

12. Злочевская, Р.И. Воздействие концентрированных кислот и щелочных растворов на состав и свойства глин и глинистых минералов / Р.И. Злочевская, Ф.Е. Волков, С.Д. Воронкевич и др. // Глины, глинистые минералы и их использование в народном хозяйстве : материалы XII Всесоюз. совещания. – Алма-Ата, 1985. – С. 143–144.

13. Куковский, Е.Г. Принципы механизма образования и преобразования глинистых минералов / Е.Г. Куковский // Материалы XI Всесоюзного совещания по изучению и использованию глин и глинистых минералов. – М., 1976. – С. 15–16.

14. Берент, Н.Е. Опыт использования природных сор-

бентов (глины, опоки) Узбекистана в радиационной медицине / Н.Е. Берент // Глины, их минералогия, свойства и практическое значение. – М., 1970. – С. 254–256.

15. Петров, В.П. Глина как полезное ископаемое / В.П. Петров // Глины, их минералогия, свойства и практическое значение. – М., 1970. – С. 207–214.

16. Савко, А.Д. Сравнительно-литологическая характеристика и оценка качества бентонитовых глин палеогена и неогена восточных районов Воронежской области / А.Д. Савко, В.К. Бартенев, В.В. Горюшкин // Вестник Воронеж. гос. ун-та. Сер. Геология. – Воронеж, 2001. – № 11. – С. 54–61.

УДК 553.6.078

## СТЕКОЛЬНЫЕ ПЕСКИ ЧУЛКОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (МОСКОВСКАЯ ОБЛАСТЬ)

С.А. Ширшов

*Воронежский государственный университет*

Приводится описание нового месторождения стекольного песка, находящегося в Раменском районе Московской области. Оно разрабатывается с середины 2004 г. ОАО «Раменский ГОК». Месторождение сложено двумя разновозрастными толщами стекольных песков: юрского и мелового возраста. Приводится геологическое строение, гранулометрия, химический и минеральный состав песков.

Рост объемов стекольного производства в России, строительство новых и модернизация старых заводов требует обеспечения достаточным количеством качественного сырья, особенно кварцевых стекольных песков высоких марок (по данным ВИЭМС). В последнее десятилетие добыча стекольных песков в России снизилась, но начиная с 2001 г. объем добычи опять начал расти. Природные кварцевые пески в большинстве случаев пригодны лишь для производства низких сортов, главным образом темного и полубелого стекла. Для использования кварцевых песков при варке бесцветного бутылочного и листового стекла необходимо их обогащение с получением стекольных песков высоких марок. Выбор технологических схем обогащения определяется содержанием полезного компонента, наличием вредных примесей и форм их нахождения в песках. Поэтому на первый план выступает необходимость изучения вещественного состава стекольного сырья.

На данный момент существует проблема наращивания МСБ стекольного сырья в целом по России и особенно в экономически развитых районах центральной части страны. Поиски песков высоких марок требуют не только знания качественных характеристик, но и новых требований потребителя, а следовательно, и схем обогащения и отработки месторождений. Решение данной проблемы видится в более тщательном комплексном изучении вещественного состава и технологии обогащения песков и в выработке на основании этого критериев поиска. Группа Раменских месторождений

является одним из главнейших источников стекольного сырья, что делает их изучение необходимым для дальнейшего поиска аналогичных месторождений.

### 1. Общие сведения о Чулковском месторождении

Чулковское месторождение расположено на правом берегу р. Москвы, между селами Чулково, Еганово, Каменное (Тяжино) в Раменском районе Московской области на пахотных землях АОЗТ «Чулковское» (рис. 1, 1а). Своим юго-западным флангом оно примыкает к Егановскому месторождению стекольных песков, становясь как бы непосредственным продолжением последнего (рис. 2).

Ближайшими железнодорожными станциями являются: Раменское, в 11 км к востоку; тупики: Быковской (8 км восточнее) и Лыткаринской (7 км севернее) веток; Домодедовское, 19–10 км на юго-запад; тупик (4 км на юго-запад) ветки ОАО «Раменский ГОК».

Необходимо отметить, что три первые станции находятся на левом берегу р. Москвы и, следовательно, отделяются последней от месторождения.

Вблизи (в 0,5–1,0 км) от восточной границы Чулковского месторождения проходит автомобильная дорога с асфальтовым покрытием Москва – Рязань. Само месторождение пересекается двумя шоссейными дорогами областного значения (Чулково-Еганово и Чулково-Володарский III и IV категории соответственно) с про-



Рис. 1. Схема расположения группы Раменских месторождений стекольного сырья. Масштаб 1:600 000

● Месторождения кварцевых песков для стекольного производства: 1 – Люберецкое, 2 – Чулковское, 3 – Егановское, 4 – Константиновское, 5 – Вишняковское  
▲ Раменский ГОК

тягивающимися вдоль первой из них высоковольтной линией, и второй – двумя подземными кабелями 35 кВ сечением 3×240 мм. В 2 км северо-восточнее месторождения у с. Кулаково расположена товарная пристань.

Границами юго-восточной части месторождения служат:

- на северо-западе: опушка леса вдоль бровки третьей надпойменной террасы р. Москвы;
- на севере: автодорога, соединяющая пос. Володарский с Рязанским шоссе;

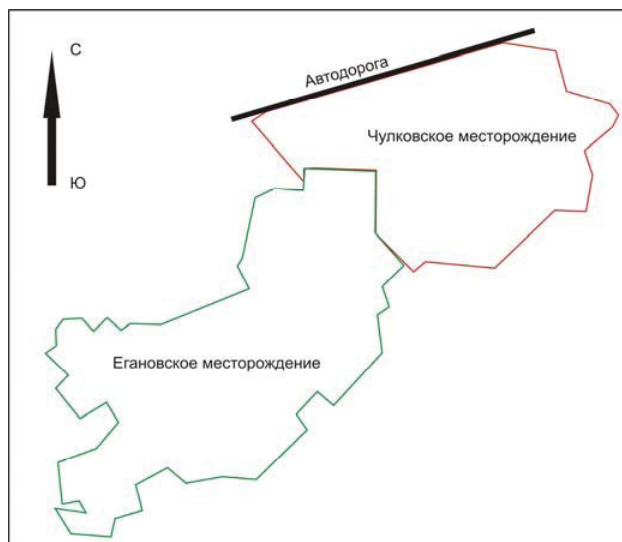


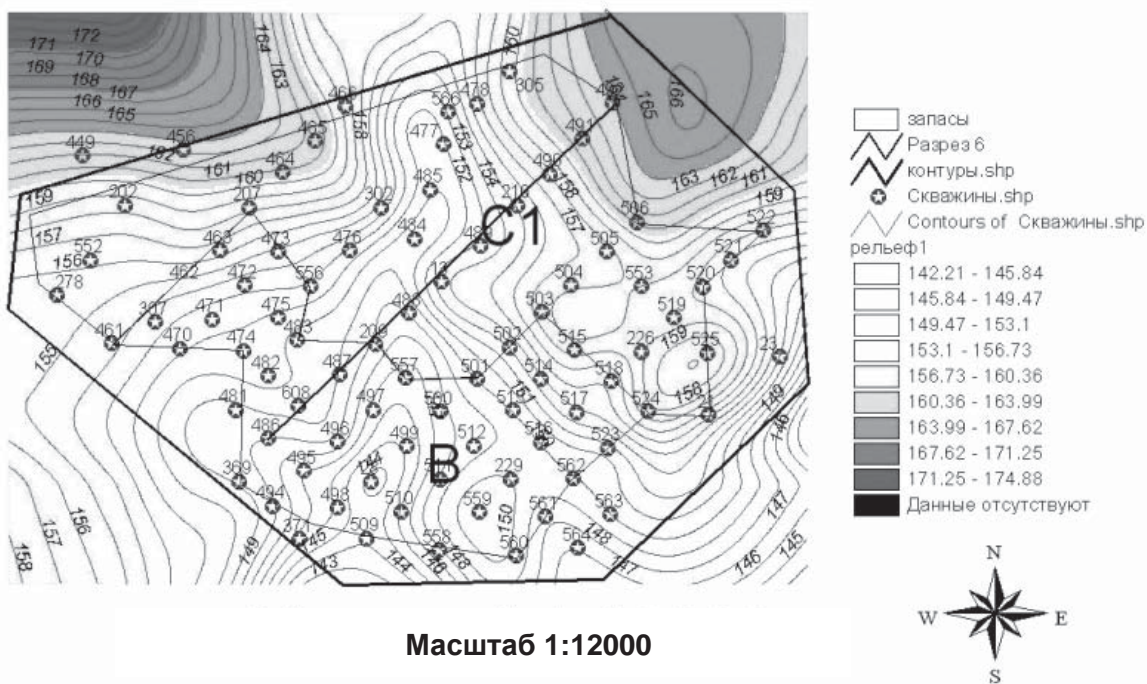
Рис. 2. Схема взаиморасположения Чулковского и Егановского месторождений

– восточной и южной границами месторождения являются овраг и лес местного значения;

– на юго-западе естественная граница отсутствует, ею служит линия, проходящая через скважины № 205, 278; в районе скв. 204, 276, 206 контур подсчета запасов песков Чулковского месторождения примыкает к контуру утвержденных запасов Егановского месторождения.

Абсолютные отметки поверхности месторождения колеблются от 144,0 м до 167 м. Превышение поверхности над урезом воды в реке Москве составляет 35–75 м.

### Чулковское месторождение



Масштаб 1:12000

Рис. 1а. Карта рельефа Чулковского месторождения

В геоморфологическом отношении месторождение расположено на правом берегу р. Москвы, в пределах Кулаковской излучины. Северо-восточная часть его представляет юго-западные склоны Чулковских холмов, являющихся останцами четвертой структурной террасы дочетвертичного времени. На юго-востоке к ним примыкает третья терраса р. Москвы периода московского оледенения [1].

## 2. Геологическое описание месторождения

Группа Раменских месторождений стекольных песков располагается на территории, сложенной неогеновыми, нижнемеловыми, верхнеюрскими и каменноугольными отложениями (рис. 3, 4) [1, 3]. В основании изучаемого геологического разреза залегают оксфордские глины, вскрытые на глубину до 2,5 м (скв. 565). Выше залегающие средне-верхнетитонские ( $J_3t_{2-3}$ ) фосфоритонасные отложения внизу представлены черной с зеленоватым оттенком глиной (встречены не повсеместно), сверху песками верхнетитонского подъяруса зоны *Kashpurites fuldens* и *Craspedites subditus*. Кварцево-глауконитовые пески, зеленовато-серые, мелкозернистые, глинистые с включениями фосфоритов. Встречены также не повсеместно. Мощности отложений колеблются от 0,2 (скв. № 473, 511, 512, 517) до 5,3 м (скв. 224), преобладающие от 0,4 до 1,0 м.

