

УДК 553.494:553.611 (470.32)

РОССЫПИ И КЕРАМИЧЕСКИЕ ГЛИНЫ МИОЦЕНА СРЕДНЕРУССКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

© 2022 г. А. В. Черешинский*

Воронежский государственный университет, Университетская площадь, д. 1, Воронеж, 394006 Россия

*e-mail: vsu31022@mail.ru

Поступила в редакцию 14.04.2022 г.

После доработки 29.04.2022 г.

Принята к публикации 30.04.2022 г.

Миоценовые отложения в пределах восточного склона Среднерусской возвышенности представлены образованиями берекской (олигоцен–миоцен), новопетровской и краснояржской свит, ламкинской и горелкинской серий и нижнеусманской подсерией. Берекская свита представлена песками с прослоями глин и песчаников, с данными образованиями связаны пункты минерализации титан-циркониевых россыпей. Отложения новопетровской и краснояржской свит выделены на рассматриваемой территории впервые, с песчаными разностями связан пункт минерализации Ti и Zr, с глинами – керамическое сырье. Отложения ламкинской и горелкинской серий на данной площади ранее не выделялись, с прослоями и пачками глин связаны проявления керамических глин. Породы нижнеусманской подсерии характеризуются повышенным содержанием тяжелой фракции, выделено несколько пунктов минерализации Ti и Zr. Наиболее перспективными на поиски россыпных месторождений являются образования берекской свиты. Для ламкинских и горелкинских, в меньшей степени новопетровско-краснояржских отложений характерны керамические глины.

Ключевые слова: миоцен, титан-циркониевые россыпи, керамические глины, литология, акцессорные минералы

DOI: 10.31857/S0016777022050033

ВВЕДЕНИЕ

На территории Воронежской антеклизы (ВА) неогеновые отложения, представленные миоценом и плиоценом, достаточно широко распространены. Наиболее древние из них относятся к образованиям берекской свиты олигоцен-миоцена, которые накапливались в мелководных и прибрежно-морских условиях. Выше залегающие аллювиальные отложения нижнеусманской подсерии, ламкинской и горелкинской серий, а также новопетровской и краснояржской свит миоцена распространены в пределах ВА крайне неравномерно, в основном площадь их развития приурочена к Окско-Донской низменности, в пределах которой выделяется мощная толща, состоящая из наслоенных друг на друга аллювиальных образований. На остальной территории миоценовые образования имеют ограниченное распространение, залегая преимущественно в пределах приводраздельных пространств.

Основной объем информации по миоценовым отложениям получен начиная с 60-х годов XX века. Изучением данных образований в пределах ВА занимались многие исследователи (Верхний ..., 1985;

Горецкий, 1982; Миоцен ..., 1977; Холмовой, 1993; Холмовой и др., 2001). Несмотря на большой объем проведенных работ, до настоящего времени остается ряд вопросов и нерешенных проблем, касающихся стратиграфии, особенностей литологического состава и площади распространения данных отложений.

Рассматриваемая часть Среднерусской возвышенности охватывает 3 топографических планшета масштаба 1 : 200 000 (М-37-II, М-37-III, N-37-XXXIII). Основной объем информации по геологическому строению данной территории был получен в 50–60-е годы XX века при проведении геологосъемочных работ первого поколения (Геологическая..., 1963; Горбаткина и др., 1960; Красенков и др., 1981), далее проводились тематические, разведочные и поисковые работы на локальных участках. В южной половине рассматриваемой площади миоценовые отложения, за исключением образований берекской свиты, выделены не были. На северо-востоке территории в 70-е годы в результате проведения работ по гидрогеологическому и геологическому картированию были установлены плиоценовые породы и образования усманской серии. При геологиче-

ском картографировании масштаба 1 : 1000000 (Государственная ..., 1999; Государственная ..., 2011), которое проводилось в начале XXI века, континентальные отложения миоцена на изучаемой территории также не были выделены.

МЕТОДИКА РАБОТ

Материалы, положенные в основу данной работы, получены автором при проведении работ по геологическому доизучению масштаба 1 : 200000 в 2009–2018 годах. В ходе полевых исследований были описаны образования миоцена, встреченные в искусственных и естественных обнажениях. Кроме того, был исследован керн 16 картировочных скважин, вскрывающих образования данного возраста. При описании обнажений и керна скважин изучались литологические особенности пород, их мощность, взаимоотношение с подстилающими и перекрывающими образованиями, отобраны пробы для проведения лабораторно-аналитических исследований.

Для изучения песков они были разделены в тяжелой жидкости (бромформе) на легкую и тяжелую фракции. Проведен минералогический анализ тяжелой фракции, с разделением ее на магнитную, электромагнитную и немагнитную составляющие. С помощью бинокля и микроскопа изучены типоморфные особенности минералов, подсчитано их процентное содержание в пробах. Глины исследовались с использованием дифрактометрического, химического и электронномикроскопического методов. Химический состав минералов тяжелой фракции был изучен на электронном микроскопе Jeol 6380 LV с энергодисперсионной системой количественного анализа Inca-250. Лабораторные исследования выполнялись в лабораториях НИИ Геологии Воронежского госуниверситета.

Кроме собственных материалов использовались данные предшественников, которые включали информацию по геологосъемочным, поисковым, разведочным и тематическим работам по данной площади.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

К наиболее древним образованиям миоцена следует отнести верхнюю часть берекской свиты (br_2). Породы формировались в прибрежно- и мелководно-морских условиях, представляют собой последние морские отложения на рассматриваемой территории. Отложения берекской свиты расположены на наиболее высоких водоразделах, абсолютные отметки подошвы отложений составляют 225–248 м, понижаясь в северо-восточном направлении до 195–215 м. Она сложена толщей песков, в меньшей степени алевритами, в от-

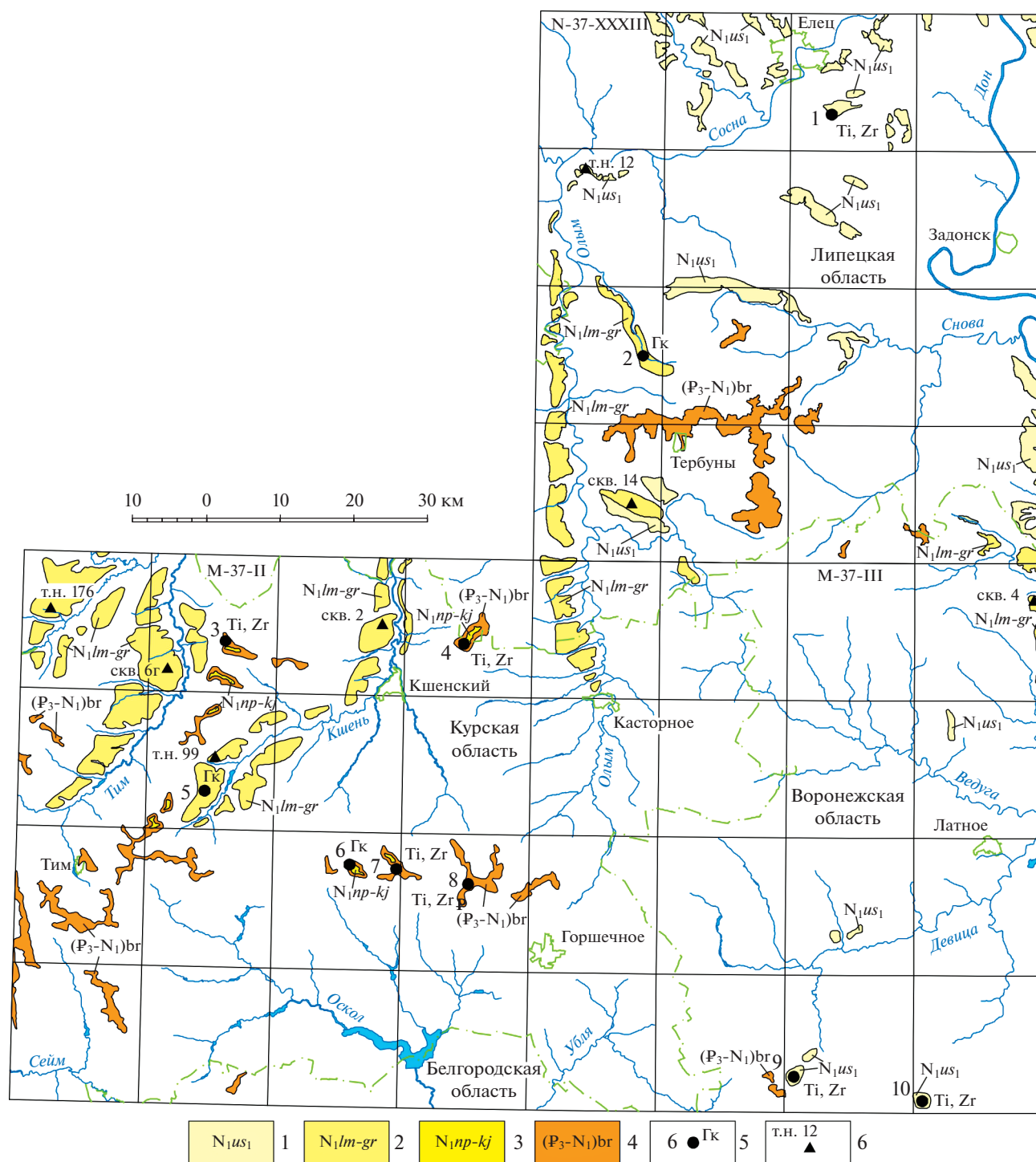
дельных разрезах отмечаются прослои глин и песчаников.

