

УДК 553. 611

УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ БОРОВИЧСКО-ЛЮБИТИНСКИХ ОГНЕУПОРНЫХ ГЛИН И ИХ КАЧЕСТВО

Н. А. Агеева

На северо-западе РСФСР сырьевой базой огнеупорной промышленности является группа месторождений огнеупорных глин Боровичско-Любытинского района Новгородской области. Эти месторождения эксплуатируются Боровичским комбинатом огнеупоров. Для выпуска высокоответственных шамотных огнеупоров комбинат нуждается в сухарных, полусухарных и в меньшей степени пластичных высокоогнеупорных глинах. Такими глинами сложены крупные залежи на месторождениях «Пролетарий», «Большевик», Устье-Брынкино, им. Артема и др.

Огнеупорность глин находится в прямой зависимости от содержания Al_2O_3 и в обратной — от примесей песка, углистого вещества и количества окислов железа. Включения песка в сухарных, полусухарных и пластичных глинах снижают их огнеупорность с 1710—1750 до 1610—1580° С и повышают температуру их спекаемости. Увеличение количества углистых частиц и обуглившихся растительных остатков в глинах увеличивает пористость изделий. Повышение содержания окислов железа на 2—3% снижает огнеупорность глин с 1710—1750 до 1670—1580° С. Понижается прочность огнеупорных изделий. Содержание окислов железа в глине свыше 1,5—2% влияет на цвет черепка керамических изделий, изменяя его с белого на желтый, бурый, коричневый.

Разведка с достаточной для эксплуатации точностью выявляет условия залегания литологических разновидностей огнеупорных глин района (сухари, полусухари и пластичные глины) и их запасы. Установление закономерностей качественной изменчивости глин в пределах их разновидностей является важнейшей задачей настоящего времени.

Условия залегания глин. Разрабатываемые и перспективные месторождения огнеупорных глин Боровичского и Любытинского районов приурочены к нижней части песчано-глинистой толщи нижнетульских озерно-болотных отложений. В разрезе продуктивной толщи отчетливо устанавливается следующая закономерность: чередующиеся сухарные и полусухарные глины залегают стратиграфически ниже пластичных огнеупорных глин сухарного комплекса.

Огнеупорные глины подстилаются песками, песчаными (Боровичский район), пестроцветными (Любытинский район) глинами (рис. 1). В Боровичском районе абсолютные отметки подошвы залежей огнеупорных глин составляют 50—68 м, в Любытинском районе — 95—108 м. Контакты огнеупорных глин с подстилающими породами на месторождениях этих районов преимущественно постепенные, трудноуловимые.

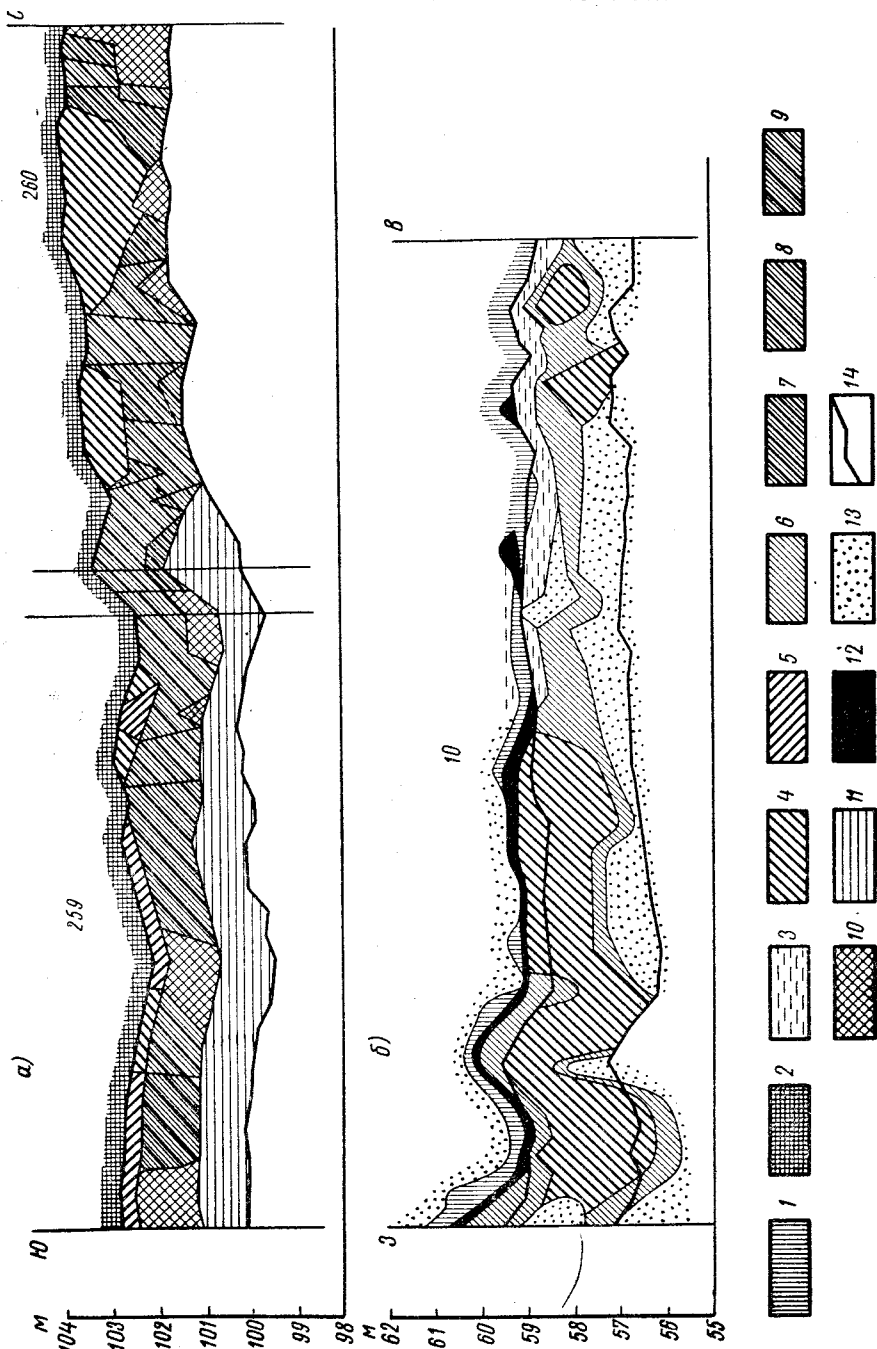


Рис. 1. Разрезы по вышечным штрекам 259, 260 и 10 (по данным исследований ме- им. Артема, Лю- бытинский район; б — «Большевик», Боровичский рай- он.