Выше залегают отложения зоны *Craspedites nodiger* ( $J_3t_{nd}$ ), относящиеся уже к продуктивной толще. Они представлены кварцевыми песками, хорошо отсортированными, преимущественно мелкозернистыми. В северо-западной части месторождения пески более крупные, в основном среднезернистые. В средней части разреза пески обычно белые, сверху – желтые, темно-желтые, в подошве нередко цементированы в песчаник. Мощности песков колеблется от 1,5 (скв. 507) до 18,2 м (скв. 502), преобладают от 6,0 до 11,0 м.

Пески зоны  $J_3t_{nd}$  перекрыты валанжинскими песчаными породами. В валанжинском ярусе выделяются нижневаланжинский ( $K_1v_1$ ), средневаланжинский ( $K_1v_2$ ) и верхневаланжинский ( $K_1v_3$ ) подъяруса. Пески нижневаланжинского подъяруса ( $K_1v_1$ ) мелко- и тонкозернистые, кварцевые, желтого, темно-желтого, желтовато-коричневого цвета, с линзами тонкой супеси и суглинков. Распространены преимущественно в северо-западной, центральной и восточной частях месторождения. Выклинивание наблюдается на юго-западном и южном флангах. Мощности этих песков колеблются от 1,0 до 13,4 м, составляя в среднем 5,5 м.

Пески верхневаланжинского подъяруса ( $K_1v_3$ ) зеленовато-серые, светло-желтые, мелкозернистые, кварцевые. Они отличаются от нижезалегающих меньшей ожелезненностью и служат объектом изучения для использования их в качестве стекольных. В этой части разреза не были встречены прослои супеси и суглинков.

Отложения верхневаланжинского подъяруса имеют меньшее распространение по площади, в основном в северо-восточной, центральной и северо-западной частях месторождения, и выклиниваются на юго-запад-

ном, южном и юго-восточном флангах. Мощность песков колеблется от 1,0 (скв. 408; 437) до 16,4 м (скв. 493), преобладает от 6,0 до 10,0 м.

Отложения барремского яруса ( $K_1br$ ) встречены на небольших, ограниченных площадях северо-восточной и северной части месторождения. Они представлены двумя пачками. Нижняя из них сложена глинами черными, буровато-коричневыми, фиолетово-серыми, плотными, песчанистыми, слюдястыми. Их мощность колеблется от 0,8 (скв. 554) до 6,3 м (скв. 508). Верхняя пачка представлена тонкими супесями, алевролитами голубовато-серого, серого и темно-серого цветов и белыми тонкозернистыми, глинистыми песками, мощностью от 1,1 (скв. 35) до 3,2 м (скв. 508).

На барремских отложениях залегает толща аптских песков ( $K_1a$ ). Пески белые, желтовато-серые, серовато-белые, желтовато-бурые, мелко-тонкозернистые, глинистые до чистых. Мощность песков от 2,6 (скв. 36) до 15,4 м (скв. 442).

Четвертичные отложения развиты повсеместно, представлены комплексом ледниковых, водноледниковых и покровных образований. Московская морена (gIIms) представлена преимущественно суглинками и грубопесчаными глинами, неоднородными, красно- и коричневатобурого цветов, с гнездами разнозернистого песка, с включениями гравия, гальки и валунов изверженных и метаморфических пород. Мощность морены от 0,2 (скв. 491) до 17,3 м (скв. 461).

Водноледниковые отложения московского ледника сложены глинистыми песками, алевролитистыми супесями серого и серовато-коричневого цвета. Преобладающие мощности отложений времени наступания ледника от 0,2 до 4,4 м, времени отступления – 0,2–2,3 м. Покровные образования (rgIII) развиты не повсеместно, представлены коричневыми, серовато-коричневыми, плотными, алевролитистыми суглинками. Их мощность колеблется от 0,2 (скв. 162; 164) до 5,1 м (скв. 479), преобладает 0,2–1,2 м. Общая мощность четвертичных отложений колеблется от 0,3 до 18,0 м, средняя 6,0 м.

## 3. Гидрогеологические условия месторождения

Разведочными выработками на Чулковском месторождении вскрыты подземные воды, приуроченные к верхнетитонским пескам и низам песков валанжина. Водоносный горизонт распространен почти по всей площади месторождения. Водовмещающими породами служат средне- и тонкозернистые пески. Мощность водоносного горизонта изменяется от 1,4 до 16,9 м, составляя в среднем 9,2 м.

Залегают эти воды на глубине от 3,6 до 30,0 м. Абсолютные отметки зеркала воды снижаются от 151,8 до 136,7 м в сторону р. Москвы, протекающей к востоку от месторождения, и оврага, ограничивающего месторождение на юго-востоке. Водоносный горизонт в основном грунтового типа. Верхним водоупором служат суглинки московской морены или покровные. Нижним водоупором являются оксфордские глины, имеющие повсеместное распространение.

Система	Отдел	Ярус	Индекс	Обозначение	Описание породы
Неогеновая система			N		Пески разнозернистые с редкими прослоями светлых пластичных глин
Меловая	Нижний отдел	Алтский ярус	K <sub>1</sub> a		Пески белые, желтовато-серые, серовато-белые, желтовато-бурые, мелко- тонкозернистые, глинистые до чистых. Мощность песков от 2,6 м до 15,4 м.
		Барремский ярус	K <sub>1</sub> br		Глины темно-серые до черных, алевроитовые слоистые с линзами песка тонкозернистого светлого
		Волажанский ярус	K <sub>1</sub> v <sub>2</sub>		Верхневолажанский подярус. Пески светлые и темные, зеленоватые, тонко- и мелкослоистые, неравномерно глинистые
			K <sub>1</sub> v <sub>1</sub>		Нижневолажанский подярус. Пески мелко- тонкозернистые, кварцевые, желтого, темно-желтого, желтовато-коричневого цвета, с линзами тонкой супеси и суглинков. Распространены, преимущественно, в северо-западной, центральной и восточной частях месторождения. Выклинивание наблюдается на юго-западном и южном флангах. Мощности этих песков колеблются от 1,0 до 13,4 м, составляя в среднем 5,5 м.
Юрская	Верхний отдел	Волжский ярус	J <sub>1</sub> v <sub>nd</sub>		Верхневожский подярус. Зона Caspidites nodiger/ представлены кварцевыми песками, хорошо отсортированными, преимущественно мелкозернистыми. В северо-западной части месторождения пески более крупные, в основном, среднезернистые. В средней части разреза пески обычно белые, сверху и внизу – желтые, темно-желтые, в подошве нередко сцементированы в песчаник. Мощность песков колеблется от 1,5 до 18,2 м, преобладает от 6,0 до 11,0 м
			J <sub>1</sub> v <sub>1</sub>		Верхневожский подярус Пески верхневожского подяруса зоны Kaspidites fuldens и Caspidites subditus. Пески кварцево-глауконитовые, зеленовато-серые, мелкозернистые, глинистые с включениями фосфоритов. Встречены также неповсеместно. Мощность отложений колеблется от 0,2 до 5,3 м, преобладающие от 0,4 до 1,0 м
			J <sub>1</sub> v <sub>1-v2</sub>		Средне-верхнететонский фосфоритовый слой представлен в основании глиной черной с зеленоватым оттенком (встречены неповсеместно)
			J <sub>1</sub> v <sub>2</sub>		Средневожский подярус. Нижний фосфоритный слой, желваки фосфоритов глинистые в кварцево-глауконитовых песках
		Оксфордский ярус	J <sub>2</sub> ox <sub>2</sub>		Верхнеоксфордский подярус Глины алевроитовые черные и темно-серые неравномерно известковые
			J <sub>2</sub> ox <sub>1</sub>		Нижнеоксфордский подярус. Глины алевроитовые и слабо песчаные темно серые, черные известковые
		Келловейский ярус	J <sub>2</sub> cl <sub>1</sub>		Верхнекелловейский подярус. Глины серые до темносерых, жирные, аргилитоподобные известковые
			J <sub>2</sub> cl <sub>2</sub>		Среднекелловейский подярус. Глины песчаные и алевроитовые, пески и песчаники глинистые, разнозернистые с железистыми оолитами, известковистые, темные, желто-зелено-серые
Каменноугольная	Средний отдел	Суворовская толща	C <sub>3</sub> sv-I		Нижнесуворовская пачка. Доломиты известняки, переслаивающиеся с мергелями, сверху чистые известняки
	Верхний отдел	Песковецкая толща	C <sub>3</sub> ps-II		Верхняя песковская пачка. Известняки, пачка переслаивания известняки, мергеля и доломиты