Пески пестроцветные, от светло-серых до ярко-желтых, они средне-мелкозернистые, в отдельных разрезах до тонкозернистых, кварцевые, в различной степени глинистые, часто слюдитые, неравномерно ожелезненные. Алевриты от светло-серых с зеленоватым оттенком до охристо-желтых, слабоглинистые, полосами и пятнами неравномерно интенсивно ожелезнены. В них наблюдается неясная горизонтальная и прерывистая, пологоволнистая слоистость, подчеркнутая неравномерным ожелезнением. В песках наблюдаются прослои и линзы глин (мощностью до 0.1 м) серых, желтовато-серых и кирпично-красных, плотных, иногда песчаных. В редком случае глины начинают преобладать над песками. Песчаники светло-серые, серые и розовато-серые, разнозернистые, часто сливные, крепкие, иногда кавернозные. В песчаниках на юго-западе рассматриваемой территории отмечается большое количество отпечатков листовой флоры.

Отложения берекской свиты характеризуются рутил-дистен-циркон-ильменитовой ассоциацией минералов. Мощность описанных отложений колеблется от 3–7 до 21 м. С ними связаны пункты минерализации (ПМ) титан-циркониевых россыпей (фиг. 1). На юго-западе территории выявлено 3 пункта минерализации Ti и Zr – Расховецкий, Быковский и Соколовский. Среди минералов тяжелой фракции выделены: ильменит, циркон, рутил, лейкоксен, которые тяготеют к фракции менее 0.1 мм (до 76%).

Максимальные содержания установлены в пункте минерализации Расховецкий, он расположен в Советском районе (административный центр пгт. Кшенский) Курской области в западной части пос. Расховецкий. В расчистке под почвенно-растительным слоем вскрыты образования берекской свиты мощностью 6.8 м. В кровле разреза отмечаются глины (0.8–1.2 м) от ржаво-бурых до желтовато-серых, плотные, пластичные, сильнозаспесоченные. Ниже отмечаются пески от желтовато-серых до рыжевато-желтых, мелкозернистые, хорошо сортированные, неравномерно глинистые. В нижней части песчаной толщи отмечаются прослои, обогащенные средне- и крупнозернистым песчаным материалом. Под песками залегают алевриты, они серые с зеленоватым оттенком и желтовато-серые, сильноглинистые, содержат большое количество мелких чешуек слюды. В основании разреза отмечаются желтовато-серые тонкозернистые, хорошо сортированные пески.

Полезная толща (1.2 м), обогащенная акцессорными минералами, приурочена к верхней части песчаного разреза. В ней содержание тяжелой фракции – 3.25%, ильменита в разрезе (в кг/м³):



Фиг. 1. Схема распространения миоценовых образований. 1 – нижеусманская подсерия, 2 – ламкинская и горелкинская серии, 3 – новопетровская и красноярская свиты, 4 – берекская свита, 5 – проявления и пункты минерализации, 6 – опорные разрезы. Цифры на карте: 1 – Голубевский ПМ титан-циркониевых россыпей, 2 – Дубовецкое проявление глин керамических, 3 – Расховецкий ПМ титан-циркониевых россыпей, 4 – Малокарповский ПМ титан-циркониевых россыпей, 5 – Воскресенское проявление глин керамических, 6 – Ефросимовское проявление глин керамических, 7 – Соколовский ПМ титан-циркониевых россыпей, 8 – Быковский ПМ титан-циркониевых россыпей, 9 – Сине-Липяговский ПМ титан-циркониевых россыпей, 10 – Кочетовский ПМ титан-циркониевых россыпей.

3.6–24.1, циркона 6.6–18.2, рутила 3.7–11.7, лейкоксена 0.9–2.6. Содержание “условного ильменита”, при принятии коэффициентов, для ильменита – 1, лейкоксена – 3, рутила – 4, циркона – 4, составляет 47.5–151.5 кг/м³.

Наиболее древними аллювиальными миоценовыми отложениями на рассматриваемой площади являются породы новопетровской и красноярской свит (N_1np-kj). Они известны для Среднерусской возвышенности (Холмовой и др., 2001), однако при картировании новые площади их развития выделены впервые. Отложения имеют ограниченное распространение, сохранились на самых высоких водоразделах. Залегают с разрывом на породах берекской свиты, перекрываются четвертичными отложениями. Представлены песками от кирпично-красных до светло-серых. Они тонко-мелкозернистые, кварцевые, глинистые, неравномерно ожелезненные (от слабо- до сильноожелезненных), слюдястые. В песках отмечаются прослой глины, они, как правило, пестро окрашены, неравномерно запесочены. В отдельных разрезах глины преобладают над песками. Отложения содержат характерный спорово-пыльцевой комплекс (определения палинолога В.Г. Шпуль, ВГУ). Мощность описываемых образований до 19 м.

С породами новопетровской и красноярской свит связано Ефросимовское проявление глины керамических и Малокарповский пункт минерализации титан-циркониевых россыпей (см. фиг. 1). Проявление и ПМ были выявлены в ходе работ по геологическому картированию рассматриваемой территории.

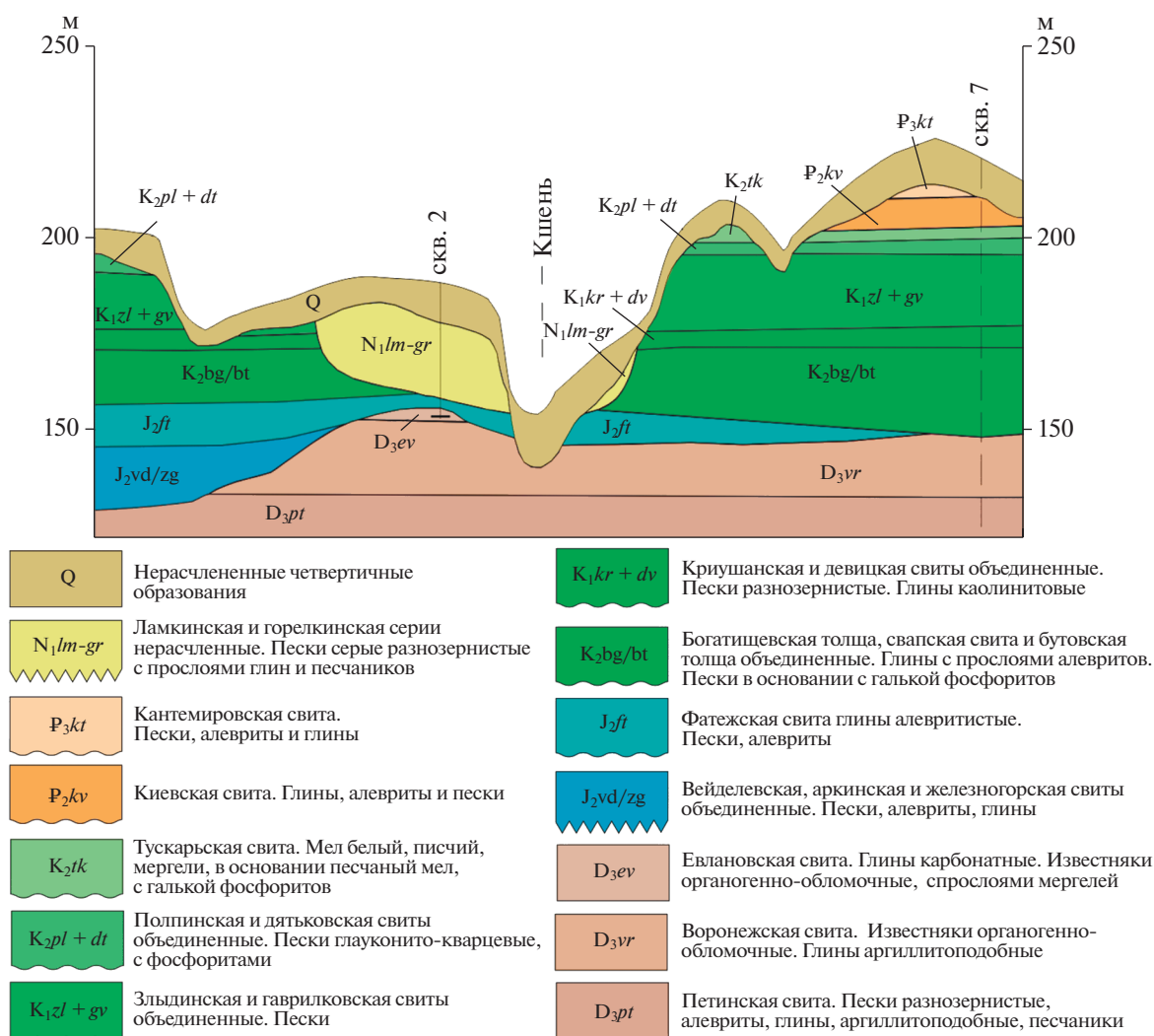
Ефросимовское проявление расположено в Советском районе (административный центр пгт. Кшенский) Курской области, в 8 км северо-восточнее п. Ефросимовка. В скважине 2г под почвенно-растительным слоем и покровными четвертичными суглинками с глубины 0.8 м залегают глинисто-песчаная толща новопетровско-красноярского времени. В верхней части разреза (2 м) отмечаются сильнозапесоченные и алевритистые пестроцветные глины. Ниже залегают пески (мощностью 3 м), охристо-желтые и светло-серые, пятнисто неравномерно окрашенные, они тонко-мелкозернистые, хорошо сортированные, сильноглинистые и алевритистые. Под песками отмечается толща глины, разделенная на 2 слоя. Верхний слой мощностью 6 м имеет пестроцветную окраску, с преобладанием малиновых тонов, в глинах отмечаются конкреции гидроокислов железа и прослой (мощностью 0.2–0.3 м) сильнозапесоченных глины. Полезная толща приурочена к нижнему прослою глины, он представлен плотной темно-серой глиной с пятнами охристого и малинового цвета. Ниже залегают разнозернистые пески берекской свиты.

