

**ГЛИНИСТЫЕ ПОРОДЫ И СВЯЗАННЫЕ С НИМИ ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ В ПАЛЕОЗОЙСКИХ И МЕЗОКАЙНОЗОЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЯХ ВОРОНЕЖСКОЙ АНТЕКЛИЗЫ. СТАТЬЯ 1.  
ГЛИНИСТЫЕ ПОРОДЫ ПАЛЕОЗОЯ**

**А. Д. Савко**

*Воронежский государственный университет*

*Поступила в редакцию 1 сентября 2013 г.*

**Аннотация.** В двух статьях рассматриваются распространение, условия залегания, минеральный состав, генезис различных типов глинистых пород палеозоя и мезокайнозоя в осадочном чехле Воронежской антеклизы. В первой статье изложены история изучения, фактологическая база, методы исследований, характеристика глинистых пород палеозоя, во второй рассмотрены пелиты мезокайнозоя. Показано, что глинистые породы различных стратиграфических подразделений палеозоя заметно отличаются по минеральному составу, поскольку формировались в различных фациальных обстановках – континентальных (корах выветривания, пролювиально-делювиальных, озерно-болотных), переходных (гумидных и аридных лагунных), морских (прибрежно-, мелководно-, относительно глубоководных). Эти образования преимущественно терригенные, а источниками сноса для них обычно являлись каолиновые коры выветривания на кристаллических породах докембрия в южной части антеклизы. И только развитые спорадически на севере региона в верхах фамена палыгорскитовые глины – аутигенные образования аридных лагун. В минеральном составе глин преобладают каолинит и гидрослюда. С глинистыми породами палеозоя связаны вторичные каолины, керамическое, огнеупорное, палыгорскитовое сырьё, определенные составом пород, соотношением в них глинистых минералов, характером примесей. Приводятся соображения о возможности практического использования глинистых пород девона и карбона антеклизы.

**Ключевые слова:** глины, каолинит, гидрослюда, фациальные обстановки, девон, карбон, мамонская толща.

**Abstract.** Distribution, geological setting, mineral composition, genesis of the different types loamy sediments of the Voronezh anteclise are envisaged. It is shown that loamy sediments of the different stratigraphic sequences differ notably after their mineral composition inasmuch these were accumulated in discrepant facies circumstances, including continental (mantles of waste, proluvium-diluvium, limnic-and-swampy conditions), transitional (humid and arid lagoons), marine (coastal, shallow-relative deep waters) ones. On a stage of diagenesis the primary mineral compositions may be superimposed and distorted with the different processes that lead to the conspicuous transformations of the primary precipitations in connection with conditions sedimentation and burial. Palygorskite loams are authigenic accumulations of the arid lagoons. The clays are accompanied by different mineral commodities – secondary kaolin, ceramic, refractory, fire-proof, fusible, keramzit (claydite), bentonite deposits. These are tied with the peculiarities of forming including facies control, diagenesis of sludge precipitations, composition of rocks in weathering areas, correlation between the loamy minerals, character of adulterants, evolution of the clays mineral compositions through the geological history of region. Characteristics of the loamy rocks for the principal stratigraphic sequences of the sedimentary mantle of the envisaged geological structure, deposits of some industrial types of clays are submitted as well as correlation of clays technological affinities and their mineral composition. глины, каолинит, гидрослюда, фациальные обстановки, девон, карбон, мамонская толща.

**Key words:** clays, kaolinite, hydro-mica, facies circumstances, Devonian, Carboniferous, Mamons thickness

**Постановка проблемы**

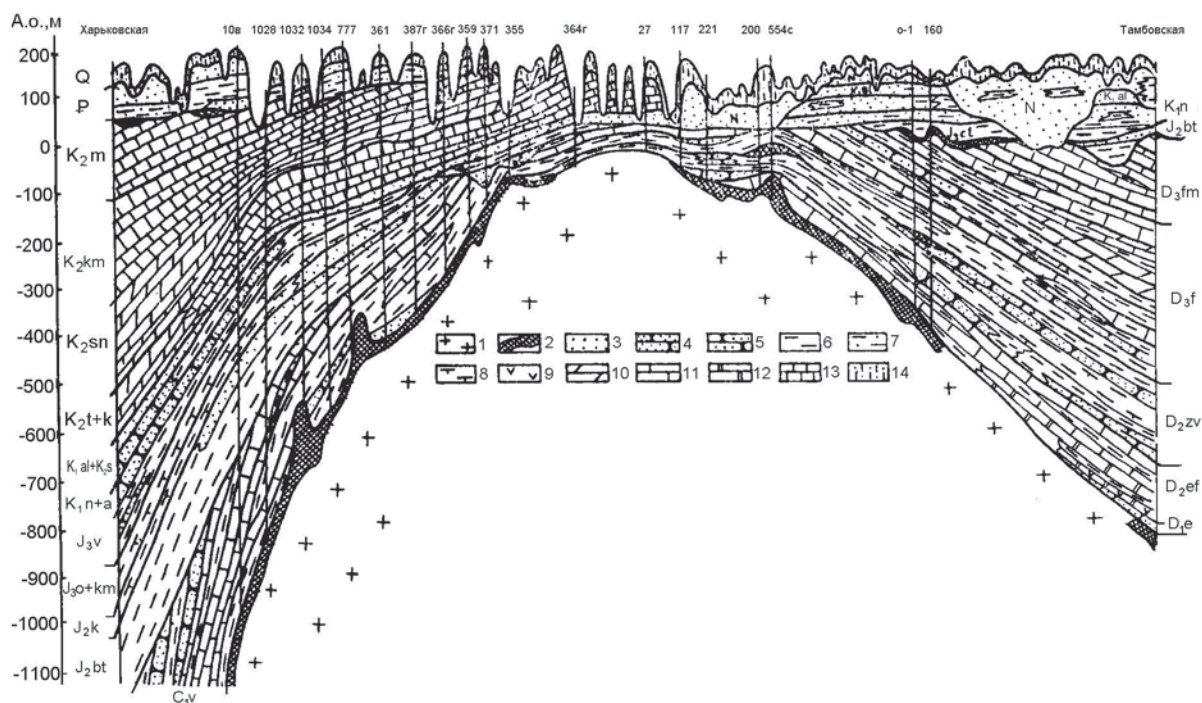
Воронежская антеклиза находится на территории Центрально-Черноземного района, включающего Воронежскую, Курскую, Белгородскую,