Водоносный слой

Нижний водоупор

Рис. 3. Геологический разрез Чулковского месторождения

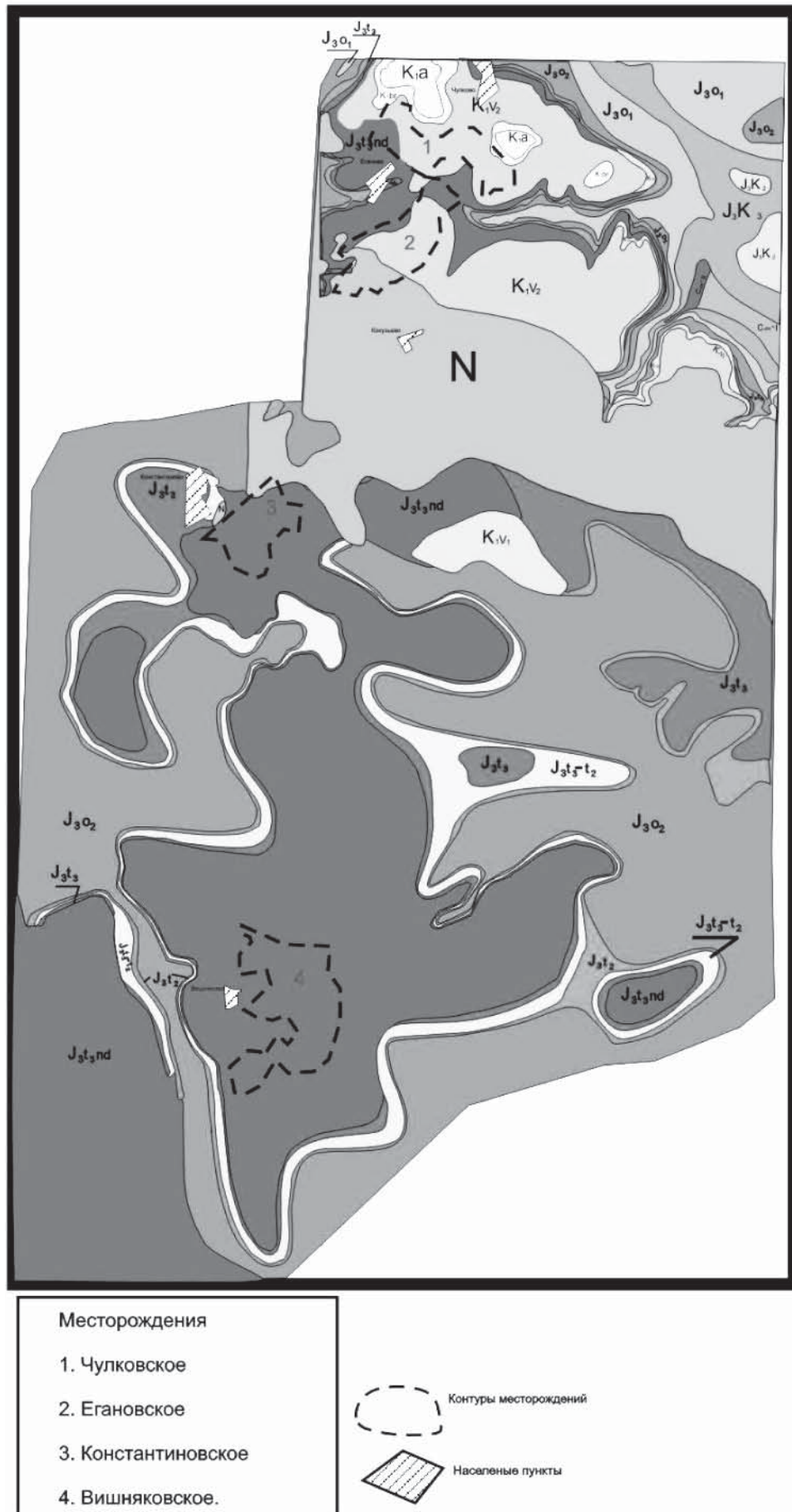


Рис. 4. Геологическая карта месторождений стекольных песков

Питаются подземные воды за счет инфильтрации атмосферных осадков, разгружаются в речную и овражную сеть. Максимальная сезонная амплитуда колебания уровня по данным режимных наблюдений составила 0,6 м. Подземные воды – пресные (сухой остаток 174–410 мг/л), в основном гидрокарбонатно-кальциевые, мягкие или умеренно жесткие, содержание  $\text{CO}_2$  свободной колеблется от 8,8 до 17,6 мг/л; отмечается повышенное содержание  $\text{NH}_4$  (0,1 мг). Количественная оценка водоносного горизонта приводится по данным опытной откачки, проведенной в период предварительной разведки. Дебит скважины составил 2,5 л/сек при понижении уровня зеркала 1,53 м, удельный дебит – 1,63 л/сек. Коэффициент фильтрации, рассчитанный по результатам опытных работ, в среднем принят 10 м/сут. Были рассчитаны водопритоки в карьер на условно выделенную площадь 2-годичной разработки (227777 м<sup>2</sup>). Водоприток на эту площадь за счет подземных вод составил 58 м<sup>3</sup>/час, а дополнительный водоприток за счет атмосферных осадков – 16 м<sup>3</sup>/час.

#### 4. Гранулометрический состав

При изучении качества песков Чулковского месторождения полные гранулометрические анализы производились на наборе формовочных сит, сокращенные – на наборе сит для стекольных песков (3 сита). Всего было проанализировано около 300 проб. В таблице 1 отображены пределы колебаний содержаний отдельных фракций в песках различных стратиграфических горизонтов (рис. 5–7). Видно, что фракция 0,2–0,16 мм преобладает во всех песках. Максимум зерен составляют частицы размером 0,63–0,4 – 0,16–0,1 мм.

Результаты расчета средневзвешенного гранулометрического состава песков по горизонтам в скважинах показаны в таблицах и диаграммах (табл. 2, рис. 8, 9, 10).

Рассев всех технологических проб проводился в мокрую с определением качества отсева по выходу класса – 0,1 мм за контрольное время. Графическая характеристика распределения окиси железа по фрак-

Таблица 1

Отображены пределы колебания содержаний (%) отдельных фракций в песках различных стратиграфических горизонтов по пробам [1]

Размер фракций в мм	Содержание, %		Пески юрского возраста $J_3t_3$		Пески мелового возраста				Пески четвертичного возраста	
	от	до	от	до	от	до	от	до	от	до
1	2	3	4	5	6	7	8	9		
<b>Количество проб</b>	<b>160</b>		<b>68</b>		<b>52</b>		<b>11</b>			
+1,0	0	0,83	0	0,05	0	0,52	0,2	2,27		
1-0,63	0	0,66	0,01	2,14	0,05	0,52	0,21	1,67		
0,63-0,4	0,07	13,73	0,03	0,80	0,11	2,86	0,26	3,68		
0,4-0,315	1,0	29,50	0,09	2,7	0,21	6,15	1,07	4,49		
0,315-0,2	4,17	62,61	0,22	44,5	0,31	37,54	2,9	14,5		
0,2-0,16	6,88	75,00	24,4	72,08	22,5	62,27	19,08	31,57		
0,16-0,1	0,02	23,39	14,1	44,3	9,52	55,1	14,84	27,57		
0,1-0,063	0,02	4,65	0,31	4,88	0,17	4,3	5,63	14,12		
Глинистая составляющая	0,3	6,83	1,4	9,7	4,43	14,75	4,2	19,61		

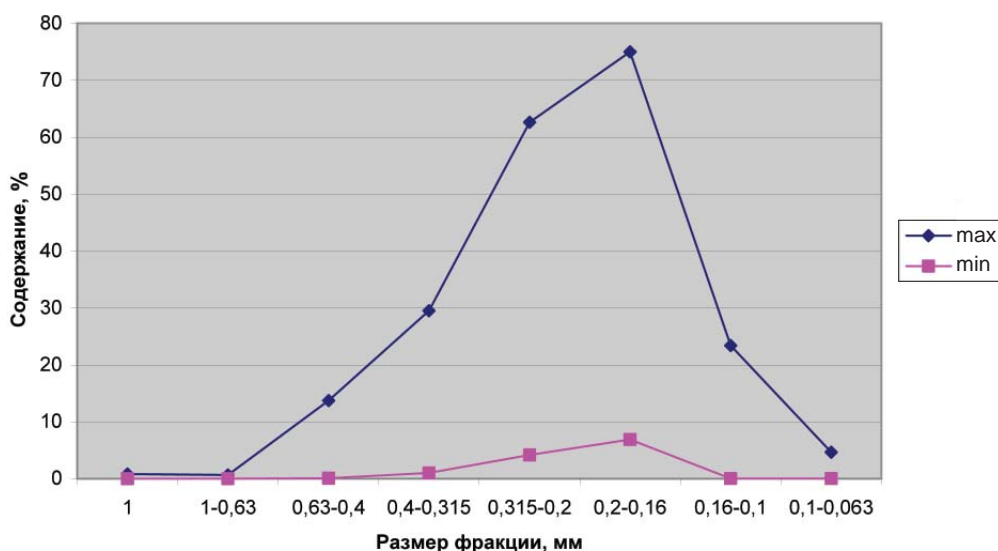


Рис. 5. Содержание зерен песка по фракциям ( $J_3t_3$ )

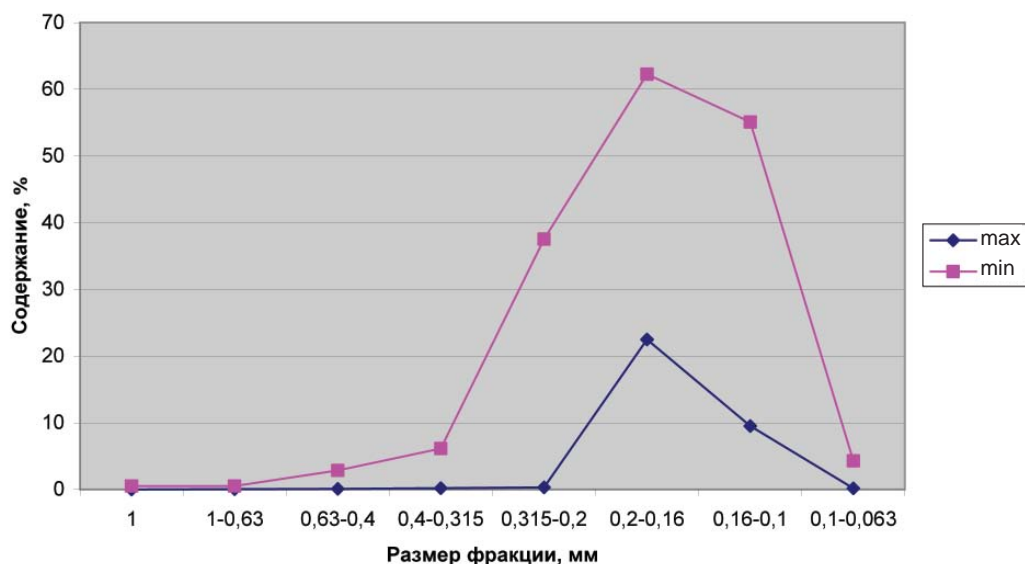


Рис. 6. Содержание зерен песка по фракциям (K<sub>1</sub>v<sub>1</sub>)