Глина: 1 — серая пластичная; 2 — тем- но-серая пластичная; 3 — углистая; 4, 5, 6 — огнеупорная су- харная, соответствен- но I, II, III сортов; 7, 8, 9 — огнеупор- ная, полусухарная, соответственно I, II, III сортов; 10 — огче- упорная некондици- онная; 11 — зеленая мергелистая; 12 — уголь; 13 — песок; 14 — граница штре- ка.

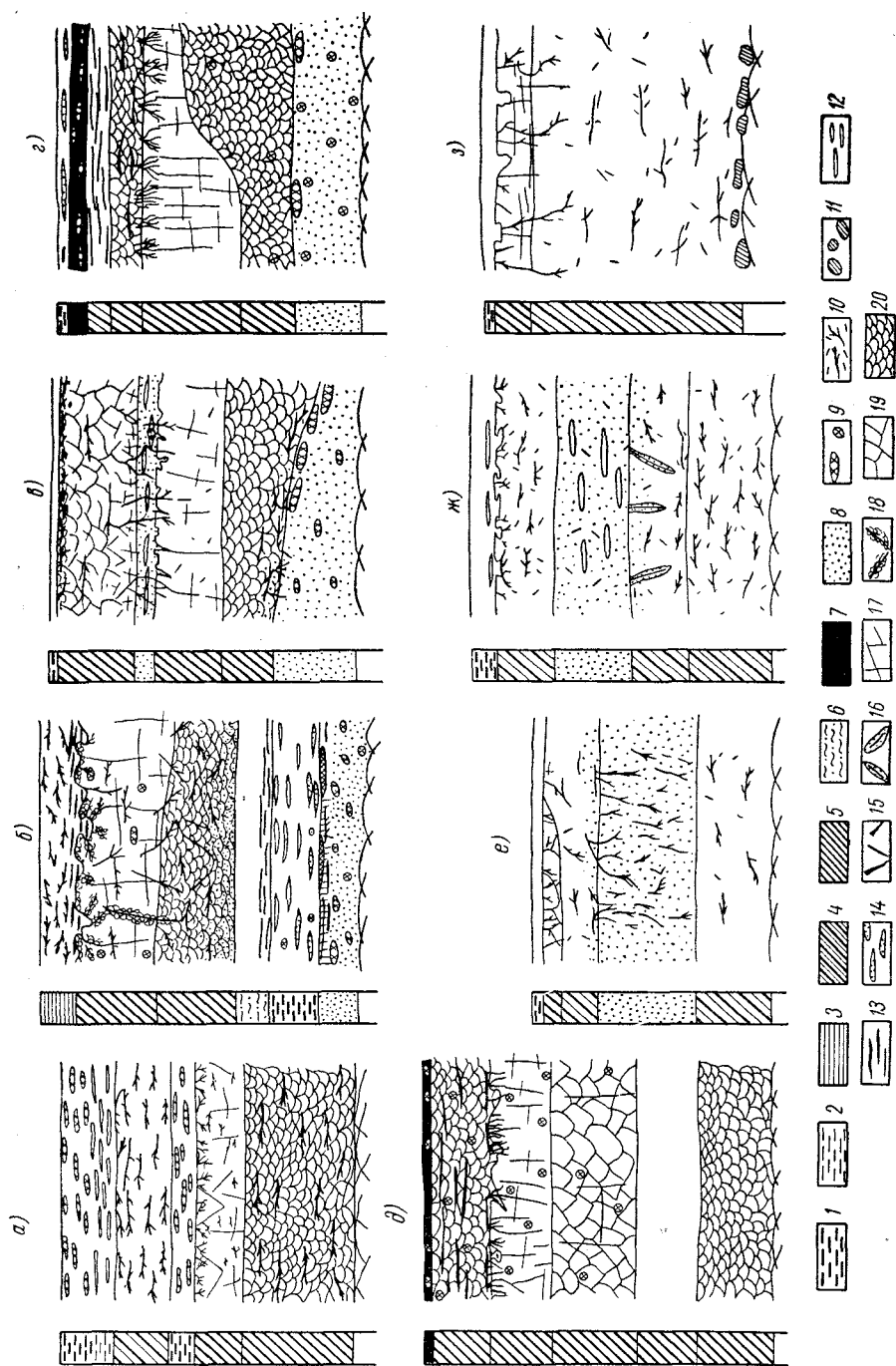


Рис. 2. Зарисовка забоев горных выработок месторождений огнеупорных глин. а — «Большевик», западный откаточный штрек, $l \approx 400$ м (l — расстояние по выемочному штреку от панельного штрека до забоя); б — «Большевик», откаточный штрек XI панели,

$l = 341$ м; в — «Пролетарий», выемочный штрек V панели, $l = 241$ м; е — Волгино, заходка на юго-восток с выемочного штреха 814, $l = 23$ м; ж — Волгино, вентиляционный штрек VIII панели, $l = 20$ м; з — им. Артема, заходка VI панели, $l = 12$ м.

Глина: 1 — пластичная углистая черная; 2 — пластичная углистая серая; 3 — пластичная огнеупорная; 4 — полусухарная огнеупорная; 5 — сухарная огнеупорная; 6 — полукислая песчаная; 7 — уголь; 8 — песок; 9, 10, 11 — включения соответственно пирита, растительных остатков, сидерита; 12, 13, 14 — прослой соответственно серой огнеупорной глины, песка; 15, 16 — трещины, заполненные соответственно углистым веществом, углистым веществом и песком; 17 — полые трещины в сухой глине; 18 — разрыхление сухой глины вокруг растительных остатков; 19 — комковатость сухарных глин; 20 — комковатость сухарных глин.

Рельеф подошвы залежей огнеупорных глин месторождений Боровичского района сильно расчленен долинообразными впадинами размером 50×100 , 100×200 , 100×300 м и глубиной от 1 до 3, реже 5 м. Рельеф подошвы залежей лубытинских огнеупорных глин разрезан крупными долинообразными впадинами размером $100-500 \times 200-700$ м и глубиной 1—2, очень редко 4 м.

Кровлей огнеупорных глин обоих районов служат угли, углистые, реже песчанистые глины и пески. Контакты огнеупорных глин с породами кровли резкие, четкие, извилистые, с мелкими карманообразными углублениями, реже ровные, горизонтальные или слабо волнистые (см. рис. 1, 2).