Тамбовскую и Липецкую области. Кроме того, она краевыми частями заходит в пределы Орловской, Брянской, Калужской, Луганской и Волгоградской областей. Это положительная структура площадью около 540 тыс. км<sup>2</sup>, расположенная в центре Восточно-Европейской платформы, обрамляется отри-

цательными структурами – Московской и Прикаспийской синеклизы, Рязано-Саратовской, Днепровско-Донецкой и Оршанской впадинами.

Антеклиза представляет собой приподнятый блок кристаллического фундамента, размером 900х600 км, ограниченный глубинными разломами и перекрытый разновозрастными осадочными породами мощностью от первых метров до 1 и более км (рис. 1). Одними авторами контур антеклизы принимается по изогипсе глубиной 1 км, другими – по зонам разломов на границах с отрицательными структурами. Осадочный чехол представлен отложениями девонской, каменноугольной, юрской, меловой, палеогеновой, неогеновой и четвертичной систем. Он включает

алевритово-песчаные, карбонатные и глинистые образования. Незначительную роль в разрезе, и на отдельных участках, играют силициты, эвапориты, железные руды, бокситы, лигниты и бурые угли. Глинистые породы занимают примерно одну треть объема осадочного чехла. В разрезах палеозоя они обычно залегают на значительных глубинах, тогда как мезокайнозойские перекрыты образованиями гораздо меньшей мощности, нередко выходят на дневную поверхность и поэтому поиски их месторождений экономически целесообразны. И не случайно, что практически все известные месторождения глин разного назначения приурочены к мезокайнозойским отложениям.



**Рис. 1.** Разрез осадочных отложений по линии Харьков–Тамбов: 1 – породы кристаллического фундамента, 2 – кора выветривания, 3 – пески, 4 – песчаники, 5 – алевролиты, 6 – глины, 7 – алевритистые глины, 8 – карбонатные глины, 9 – гипсы и ангидриты, 10 – мергели, 11 – известняки, 12 – доломиты, 13 – мела, 14 – суглинки. Из работы [1, рис. 2]

Глинистые породы отдельных стратиграфических подразделений изучались различными авторами. Серия работ по аптским глинам в 50-60-х годах прошлого столетия выполнена Н.П. Хожайновым, результаты которых им сведены в более позднюю обобщающую статью «Фации аптской дельты» [2]. Глинистые породы палеогена изучались В.П. Семеновым [3]. В этих работах практически нет результатов прецизионных исследований, генетические построения не учитывали диагенетических преобразований глинистого вещества и тем более

не рассматривались связи вещественного состава с технологическими свойствами глин.

Первая обобщающая работа по глинам осадочного чехла Воронежской антеклизы появилась в 1988 г. [4]. В ней рассмотрен их минеральный состав, его распределение по площади для всех содержащих пелиты стратиграфических подразделений, влияние на него фациального и диагенетического факторов. Позднее появились статьи и монографии ряда авторов, посвященные результатам изучения глин отдельных районов антеклизы. В ра-

боте В.В. Андреевкова [5] рассмотрены минеральный состав и технологические свойства аптских керамических глин Липецкой области. Прогноз поисков на каолины и огнеупорные глины дан в работах [6, 7]. Серия работ посвящена палеогеновым глинам, с которыми связан ряд месторождений бентонитов. В.К. Бартнев с помощью прецизионных методов рассмотрел минеральный состав палеоценовых глин [8], он же в монографии с А. Д. Савко [9] охарактеризовал глинистые породы палеогена. В.В. Горюшкин [10-12] рассмотрел особенности распространения, минерального состава, технологических свойств бентонитов юго-востока Воронежской антеклизы. Этот же автор совместно с А.Д. Савко и В.К. Бартневым [13, 14] в двух работах дал наиболее полную характеристику бентонитов палеогена рассматриваемой структуры. Кремнистым гидрослюдистомонтморил-лонитовым глинам посвящены работы [15, 16].