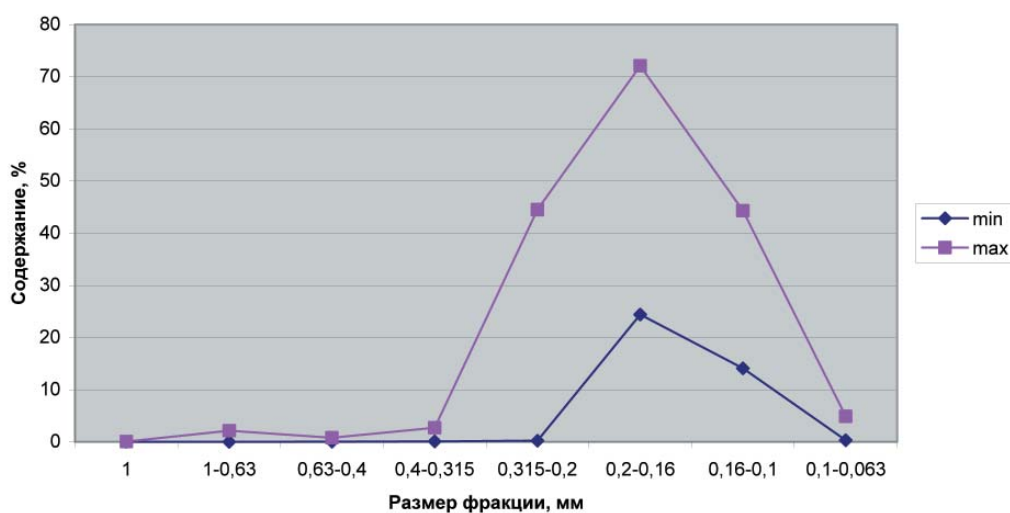


Рис. 7. Содержание зерен песка по фракциям (K<sub>1</sub>v<sub>2</sub>)

Таблица 2

Средневзвешенный гранулометрический состав по скважинам (%) [2]

Размер фракций, мм	Пески юрского возраста J <sub>3</sub> T <sub>3</sub>		Меловые пески			
			K <sub>1</sub> v <sub>2</sub>		K <sub>1</sub> v <sub>1</sub>	
	от	до	от	до	от	до
+ 1,0	0	0,66	0	0,19	0	1,52
1-0,63	0,05	1,32	0	0,69	0,01	2,02
0,63-0,16	79,40	90,33	26,27	74,71	25,23	80,48
+ 0,1	93,44	98,08	90,89	94,32	53,90	90,46
< 0,1	1,21	4,75	2,15	4,73	2,16	25,35
Глинистая составляющая	0,6	2,87	3,20	5,14	2,0	15,0

циям показана на рисунках 11, 12. Основное количество вредных примесей концентрируется в шлаках. Для проб верхневаланжинских песков с ними связано 56, 8–

79, 4 % оксида железа, для проб юрского возраста – 47–67 %. Массовая доля железа в отмытом материале по отношению к исходному продукту снижается с 0, 2 –

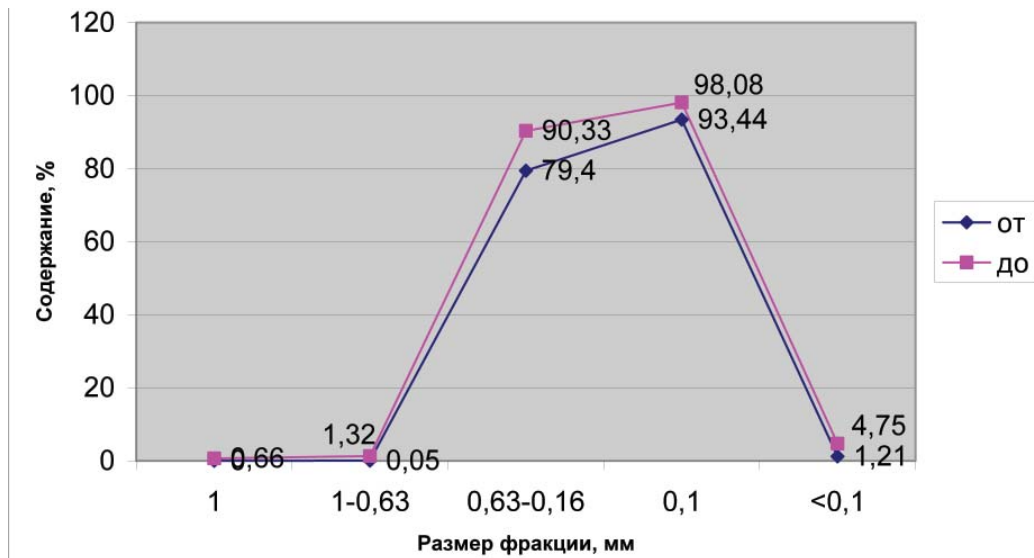


Рис. 8. Содержание зерен песка по средневзвешенным пробам ( $J_3t_3$ )

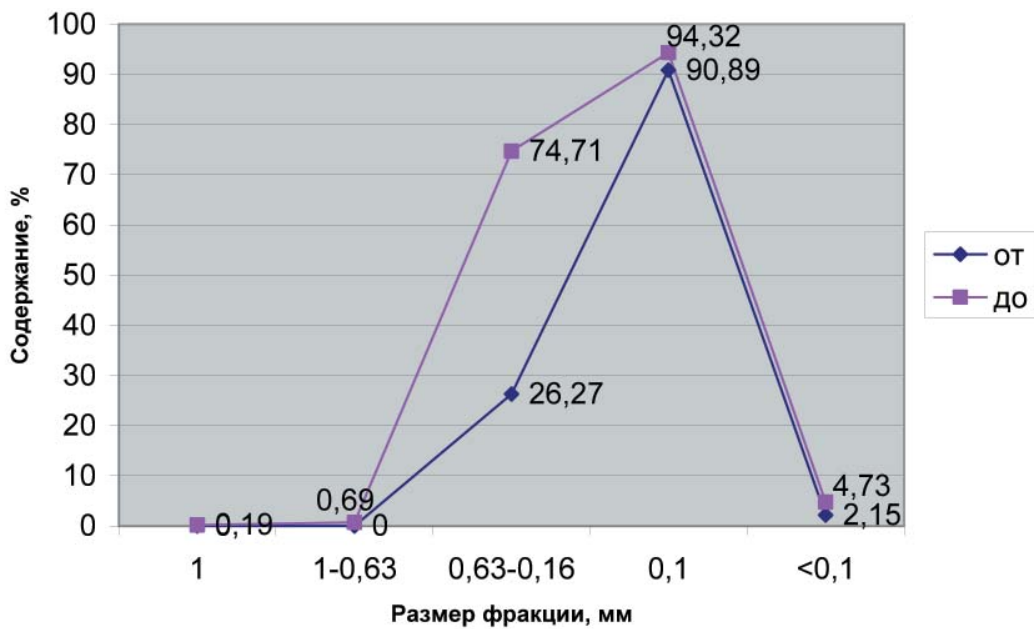


Рис. 9. Содержание зерен песка по средневзвешенным пробам ( $K_1v_2$ )

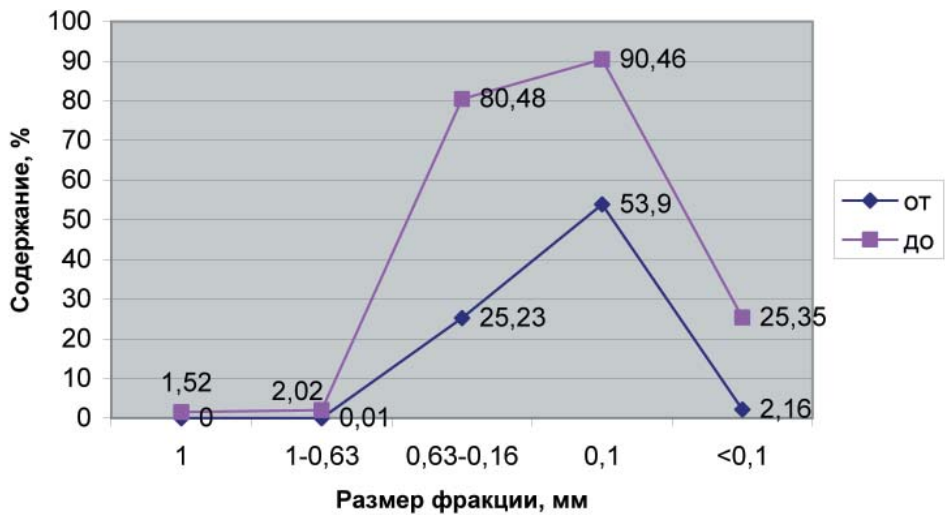
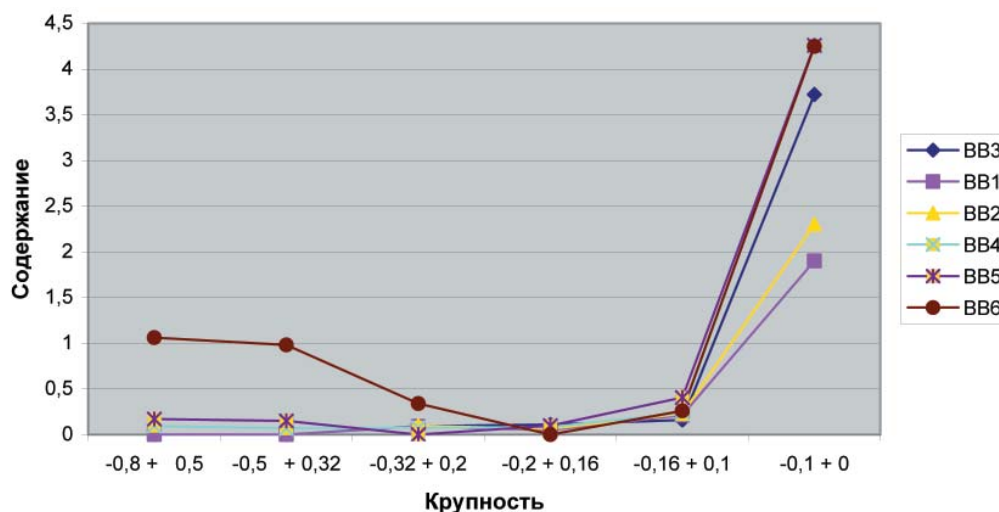
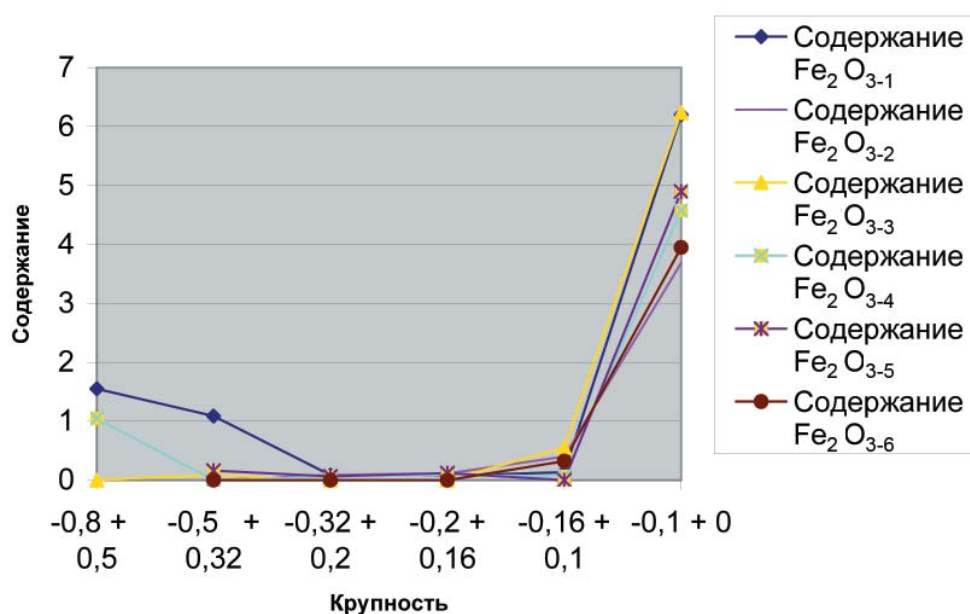


Рис. 10. Содержание зерен песка по средневзвешенным пробам ( $K_1v_1$ )



Рис. 11. Распределение Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> в К пескахРис. 12. Распределение Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> в J песках

0,5 до 0,07–0,17 %, т.е. более чем в три раза.

