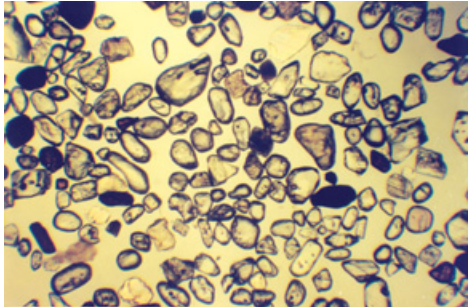


Рис. 5б. Русловые пески голоцена. Среднее течение р. Свияги. Неэлектромагнитная фракция. Рутил, циркон бесцветный и розовый окатанной и кристаллической формы. П николи, ув. 35х.

Эоловые пески перигляциальной зоны верхнего неоплейстоцена занимают значительную площадь на западе территории исследований, часть которой называется Лесное Засурье. Минеральный состав их приводится по данным У.Г. Дистанова (1971) и результатам изучения Матакинского месторождения. Легкая фракция песков состоит из зерен кварца на 92,2 – 97,6 % с примесью полевых шпатов 1,1–4,2%. Отмечаются единичные зерна глауконита, опок и кремня. Кварц представлен преимущественно бесцветными, прозрачными и чистыми зернами, немного зерен с железистоокисными пленками, иногда – с газовой-жидкими и темноцветными включениями. Содержание тяжелой фракции в среднем составляет 0,2 %, на Матакинском – до 0,59 %. Ведущими минералами (Рис. 2.4, 6) являются рудные (до 45), ставролит (11 – 13), силлиманит и дистен (примерно по 10%). Второстепенными являются устойчивые минералы (гранат, турмалин, циркон, рутил) и группа эпидот-цоизита.

На Матакинском месторождении отмечено повышенное содержание гранатов и низкое – дистена и силлиманита. В незначительном количестве и в виде единичных зерен присутствуют амфиболы и пироксены, апатит, бесцветная шпинель. Большинство минералов тяжелой фракции имеют хорошую степень окатанности. Содержание глинистой составляющей в песках не превышает первых %.

Как видно из приведенных данных, каждый лито-фациальный тип кварцевых песков неоген-четвертичного возраста характеризуется своими особенностями минерального состава. Однако, несмотря на различия, их состав является субмономинерально-кварцевым с незначительной примесью полевого шпата и других аксессуаров. В тяжелой фракции преобладают рудные, ставролит, группа

устойчивых минералов (гранат, циркон, рутил, турмалин), дистен и силлиманит. Таким образом, набор и содержание минералов легкой и тяжелой фракции песков очень близок к составу кварцевых песков палеогеновых отложений.

Однако, неоген-четвертичные пески резко отличаются от песков Камской провинции, прилегающей с востока и полимиктовых песков пермского возраста. В легкой фракции последних присутствуют в значительных количествах полевые шпаты и кремь, а в тяжелой резко преобладает эпидот-цоизит, отмечаются более высокие содержания амфиболов, пироксенов. Для песков Волжской провинции характерны те же отличия, но в меньшей степени. Эти данные показывают, что палеогеновые отложения Ульяновско-Саратовской синеклизы являются основным источником кварцевого обломочного материала для неоген-четвертичных песков Волжско-Свияжской гидропровинции.

Выполненные исследования позволили провести минералогическое районирование территории Волжско-Свияжской гидропровинции. Результаты приведены на карте-схеме размещения ассоциаций минералов-примесей (Рис. 1). Анализ данных позволяет сделать следующие выводы:

1. Южная субпровинция характеризуется наиболее высоким содержанием кварца и низким – полевых шпатов. Отмечается наиболее низкое содержание зерен карбонатных пород. В то же время, установлено повышенное содержание

обломков опоки и зерен глауконита. Содержание тяжелой фракции относительно понижено, в ней отмечается довольно постоянное количество рудных и низкое содержание эпидот-цоизита, пироксенов и амфиболов.