В Боровичском районе рельеф поверхности кровли слабо волнистый с пологими возвышениями и понижениями размером $100-400 \times 150-500$ м и глубиной (высотой) 1—2 м. Промышленные залежи сухарных и полусухарных огнеупорных глин здесь имеют форму коротких линз длиной 50—200, реже 300 м. Мощность глин изменяется от 0 до 4 м на коротких расстояниях (см. рис. 1, б). Увеличивается мощность за счет углублений в подошве залежей. В Лубытинском районе полусухарные глины имеют вид пластообразных залежей размером в поперечнике $0,5-1 \times 2-3$ км с незначительным изменением мощности (см. рис. 1, а). Форма залежей пластичных глин обоих месторождений пластообразная, мощность относительно постоянная. Морфология залежей глин и характер рельефа поверхности кровли и подошвы указывают на постепенные изменения условий накопления глинистых осадков.

Слоистость в огнеупорных глинах проявляется в чередовании слоев и прослоев, различных по составу, цвету и текстуре. В сухарных и полусухарных глинах Боровичского района (месторождения «Большевик» и «Пролетарий») часто наблюдаются горизонтальные прослои песка (мощностью 0,3—0,8 м) на неровной поверхности глин с карманообразными углублениями, угля (мощностью 0,4—1,0 м), углистых и песчанистых глин (мощностью 0,2—1,4 м) (рис. 2, а, в, е, ж). В нижней части сухарных глин около контакта с песком горизонтальные тонкие прослойки песка (мощностью 1—10 см) прерывисты. В песках, залегающих среди сухарных и полусухарных глин, отчетливо устанавливаются горизонтальные линзовидные прослойки соответственно сухарных и полусухарных глин мощностью 1—2 см (рис. 2, в, ж). В углистых глинах, покрывающих сухарные или полусухарные и залегающих среди них, горизонтальные прослойки тех же глин имеют мощность 1—3 см (рис. 2, а; рис. 3).

Чешуйчатая структура характерна для пластичных глин, реже она наблюдается в полусухарных.

Контакты между разновидностями глин четкие, ровные, без признаков постепенных переходов (месторождения им. Артема, Устье-Брынкино, Волгино и «Пролетарий»).

Горизонтальные прослои глин одной и той же разновидности чередуются по цвету (серые, светло-серые и темно-серые глины месторождений Шереховичи и им. Артема), по текстуре (камнеподобные и комковатые сухарные глины

месторождений «Большевик», «Пролетарий»). Контакты прослоев глины четкие, резкие, макроскопически хорошо различимые, ровные, иногда слабо волнистые (рис. 2, а—ж, рис. 4).

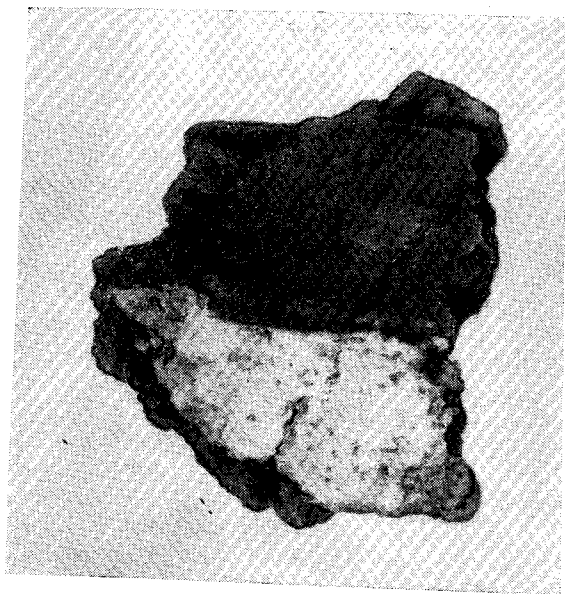


Рис. 3. Прослой светло-серой сухарной глины в углистой черной глине. Месторождение «Пролетарий».

Хорошо выраженные признаки слоистости и следы переотложения сухарных глин в прослойках песка и углистых глин вопреки утверждению В. В. Гончарова [1952] свидетельствуют о том, что образование сухар-

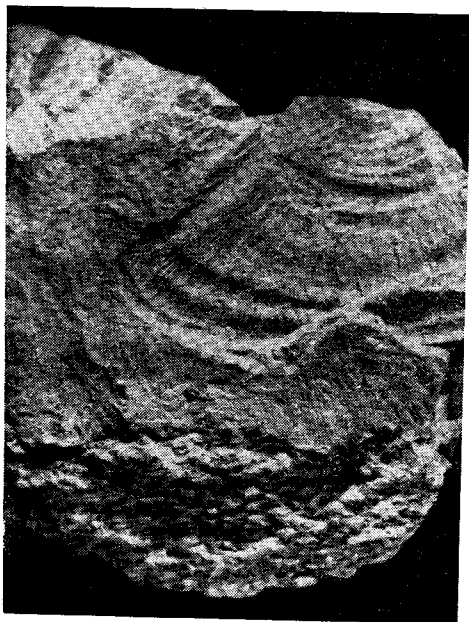


Рис. 4. Контакт сухарной камнеподобной глины с подстилающей ее комковатой. Месторождение «Большевик».

ных глин — процесс не единый, характерный для определенного бассейна с определенной средой осадконакопления. В бассейнах, где отлагались глины, изменялись состав осадков и условия их отложения в водной среде, имевшей то быстрое, то медленное течение под действием колебательных движений земной коры [Викулова, 1963].

Обогащение песком огнеупорных глин характерно для нижних и верхних частей залежей сухарных и полусухарных глин месторождений Боровичского района, залегающих на песках и имеющих пески в кровле. Между песками и огнеупорными глинами отчетливо вычерчиваются переходы, свидетельствующие о постепенной смене режима осадконакопления. Пески сухарных и полусухарных глин месторождений Боровичского района в виде прослоев содержат примесь каолина,

прослойки каолиновых глин и листочки слюды. Огнеупорные глины Любытинского района (месторождений им. Артема, Шереховичи), которые подстилаются глинистыми породами, слабо песчанисты, почти не содержат гнезд и прослоев песка, примесь кварцевых зерен в них постепенно уменьшается от подошвы к кровле залежей.

Различная глубина участков водоемов обусловила разнообразные условия осадконакопления. По краевым частям водоемов и в повышенных точках постели среда была более подвижной, чем в глубоких частях бассейнов, поэтому на краевых участках впадин глины обычно содержат незначительное количество глинозема и более песчанисты. К центру залежи глиноземистость увеличивается («Пролетарий», «Большевик», Устье-Брынкино, Волгино и др.), а песчаность уменьшается (см. рис. 1, б). В бассейнах со сглаженной поверхностью глинистого дна (им. Артема, Шереховичи) к понижениям подземного рельефа приурочены сухаристые разновидности глин — «хрусталики» (см. рис. 1, а), имеющие повышенную глиноземистость.