Минеральный состав глины изучен по 9 пробам, он практически идентичен, преобладающим минералом является каолинит, он характеризуется рефлексами с $d = 7.18, 3.58, 2.38 \text{ \AA}$. Содержание кварца, определяющегося рефлексами с $d = 4.27, 3.34 \text{ \AA}$, составляет первые проценты. В одной пробе, наряду с выше определенными минералами, присутствует опал-тридимит, характеризующийся выраженным гало в области 17–25 градусов и рефлексом 4.1 \AA . Количество данной минеральной фазы около 30%. Содержание Al_2O_3 от 18.9 до 26.9%, количество красящих оксидов от низкого до высокого, содержание Fe_2O_3 колеблется от 1.2 до 1.7%, TiO_2 от 1.5 до 2.6%. Мощность полезной толщи 8 м, вскрыши – 11.8 м.

Малокарповский пункт минерализации титан-циркониевых россыпей приурочен к пескам миоценовой мономиктовой кварцевой формации. Расположен в Советском районе (административный центр пгт. Кшенский) Курской области, в 2.5 км на восток от северной окраины с. Малая Карповка. Полезная толща вскрыта картировочной скважиной (скв. 1). В верхней части разреза, под почвенно-растительным слоем залегают четвертичные делювиальные и покровные образования общей мощностью 2.5 м. Ниже отмечается полезная толща, представленная песками N_1np-kj . Они от темно-серых с буроватым и желтоватым оттенком, до ржаво-желтых, мелкозернистые, хорошо сортированные, кварцевые, с плохо выраженной субгоризонтальной и волнистой слоистостью. Пески неравномерно глинистые, преимущественно сильноглинистые, прослоями и линзами интенсивно ожелезнены. В верхней части слоя отмечается интервал мощностью 0.5 м песка разнозернистого, преимущественно средне-мелкозернистого, плохо сортированного. Базальный горизонт в основании разреза плохо выражен, отмечается интервал мощностью 0.9 м, представленный разнозернистыми песками, содержащими редкие хорошо окатанные гравийные зерна кварца. Мощность полезной толщи 4.5 м, вскрыши – 2.5 м. Ниже залегают пески берекской свиты олигоцен-миоцена.

Среди минералов тяжелой фракции выделяются: ильменит, лейкоксен, циркон, рутил, гранаты группы альмандина, ставролит, дистен и турмалин. Содержание тяжелой фракции 0.44%, ильменита в тяжелой фракции – 41.3%, циркона 12.8%, рутила 18.4%, лейкоксена 7.3%. Количество “условного ильменита”, при принятии коэффициентов, для ильменита – 1, лейкоксена – 3, рутила – 4, циркона – 4, составляет 16.5 кг/м³.

Образования ламкинской и горелкинской серий миоцена (N_1lm-gr) выделены на рассматриваемой территории впервые, ранее они картировались только в пределах Окско-Донской низменности (Холмовой и др., 2001). В западной части



Фиг. 2. Геологический разрез ламкинской и горелкинской серий на юго-западе площади.

рассматриваемой территории (на площади листа М-37-II) породы этих серий прослеживаются в северной части вдоль долин рек Тим и Кшень, где они выполняют погребенные долины, вытянутые с севера на юго-запад (фиг. 2). Аллювиальные отложения ламкинской и горелкинской серий с размытом и угловым несогласием залегают на юрских и меловых отложениях. Абсолютная высота ложа долин около 159–167 м в осевой части и до 180 м в их верховьях, ширина долин составляет до 5 км. На юго-востоке площади (лист М-37-III) отложения выполняют погребенные долины, вытянутые с юга на север, прослеживаются в северной части листа вдоль долин рек Олым, Бол. Верейка, Ведуга. Абсолютная высота ложа долин около 135–170 м, ширина долин до 4.8 км. На северо-востоке рассматриваемой территории (лист N-37-XXXIII) погребенные долины, вытянуты с севера на юг, реже с северо-запада на юго-восток, прослеживаются на юго-западе и юго-востоке ли-

ста вдоль долин рек Олым, Ольшанец и Бол. Верейка. Абсолютная высота ложа долин около 135–170 м, ширина до 3.2 км.

Отложения представлены преимущественно песками с прослоями глин, алевритов и песчаников. Пески от светло-серых до буровато-желтых, разнозернистые, преимущественно мелкозернистые, плохо сортированные, кварцевые, глинистые, до сильноглинистых. Отмечаются многочисленные, мелкие, до 1 см в поперечнике, железистые оолиты, редкие чешуйки слюды и гравийные зерна кварца. Разрез неравномерно ожелезнен, прослоями до слабого песчаника на железисто-глинистом цементе. Наблюдаются прослои желтовато-серого, тонкозернистого, хорошо сортированного, кварцевого песка.

Глины светло-серые и серые, плотные, с прослоями, обогащенными тонкозернистым кварцевым песком. Базальный горизонт, как правило,

плохо выражен, в отдельных разрезах в нижней части слоя песок обогащен гравийными зернами кварца, встречаются обломки железистых песчаников, желваки фосфоритов и мелкие катуны зеленовато-серой глины.

Палинологом ВГУ В.Г. Шпуль из керн картировочных скважин выделен спорово-пыльцевой комплекс, имеющий общие черты с комплексами, характеризующими ламкинскую и горелкинскую серии Окско-Донской равнины. Мощность данных образований в полных разрезах составляет от 14 м в верховьях долины, до 30 м в ее осевой части.

Песчаные образования ламкинской и горелкинской серий характеризуются циркон-ставролит-дистен-ильменитовой ассоциацией минералов тяжелой фракции. Максимальное содержание тяжелой фракции 0.2%, в ней преобладает (в %): ильменит — 24–49, дистен — 12–40, ставролит — 6–20, циркон — 5–12, лейкоксен — 4–11, турмалин — 1–10, рутил — 7–13.

На юго-западе рассматриваемой территории наиболее представительными разрезами, расположенными в осевой части долины, являются скважины 2 и бг, в верховьях долины — точки наблюдения 99 и 176 (фиг. 3).

Скважина 2 пробурена в Советском районе Курской области, в 6 км юго-западнее от места впадения р. Рассоховец в р. Кшень. В верхней части разреза отмечаются супеси и суглинки четвертичного возраста, ниже залегают образования миоцена (24 м), представленные песками разнозернистыми, преимущественно мелкозернистыми с прослоями глин и песчаников.