В работе А.В. Жабина, А.Д. Савко, В.И. Сиротина [17] приводятся схемы распределения ассоциаций глинистых минералов в осадочных отложениях, наложенные на фациальные карты, изложены результаты экспериментальных исследований в связи с проблемами аутигенного минералообразования. Особое внимание уделено количественным показателям в распределении глинистых минералов. Характеристика месторождений нерудного сырья, в том числе глинистого, приведена в работе [18]. В последнее время появилось значительное количество публикаций по аптским глинам с участием автора настоящей статьи. Это связано не только с новыми данными по месторождениям и проявлениям аптских глин на территории антеклизы [19], но в гораздо большей степени проведением тонких прецизионных исследований, позволивших получить важную информацию о структурных особенностях каолинита и их генетическую интерпретацию [20-22 и другие работы].

Несмотря на значительное количество публикаций, в настоящее время отсутствует сводная работа, которая включала бы общую характеристику глинистых пород с оценкой их в качестве полезных ископаемых для всех стратиграфических подразделений осадочного чехла антеклизы. В этой работе данные по вещественному составу, особенно полученные с помощью прецизионных методов, должны использоваться не только для генетических интерпретаций, но и прогноза технологических свойств глинистого сырья, чему и посвящена настоящая статья.

## Фактический материал и методы исследований

При написании настоящей статьи автором использовались результаты его многолетнего изучения глинистых пород осадочного чехла Воронежской антеклизы, приведенные в значительном количестве публикаций разных лет, в том числе и с соавторами (см. список литературы). Это описания глинистых пород по скважинам (свыше 1000), построенные разрезы, фациальные карты (52) [23] и схемы распределения ассоциаций глинистых минералов [4]. Основным методом определения глинистых минералов был дифрактометрический анализ (более 1500 определений), который дополнялся электронномикроскопическими (около 600), микроскопическими, химическими, термическими, сорбционными (первые десятки), небольшим количеством анализов зондовых, изотопных, инфракрасной спектроскопии и некоторых других. При исследовании зависимости технологических свойств глинистого сырья от его минерального и химического составов использовались результаты определений огнеупорности, температур интервалов спекания, получения черепка, химического состава, дисперсности и пластичности глин

## Обсуждение результатов

Распределение глинистых пород в осадочном чехле антеклизы крайне неравномерно как по площади, так и по разрезам. В девонских отложениях, перекрывающих кристаллический фундамент, они распространены преимущественно в образованиях среднего отдела, тогда как в верхнем преобладают карбонаты. В каменноугольных толщах глинистые породы тяготеют к нижним частям горизонтов турнейского и визейского ярусов вблизи от источников сноса. Наиболее распространены глины, переслаивающиеся с песками, в юрских отложениях. Очень мало глинистых пород в меловых образованиях. В палеогене наиболее распространены киевские глины, а в неогене эти породы в виде линз в песчаном аллювии развиты в восточных частях региона.

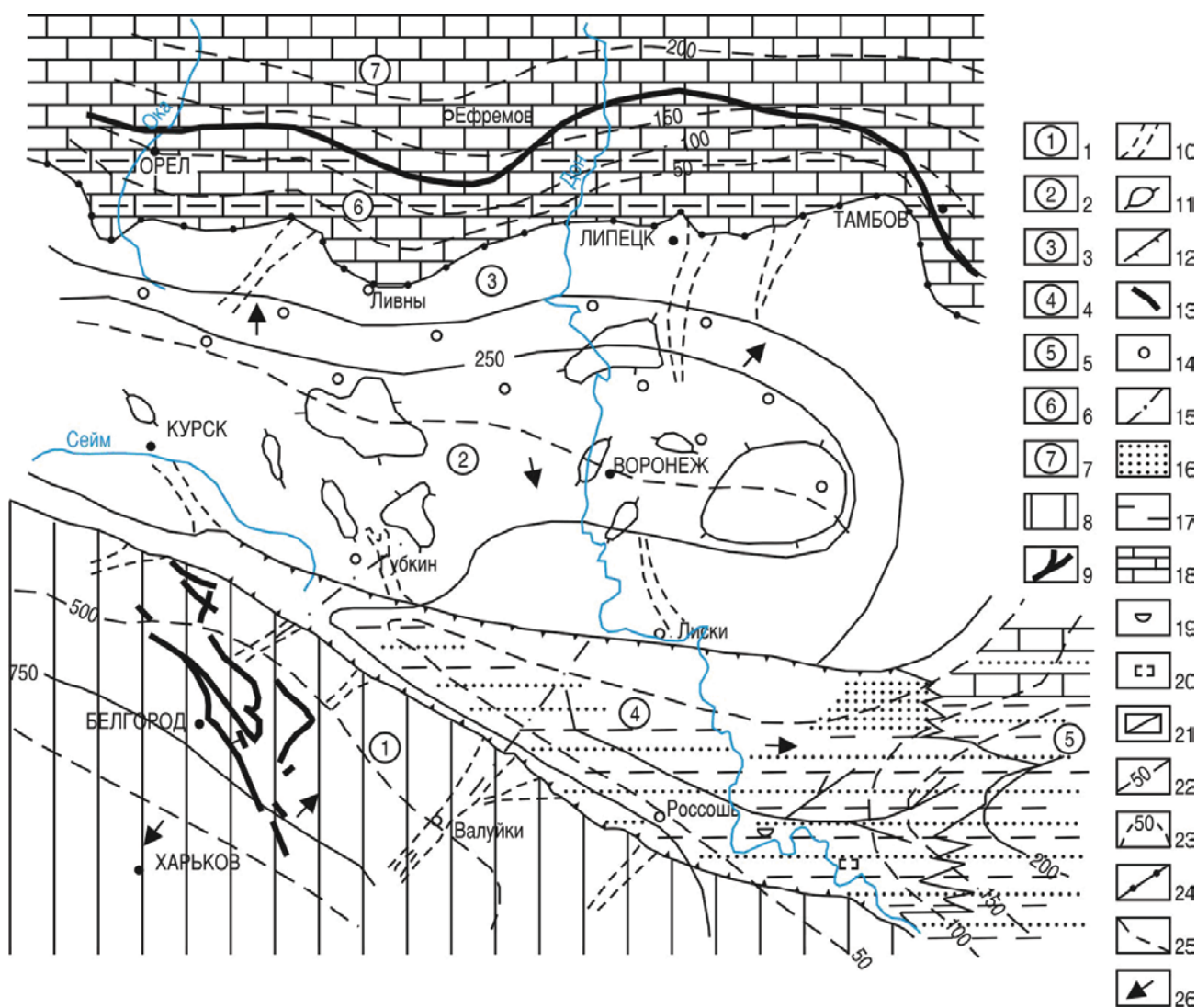
**Глинистые породы девона.** Отложения этой системы перекрывают почти всю антеклизу, за исключением её юго-западной части, где на кристаллическом фундаменте залегают каменноугольные толщи. Глинистые породы в приповерхностном залегании известны в осевой части антеклизы, от городов Воронежа на севере до Павловска на юге и приурочены к воробьевскому, ардатовскому горизонтам живета, щигровскому, семилукскому и