Эта закономерность в распределении высокоглиноземистых разностей глин Боровичского района нарушается местными размывами, которые сопровождаются образованием среди сухаристых глин прослоев песка и угля.

Как известно, во всех разновидностях огнеупорных глин Боровичского и Любытинского районов встречаются обуглившиеся растительные остатки и тонкораспыленные углистые частицы. Длина крупных хорошо сохранившихся растительных остатков (стволов растений) 10—60 см, толщина 1—5 см. Они залегают наклонно и горизонтально, реже вертикально. Отростки их отходят от основного ствола вверх и вниз или только вниз на 1—5 см от ствола (рис. 5, а, б). Мелкие обрывки растений размером 1×5, 1×3, 0,1×1 см и меньше расположены в породе беспорядочно.

Корешки растений, находящиеся в прижизненном положении (*in situ*), вертикально прорастают огнеупорные глины из угля и углистых глин на глубину 0,2—0,5 м, реже 1—2 м. Корни пронизывают как сухарную, камнеподобную и комковатую глину — «Большевик», «Пролетарий», Устье-Брынкино (см. рис. 2, а — е), так и полусухарную и пластичную — «Большевик», Волгино, им. Артема, Устье-Брынкино

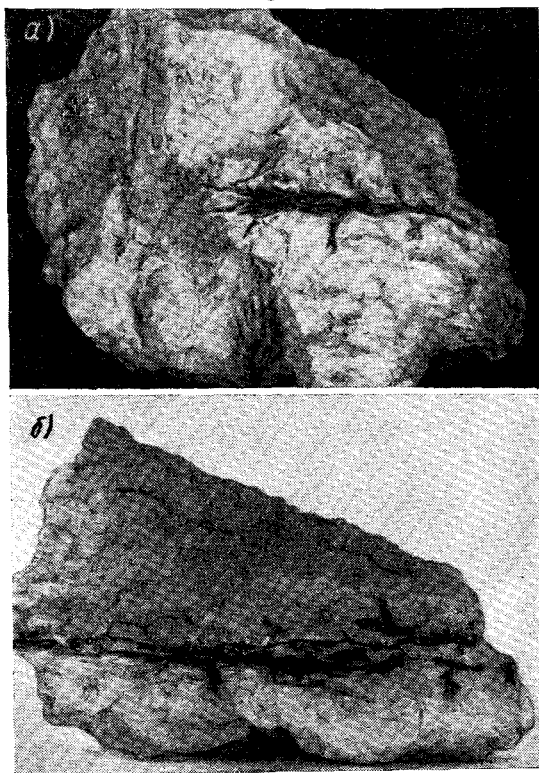


Рис. 5. Ископаемые растительные остатки в огнеупорных глинах месторождений: а — им. Артема (в полусухарной глине); б — «Пролетарий» (в сухарной глине).

(см. рис. 2, ж, з). Местами корневища прорастают всю толщу, состоящую из нескольких разновидностей огнеупорных глин и прослоев песка — «Большевик», Устье-Брынкино, Волгино (см. рис. 2, б, в, е, з). Около корней ископаемых растений глина разрыхлена, отчетливо наблюдается перемещение ее обломков вдоль корневища. Очевидно, глины прорастали растительностью после образования твердой породы, т. е. в стадию выветривания. Об этом же свидетельствует обесцвечивание глин вокруг корешков растений (месторождение им. Артема).

Распределение растительных остатков в огнеупорных глинах неравномерное. На месторождениях Боровичского района горизонтально и наклонно лежащие стволы растений концентрируются постепенно в направлении к кровле огнеупорных глин. Нижняя часть слоя глин чаще свободна от крупных растительных остатков — «Большевик», «Про-

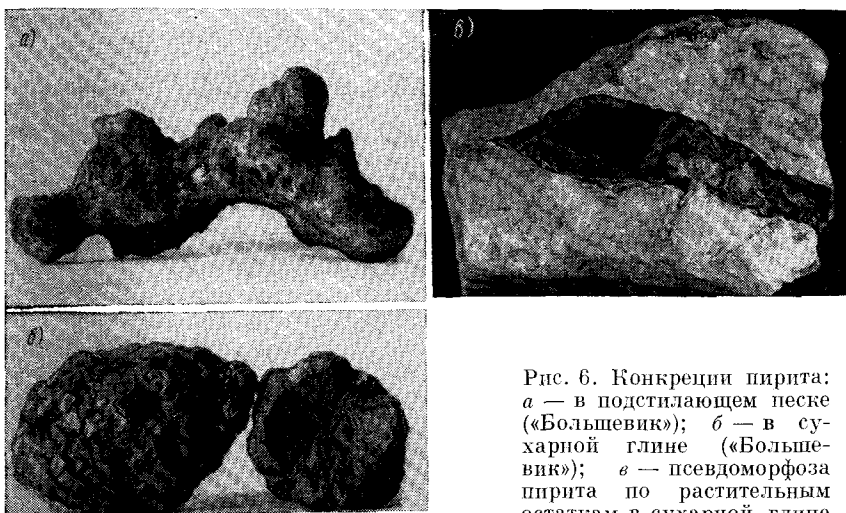


Рис. 6. Конкреции пирита: а — в подстилающем песке («Большевик»); б — в сухой глине («Большевик»); в — псевдоморфоза пирита по растительным остаткам в сухой глине («Пролетарий»).

летарий», Устье-Брынкино (см. рис. 2, в, г, д). На месторождениях Любытинского района верхняя часть огнеупорных глин почти не содержит или содержит незначительное количество крупных растительных остатков, а низы залежи обогащены ими. Наибольшее количество крупных растительных остатков встречается в подстилающих огнеупорные глины пестроцветных и зеленых глинах (им. Артема, Шереховичи и др.).

Стволы обуглившихся растений, стигматрии с ризоидами, макроскопически видимые мелкие обрывки ископаемых растений присутствуют в темно-серых углистых, светло-серых огнеупорных, в полукислых запесоченных глинах и песках (рис. 2, 5, а, б). В песках ископаемые растительные остатки чаще полностью замещены пиритом — «Большевик», Устье-Брынкино, Волгино (см. рис. 6, а).

В огнеупорных глинах Боровичского района скопления горизонтально лежащих стволов растений постепенно увеличиваются около почвы, угля не содержащей корешков растений в прижизненном положении (см. рис. 2, а, г, д), и почти отсутствуют около пласта угля, имеющего почву с корешками и стигматриями (см. рис. 2, а, в, ж).