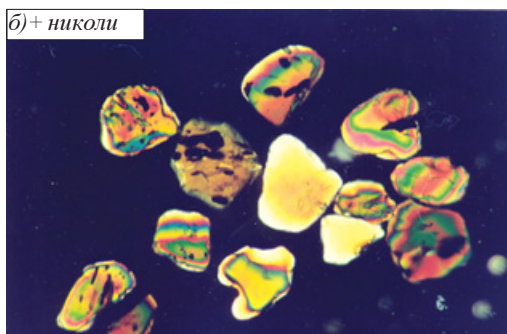
2. Западная субпровинция, где широко развиты эоловые пески Лесного Засурья, имеет высокое содержание кварца и, в целом, повышенное – полевых шпатов.

В тяжелой фракции наблюдается увеличение количества рудных минералов и граната. На Матакинском месторождении отмечается резко пониженное содержание дистена и силлиманита. Количество зерен карбонатных пород, опоки и глауконита в песках этой субпровинции наиболее низкое.

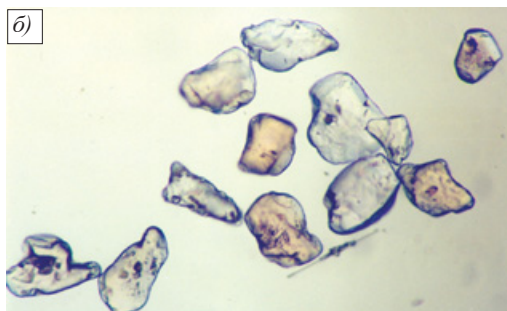
3. Северная субпровинция характеризуется пониженным содержанием кварца и повышенным – полевого шпата. Повышается также содержание карбонатных минералов, особенно в песках перигляциальной зоны, и снижается,



а) П николи



б) + николи



б)

Рис. 6. Эоловые пески верхнего неоплейстоцена. Район Лесного Засурья: а) Ставролит, ув. 125х; П николи, + николи; б) Гранаты бесцветные и желто-розовые. П николи, ув. 125х.

КАК ПРИРОДА ИЗГОТАВЛИВАЕТ ЗОЛОТО?

Б.И. Силкин

вплоть до полного отсутствия, количество зерен глауконита и обломков опоки. Последние имеют ожелезненный выветрелый облик. Несколько увеличивается общее содержание минералов тяжелой фракции. Среди них возрастает количество эпидот-цоизита. Увеличение содержания карбонатов и эпидот-цоизита указывает на влияние в качестве источника сноса выходящих здесь на поверхность и разрушающихся пермских отложений.

В песках I надпойменной террасы р. Волги (устье р. Свиляги), повышенное количество эпидот-цоизита, пироксенов и амфиболов свидетельствует об участии в осадконакоплении северо-западных источников сноса.

Таким образом, минералогическое районирование Волжско-Свияжской гидропровинции показало, что источником сноса кварцевого обломочного материала на данную территорию в течение неоген-четвертичного времени послужил широкий спектр отложений от пермских песчано-глинистых пород до неоген-четвертичных при ведущей роли палеогеновых отложений Ульяновско-Саратовской синеклизы с развитыми в них мономинеральными кварцевыми песками высокого качества. Проведенные исследования позволяют осуществлять научно-обоснованный прогноз и оценку территории на крайне дефицитный вид минерального сырья РТ – высококварцевые пески.