В верхней части миоценового разреза пески сконцентрированы в гранулометрическом классе 0.2–0.25 мм, они достаточно хорошо сортированы. По направлению к подошве песчаной толщи степень сортировки начинает уменьшаться, при этом большая часть материала концентрируется в размерности 0.2–0.5 мм. В основании разреза песок наиболее грубозернистый и плохо сортированный, в заметном количестве появляется размерность более 0.5 мм. Также вниз по разрезу увеличивается количество глины — от песков слабоглинистых до сильноглинистых. В составе минералов тяжелой фракции преобладают ильменит (23–48%), дистен (16–39%) и ставролит (6–19%). Другие акцессорные минералы (рутил, циркон, турмалин и лейкоксен) содержатся в количестве до 10%.

Скважина бг начинается с покровных образований, под ними вскрыты пески N_{1lm-gr} , в основании разреза залегают глинистые породы апта. Пески имеют светло-серую и рыжеватую-желтую окраску, они разнозернистые, преимущественно среднезернистые, плохо сортированные в различной степени глинистые. Мощность образова-

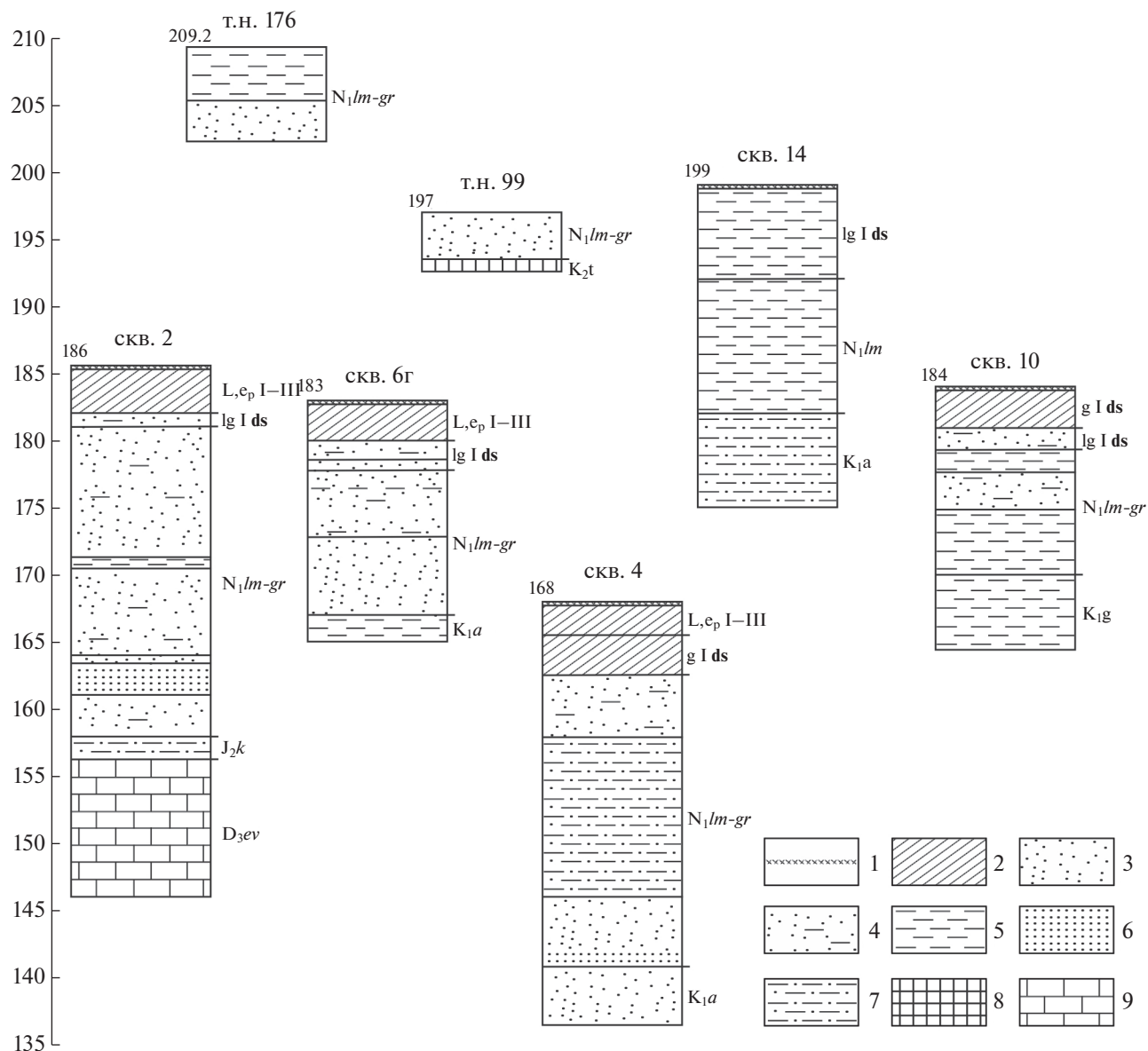
ний составляет 11 м. В скважине бг, как и в скважине 2, наблюдается похожий порядок распределения песка по гранулометрическим классам. В целом, по сравнению со скважиной 2, пески более грубозернистые и содержат меньшую примесь глины.

Состав и содержание акцессорных минералов во многом аналогично ранее рассмотренному разрезу, отличия наблюдаются в появлении аутигенных минералов — гидроокислов железа и пирита, они характерны для нижней части исследуемой толщи. Количество пирита до 10%, а гидроокислов железа 16%, содержание дистена увеличивается вверх по разрезу (до 32–35%), а ставролита, наоборот, уменьшается — от 36 до 16%. Количество таких минералов, как рутил, циркон и турмалин, довольно постоянно и колеблется в пределах 3–11%. Выделены гранаты группы альмандин-пироп, в целом их содержание не превышает 1%.

В точке наблюдения 99 вскрыты пески, имеющие светло-серую и белую окраску, они разнозернистые, преимущественно средне-мелкозернистые, плохо сортированные, неглинистые. В песке наблюдаются грубозернистые прослои, для них характерна косая разнонаправленная, реже субгоризонтальная слоистость, базальный горизонт плохо выражен. В основании разреза с абсолютной отметки 193.5 м залегают пясчильные мел туронского яруса. Пески сконцентрированы в гранулометрическом классе 0.16–0.4 мм, содержание фракции более 0.5 мм колеблется от 1 до 24.5%.

В точке наблюдения 176 вскрыты отложения N_{1lm-gr} , представленные песками и глинами. Глины имеют светло-серую и серую окраску, их мощность 4.1 м. Они неравномерно алевритистые и песчаные, для глин характерна неясно проявленная горизонтальная слоистость. Пески залегают в основании разреза, они желтовато-серые и рыжеватобурые, разнозернистые, преимущественно средне-мелкозернистые, плохо сортированные. Они в различной степени глинистые, при преобладании слабоглинистых песков. Для данного разреза характерна циркон-ставролит-дистен-ильменитовая ассоциация минералов тяжелой фракции. Максимальное содержание тяжелой фракции 0.2%, преобладает ильменит — 28.7–40%, количество дистена колеблется от 7.7 до 25.7%, ставролита — 7.3–19%, циркона — 3–16%, турмалина — 5.7–11%, рутила — 2.3–12%. Содержание альмандин-пиропов невелико и не превышает 0.3%.

На юго-востоке рассматриваемой территории опорным разрезом ламкинской и горелкинской серий являются породы, вскрытые скважиной 4, пробуренной при проведении работ по ГДП-200. Скважина расположена в Семилукском районе Воронежской области, на южной окраине п. Каверье. В данном разрезе под покровными и моренными суглинками вскрыты пески и алевриты



Фиг. 3. Сопоставительные разрезы аллювиальных образований среднего миоцена (N_1lm-gr). 1 – почвенно-растительный слой, 2 – суглинок, 3 – песок, 4 – песок глинистый, 5 – глина, 6 – песчаник, 7 – алеврит, 8 – мел, 9 – известняк.

N_1lm-gr , общей мощностью 21,7 м. Пески от мелко-тонкозернистых в верхней части разреза, до средне-мелкозернистых в нижней. В основании разреза отмечается примесь гравийного материала и многочисленных, мелких, до 1 см в поперечнике, железистых оолитов. В нижней части слоя отмечается неясно выраженный прослой крупнозернистого, гравелитистого песка, сцементированного железистым цементом до слабого песчаника. Алевриты залегают в центральной части разреза, они красно-бурые до ржаво-красных, сильноглинистые, интенсивно ожелезненные, с пятнами и гнездами обмарганцевания и гидрокислов железа. Для алевритов характерна неясно выраженная пятнистая текстура.