Верхний контакт глин с прослоями угля, к которым приурочены корешки растений в прижизненном положении, за редким исключением, имеют карманообразную поверхность. Часто на глубину 0,5—0,8 м,

реже 1—2 м, отмечаются следы корней растений (см. рис. 2, ж, з); там, где у нижнего контакта углей отсутствуют корешки и стигматии, поверхность огнеупорных глин ровная, горизонтальная, без трещин и карманообразных углублений (см. рис. 2, а, г, д).

Нижний контакт огнеупорных глин с прослоями углей резкий, со следами размывов и без них. Следы размыва проявлены в вышележащей огнеупорной глине (вблизи контакта с углем) линзообразными прослойками углистой песчаной глины и песка мощностью до 1—2 см — «Большевик» (см. рис. 2, б, е). Местами угля нет, а корни ископаемых растений прорастают глины от карманообразных неровных поверхностей, разграничивающих текстурные разновидности сухарных камнеподобных и комковатых огнеупорных глин — «Пролетарий» (см. рис. 3, г, д), слой полусухарных и сухарных — «Пролетарий» — и пластичных и сухарных глин — «Большевик» (см. рис. 2, б).

Тонко распыленные углистые частицы, присутствующие во всех разновидностях огнеупорных глин, окрашивают ее в серый, темно-серый, реже черный цвета (см. рис. 7). На месторождениях Боровичского района в светло-серой огнеупорной глине наблюдаются прослой углистых глин мощностью 0,4—0,8 м (рис. 3, а, б). Отмечаются постепенные равномерные переходы от светло-серых глин через серые, темно-серые в черные, углистые. Обогащение глин мелкими углистыми частицами увеличивается снизу вверх к углю и углистым глинам («Пролетарий», «Большевик», Волгино), реже — от угля и углистых глин вверх (Устье-Брынкино — в пластичных глинах). Иногда обрывки углистых частиц концентрируются вокруг крупных растительных остатков (стволов растений).

На месторождениях глин Любытинского района (Шереховичи, им. Артема) пластов углистых глин и углей внутри толщи огнеупорных глин не наблюдается. По выработкам и скважинам здесь устанавливается чередование слоев, более насыщенных тонко распыленным углистым веществом (серая и темно-серая глина) и менее насыщенных (светло-серая глина). Постепенное обогащение огнеупорной глины углистым веществом происходит вверх по разрезу к углистым глинам и углям, слагающим кровлю огнеупорных глин. Мощность обогащенной части глин 0,2—0,5 м. Кроме того, на месторождениях района наблюдаются корни обуглившихся растений, секущие глину вертикально от верхнего контакта до глубины 0,5—2,5 м (см. рис. 2, з).

Для всех разновидностей огнеупорных глин нижнетульского возраста характерно частое прорастание почвы углистых прослоев корешками ископаемых растений. Карманообразные неровные поверхности почвы углистых прослоев, осветление и разрыхление глин вокруг корней растений свидетельствуют, по-видимому, о почвообразовательных процессах в огнеупорных глинах в период их выветривания, когда в результате колебательных движений они оказались на поверхности.



Рис. 7. Черная углистая сухарная глина на контакте с углем.

Во всех разновидностях огнеупорных глин месторождений Боровичского района присутствует пирит в виде псевдоморфоз по растительным остаткам. В зависимости от пористости огнеупорных глин (сухарных или пластичных) полностью или частично замещается углистое вещество ископаемых растительных остатков пиритом. Наименее пористые пластичные глины содержат не замещенные пиритом растительные остатки или, что реже, — замещенные скрытокристаллическим пиритом только в центральной части стволоч растений. На месторождениях полусухарных и сухарных глин пирит, частично или полностью замещающий растительные остатки, образует псевдоморфозы, которые имеют поверхность с гранями куба и октаэдра (см. рис. 6, е), что не наблюдается в пластичных глинах.

Кроме того, в сухарных глинах месторождений «Пролетарий», «Большевик» и Устье-Брынкино во всех выработках встречаются сферические конкреции, имеющие ступени роста в форме куба. Размеры конкреций 3×5 , 5×10 см (см. рис. 6, б). Здесь же встречены кубические кристаллы пирита размером 1—2 мм, равномерно расположенные в породе и вытянутые в горизонтальные цепочки.

Для всех месторождений Боровичского и Любытинского районов характерно присутствие рассеянных в породе микрокристаллов пирита размером 0,01—0,05 мм.

В полусухарных и сухарных глинах Боровичского района в верхней части слоя замещение растительных остатков скрытокристаллическим пиритом незначительно. По мере приближения к подошве слоя это замещение становится более полным, а кристаллические формы пирита соответственно более сложными. Увеличиваются размеры конкреций. Появляются шарообразные конкреции пирита, которые встречаются только в нижней части слоя сухарных глин. Общее количество конкреций и кристаллов пирита в сухарных глинах часто больше, чем в пластичных.

В подстилающих огнеупорные глины песках (месторождения «Большевик», «Пролетарий», Волгино, Устье-Брынкино и др.) много конкреций пирита неправильной формы — в виде псевдоморфоз по растительным остаткам, вытянутых по горизонтали, реже вертикальных (см. рис. 6, а). Конкреции (размером 1—50 см в поперечнике и от 1—2 см до 1—2 м в длину) в песках в основном приурочены к контакту с вышележащими глинами. Внутреннее строение конкреций аналогично конкрециям в глинах: скрытокристаллическое ядро окружено радиально-лучистыми «перьями». Поверхность конкреций носит следы роста в виде граней куба. Кроме того, встречаются равномерно расположенные по породе кубические кристаллы пирита размером от 0,1 до 1—2 мм.

В пластах угля и углистых глин, залегающих внутри огнеупорных глин или покрывающих их, наблюдаются крупные конкреции пирита, заместившего растительные остатки. Пирит залегает в виде прерывистых горизонтальных прослоек мощностью 2—5 см.

На месторождениях Любытинского района пирит встречается только в виде отдельных кубических кристаллов размером 1—2 мм и менее в сухарных глинах и размером 0,01—0,05 мм — в полусухарных, реже в пластичных. Кристаллы равномерно расположены по породе. Отсутствие крупных включений пирита (конкреций и псевдоморфоз пирита по растительным остаткам) в полусухарных и пластичных глинах месторождений Любытинского района и лишь частичное замещение пиритом растительных остатков в пластичных глинах Боровичского района указывают не только на различную степень проявления диагенетических процессов в глинах неодинаковой плотности, но также свидетельствуют

о менее восстановительных свойствах среды формирования месторождений любытинских глин по сравнению с боровичскими.