Данные показатели четко дают возможность отнести пески верхнетитонского и верхневаланжинского возрастов к стекольным, в том числе и по гранулометрическому составу в соответствии с ГОСТ 22551-77 [3], а промежуточные нижневаланжинские к формовочным. Глинистая составляющая (~3,5–4 %) – предполагает технологию мокрого обогащения.

Исучаемых пески характеризуются высокой степенью сортировки частиц, которая является основным технологическим требованием (> 0,8 мм, не более 5,0 %, < 0,1 мм, не более 15,0 %). Она составляет более 50 %. Такая высокая степень сортировки песков свидетельствует об активном гидродинамическом режиме их отложения (прибрежно-морском) и многократных перемывах. Это осложняет попытки восстановления первичного источника сноса кварцевого материала и построения модели образования месторождения.

## 5. Минеральный состав

Кварцевые частицы представлены тремя разновидностями: 1 – прозрачные и полупрозрачные частицы (основная масса); 2 – серые, бурые и серо-желтые прозрачные; 3 – блестящие прозрачные частицы; 4 – черные зерна кварца, загрязненные углистым веществом.

На зернах кварца встречаются примазки и корочки темного цвета гидроокислов железа, ожелезненные и полуокисленные сростки и окалина. Основная масса ожелезненных кварцевых частиц имеет пленочный пятнистый характер, однако встречаются и чистые прозрачные зерна с внутренними включениями железа. Пески характеризуются высокими содержаниями кварца в легкой фракции от 99,5–99,84 % (табл. 3–4).

Для проб песков мелового возраста содержание оксида железа колеблется от 0,08 до 0,19 %, для

Таблица 3

**Минеральный состав проб песков мелового и юрского возраста по валовым пробам [2]**

Минералы	Пески мелового возраста ( $K_1V_2$ ), пробы ВВ 1-7		Пески юрского возраста ( $J_3t_3$ nd ), пробы Ю 1-5	
	Содержание, %		Содержание, %	
	от	до	от	до
Легкая фракция				
Кварц	99,84	99,50	99,82	99,68
Полевые шпаты	ед. зн.	0,42	ед. зн.	0,16
Тяжелая фракция				
Ильменит измен.	0,055	0,110	0,062	0,120
Дистен	0,030	0,165	0,036	0,100
Ставролит	0,040	0,120	0,050	0,056
Рутил	0,009	0,062	0,010	0,053
Циркон	0,002	0,006	ед. зн.	0,007
Турмалин	0,001	0,060	0,005	0,016
Лейкоксен	ед. зн.	0,040	ед. зн.	0,009
Слюда	ед. зн.	0,900	0,22	0,30
Гранат	0,0	ед. зн.	0,0	ед. зн.
Мусковит	0,0	ед. зн.	0,0	ед. зн.
Силлиманит	0,0	ед. зн.	0,0	ед. зн.
Глауконит	0,0	ед. зн.	0,0	ед. зн.
Эпидот	0,0	ед. зн.	0,0	ед. зн.
Роговая обманка	0,0	ед. зн.	0,0	ед. зн.
Лимонит	0,0	ед. зн.	0,0	0,02
	0,0	ед. зн.	0,0	0,01

Таблица 4

**Минеральный состав песков по скважинным пробам[1]**

Содержание, % Минералы	Пески юрского возраста $J_3V_3$		Пески мелового возраста			
			$K_1V_2$		$K_1V_1$	
	от	до	от	до	от	до
1	2	3	4	5	6	7
<b>Количество проб</b>	<b>42</b>		<b>20</b>		<b>14</b>	
Легкая фракция	99,57	99,90	99,28	99,85	99,09	99,50
Кварц	98,17	99,82	92,53	99,38	90,36	99,24
Полевые шпаты	ед.зн.	0,16	ед.зн.	2,98	ед.зн.	0,70
Тяжелая фракция						
Ильменит	0,03	0,18	0,04	0,23	0,07	0,63
Дистен	0,02	0,11	0,03	0,165	ед.зн.	0,13
Ставролит	0,02	0,09	0,04	0,12	ед.зн.	0,08
Рутил	0,01	0,053	0,01	0,062	ед.зн.	0,06
Турмалин	0,01	0,04	0,01	0,07	ед.зн.	0,06
Циркон	ед.зн.	0,03	0,002	0,02	ед.зн.	0,03
Лейкоксен	ед.зн.	0,03	ед.зн.	0,06	0,04	0,06
Гранат	0	ед.зн.	0	ед.зн.	0	ед.зн.
Слюда	ед.зн.	0,30	0,19	0,23	0,07	0,66
Силлиманит	0	ед.зн.	0	0,02	ед.зн.	ед.зн.
Глауконит	0	0,02	ед.зн.	ед.зн.	ед.зн.	0,04
Эпидот	0	ед.зн.	0	ед.зн.	0	ед.зн.
Роговая обманка	0	0,02	ед.зн.	0,01	0	0,01
Лимонит	0	0,01	ед.зн.	0,04	ед.зн.	0,27

Соотношение минералов тяжелой фракции по скважинным пробам[1]

Содержание, % Минералы	Пески юрского возраста $J_3V_3$		Пески мелового возраста			
	от	до	$K_1V_2$		$K_1V_1$	
			от	до	от	до
1	2	3	4	5	6	7
Количество проб	42		20		14	
Ильменит	33,33	20,39	12,42	22,40	38,89	31,03
Дистен	22,22	12,46	9,32	16,07	0,00	6,40
Ставролит	22,22	10,19	12,42	11,68	0,00	3,94
Рутил	11,11	6,00	3,11	6,04	0,00	2,96
Турмалин	11,11	4,53	3,11	6,82	0,00	2,96
Циркон	0,00	3,40	0,62	1,95	0,00	1,48
Лейкоксен	0,00	3,40	0,00	5,84	22,22	2,96
Гранат	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Слюда	0,00	33,98	59,01	22,40	38,89	32,51
Силлиманит	0,00	0,00	0,00	1,95	0,00	0,00
Глауконит	0,00	2,27	0,00	0,00	0,00	1,97
Эпидот	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Роговая обманка	0,00	2,27	0,00	0,97	0,00	0,49
Лимонит	0,00	1,13	0,00	3,89	0,00	13,30

проб песков юрского возраста от 0,06 до 0,11 %. Содержание оксидов хрома в пробах незначительное – менее 0,002 %.

Основное количество оксида железа содержится в глинистой фракции – от 57 до 83 %. С пленками привносится от 4 до 16 %, с кварцевыми частицами от 6 до 13 %, с тяжелыми минералами (табл. 5) от 1,5 до 22 % оксида железа. Такой характер исходного материала безусловно будет дестабилизировать процесс обогащения.

Приведенные данные показывают, что и юрские, и меловые пески являются мономинеральными кварцевыми. Форма зерен кварца неправильная, полукруглая, реже остроугольная, иногда встречаются сростки кварца и темноцветных минералов. Зерна кварца обычно имеют гладкую поверхность и представлены прозрачными, бесцветными разностями. В верхней и нижней частях толщи верхневожских песков встречаются трещиноватые зерна, причем углубления иногда заполнены железисто-глинистой массой. В этих же частях толщи некоторое количество зерен кварца покрыто железистой пленкой, иногда очень плотной, иногда тонкой. К средней части толщи количество ожелезненных зерен, как правило, уменьшается и само ожелезнение чаще всего имеет пятнистый характер. В меловых песках наблюдаются маломощные линзы ожелезненных песков, неравномерно распределенные в толще. Кроме того, иногда на поверхности зерен кварца наблюдается каолинит. По сравнению с верхневожскими

песками меловые содержат несколько больше ильменита, лейкоксена, слюды и полевого шпата.

Вредными примесями для стекольного производства являются минералы тяжелой фракции (рис. 13), железистые пленки на кварцевых зернах, сростки кварца с темноцветными минералами; для формовочного производства – глинистая составляющая; для строительных песков – слюда (не более 2 % по массе), сульфиды, сульфаты (не более 1% в пересчете на  $SO_3$ ), аморфные разновидности  $SiO_2$ .

Технология обогащения стекольных песков должна предусматривать максимально возможное удаление вредных примесей; для использования в качестве строительных и формовочных обогащение юрских песков не требуется, меловые пески для удаления глинистых частиц требуют промывки.