На северо-востоке рассматриваемой территории опорным разрезом ламкинской серии являются породы, вскрытые скважиной 14, пробуренной при проведении работ по ГДП-200. Скважина расположена в Тербунском районе Липецкой области, на западной окраине с. Прудки. В скважине в основании разреза залегают лимноглициальные глины донского времени мощностью 6,9 м. Под ними отмечаются глины N_1lm , они темно-серые с желтоватым оттенком, плотные, вязкие, слабoplastичные, с большой примесью алевритистого материала. Отмечается слабо выраженная полосчатая текстура, подчеркнутая неравномерным ожелезнением. Встречены прослои желтовато-серых слабоглинистых алевритов.

В нижней части разреза наблюдаются линзы и гнезда, заполненные порошковыми гидроокислами железа. Отмечены редкие включения углефицированной органики. Мощность глинистой толщи 10.0 м. Ниже по разрезу залегают алевриты аптского яруса.

С образованиями ламкинской и горелкинской серий связаны проявления глин керамических – Воскресеновское и Дубовецкое (см. фиг. 1). Воскресеновское проявление керамических глин расположено в Тимском районе Курской области, в 1.6 км севернее окраины с. Воскресеновка. Проявление выявлено в результате поисково-разведочных работ, проведенных Юго-Западной комплексной геологоразведочной экспедицией в 70-е годы XX века (Вергель и др., 2004). Первоначально данные образования были отнесены к берекской свите олигоцен-миоцена, при проведении работ по геологическому картированию установлено, что их возраст соответствует ламкинской и горелкинской сериям миоцена. Глины кислые и полукислые (содержание Al_2O_3 – 9.6–15.7%) со средним и высоким содержанием красящих оксидов (содержание Fe_2O_3 – 2.0–6.0%), легкоплавкие и тугоплавкие. По степени спекаемости относятся к группе неспекающегося и среднеспекающегося сырья, умеренно-среднепластичные, при обжиге дают черепок оранжевых тонов и реже – светлый черепок. Отдельные пробы подходят по качеству для производства лицевого кирпича и облицовочной плитки. Средняя мощность полезной толщи составила 6.7 м, вскрышных пород – 4.9 м (Вергель и др., 2004).

Дубовецкое проявление керамических глин расположено в Тербунском районе Липецкой области, в 2.4 км юго-восточнее окраины с. Дубовец, в левом борту долины ручья Ольшанец. Проявление вскрыто картировочной скважиной (скв. 10), пробуренной при проведении работ по геологическому картированию. С абсолютной высоты 184.0 м в скважине сверху-вниз были вскрыты:

Слой 1. Современный ПРС. Мощность 0.5 м.

Слой 2. Суглинок от желтовато-бурого до кирпичевато-бурого, плотный, тяжелый, неслоистый, во влажном состоянии слабопластичный. Суглинок неравномерно запесоченный, количество песчаного материала возрастает к подошве слоя. В верхней части разреза по порам и трещинам суглинок слабо карбонатизирован. Отмечаются единичные включения гравийных зерен кварца размером до 0.3 мм. Мощность 2.6 м. $g\ I\ ds$.

Слой 3. Песок от желтовато-серого и серого до темно-серого, разнозернистый, преимущественно средне-мелкозернистый, плохо сортированный, кварцевый. Песок неравномерно глинистый, от слабоглинистого в средней части слоя до сильноглинистого в его нижней и верхней частях. Песок пятнами неравномерно ожелезнен, сте-

пень ожелезнения возрастает вверх по разрезу. В средней части слоя в песке наблюдаются многочисленные включения гравийных зерен кварца размером до 0.3 мм. Мощность 1.7 м. $lg\ I\ ds$.

Слой 4. Глина от серой и желтовато-серой до рыжевато-бурой, легкая, рыхлая, во влажном состоянии глина слабопластичная, песчанистая, до сильнопесчанистой. Пятнами неравномерно, интенсивно ожелезнена. Отмечается до двух интервалов (мощностью 0.1–0.2 м) песка от серого до желтовато-серого, разнозернистого, преимущественно мелкозернистого, плохо сортированного, кварцевого. Песок интенсивно ожелезнен, интенсивно глинистый. Мощность 1.6 м. N_1/m .

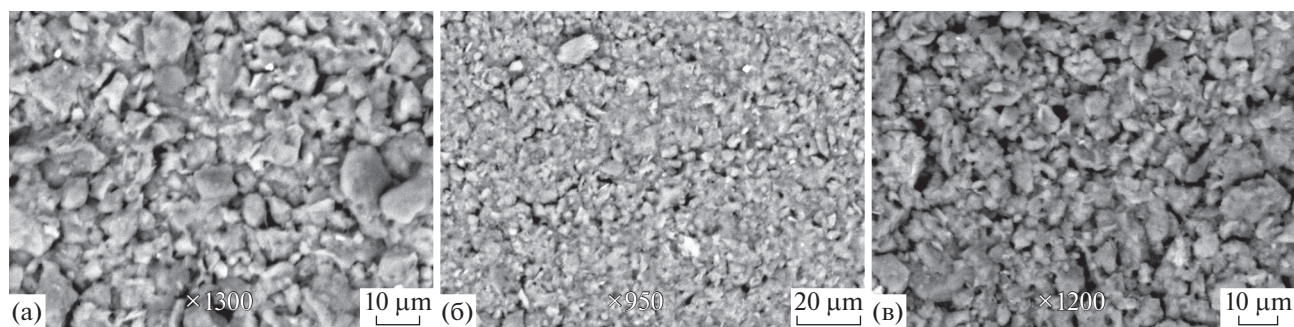
Слой 5. Песок от темно-серого и желтовато-серого до буровато-серого, разнозернистый, преимущественно средне-крупнозернистый, плохо сортированный, кварцевый. Песок неравномерно глинистый, преимущественно сильноглинистый. Пятнами неравномерно ожелезнен, степень ожелезнения возрастает вверх по разрезу. Мощность 2.7 м. N_1/m .

Слой 6. Глина от светло-серой и желтовато-серой до темно-серой с зеленоватым оттенком, плотная, тяжелая, без видимой слоистости, во влажном состоянии хорошо пластичная. В верхней части слоя в интервале 9.1–11.8 м глина неравномерно пятнами ожелезнена. В этом же интервале наблюдаются многочисленные прослои (мощностью 0.1–0.3 м) глины запесоченной. Мощность 4.9 м. N_1/m .

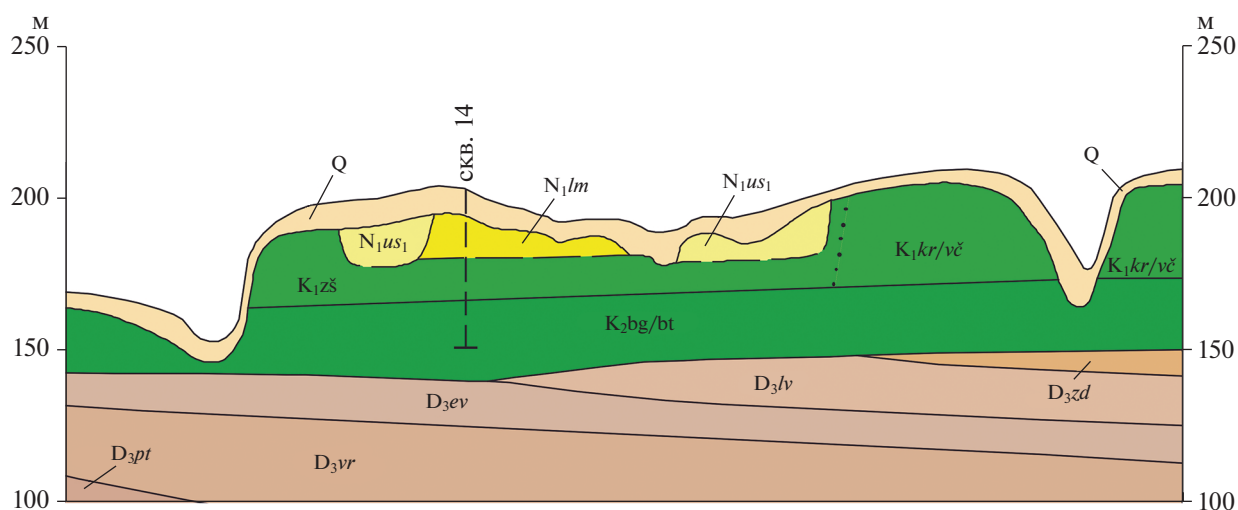
Слой 7. Глина от темно-серой до черной, плотная, тяжелая, жирная, во влажном состоянии хорошо пластичная, в сухом состоянии образует оскольчатую отдельность. В глине наблюдается хорошо выраженная тонкая субгоризонтальная слоистость, подчеркиваемая тонкими (1–2 мм) прослоями светло-серого алеврита. Мощность 5.4 м. K_1g .