Как известно, глины Любытинского района (месторождения им. Артема, Шереховичи и др.) содержат стяжения сидерита овальной, изометрической и неправильной формы размером $3-10 \times 10-20$ см, реже — друзы кристаллов и пелитоморфных образований размером $0,01-0,02$ мм. Поверхность включений шероховатая, реже гладкая. Сидерит имеет бурый, сероватый, вишневый цвета и кристаллическое строение. Стяжения его в полусухарных и пластичных огнеупорных глинах (месторождений Дубровочка, Замошье, им. Артема, Шереховичи) расположены в основном в нижней части слоя глин в виде горизонтально вытянутых цепочек, в $0,5-0,7$ м друг под другом по разрезу. Иногда стяжения расположены равномерно по всему слою глин. Пелитоморфные образования сидерита рассеяны равномерно, количество их уменьшается снизу вверх по разрезу. Отмечается также тонко распыленный кальцит [Викулова, 1963]. Присутствие сидерита свидетельствует о формировании глин в слабо восстановительной среде, т. е. с меньшим дефицитом кислорода, чем среда, в которой образовывался пирит [Рухин, 1961].

Полусухарные и пластичные глины Любытинского района, кроме сидерита и тонко распыленного пирита, содержат гидроокислы железа. В плифах они фиксируются в виде метаколлоидных образований, неравномерно расположенных в породе. В основном они приурочены к нижним частям залежей полусухарных глин. Сверху вниз по разрезу содержание окиси железа увеличивается от 1,5 до 16% и в подстилающих пестроцветных глинах достигает 25%. Рассеиваясь по породе, гидроокислы железа окрашивают пласты и участки залежей в фиолетовые, вишневые и желтые тона (им. Артема, Шереховичи).

Около обугленных растительных остатков глины обесцвечиваются. Местами гидроокислы железа образуются в результате разложения пирита и сидерита. Частичное замещение пирита выражается в образовании пленок ржаво-бурого цвета. При полном замещении пирита образуются гнезда гидроокислов железа, сохраняющие форму первичного минерала. В таких случаях вокруг включений пирита и сидерита во вмещающей огнеупорной глинке появляются ржаво-бурые и охристые пятна и потеки (им. Артема, Шереховичи). Местами гидроокислы железа проникают в глину по вертикальным трещинам и ходам корней ископаемых растений. По стенкам трещин глина на $2-5$ см окрашивается в бурый и вишневый цвета (им. Артема).

На месторождениях Боровичского района гидроокислы железа присутствуют очень редко и только в виде псевдоморфоз по мелкокристаллическому пириту («Пролетарий»). Около пирита, частично или полностью замещенного гидроокислами железа, глина окрашивается в красновато-бурые и желто-бурые тона в виде округлых пятен размером 10×15 , 5×10 см и меньше.

Присутствие в огнеупорных глинах месторождений Любытинского района метаколлоидных гидроокислов железа свидетельствует о том, что, несмотря на восстановительные условия, в период осадконакопления глин в бассейнах присутствовал кислород, который способствовал сохранению окисных соединений железа.

Отсутствие метаколлоидных гидроокислов железа на месторождениях Боровичского района указывает на существование здесь в период осадконакопления глин восстановительной, бескислородной среды, способствовавшей переходу железа в закисные, легко растворимые соединения. В виде таких соединений железо выносилось вместе со щелочами или,

соединяясь с сероводородом, превращалось в кристаллы пирита и псевдоморфозы пирита по растительным остаткам.

Условия образования огнеупорных глин. По нашим наблюдениям, в эксплуатационных горных выработках, в полусухарных и пластичных глинах Любытинского района распространены гидроокислы железа, окрашивающие значительную площадь нижней части пласта в фиолетовый и красновато-желтый цвета.

В. В. Гончаров [1952] и М. Ф. Викулова [1963] в глинах месторождений им. Артема и Шереховичи отметили присутствие сидерита в виде «опоки» и рассеянных по породе включений, указали на карбонатизацию глин, мергелистость, значительное насыщение пластичных глин органическим веществом, присутствие сухарных глин в верхней части залежи.

Наличие гидроокислов железа и «опоки» в глинистой толще, слабая пиритизация глин (почти полное, за исключением сухарных глин, отсутствие макроскопически видных кристаллов пирита) подтверждают возможность образования любытинских глин в слабо восстановительной среде. По обогащению углистым веществом сухарных глин в Любытинском районе, его повышенной пиритизации по сравнению с полусухарными и пластичными глинами, отсутствию гидроокислов железа можно предположить, что к моменту отложения сухарных глин уже существовала восстановительная среда (см. таблицу).

В Боровичском районе материал сухарных глин накапливался, по мнению М. Ф. Викуловой [1963], в окислительной среде, а глины окончательно сформировались в диагенетическую стадию в восстановительной среде. При этом М. Ф. Викулова отмечает отсутствие в сухарях сидерита, гидроокислов железа, слабую углистость глин (чем обусловлен белый и светло-серый цвет сухарей) и слабую пиритизацию глин, а также проявление процессов почвообразования во всех разновидностях глин. Нашими наблюдениями установлено, что слабо углистые светло-серые разности встречаются и среди пластичных (Устье-Брынкино) и полусухарных глин (им. Артема). В сухарных и полусухарных глинах Боровичского района значительно развит пирит, который, кроме отдельных кристаллов, образует псевдоморфозы по тканям обугленных растительных остатков. Псевдоморфозы достигают $1-5 \times 10-60$ см.

Много в сухаристых глинах крупных конкреций пирита (3×10 , 10×15 см) со сложными формами кристаллических образований поверхности. В крупных и мелких ископаемых растительных остатках в сухарных и полусухарных глинах полностью сохраняется углистое вещество (если оно не замещено пиритом) и нет следов его окисления. Отпечатки растений, свойственные бокситам [Вишняков, 1940; Гладковский, Ушинский, 1961], в сухарях не встречаются. Все эти факты наряду с отсутствием окисных соединений железа свидетельствуют, по-видимому, о восстановительной среде осадконакопления и формирования не только пластичных, но и сухарных и полусухарных огнеупорных глин Боровичского района (см. табл.).