Литература

- Бутаков Г.П. *Плейстоценовый перигляциал на востоке Русской равнины*. Казань. КГУ, 1986.
- Горещий Г.И. *Формирование долины р. Волги в раннем и среднем антропогене*. М. Наука, 1966.
- Гроссгейм В.А. *Терригенное осадконакопление в мезозое и кайнозое Европейской части СССР*. М. Наука, 1972.
- Дедков А.П. *Экзогенное рельефообразование в Казанско-Ульяновском Поволжье*. Казань. КГУ, 1970.
- Дистанов У.Г., Кирсанов Н.В. *О характере и минералогическом составе терригенной части нижнеакчагыльских отложений Вятско-Камского края*. Известия Казан. филиала АН СССР. Сер. геол. наук, Казань, № 6, 1957. 141-150.
- Дистанов У.Г. *Кварцевые пески в палеогеновых отложениях Поволжья. Условия формирования и закономерности размещения месторождений нерудного минерального сырья Европейской части СССР*. Казань. КГУ, 1976.
- Лунев Б.С. *Дифференциация осадков в современном аллювии*. Перм. ун-т. Пермь, 1967.
- Москвитин А.И. *Опорные разрезы плейстоцена Русской равнины*. М. Недра, 1976.
- Низамутдинов А.Г. *Пески и песчаники. Геология и полезные ископаемые мезо-кайнозойских отложений Ульяновской области*. Труды КФ АН СССР, сер. геол. наук, Вып. 11. Казань, 1964. 228-298.
- Полянин В.А. *Литологические исследования четвертичных отложений долин Волги и Камы на Территории Татарии*. Учен. зап. Казан. ун-та, 1957, т. 117, кн. 4.
- Полянин В.А., Изотов В.Г., Бирюлев Г.Н. *Формирование песчано-гравийных смесей в долине нижнего течения р. Камы и практика их использования*. Казань. КГУ, 1974.



Елена Викторовна Бобрикова
научный сотрудник ЦНИИгеолнеруд. Область научных интересов – стратиграфия, литология и полезные ископаемые кайнозоя Восточно-Европейской платформы.

Известно, что золото – один из наиболее “благородных” металлов – оно крайне неохотно вступает в химические реакции и принадлежит к числу наименее распространенных на нашей планете элементов: в весовых единицах его всего лишь около двух миллионных долей процента по всей земной коре. Однако разогретые воды, циркулирующие в недрах коры, каким-то образом ухитряются выщелачивать золото из огромных масс геологической породы и при 300 – 400 °С осаждают в жильных месторождениях, где его концентрация может быть в 10000 раз большей, чем в среднем по всей коре.

Возникают вопросы: 1) какие именно виды водных растворов в состоянии растворять столь “нерактивный” желтый металл; 2) почему элемент концентрируется в жилах, тогда как иные металлы, например, свинец, цинк, медь, которых в породах коры в 100 тыс. раз больше, так не “поступают”; 3) при каких гидротермальных условиях жидкое золото становится растворимым; 4) в чем причина того, что большая часть месторождений этого вещества образуется в столь узком “коридоре” температур между 300 и 400 °С в метаморфической среде “зеленых” сланцев?

На эти “проклятые” вопросы дают ответы работы Роберта Р. Лукса (R.R. Loucks) и Джона А. Маврогенеса (J.A. Mavrogenes) с Геологического факультета Австралийского национального университета в Канберре.

Золото является на нашей планете редкостью по трем причинам: астрономической, атомной и сугубо “земной”. В ходе реакций ядерного синтеза, происходящих на звездах типа Солнца, сперва выгорают водород и гелий, а тяжелые элементы – вплоть до железа с атомным числом 56 – уже потом. Элементы тяжелее железа могут возникать лишь путем нейтронного захвата – реакций, происходящих при редких событиях, именуемых взрывом сверхновой звезды. Кроме того, все нуклиды (изотопы) с нечетным атомным числом являются редкими по сравнению с их “четными соседями” потому, что их ядра менее стабильны и в результате этого золото (⁷⁹Au) встречается реже, чем платина (ат. число 78) или ртуть (80). Наконец, в процессе образования планет земного типа жидкое железо тяготением было “уведено” в глубинные недра, где образовало железное ядро. А золото и другие сидерофильные элементы – платина, палладий, иридий и радон, были увлечены туда же. Поэтому уделом большей части золота является область ядра планеты, а в коре его осталось мало.

Следовательно, для того, чтобы сконцентрировать в одном месте обильное количество золота, необходимы весьма длительные и сложные природные процессы.

Вот пример такого природного химического “производства”, осуществлявшегося в Северной Америке в пределах древнего Канадского щита (возрастом 2,7 млрд. лет). Здесь в провинции Онтарио находится диоритовый (диабазовый) пояс протяженностью 200 – 300 км, из недр которого было извлечено около 4 тыс. тонн золота! Оно добывалось только из жил, где концентрация металла была достаточной для окупаемости работ, так что в действительности там количество золота еще в 10 раз больше.

Если эффективность процессов выщелачивания из