Полезная толща приурочена к основанию миоценового разреза, ее мощность 4.9 м, мощность вскрыши 9.1 м. Вещественный состав изучен по 5 пробам. Во всех пробах доминирующими минералами являются: иллит, характеризующийся рефлексами с $d = 10.0, 4.99, 3.32\ \text{Å}$ и каолинит с $d = 7.18, 4.44, 4.31, 3.56, 2.552, 2.492, 2.38, 2.333, 2.285, 2.161, 1.985, 1.812, 1.783, 1.661, 1.537, 1.484\ \text{Å}$. По минеральному составу глина иллит-каолининовая (фиг. 4), содержание иллита составляет 50–80%, каолинита 20–50%. По количеству глинозема (Al_2O_3) глины относятся к полукислым и кислым (11.3–20.5%) с высоким содержанием красящих оксидов Fe_2O_3 (4.1–5.6%) и средним TiO_2 (0.9–1.9%).

Отложения нижнеусманской подсерии (N_{1us}) сравнительно широко распространены. На юго-востоке рассматриваемой территории они закар-



Фиг. 4. Электронно-микроскопические снимки керамических глин Дубовецкого проявления.



Фиг. 5. Геологический разрез нижеусманской подсерии на северо-востоке площади. Условные обозначения см. на фиг. 2.

тированы вдоль долин рек Бол. Верейка, Трешевка, Ведуга и Девица. Породы подсерии выполняют погребенные долины, вытянутые с северо-запада на юго-восток, залегают с размывом и угловым несогласием на породах нижнего, в меньшей степени верхнего мела (фиг. 5). Абсолютная высота ложа долины около 130–160 м в основной долине, 180–200 м в притоках, ширина долины составляет до 1.4 км. На северо-востоке данные образования характеризуются большей площадью развития. Погребенные долины преимущественно вытянуты с северо-запада на юго-восток, породы залегают с размывом на образованиях нижнего мела, в меньшей степени верхнего девона. Абсолютная высота ложа долины в долине рек Дон и Сосна составляет около 139–155 м, в верховьях р. Снова и на юго-западе листа N-37-XXXIII 150–175 м, на водоразделе в центральной части – до 180–185 м, ширина долины составляет до 2.7 км.

Отложения представлены разнозернистыми песками, в которых отмечаются прослои глин.

Пески от светло-серых и серых до буровато-серых и желтовато-бурых, разнозернистые, преимущественно мелко- и среднезернистые, плохо сортированные кварцевые, с горизонтальной, реже пологонаклонной слоистостью. Пески в различной степени глинистые, от слабо- до сильноглинистых, при преобладании последних. Пятнами и прослоями неравномерно ожелезнены, степень ожелезнения возрастает по направлению к нижней границе слоя, в отдельных разрезах сцементированы гидрооксидами железа до слабого песчаника. В основании разреза часто наблюдается хорошо выраженный базальный горизонт, представленный буровато-серыми и желтовато-бурыми разнозернистыми песками, обогащенными гравийными зернами кварца, кремней, а на юге территории гравием и галькой мел-мергельных пород. В отдельных разрезах встречаются более сортированные пески, они светло-серые, мелкозернистые, преимущественно слабоглинистые.

В верхней части разреза, реже в его основании, встречаются глины, их цвет от светло-серого до

темно-серого и красновато-бурого. В основании разреза глины часто пятнисто окрашены (мраморовидные), слабопластичные, неравномерно запесоченные. В сухом состоянии для них характерна плитчатая и оскольчатая отдельность. В глинах наблюдаются мелкие железистые стяжения, пятнами и по трещинам они неравномерно ожелезнены. Палинологом ВГУ В.Г. Шпуль из данных образований выделен спорово-пыльцевой комплекс, характерный для нижнеусманской подсерии. Мощность отложений до 30 м.

На юго-востоке рассматриваемой площади предшествующими работами выявлен Сине-Липяговский пункт минерализации Ti и Zr, а в результате проведенных работ по геологическому картированию – Кочетовский ПМ. На северо-востоке территории имеется Голубевский ПМ (см. фиг. 1).

Сине-Липяговский ПМ расположен в Нижнедевицком районе Воронежской области, в 1 км восточнее окраины с. Синие Липяги. Пункт минерализации был выделен при проведении геологической съемки первого поколения в 50–60-е годы XX века. Первоначально пески, содержащие повышенную концентрацию рудных минералов, были закартированы как бережские образования олигоцен-миоцена в карсте. В результате работ по геологическому доизучению по данной площади был доказан нижнеусманский возраст данных образований. Полезная толща залегает под покровными и моренными суглинками, она представлена желтовато-серыми и серыми мелкозернистыми, хорошо сортированными песками. Пески неравномерно глинистые, для них характерна плохо выраженная субгоризонтальная слоистость. Гранулометрический состав песков однородный, преобладает фракция 0.25 мм. Повышенное содержание минералов титана и циркония приурочено к верхней и нижней частям разреза. Содержание условного ильменита составляет от 15–20 до 167.5 кг/м³.

Кочетовский пункт минерализации расположен в Хохольском районе Воронежской области, в 1.9 км на юго-запад от пос. Кочетовка. В карьере местного значения под нижнеусманскими пестроцветными глинами мощностью 4 м, вскрыты светло-серые и желтовато-серые тонко-мелкозернистые пески, они характеризуются хорошей степенью сортировки. Отмечается хорошо проявленная субгоризонтальная слоистость, которая подчеркнута неравномерным ожелезнением. Мощность полезной толщи – 2 м. Среднее содержание ильменита 6.9 кг/м³, лейкоксена – 1.5 кг/м³, циркона – 0.81 кг/м³, рутила – 0.7 кг/м³.

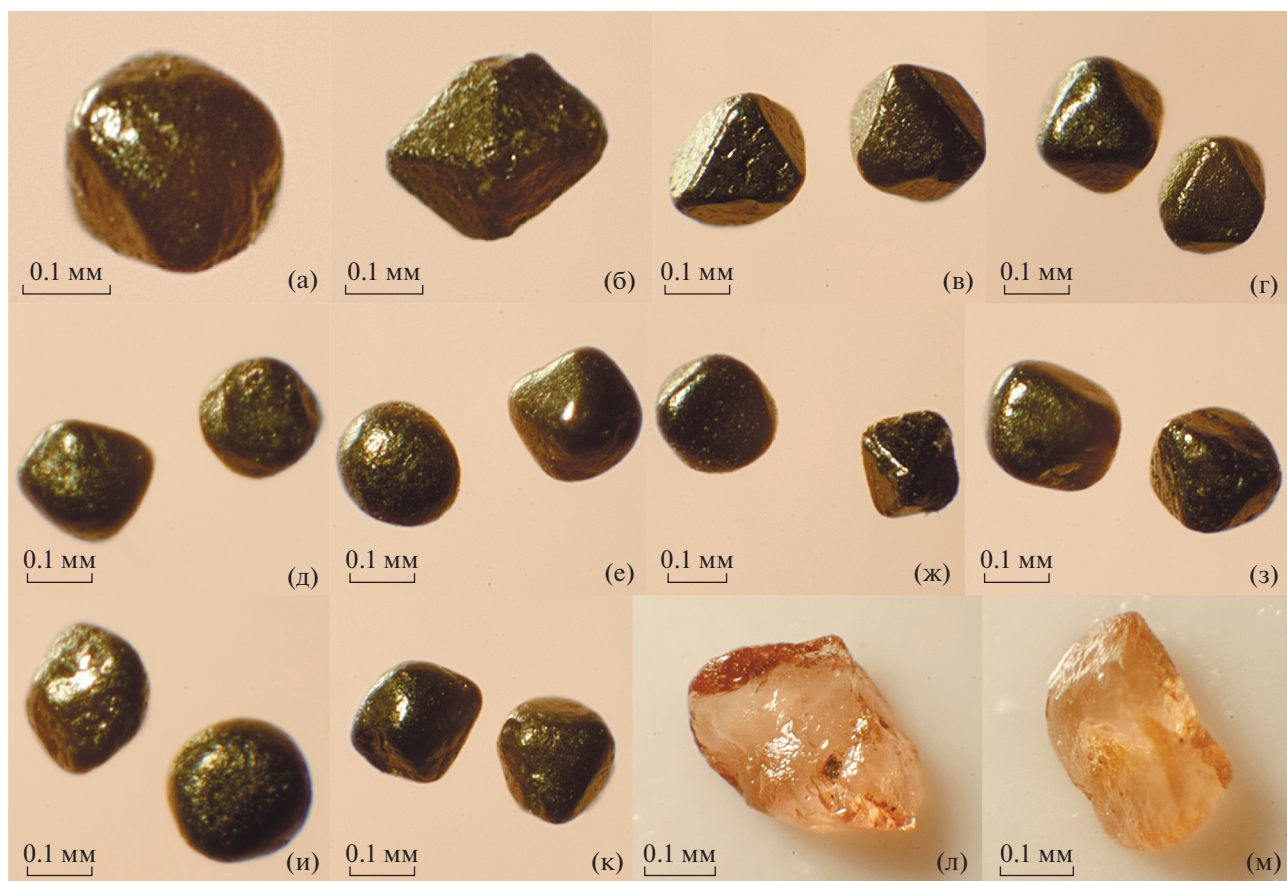
Голубевский пункт минерализации расположен в Елецком районе Липецкой области, в 1.1 км на северо-запад от д. Голубевка, выделен при проведении комплексной геолого-гидрогеологи-