воронежскому франа. На юго-востоке региона развита мамонская песчано-каолиновая толща среднефранского-фаменского возраста (рис. 2). На крайнем севере в верхах фамена имеются маломощные линзы палыгорскитовых глин среди доломитов.

Практическое значение в качестве полезного ископаемого имеет глинистая и песчаная составляющие мамонской песчано-каолиновой толщи, породы которой представляют собой ценное као-

лин-кварцевое сырьё, легко разделяющееся на составные части при гидроклассификации. Каолинит вторичный и образовался за счет размыва до-среднефранских кор выветривания по гранитно-гнейсовым породам кристаллического фундамента [24]. По мере удаления от источников сноса степень совершенства кристаллической структуры минерала уменьшается, что благоприятно сказывается на технологических свойствах этого каолинового сырья [25].



**Рис. 2.** Палеогеоморфологическая карта позднефранской эпохи. Морфогенез рельефа: 1 – пенеплен. Равнины: 2 – денудационная, слабо расчлененная, 3 – денудационно – аккумулятивная, 4 – аккумулятивная, 5 – дельтовая, 6 – прибрежно – морская, 7 – шельфовая; 8 – додевонский рельеф. Элементы рельефа: 9 – русла рек, 10 – предполагаемые речные долины, 11 – крупные эрозионно – денудационные останцы, 12 – уступы тектонические, 13 – структурные гряды, сложенные кварцитами, 14 – палеокарст, 15 – разломы, выраженные в рельефе. Состав аккумулятивных образований: 16 – пески, 17 – глины, 18 – известняки и доломиты. Полезные ископаемые: 19 – каолиниты, 20 – сырьё для изготовления щебня и гравия, 21 – металлургические доломиты. Прочие условные обозначения: 22 – палеоизогипсы, м; 23 – изогипсы отложений фаменского яруса, м; 24 – береговая линия, 25 – линия водораздела, 26 – направления сноса обломочного материала. Из работы [25]

Каолин широко применяется в производстве бумаги, огнеупоров, керамики, резины, полимеров, красок, строительных материалов и многих других материалов и изделий. Объем мирового производства в настоящее время составляет около 30 млн тонн и будет наращиваться. В Европейской части России используется импортный каолин, транспортируемый в основном с Украины. Поэтому создание собственной базы этого минерального сырья чрезвычайно актуально.

Песчано-каолиновая мамонская толща развита на территориях юго-юго-востока Воронежской и, частично, востока Белгородской, севера Ростовской

и северо-запада Волгоградской областей с общей площадью около 28 тыс. км<sup>2</sup> (рис. 3). Толща залегает на глубинах от первых десятков в речных долинах до 200 м на водоразделах, имеет мощность от 20 до 250 м. Разрез толщи представлен континентальными глинисто-песчаными образованиями, на крайнем востоке своего распространения переходящими в песчано-глинистые морские отложения с тонкими прослоями органогенных известняков. Для рассматриваемых пород обычно характерна невысокая степень сортировки, хотя встречаются хорошо сортированные кварцевые пески и почти мономинеральные каолиновые глины.