Увеличение сухаристости глин в процессе почвообразования [Викулова, 1963], очевидно, имело место на месторождениях Боровичского и Любытинского районов, но оно не объясняет их слюдистости и повышенного содержания тяжелой фракции. Процессами почвообразования нельзя объяснить формирование часто встречающихся в Боровичском районе сухарных глин, не проросших корнями растений. Нахождение стигмариий с ризоидами и ризоидов в прижизненном положении в полусухарных и пластичных глинах, прорастание корнями ископаемых растений одновременно нескольких петрографических разновидностей пород (глин, песков) и разрыхление породы около проросших корней растений не

Сравнительная характеристика месторождений по отношению $\frac{\text{FeO}}{\text{Fe}_2\text{O}_3}$

Месторождение	Породы глин	$\frac{\text{FeO}}{\text{Fe}_2\text{O}_3}$	Месторождение	Породы глин	$\frac{\text{FeO}}{\text{Fe}_2\text{O}_3}$
<i>Любытинский район</i>			<i>Боровичский район</i>		
Им. Артема, штрек 83, $l=282$ м	Сухарная: камнеподобная темно-серая	0,53	«Большевик», западный вентиляционный штрек, $l=192$ м	Сухарная: камнеподобная серая	0,40
Шереховичи, скв. 2370-а, инт. 72,15—72,35 м	То же	0,58	«Большевик», западный откаточный штрек, $l=100$ м	комковатая светло-серая	0,29
Им. Артема, откаточный штрек, панель XII, $l=765$ м	Полусухарная: светло-серая	0,09	Волгино, откаточный штрек, панель VIII, в 20 м от сбойки 3	Полусухарная: светло-серая	0,19
То же, $l=765$ м	фиолетовая с серой	0,03	«Большевик», западный откаточный штрек, $l=100$ м	серая	0,22
Им. Артема, штрек 45, $l=136$ м	светло-желтая	0,07	Устье-Брыкино, карьер	светло-серая	0,24
Шереховичи, штрек № 336, $l=20$ м	Пластичная: темно-серая	0,12	То же	Пластичная: светло-серая до темно-серой, светло-серая	0,31
То же	красноватая с темно-серыми пятнами	0,17	Волгино, откаточный штрек, панель VIII, в 20 м от сбойки 3		0,24

привели к образованию сухарных глин из пластичных и полусухарных. Следовательно, процессы почвообразования не являются единственной причиной сухаристости глин.

Диагенетическая гипотеза В. В. Гончарова [1952] об образовании сухарных глин в окислительной среде в период диагенеза путем переработки материала пластичных и полусухарных глин в проточных бассейнах противоречит его же утверждению об энергичном воздействии воды, насыщенной углекислотой, на пластичные глины. Такое воздействие возможно в окислительной и восстановительной средах. Диагенетической гипотезой В. В. Гончарова трудно объяснить отсутствие постепенных переходов между разновидностями глин, отчетливые признаки слоистости в них, значительную пиритизацию сухарных глин, а также отсутствие в сухарях гидроокислов железа. Изменение вещественного состава и литологических особенностей разновидностей огнеупорных глин легко объяснить

обычными процессами седиментации глинистых отложений в озерно-болотных условиях с восстановительной средой, существовавшей при формировании породы. Глины образовались из первичного осадка, обладавшего различной степенью дифференциации и переработанного до суспензий и коллоидов. Старение коллоидов привело к образованию сухаристости глин.

В подпруженных долинах Боровичского района среда осадконакопления была более восстановительной, чем в Любытинском районе, где



Рис. 8. Оолиты каолинита в сухой глине (месторождение «Большевик»).

на одних пониженных поверхностях рельефа в слабо восстановительных условиях отлагались огнеупорные глины сухарного комплекса, а на других, более возвышенных, участках в окислительной среде — красные глины и сиаалиты.

Закономерности изменения состава и свойств огнеупорных глин. Изменение состава и свойств боровичско-любытинских глин связано с явлениями, происходившими в них в период образования осадка, его превращения в породу и позднейшими процессами древнего и современного выветривания, когда пласты их были выведены на поверхность под влиянием эпейрогенических движений.

Можно выделить следующие процессы формирования первичного осадка и его позднейшего изменения [Рухин, 1961]: 1) осадконакопление — распределение тонкодисперсного каолинового материала, кварцевого песка, метакolloидных гидроокислов железа и привнесенных растительных остатков; 2) сингенетические явления — возникновение распы-

ленных в глине кристаллов пирита, мелких зерен сидерита и кальцита; 3) диагенетические явления — старение коллоидов; обособление в толще высокоглиноземистого осадка оолитов, состоящих из чистого каолинита, каолинита с гидраргиллитом и свободным глиноземом (рис. 8); образование псевдоморфоз пирита по растительным остаткам; возникновение крупных стяжений сидерита; 4) эпигенетические явления — окисление включений пирита и сидерита и замещение их гидроокислами железа; 5) процессы выветривания — почвообразование на поверхности разнородностей огнеупорных глин, залегающих под пластами автохтонного угля.

Общей фациальной закономерностью, определяющей изменения качества огнеупорных глин на месторождениях Боровичского и Любытинского районов, объясняется характер распределения глинозема. Коли-

чество глинозема увеличивается вверх по разрезу и от периферии к центру залежи. Особенно это проявляется в сухарных и полусухарных глинах. Соответственно уменьшается песчанистость разновидностей огнеупорных глин снизу вверх по разрезу и от периферии к центру залежей. В связи