## 6. Характеристика химического состава песков

Изученность химического состава полезной толщи Чулковского месторождения неравномерна. Так определение  $Fe_2O_3$  произведено в 1140 пробах, а содержание  $SiO_2$  – лишь в 205 пробах (из них 98 проб верхневожских песков, 56 проб песков верхнего, 48 – нижнего валанжина и 3 пробы – четвертичных песков), определения других элементов единичны. Интервал опробования варьировал в широких пределах – от 0,5 до 5–6 м, но в основном составлял 1–1,5 м. В этой свя-

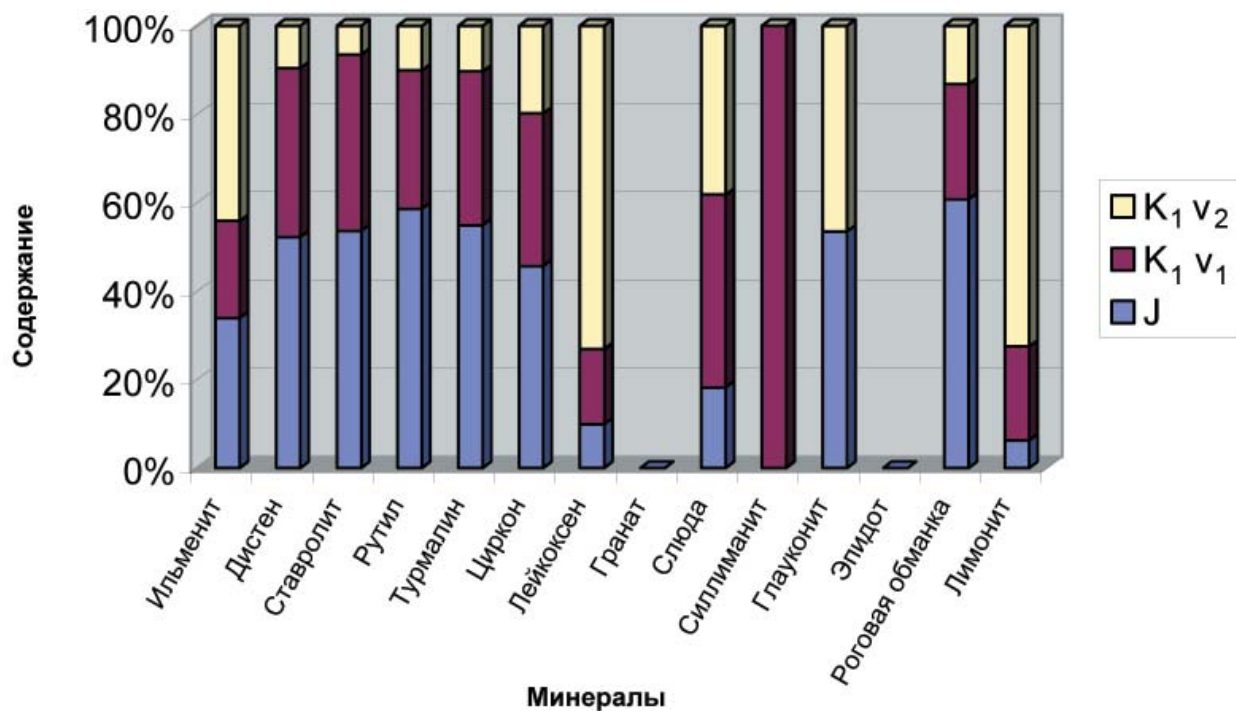


Рис. 13. Соотношение минералов тяжелой фракции

зи и характеристика полезной толщи по пересечениям различная: скважина № 18 – 5 проб на 18,7 м, скважина № 504 – 32 пробы на 30,1 м мощности. Пределы колебаний составляющих химического состава песков в контуре подсчета запасов приведены в таблице 6.

Графическая характеристика представлена на рисунках 14–15. Диаграмма на рисунке 14 показывает превышение минимально необходимого содержания кварца в верхневолжской и верхневаланжинской толщах и недостаточность его в нижневаланжинских отложениях. По содержанию железа и алюминия обратная картина – резкое превышение в нижневаланжинских отложениях и минимальные в верхневолжский и верхневаланжинский. Таким образом, по содержанию SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> верхневолжские и верхневаланжинские пески удовлетворяют тре-

бованиям стандарта на стекольное сырье. Нижневаланжинские пески следует рассматривать только как формовочное сырье. Удельная эффективная активность радионуклидов в песках –120 Бк/кг.

Для изучения распределения оксида железа по разрезу (рис. 16.) и площади были составлены таблицы с усредненными данными. Далее по ним были построены диаграммы и карта, отражающие данное распределение (рис. 16–19). Кроме того, построена совмещенная карта распределения оксида железа и наложенный на нее рельеф для изучения влияния современного рельефа на изменения содержания Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> на территории месторождения (рис. 20).

Построенные диаграммы позволяют делать выводы о размещении окислов железа в разновозрастных

Таблица 6

### Химический состав песков

Содержание, % Компоненты	Пески юрского возраста J <sub>3</sub> V <sub>3</sub>		Пески мелового возраста				Пески четвертичного возраста	
	от	до	K <sub>1</sub> V <sub>2</sub>		K <sub>1</sub> V <sub>1</sub>		от	до
			от	до	от	до		
SiO <sub>2</sub>	95,02	99,17	94,95	98,71	90,1	97,94	94,9	96,42
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,05	0,91	0,09	2,36	0,19	6,09	0,30	3,61
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,12	2,05	0,71	2,8	0,91	2,24		
CaO	0,03	0,57	<0,05	0,16	0,07	0,12		
MgO	0,01	0,65	0,02	0,35	0,012	0,24		
Na <sub>2</sub> O	Сл.	0,07	До 0,05	0,03	0,05			
K <sub>2</sub> O	Сл.	0,28	0,12	0,33	0,09	0,35		
S сульф.	0	0,01	Сл.	0,01	Сл.	0,01		
П.П.П.	<0,1	0,64	0,23	1,41	0,32	1,20		

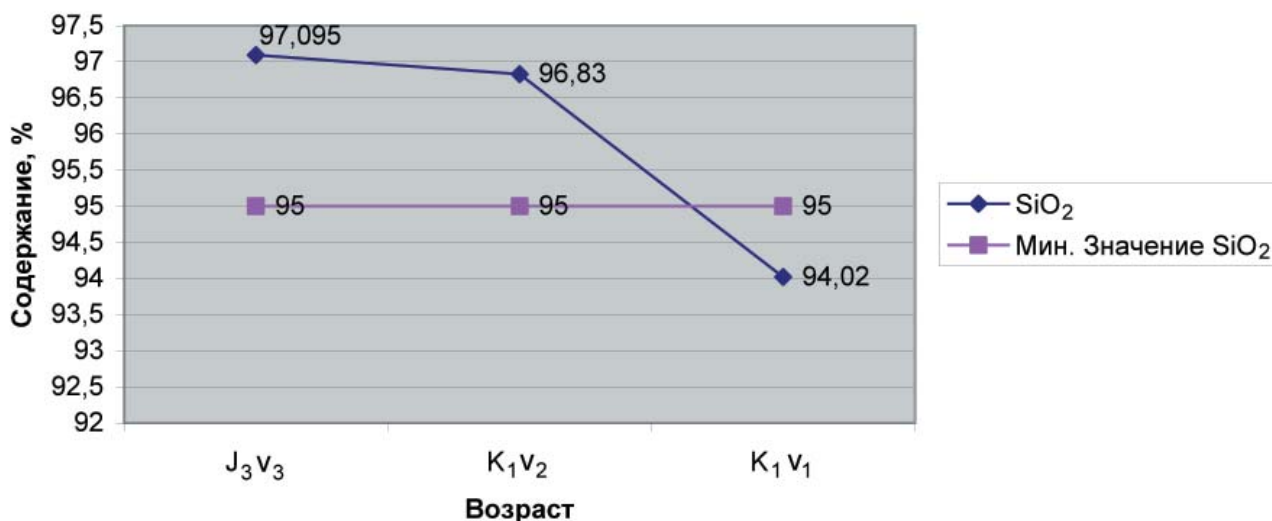


Рис. 14. Среднее содержание SiO<sub>2</sub> в разновозрастных песках

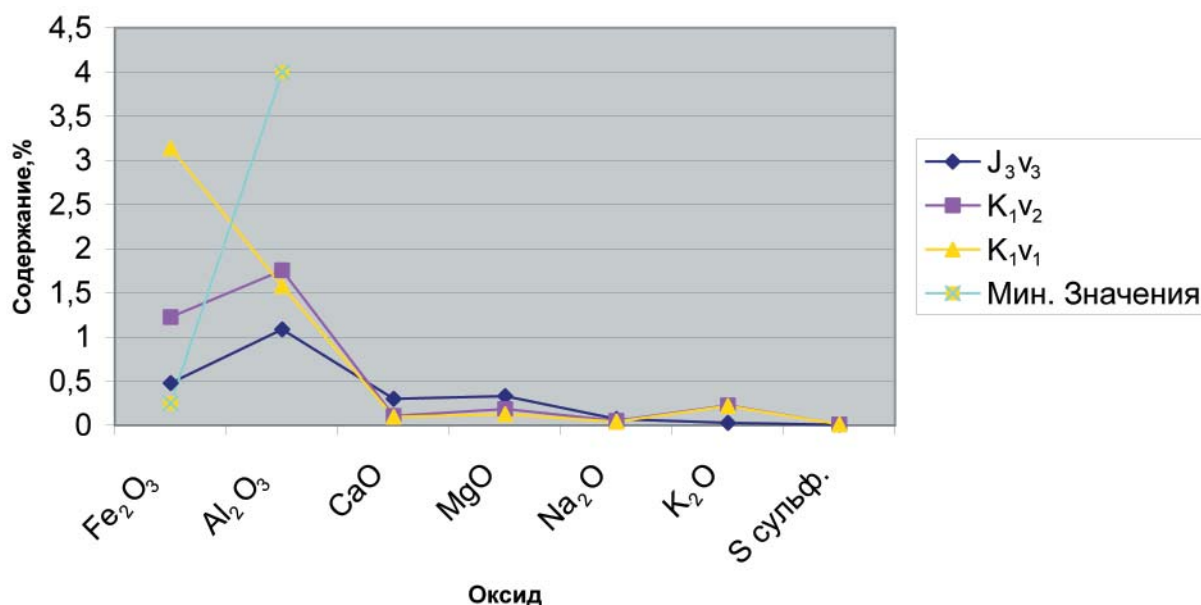


Рис. 15. Средний химический состав песков Чулковского месторождения

отложениях. Четко видно высокое содержание Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> в нижневаланжинских песках, относимых к формовочным, и достаточную выдержанность его количества в юрских и верхневаланжинских песках, относимых к стекольным. Карты содержания оксида железа показывают наличие участков с его пониженным содержанием, такие участки видны и при отработке (рис. 21). Также выделяются участки с повышенным содержанием Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. На карте (см. рис. 20) не устанавливается прямая связь между современным рельефом и концентрациями железа в песках. Из этого можно сделать вывод о минимальном влиянии рельефа на распределение оксида железа в песках. Интерпретация данных полученных после построения геохимического разреза и геохимической карты содержаний Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>,

позволяет довольно точно контурировать необходимые отложения по заданному параметру и выделять промышленные блоки отработки песков более конкретно. Еще одним результатом является выделение зон концентрации Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> в общем разрезе и по площади. На рис. 16–17 видно повышение содержания железа к подошве юрских отложений, ниже которых залегает водоупор. Предположительно именно с ним и связано повышение содержания железа. Толща юрских отложений обводнена, воды имеют кислый характер, что приводит к увеличению подвижности железа и тем самым к обогащению им песков в зоне водоупора. Следует отметить, что данное месторождение относится к зоне с повышенным относительно ПДК содержанием железа (рис. 22) [7].