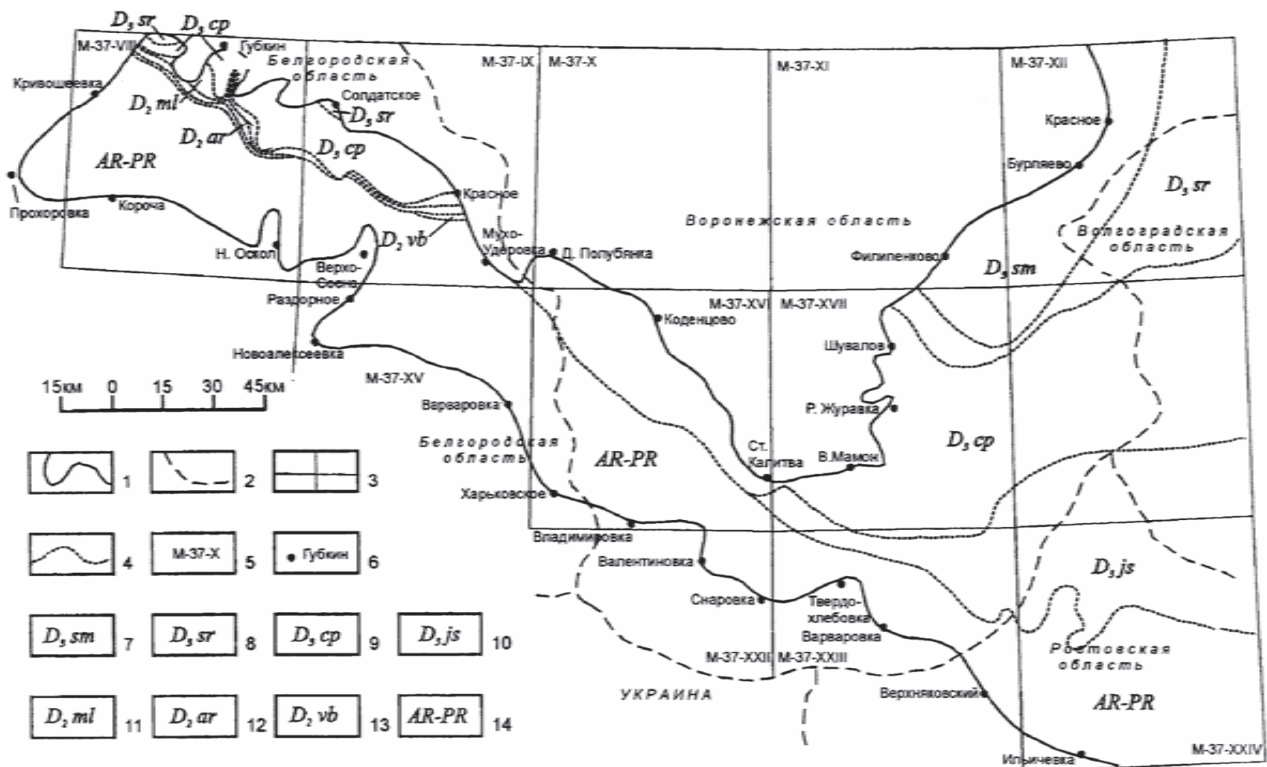


Рис. 3. Схема распространения мамонской толщи и подстилающих ее образований: Границы: 1 – распространения мамонской толщи; 2 – административные областные; 3 – листов масштаба 1 : 200 000; 4 – геологические; 5 – номенклатура листов масштаба 1 : 200 000; 6 – населенные пункты; геологические индексы, подстилающих мамонскую толщу образований: 7 – семилукских; 8 – саргаевских; 9 – чаплыгинских; 10 – ястребовских; 11 – муллинских; 12 – ардаатовских; 13 – воробьевских; 14 – докембрийских

Исследования степени обогащения воронежских каолинов с применением гидроциклонов и сопоставление качества обогащения этого сырья с таковым Украины и других стран показало возможность выявления на юге Воронежской области промышленных месторождений маложелезистых каолинов [25]. При выделении прогнозных участков для постановки бурения необходимо принимать во внимание следующие критерии: 1-наличие полей распространения каолиновых глин и каолини-

стых промытых песков с малым содержанием железа; 2 – отсутствие твердых прослоев песчаника; 3 – мощность не менее 20 м. Эти критерии обусловлены экономическими требованиями к каолиновому сырью, которое должно быть без- (мало) железистым, легко обогащаться и иметь достаточную мощность при разработке. В зависимости от способов разработки могут возникнуть дополнительные требования. Так, при открытой добыче сырья имеются ограничения по мощности вскрыши, ко-

торые снимаются при гидроскважинном способе разработки. Важное значение для обогащения имеют формы нахождения железа в полезной толще, размерность неглинистых примесей, водонасыщенность пород. Последняя является благоприятным фактором при гидроскважинном способе добычи и неблагоприятным – при открытом.

Площадь распространения мамонской толщи четко подразделяется на два участка Западный и Восточный. Западный участок приурочен к современному юго-западному склону Воронежской антеклизы и протягивается от п. Прохоровка Белгородской области до п. В. Мамон. Песчано-каолиновая толща на его площади представлена комплексом континентальных образований. Восточный участок находится на восточном склоне антеклизы, располагаясь к востоку от меридиана, проходящего через п. В. Мамон. Осадконакопление в мамонское время носило здесь полифациальный характер. На присводовых частях склона сформировались континентальные образования. В восточном направлении, по мере удаления от свода, происходило их фациальное замещение на переходные, прибрежно- и мелководно-морские отложения.

Фациальный анализ самой мамонской толщи, а также анализ литологии и мощностей перекрывающих ее образований позволил выделить участки, перспективные на поиски маложелезистых каолинов, для последующей их разработки как открытым способом, так и скважинной гидродобычей. Глины каолинового состава связаны с фациальным комплексом нерасчлененных озерно-болотных и пойменно-старичных отложений [25].