ческой съемки масштаба 1 : 50000 в 60-е годы XX века. Полезная толща приурочена к пескам нижнеусманской подсерии миоцена. Пески кирпичного цвета, кварцевые, мелко-среднезернистые, с включениями зерен гравийной размерности. Мощность полезной толщи 1.4 м. Вскрыша представлена песчано-глинистыми образованиями миоцена и четвертичной системы. Среди минералов тяжелой фракции интерес представляют ильменит, лейкоксен, рутил и циркон. Выход тяжелой фракции 0.2–1.3%. Содержание ильменита – до 7.8 кг/м³, рутила – до 14.7 кг/м³, циркона – до 30.8 кг/м³.

Кроме выявленных пунктов минерализации Ti и Zr из песчаных образований нижнеусманской подсерии выделены минералы-индикаторы кимберлитов. Изученный разрез (т.н. 12) расположен в Тербунском районе Липецкой области, в 8 км на юго-восток от юго-восточной окраины с. Набоково. В карьере местного значения под почвенно-растительным слоем и покровным суглинком вскрыты нижнеусманские пески общей мощностью 4.1 м. Пески желтовато-серые с буроватым и красноватым оттенком, разнозернистые, преимущественно средне-мелкозернистые, плохо сортированные. Для песков характерна хорошо выраженная субгоризонтальная слоистость. Они неравномерно глинистые, полосами ожелезнены. Отмечаются три прослоя мощностью 0.1–0.3 м более грубозернистого песка, содержащего большое количество гравийных зерен кварца. Из грубозернистого прослоя в верхней части разреза была отобрана и обработана шлиховая проба объемом 0.02 м³.

Из минералов-индикаторов кимберлитов выделено 43 зерна хромшпинелидов, они представлены плоскогранными октаэдрами, намного реже встречаются зерна неправильной формы без кристаллографических очертаний (фиг. 6). Размер хромшпинелидов достаточно постоянен, большинство зерен сконцентрировано в гранулометрическом классе 0.2–0.25 мм. Кристаллы октаэдров преимущественно хорошо окатанны, до 3–4 класса по шкале сохранности, единичные зерна окатанны до 2 класса. В выделенных зернах наблюдается механогенная поверхность, представленная выбоинами и сколами, в меньшей степени характерна гипергенная.

Химические особенности хромшпинелидов были исследованы на электронном микроскопе, с энергодисперсионной системой количественного анализа Inca-250. Изученные зерна характеризуются довольно широкой вариацией составов (в мас. %): TiO₂ – от 0 до 5.88, Al₂O₃ – 4.7–16.9, Cr₂O₃ – 41.0–63.3, FeO – 14.9–44.3, MgO – 0.43–15.7. Кроме того, в половине проб обнаружен ZnO – 0.37–1.0%, в трети V₂O₅ и MnO, содержание первого – 0.3–0.7, второго – 0.4–0.7%, в единичных зернах



Фиг. 6. Морфологические особенности минералов-индикаторов кимберлитов. а–к – хромшпинелиды; л–м – альмандин-пиропы.

установлен NiO – 0.2%. На генетической диаграмме (Соболев, 1971) для части зерен (7 анализов) характерен хорошо выраженный перидотитовый тренд. Они характеризуются более высокими содержаниями оксида хрома – 51.8–63.3% и низкими значениями TiO₂ – не более 0.58%. Для остальной части хромшпинелидов наблюдается нечетко выраженный пикритовый тренд.

Также из данной пробы выделено 18 зерен гранатов, они характеризуются розовой, реже красновато-розовой окраской, при преобладании слабонасыщенных разновидностей. Зерна представлены неправильно окатанными обломками размером 0.2–0.4 мм. Преобладающий тип поверхности гипергенно-механогенный. По своему химическому составу изученные зерна относятся к альмандин-пиропу, они низкохромистые и низкомагнезиальные и не связаны с кимберлитами.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Отложения миоцена в пределах площади исследования сравнительно широко распространены, представлены образованиями берекской

(олигоцен–миоцен), новопетровской и красноярской свит, ламкинской и горелкинской сериями и нижнеусманской подсерией. Формирование рассматриваемых образований произошло в олигоцен–четвертичный этап осадконакопления. Данный этап характеризуется общим поднятием территории и регрессией моря в сторону Паратетиса (Савко, 2002).

Трансгрессивная часть цикла соответствует берекскому времени, отложения накапливались в мелководных и прибрежно-морских условиях. В настоящее время отложения берекской свиты сохранились только на наиболее высоких водоразделах, где они с размывом залегают на более древних палеогеновых или верхнемеловых породах. Данные образования развиты преимущественно на юго-западе и северо-востоке рассматриваемой территории. В разрезах преобладают пески, реже встречаются алевриты, иногда отмечаются прослойки глин и песчаников. Песчаные породы берекской свиты характеризуются рутил-дистенциркон-ильменитовой ассоциацией минералов.

С образованиями берекской свиты связаны пункты минерализации титан-циркониевых рос-

сыпей. На юго-западе рассматриваемой площади выявлено 3 ПМ Ti и Zr – Расховецкий, Быковский и Соколовский. Все они расположены в пределах потенциальной Белгородско-Курской титан-циркониевой минерагенической зоны, относятся к формации титан-циркониевых россыпей. Их формирование происходило за счет перемыва и шлихования алевро-песчаного материала в прибрежно-морских условиях. Источниками сноса для них служили осадочные породы палеозоя и мезозоя ВА (Савко и др., 1995). Среди минералов тяжелой фракции выделяются: ильменит, циркон, рутил, лейкоксен, которые тяготеют к фракции менее 0.1 мм (до 76%). Максимальные содержания установлены в пункте минерализации Расховецкий. Выход тяжелой фракции – 3.25%, количество “условного ильменита”, при принятии коэффициентов, для ильменита – 1, лейкоксена – 3, рутила – 4, циркона – 4, составляет 47.5–151.5 кг/м³.

С середины раннего миоцена начинается регрессивный неотектонический этап, он характеризуется установлением континентального режима, формированием поверхностей выравнивания и первых речных долин. Таким образом, раннемиоценовая история развития гидросети совпадает с начальным этапом геоморфологического развития суши. Первые реки представляли собой небольшие потоки, слаболокализованные, многоорукавные, с неустойчивыми и меняющими свое положение руслами (Холмовой, 2006). При этом реки были многочисленными и широко разветвленными, а глубина их вреза незначительна.

С неотектоническим этапом связано формирование новопетровских и красноярских отложений небольшой мощности. Выделены на данной территории впервые, имеют ограниченное распространение и отмечаются только на юго-западе площади. Сохранившись в виде останцов на самых высоких водоразделах, они залегают с размывом на породах берекской свиты, перекрываются четвертичными суглинками и представлены тонко-мелкозернистыми песками с прослоями глин. В отдельных разрезах глины преобладают над песками.

С породами новопетровской и красноярской свит связано Ефросимовское проявление керамических глин, связанных с формацией огнеупорных озерных глин и Малокарповский ПМ Ti и Zr. В Ефросимовском проявлении отмечается глинисто-песчаная толща новопетровско-красноярского времени, формирование отложений, по-видимому, происходило в остаточном озерном бассейне. Мощность полезной толщи 8 м, вскрыши 11.8 м. Глины по своему составу полукислые, содержание Al₂O₃ колеблется от 18.9 до 26.9%, количество красящих оксидов от низкого до высокого.

Малокарповский пункт минерализации титан-циркониевых россыпей приурочен к пескам миоценовой мономиктовой кварцевой формации. Формирование ПМ происходило при перемыве нижележащих образований берекской свиты, содержащих повышенные концентрации Ti и Zr. Среди минералов тяжелой фракции выделяются: ильменит, лейкоксен, циркон, рутил, гранаты группы альмандина, ставролит, дистен, турмалин. Содержание “условного ильменита” не велико и составляет 16.5 кг/м³. Данные образования имеют низкое собственное промышленное значение, их разработка возможна только совместно с нижележащими породами берекской свиты.