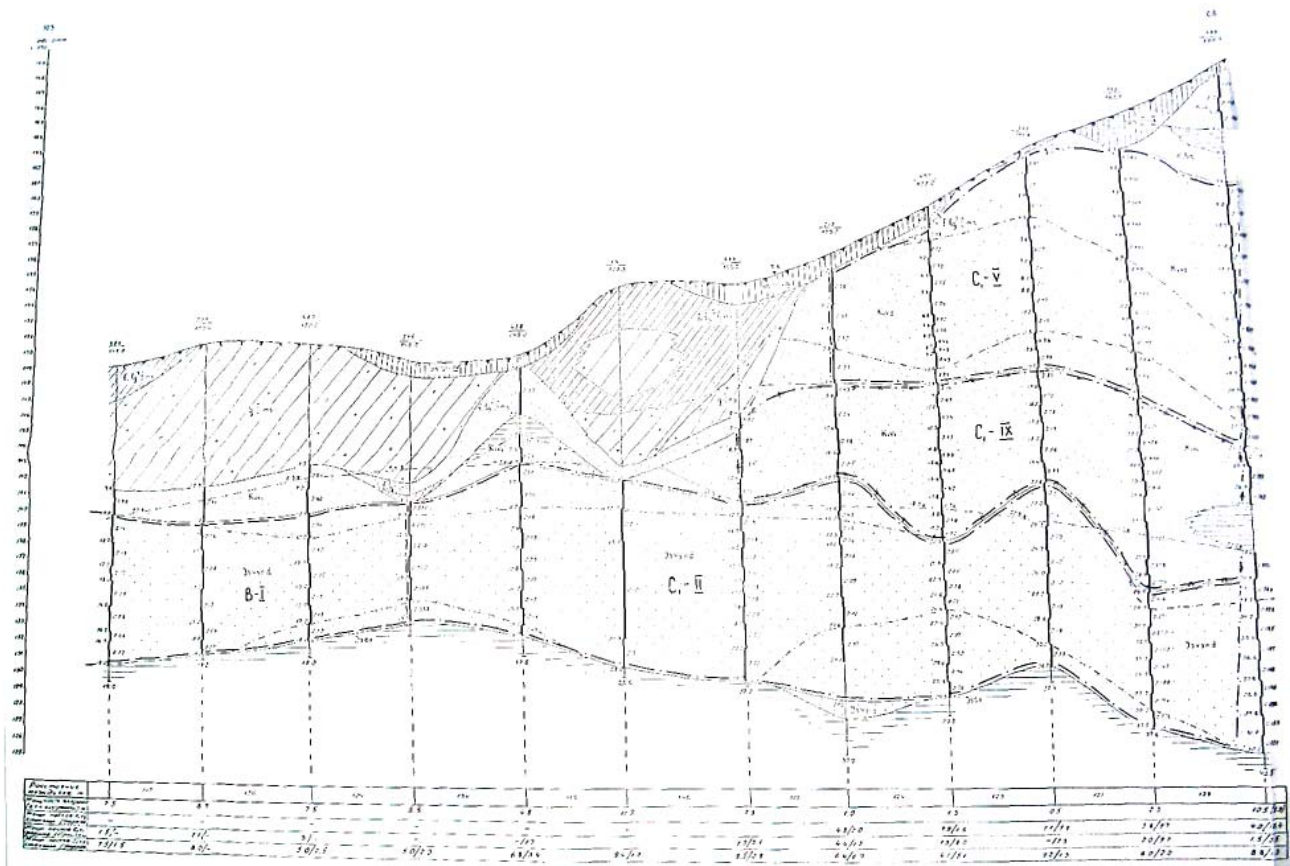


Рис. 16. Разрез 6

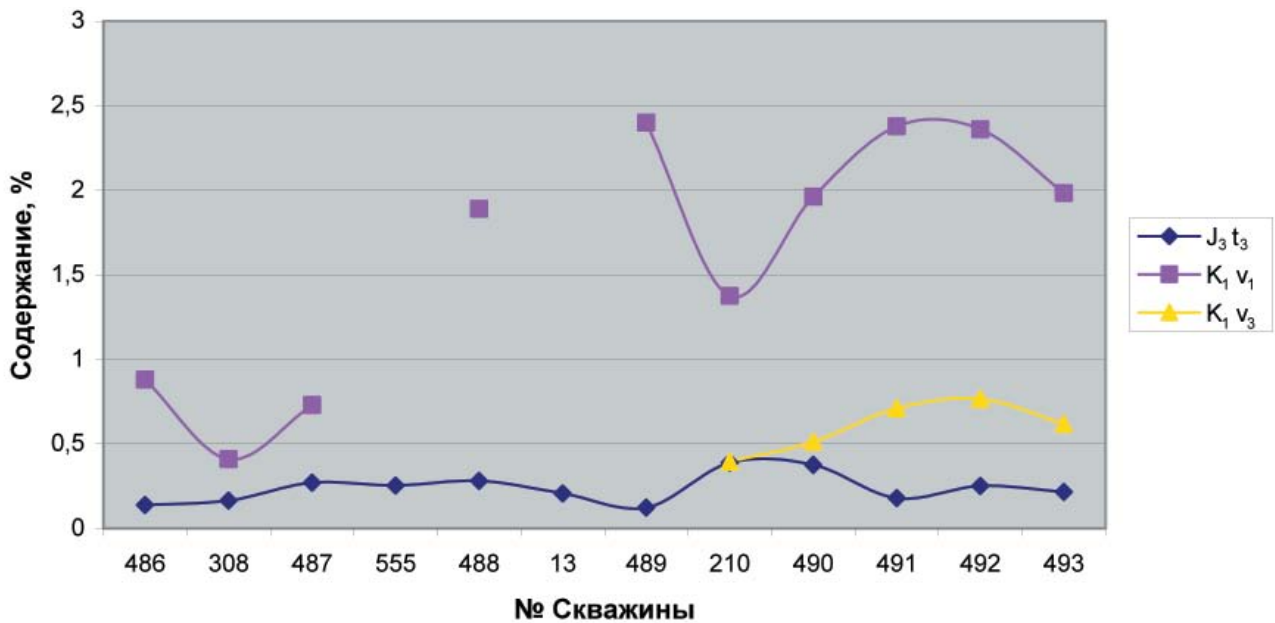


Рис. 17. Содержание Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> по разрезу 6

Меловые верхневаланжинские отложения данного месторождения не обводнены и отличаются более высоким содержанием железистых примесей, которое может быть связано с отсутствием промывающих вод.

Отсюда следует вывод, что немаловажным фактором формирования песков является действие современных грунтовых вод, выносящих окислы железа.

Анализ приведенного материала указывает на то,

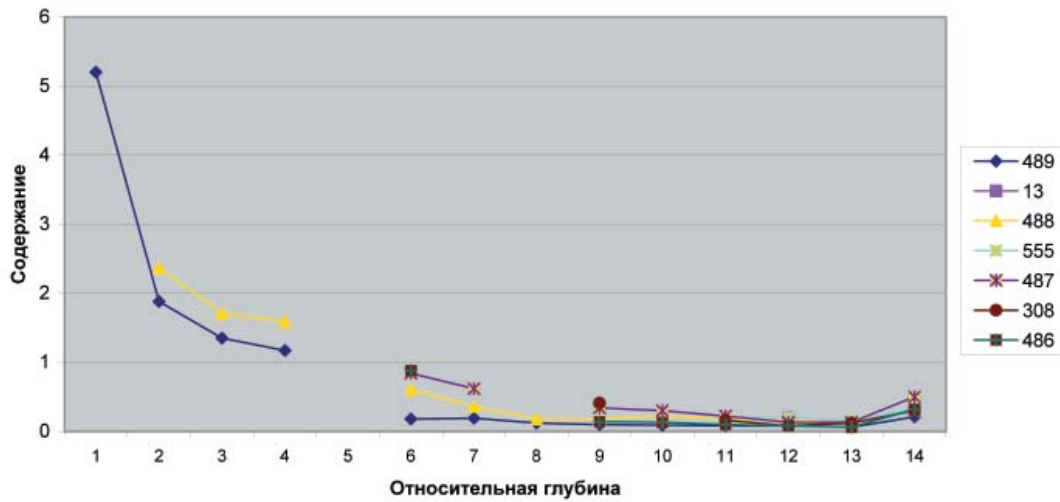


Рис. 18. Содержание Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> по скважинам (1)

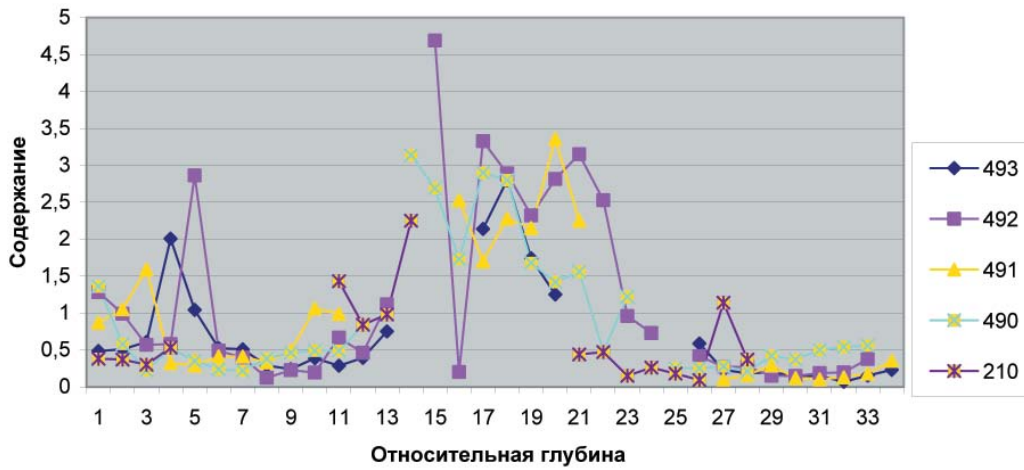


Рис. 19. Содержание Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> по скважинам (2)