Перспективные участки тяготеют к фациальным зонам преимущественного развития делювиально-пролювиальных и нерасчлененных аллювиальных и делювиально-пролювиальных образований, среди которых отмечаются линзы и прослойки наиболее чистых каолинов. Эти каолины мамонской толщи сложены каолинитом высокой степени совершенства кристаллической решетки, хорошо окристаллизованным, с четкими гранями. Они переотложены в непосредственной близости (в 30-50 км) от источников сноса (Павловского поднятия), где размывались образования хорошо проработанной коры выветривания кварцево-каолинового состава.

Участки, перспективные для открытой разработки сырья (с мощностью вскрыши от 13 до 22 м) приурочены к долине р. Меловатки. Суммарные ресурсы каолинов на участках «Северном», «Чет-

вериково» и «Старомеловом», подсчитанные по категории  $P_2$ , составляют около 40 млн тонн. Участок для скважинной гидродобычи площадью около 38 км<sup>2</sup> выделен в междуречье Тулучеевки и Меловатки, в 7-8 км к западу от г. Калача. На его площади пласт каолиновых глин мощностью от 10 до 24 м залегает на глубине более 100 м. Данные лабораторно-технологических испытаний, проведенных ранее, показали, что обогащенные каолины из мамонской толщи приближаются по качеству к каолинам других месторождений России, а по некоторым показателям превосходят их. Установлена возможность высокого обогащения каолинов с применением гидроциклонных установок и магнитной сепарации.

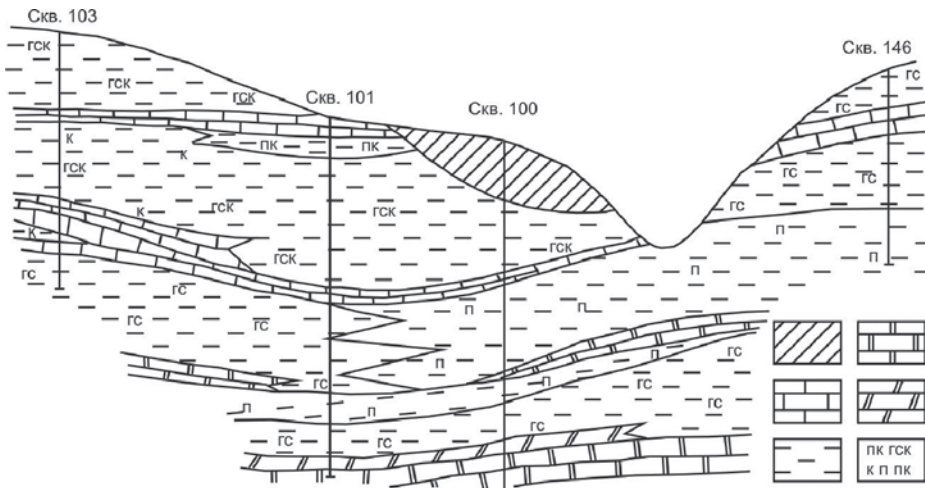
Глинистые породы живета и франа состоят из гидрослюд и каолинита с различным количеством примеси кварцевого песчаного материала, залегают на значительных глубинах и поэтому практического значения не имеют. Исключением являются те случаи, когда они находятся во вскрыше месторождений кристаллического фундамента (железные руды, граниты на щебень). Такие глины могут быть использованы в качестве сырья для грубой керамики и в качестве глинистой добавки при производстве цемента.

На крайнем севере региона в разрезе фамена в глинисто-карбонатной толще, содержащей пласты гипсов и ангидритов, развиты палыгорскитовые и гидрослюдисто-палыгорскитовые глины (рис. 4) озерского возраста [4]. Они имеют трепеловидный, реже восковидный облик, зеленовато-желтый или зеленовато-серый цвет, образуют прослойки мощностью от 1-2 см до нескольких метров. Иногда глины ожелезнены, часто карбонатизированы, по простиранию и разрезу переходят в мергели, глинистые известняки или доломиты. Палыгорскит хорошо диагностируется дифрактометрическим и электронномикроскопическим методами. В частности, на электронно-микроскопических снимках он фиксируется в виде тонких вытянутых игл, ориентированных в различных направлениях.

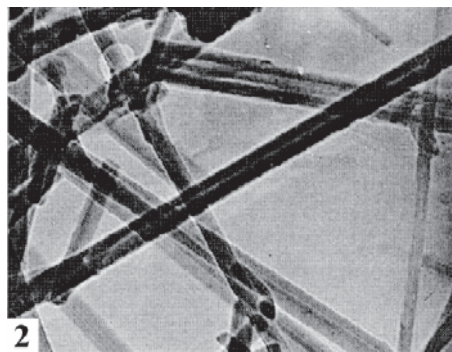
Озерские отложения формировались аутигенным путем в реликтовом бассейне лагунного типа в условиях аридного климата. Об этом свидетельствует широкое развитие хемогенных пород глинисто-гипсово-доломитового состава. Объясняется приуроченность глин к доломитам, но не к гипсам. В настоящее время практические перспективы палыгорскитовых глин не оценены.