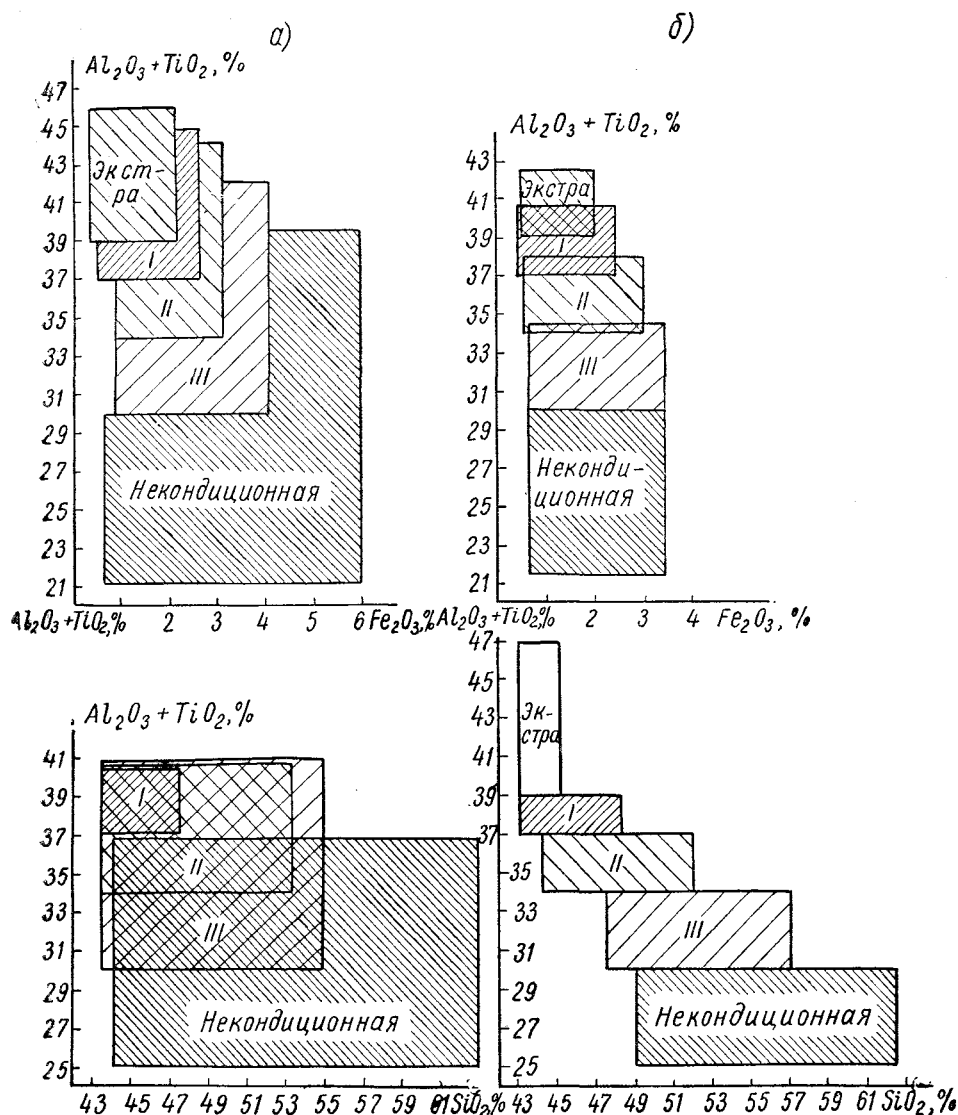


Рис. 9. Зависимость сортности глин от содержания $Al_2O_3 + TiO_2$, SiO_2 и Fe_2O_3 по месторождениям: а — им. Артема (полусухарные глины); б — «Большевик» (сухарные глины).

с этим наиболее высокосортные глины приурочены к центру залежей, к наибольшим их мощностям.

Присутствие мелко распыленного сингенетического пирита определяет их сравнительно низкие керамические свойства: черепок, полученный из боровичско-любытинских глин, имеет серый цвет с желтоватым и кремовым оттенками. Мелко распыленный пирит снижает формовочные свойства глин. Значительная обогащенность всех разновидностей глин

растительными остатками и углистыми частицами снижает их керамические и огнеупорные свойства и соответственно понижает сортность.

Скопления крупных диагенетических включений пирита и сидерита делают глины непригодными для огнеупорной и керамической промышленности. Редкие их включения обычно удаляются при предварительной обработке и не снижают качества глины. Различные условия образования боровичских и любытинских глины определили непостоянство качества и характерные для каждого района тенденции изменения состава и свойств глины.

Кроме общих закономерностей, снижение сортности глины в каждом районе обусловлено конкретными причинами.

1. В Любытинском районе при удовлетворительном и в общем равномерном содержании глинозема сортность глины снижается ожелезнением (метаколлоидные гидроокислы железа и включение сидерита, реже — пирита) и в меньшей степени — обогащением углистым веществом и песком (рис. 9, а). Наиболее высокосортные огнеупорные и керамические глины залегают в верхней половине пластовой залежи. Книзу глины переходят в некондиционные разности. Разделение глины на некондиционные и кондиционные возможно макроскопически по степени ожелезненности глины и их обогащенности песком и углистым веществом. Более детальное расчленение глины по сортам макроскопически возможно только с известной мерой точности. Для полной уверенности необходим лабораторный контроль.

2. В Боровичском районе качество огнеупорных глины, их сортность определяются содержанием песчаных примесей. Некоторое снижение сортности глины, вопреки этому правилу, зависит от размеров и количества псевдоморфоз пирита по растительным остаткам, т. е. от содержания железа в глинах (см. рис. 9, б). Снижение сортности глины с высокой глиноземистостью происходит также от обогащения глины углистыми частицами. На месторождениях сухарных и полусухарных глины Боровичского района высокоглиноземистые глины приурочены к средней части залежи в плане и разрезе.

Глины третьего сорта и некондиционные, расположенные обычно в низу залежи и по ее периферии, окаймляют снизу наиболее глиноземистые разности лентой шириной 0,2—0,5 м. Иногда там, где в кровле сухарных и полусухарных глины залегают пески, глины третьего сорта и некондиционные окаймляют центральную часть пласта сверху. Такое зональное строение залежи прослеживается на всех месторождениях сухарных и полусухарных глины Боровичского района. Менее отчетливы эта зависимость качества глины от запесоченности и проявление зональности на месторождениях пластичных глины этого района.

Выводы

1. Условия образования определяют типичные особенности глины рассмотренных районов.

Месторождения Боровичского района характеризуются непостоянством мощности и конфигураций залежей сухарных и полусухарных глины нижней части песчано-глинистой толщи нижнетульских озерно-болотных отложений, зональностью строения по содержанию глинозема и кремнезема, значительной каолинизацией всех разновидностей, высокой глиноземистостью и небольшой ожелезненностью.

Месторождения Любытинского района характеризуются постоянством мощности и менее изменчивой конфигурацией залежей огнеупорных глины того же возраста, улучшением сортности глины снизу вверх по

разрезу (уменьшением количества сидерита, гидроокислов железа и ископаемых растительных остатков), менее полной каолинизацией всех разновидностей, относительно меньшей глиноземистостью и значительно большей ожелезненностью.

2. Визуальное разделение глин на группы сортов возможно и по макроскопическим признакам с учетом закономерного зонального изменения литологического строения залежей и проявления диагенетических явлений и процессов выветривания.

3. Учитывая закономерное изменение фаций в направлении с севера на юг, поиски маложелезистых и высокоглиноземистых разностей глин нужно вести к югу от г. Боровичи.

Л И Т Е Р А Т У Р А

Викулова М. Ф. Влияние условий образования глин нижнего карбона западной части Подмосковного бассейна на изменение их состава. В сб. Дельтовые и мелководно-морские отложения. Изд-во АН СССР, 1963.

Вишняков С. Г. Литологический очерк Тихвинского бокситоносного района. Госгеолиздат, 1940.

Гладовский А. К., Ушитинский И. Н. О вещественном составе, происхождении и изменении бокситов Тихвинского района. Тр. Горн.-геол. ин-та Ур. фил. АН СССР, вып. 56, 1961.

Гончаров В. В. Огнеупорные глины Боровичско-Любытинского района. Металлургиздат, 1952.

Рухин Л. Б. Основы литологии. Л., Гостоптехиздат, 1961.