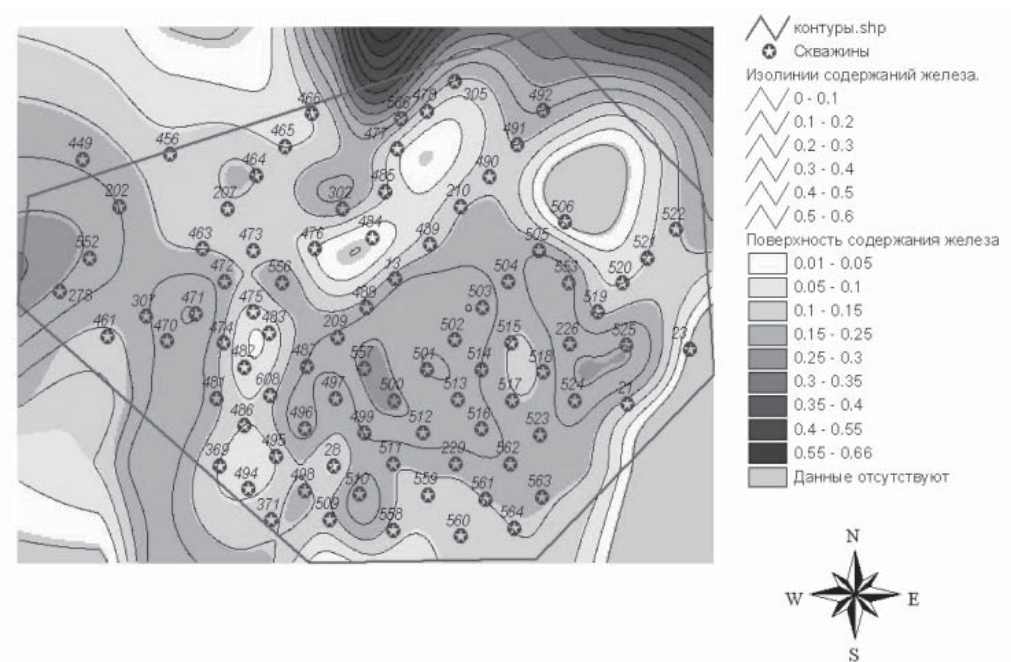


Рис. 20. Карта распределения Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> на Чулковском месторождении. Масштаб 1:17 000

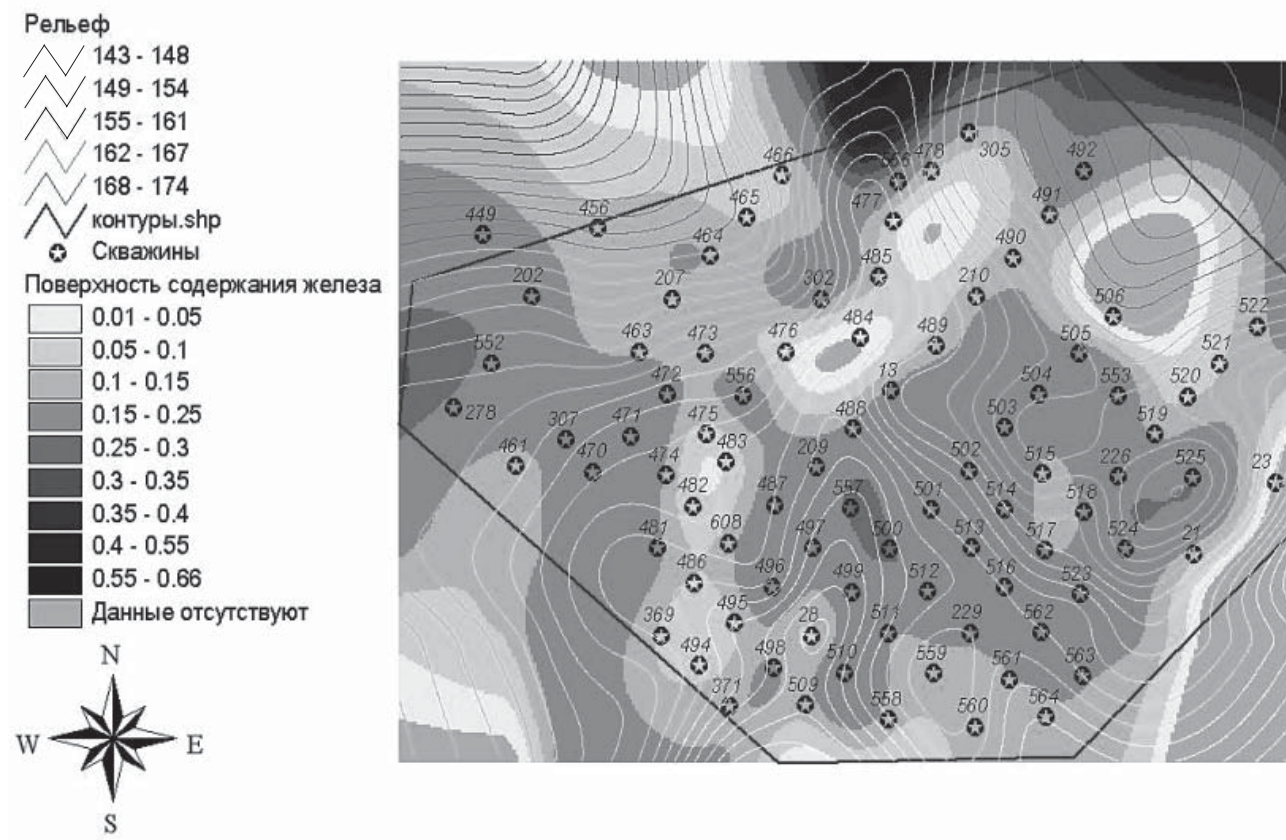


Рис. 21. Карта распределения  $Fe_2O_3$  и наложенный рельеф Чулковского месторождения



Рис. 22. Фотография борта карьера Чулковского месторождения



что и юрские, и меловые пески обладают сосредоточенной структурой и являются пригодными для формовочного производства. По содержанию глинистой составляющей пески юрского возраста относятся к кварцевым, мелового возраста – к тощим и жирным пескам. Пески четвертичного возраста обладают небольшой концентрацией зерен на трех смежных ситах.

К настоящему времени отсутствует четкая модель формирования стекольных песков на рассматриваемой территории, что, естественно, негативно сказывается и на промышленном освоении, и на геологических изысканиях. Основой такой модели является изучение вещественного состава как базы для построения дальнейших выводов об условиях формирования месторождения и, в частности, факторов, влияющих на концентрации оксида железа в кварцевых песках.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Иванова, В.Ф. Отчет о завершении детальной разведки юго-восточной части Чулковского месторождения стекольных и формовочных песков в Раменском районе Московской области / В.Ф. Иванова, С.М. Ряховский. – М. : ООО «Центрмин», 2002. – 69 с.
2. Оценка возможности обогащения песков Чулковского месторождения применительно к действующему производству обогатительной фабрики Раменского ГОКа: отчет о НИР. – М., 2002. – 100 с.
3. Бизяева, О.А. Отчет о поисково-оценочных работах на стекольных песках в районе, прилегающем к Егановскому месторождению, предварительной разведке Вешняковского месторождения и переоценке запасов Чулковского и Константиновского месторождений в Раменском районе Московской области для расширения сырьевой базы Раменского ГОКа / О.А. Бизяева, З.М. Адырхаева // Фонды ТГФ ЦРГЦ, 1981.
4. ГОСТ 22551-77. Песок кварцевый молотый песчанник, кварцит, жильный кварц для стекольной промышленности. Технические условия. – М. : Изд-во стандартов, 1981. – 9 с.
5. Бирюлев, Г.Н. Минеральное сырье. Стекольное сырье: справочник / Г.Н. Бирюлев, В.М. Гонюх, А.В. Корнилов. – М. : Геоинформмарк., 1999. – 28с.
6. Кузнецов, А.В. Формовочные и стекольные пески СССР. Недра / А.В. Кузнецов, И.Л. Шаманский, Г.Л. Миропольская. – М., 1981. – 192 с.
7. Юбельт, Р. Определитель минералов / Р. Юбельт // Мир. – М., 1978. – 328 с.
8. Иванов, В.В. Экологическая геохимия элементов. Кн. 4: Главные d-элементы / Иванов В.В. // Экология – М., 1996. – 416 с.

УДК 551.4

## К ВОПРОСУ ОБ ИСТОЧНИКАХ ЗОЛОТОПЛАТИНОИДНОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ СТРУКТУРНО-ФОРМАЦИОННОЙ ЗОНЫ МАТАГАНИЯ-СИГИРИ (ГВИНЕЯ, ЗАПАДНАЯ АФРИКА)

Е.Н. Божко

*Воронежский государственный университет*

В статье рассматриваются вероятные источники золотоплатиноидной минерализации на территории мезозойского обрамления протерозойской структурно-формационной зоны Матагания-Сигири. В качестве источников предполагаются крупные расслоенные массивы трапповой формации и вмещающие их метасадочные породы протерозоя.

Ряд россыпных объектов на западной периферии структурно-формационной зоны Матагания-Сигири содержит золото, значительно отличающееся по своим свойствам, в первую очередь, по набору примесей от остального золота региона. В среде местных старателей этот металл называют «Гог blanc» – белое золото. Аккумулятивные отложения практически всех водотоков с верхними составляющими, заложенными на массивах мезозойских траппов, в той или иной мере содержат «Гог blanc», содержания которого достигают 10–15 % от общего количества отмытого золота. В первую очередь это долины бассейна р. Гаран, линей-

ные эрозионные формы массива Суругамбе, частью россыпи р. Майел и т.д. При удалении водотоков от тел мафитультрамафитового ряда количество белого золота резко снижается. Это связано с тем, что экзогенные процессы, влияющие на поступление в долины рассматриваемого металла, протекают на геологических телах иного состава.

В результате работ, проведенных компанией «ENIT» в рамках исследования золотоносности структурно-формационной зоны Матагания-Сигири, были выявлены концентрации платиноидсодержащего золота в пределах или в непосредственной близости от крупных