**Глинистые породы карбона.** Развиты на юге антеклизы в нижних частях горизонтов, входящих





**Рис. 4.** Минеральные типы глин в разрезе озерских отложений (Куликово поле). Из работы [4]: 1 – суглинки, 2 – известняки, 3 – глины, 4 – доломиты, 5 – доломитовые мергели, 6 – минералы глин: к – каолинит, гс – гидрослюда, п – палыгорскит



в состав турнейского (малевский и упинский) и визейского (бобриковский, тульский, алексинский и михайловский) ярусов [4]. Наиболее распространены на юго-западе Курской магнитной аномалии (КМА), залегают на больших глубинах (от 300 и более метров), переслаиваются с известняками, песками, углистыми породами, имеют мощности от десятков сантиметров до 10-15 м. По минеральному составу глины каолинитовые, гидрослюдисто-каолинитовые, на юго-востоке региона с примесью монтмориллонита. По происхождению они полигенные, формировались в озерно-болотных, лагуновых и прибрежно-морских условиях, причем мористость нарастала в направлении с северо-запада на юго-восток.

Источником сноса для глинистых пород были докаменноугольные коры выветривания, развитые на кристаллических породах, в том числе слагающих возвышающиеся в рельефе фундамента гряды железистых кварцитов с зажатыми в них сланцами с бокситоносным элювием. Глины вблизи гряд озёрно-болотные, каолинитовые, иногда и сухарные (огнеупорные), залегают в виде линз длиной в сотни метров, переслаиваются с переотложенными

ми железными рудами и осадочными бокситами, углями. Мощности глин первые метры.

В настоящее время из-за большой глубины залегания практического значения глинистые породы карбона не имеют. Но в будущем возможны два исключения. В районе Нового Оскола на Чернянском железорудном месторождении во вскрыше имеется пласт огнеупорных каолиновых глин мощностью 6 м, и при карьерной разработке этого объекта он, несомненно, представит интерес. В другом случае, в Белгородском районе КМА при возможной усовершенствованной гидроскважинной добычи глинистые породы могут извлекаться вместе с осадочными бокситами.

### Выводы

Глинистые породы палеозоя по большей своей части связаны с девонскими отложениями, тогда как в карбоне они имеют подчиненное значение, слагая нижние части осадочных циклов (горизонтов), представленных в разрезах преимущественно карбонатными образованиями. Особенностью терригенных глинистых пород палеозоя является унаследование вещественного состава от источников сноса, сложенных каолиновыми корами вывет-

ривания на кристаллических породах докембрия. В девоне глины тяготеют к живетскому и низам франского яруса и спорадически развиты в выше залегающих франском и фаменском ярусах. Исключение составляет мамонская песчано-каолиновая толща среднефранского-фаменского возраста, имеющая большую мощность и расположенная на юго-востоке антеклизы.

В минеральном составе глин преобладают каолинит и гидрослюда, а из примесей обычны кварц, изредка полевые шпаты, хлорит, карбонаты, оксиды железа. Помимо глин терригенного генезиса отмечаются и аутигенные палыгорскитовые разности, развитые в верхах фамена. Формирование рассматриваемых отложений происходило в различных фациальных условиях как гумидного, так и аридного климатов. Последний установился в позднем фамене, когда появились доломиты с прослоями гипсов и гидрослюдисто-палыгорскитовые глины.