Аллювиальные образования среднего миоцена (N₁lm-gr) по своему строению и типу отложений отличаются от раннемиоценовых. Это выражено в увеличенной мощности, в большой ширине аллювиального пояса, значительном продольном уклоне подошвы аллювия. В местной стратиграфической схеме ламкинской серии соответствуют уваровская, тамбовская и сосновская свиты, а горелкинской серии – макашевская и карайская свиты. Образования ламкинской и горелкинской серий миоцена выделены на рассматриваемой территории впервые и прослеживаются вдоль долин крупных рек, где они выполняют погребенные долины, вытянутые с севера на юг. Абсолютная высота ложа долины около 135–167 м в осевой части и до 180 м в ее верховьях. Отложения представлены преимущественно песками с прослоями глин, алевритов и песчаников. Характерна дифференциация аллювиальных фаций, однако она проявляется не для всех разрезов. В основании разреза присутствует плохо выраженный базальный горизонт, в песках отмечается наличие косой слоистости. С образованиями ламкинской и горелкинской серий связаны проявления керамических глин – Воскресеновское и Дубовецкое. Формирование пород полезной толщи происходило в старично-болотных условиях, глины отличаются полиминеральностью с преобладанием иллита и каолинита. Глины кислые и полукислые (содержание Al₂O₃ – 9.6–20.5%) со средним и высоким содержанием красящих оксидов.

Песчаные образования среднего миоцена N₁lm-gr характеризуются циркон-ставролит-дистен-ильменитовой ассоциацией минералов тяжелой фракции. Максимальное их содержание в изученных пробах не превышают 0.2%. Несмотря на небольшие концентрации полезного компонента, данные образования нельзя считать полностью бесперспективными на Ti и Zr. Так, северо-восточнее рассматриваемой площади (Тамбовская область) в центральной части ламкинской погребенной долины выделено проявление титан-циркониевых россыпей – Игнатъевка (Государствен-

ная..., 2003). Содержание полезного компонента в пересчете на “условный ильменит” (ильменит, рутил, циркон – 1 : 4 : 2) достигает 42.5 кг/м³.

В позднемиоценовый этап формировались песчано-глинистые образования нижеусманской подсерии. Они развиты преимущественно на северо-востоке рассматриваемой территории. С песчаными отложениями связаны три пункта минерализации Ti и Zr – Сине-Липяговский, Кочетовский и Голубевский. Формирование россыпей происходило за счет перемыва и шлихования материала на прирусловых отмелях. Источниками сноса служили песчаные образования палеогена и нижнего мела. Максимальные содержания установлены в ПМ Сине-Липяговский, минералы титана и циркония приурочены преимущественно к верхней и нижней частям разреза – от 15 до 167.5 кг/м³ условного ильменита.

Кроме ПМ Ti и Zr из песков N_{1us}, выделено 43 зерна хромшпинелидов. Изученные зерна характеризуются широкой вариацией химического состава. На генетической диаграмме (Соболев, 1971) хорошо выражен перидотитовый и нечетко – пикритовый тренды. Такой характер распределения минералов характерен для алмазоносных кимберлитов (Харьков и др., 1998; Хмельков, 2008). Выделенные кристаллы преимущественно хорошо окатаны. В непосредственной близости от рассмотренного разреза имеются местонахождения минералов-индикаторов кимберлитов в аптских образованиях (Черешинский и др., 2020, 2021). Они характеризуются высокой концентрацией хромшпинелидов в пробах (несколько тысяч знаков) и низкой окатанностью. Таким образом, сделанные находки из отложений нижеусманской подсерии, скорее всего, поступали в разрез при размыве аптских отложений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований были изучены песчаные и глинистые образования миоцена, впервые для данной территории выделены отложения новопетровской и краснояржской свиты и ламкинской и горелкинской серии миоцена. Рассмотренные миоценовые отложения являются перспективными для поисков полезных ископаемых. Повышенные содержания ильменита, рутила, лейкоксена и циркона отмечаются в песчаных отложениях почти всех стратиграфических подразделений, но перспективными на обнаружение титан-циркониевых россыпей являются отложения верхнего девона, нижнего и верхнего мела и олигоцена-нижнего миоцена (Савко и др., 1995). С образованиями берекской свиты связаны пункты минерализации титан-циркониевых россыпей. Данные отложения являются наиболее перспективными на данной территории на поис-

ки россыпных месторождений. С песчаными разностями новопетровской и краснояржской свит связан пункт минерализации Ti и Zr, с глинами – керамическое сырье. С прослоями и пачками ламкинских и горелкинских глин связаны проявления керамических глин. В песчаных образованиях нижеусманской подсерии выявлено три пункта минерализации Ti и Zr.

Горнотехнические условия россыпей и проявлений керамических глин благоприятны – они залегают неглубоко от поверхности, мощность вскрыши не превышает первых метров, что позволяет обрабатывать полезную толщу открытым способом.

Наличие проявлений и ПМ повышает минералогический потенциал рассмотренной территории. Миоценовые отложения являются перспективными на обнаружение месторождений высоколиквидного сырья – титан-циркониевых россыпей и керамических глин.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Вергель Н.Л., Лючкин В.А., Литовченко Н.И.* Месторождения неметаллических полезных ископаемых Курской области. Курск, 2004. 261 с.
- Верхний плиоцен бассейна Верхнего Дона. Г.В. Холмовой, Р.В. Красненков, Ю.И. Иосифова и др. Воронеж, 1985. 144 с.
- Геологическая карта СССР. Масштаб 1 : 200000. Лист N-37-XXXIII. Объяснительная записка. М., 1963. 60 с.
- Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1 : 1000000 (новая серия). Лист N-37 (38). Москва. Объяснительная записка. СПб.: ВСЕГЕИ, 1999. 344 с.
- Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1 : 200000. Серия Воронежская. Лист N-37-XXXVI (Рассказово). Объяснительная записка. Сост. Глушков В. В., Трегуб А. И., Трегуб С. А. и др. СПб. 2003.
- Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1 : 1000000 (третье поколение). Лист М-37. Воронеж. Объяснительная записка. СПб.: ВСЕГЕИ, 2011. 255 с.
- Горбаткина Т.Е.* и др. Объяснительная записка к геологической карте СССР масштаба 1 : 200000. Серия Брянско-Воронежская. Лист М-37-II. М., 1960. 84 с.
- Горецкий Г.И.* Палеопотамологические эскизы Палеодона и Пра-Дона. Минск, 1982. 248 с.
- Красненков Р.В., Ишунина Т.А.* и др. Объяснительная записка к геологической карте СССР масштаба 1 : 200000. Серия Брянско-Воронежская. Лист М-37-III. М., 1981. 73 с.
- Миоцен Окско-Донской равнины. Под ред. С. М. Шика и В. П. Гричука. М., 1977. 248 с.
- Савко А.Д.* Геология Воронежской антеклизы. Труды научно-исследовательского института геологии. Воронеж, Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2002. Вып. 12. 165 с.

- Савко А.Д., Беляев В.И., Иконников Н.Н., Иванов Д.А.* Титан-циркониевые россыпи Центрально-Черноземного района. Воронеж, 1995. 148 с.
- Соболев Н.В.* О минералогических критериях алмазности // Геология и геофизика. 1971. № 1. С. 70–80.
- Харьков А.Д., Зинчук Н.Н., Крючков А.И.* Коренные месторождения алмазов мира. М., 1998. 555 с.
- Хмельков А.М.* Основные минералы кимберлитов и их эволюция в процессе ореолообразования (на примере Якутской алмазоносной провинции). Новосибирск: АРТА, 2008. 252 с.
- Холмовой Г.В.* Неоген-четвертичный аллювий и полезные ископаемые бассейна Верхнего Дона. Воронеж, 1993. 100 с.
- Холмовой Г.В.* Основы учения об аллювии. Труды научно-исследовательского института геологии. Воронеж, Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2006. Вып. 38. 90 с.
- Холмовой Г.В., Глушков Б.В.* Неогеновые и четвертичные отложения Среднерусской возвышенности. Труды научно-исследовательского института геологии. Воронеж, Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2001. Вып. 1. 220 с.
- Черешинский А.В., Шевырев Л.Т., Савко А.Д.* Изучение базальных горизонтов осадочного чехла Воронежской антеклизы – путь к прогнозу ее коренной алмазности // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Геология. 2020. № 3. С. 4–29.
- Черешинский А.В., Савко А.Д., Шевырев Л.Т.* Распространение и особенности минералов-индикаторов кимберлитов из промежуточных коллекторов Воронежской антеклизы // Разведка и охрана недр. 2021. № 2. С. 3–10.