В практическом отношении большие перспективы имеют отложения континентальных фаций песчано-каолиновой мамонской толщи, с которой связаны вторичные каолины. Это определяется их большими запасами, возможностями их обогащения с получением помимо каолина дефицитных в регионе песчано-гравийных смесей. Но особенно важно то, что разработка пород может вестись высоко экологичным гидроскважинным способом.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Савко А. Д. Геология Воронежской антеклизы / А. Д. Савко // Труды научно-исследовательского института геологии Воронежского государственного университета. – Воронеж : Воронежский государственный университет, 2002. – Вып. 12. – 165 с.
2. Хожайнов Н. П. Фации аптской дельты Воронежской антеклизы / Н. П. Хожайнов // Литология терригенных толщ фанерозоя Воронежской антеклизы. – Воронеж : Изд-во ВГУ, 1979. – С. 3–26.
3. Семенов В. П. Палеоген Воронежской антеклизы / В. П. Семенов. – Воронеж, 1965. – 278 с.
4. Савко А. Д. Глинистые породы верхнего протерозоя и фанерозоя Воронежской антеклизы / А. Д. Савко. – Воронеж : Изд-во ВГУ, 1988. – 192 с.
5. Андреенков В. В. Аптские керамические глины Липецкой области / В. В. Андреенков // Вестн. Воронеж. ун-та. Серия: Геология. – 2000. – № 5 (10). – С. 148–158.
6. Савко А. Д. Огнеупорные глины и каолины Воронежской антеклизы / А. Д. Савко // Генезис и ресурсы каолинов и огнеупорных глин. – М. : Наука, 1990. – С. 35–47.
7. Мизин А. И. Факторы и предпосылки формирования огнеупорных глин в аптских отложениях Воронежской антеклизы / А. И. Мизин // Вестн. Воронеж. ун-та. Серия : Геология. – 1999. – № 7. – С. 55–60.
8. Бартнев В. К. Литология и фации сумской свиты Воронежской антеклизы / В. К. Бартнев // Вестн. Воронеж. ун-та. Серия: Геология. – 1999. – Вып. 7. – С. 44–50.
9. Бартнев В. К. Литология, фации и полезные ископаемые палеогена Воронежской антеклизы / В. К. Бартнев, А. Д. Савко // Труды научно-исследовательского института геологии Воронежского государственного университета. – Воронеж : Воронежский государственный университет, 2001. – Вып. 7. – 146 с.
10. Горюшкин В. В. Геологическое строение месторождения бентонитовых глин «Никольское» / В. В. Горюшкин // Вестн. Воронеж. ун-та. Серия: Геология. – 2000. – № 3 (9). – С. 170–181.
11. Горюшкин В. В. Бентонитовые глины юго-восточной части Воронежской области / В. В. Горюшкин // Вестн. Воронеж. ун-та. Серия: Геология. – 1999. – Вып. 7. – С. 60–70.
12. Горюшкин В. В. Зависимость технологических свойств бентонитовых глин от их состава в формовочных смесях (на примере сумских глин юго-востока Воронежской антеклизы) / В. В. Горюшкин // Вестн. Воронеж. ун-та. Серия: Геология. – 1999. – Вып. 8. – С. 131–135.
13. Горюшкин В. В. Бентонитовые глины юго-востока Центрально-Чернозёмного района / В. В. Горюшкин, А. Д. Савко // Труды научно-исследовательского института геологии Воронежского государственного университета. – Воронеж : Воронежский государственный университет, 2006. – Вып. 37. – 177 с.
14. Савко А. Д. Сравнительно-литологическая характеристика и оценка качества бентонитовых глин палеогена и неогена восточных районов Воронежской области / А. Д. Савко, В. К. Бартнев, В. В. Горюшкин // Вестн. Воронеж. ун-та. Серия: Геология. – 2001. – Вып. 11. – С. 54–60.
15. Дмитриев Д. А. Сантонские отложения правобережья среднего течения реки Дон / Д. А. Дмитриев, А. Д. Савко, А. В. Жабин // Труды научно-исследовательского института геологии Воронежского государственного университета. – Воронеж : Изд-во Воронеж. ун-та, 2004. – Вып. 21. – 104 с.
16. Савко А. Д. Литология и полезные ископаемые сантона центральной части КМА / А. Д. Савко // Труды научно-исследовательского института геологии Воронежского государственного университета. – Воронеж : Воронежский государственный университет, 2009. – Вып. 54. – 108 с.
17. Жабин А. В. Глинистые минералы осадочного чехла Воронежской антеклизы / А. В. Жабин, А. Д. Савко, В. И. Сиротин // Труды научно-исследовательского института геологии Воронежского государственного университета. – Воронеж : Воронежский государственный университет, 2008. – Вып. 51. – 92 с.



18. *Савко А. Д.* Нерудные полезные ископаемые Черноземья / *А. Д. Савко, Г. В. Холмовой, С. А. Ширшов* // Труды научно-исследовательского института геологии Воронежского государственного университета. – Воронеж : Воронежский государственный университет, 2005. – Вып. 31. – 314 с.
19. *Савко А. Д.* Минерагения аптских отложений Воронежской антеклизы. Статья 1. Огнеупорные и керамические глины / *А. Д. Савко* [и др.] // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Геология. – 2011. – Вып. 1. – С. 116–136.
20. *Бортников Н. С.* О качественной взаимосвязи кристаллохимических и термических свойств каолинита / *Н. С. Бортников* [и др.] // Докл. РАН. – 2009. – Т. 428, № 4. – С. 5–9.
21. *Бортников Н. С.* История каолинита в коре выветривания и связанных с ней месторождениях глин по данным ЭПР / *Н. С. Бортников* [и др.] // Докл. РАН. – 2010. – Т. 433, № 2. – С. 227–230.
22. *Бортников Н. С.* Изотопный состав кислорода каолининовых пород как отражение различных стадий их литогенеза / *Н. С. Бортников* [и др.] // ДАН. – 2011. – Т. 438, № 3. – С. 5–7.
23. *Савко А. Д.* Литология и фации донеогеновых отложений Воронежской антеклизы / *А. Д. Савко* [и др.] // Труды научно-исследовательского института геологии Воронежского университета. – Воронеж : Воронежский университет, 2001. – Вып. 3. – 201 с.
24. *Савко А. Д.* Эпохи корообразования в истории Воронежской антеклизы / *А. Д. Савко*. – Воронеж : Изд-во ВГУ, 1979. – 120 с.
25. *Савко А. Д.* Литология и полезные ископаемые мамонской песчано-каолиновой толщи Воронежской антеклизы / *А. Д. Савко, С. В. Мануковский, Л. Т. Шевырев* // Труды научно-исследовательского института геологии Воронежского государственного университета. – Воронеж : Воронежский государственный университет, 2008. – Вып. 53. – 112 с.

*Воронежский государственный университет*

*А. Д. Савко, заведующий кафедрой исторической геологии и палеонтологии, доктор геолого-минералогических наук, профессор, заслуженный геолог России*  
*savko@geol.vsu.ru*

*Voronezh State University*

*A. D. Savko, Head of the VSU Historical Geology Chair, Doctor of the Mineralogical and Geological sciences, Professor, Celebrated Geologist of Russia*  
*savko@geol.vsu.ru*