

С. С. С. Р.

№ 224 НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ВСНХ № 224

Труды Государственного Исследовательского Керамического
Института. Выпуск 9

Проф. В. Е. ТИЩЕНКО

МАТЕРИАЛЫ К ОЦЕНКЕ БЕЛЫХ ПЕСКОВ
ЛУЖСКОГО УЕЗДА С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ИХ
ПРИГОДНОСТИ В СТЕКЛОДЕЛИИ

ИЗДАНИЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ В. С. Н. Х.
МОСКВА — 1927

Типо-Литография имени тов. ДУНАЕВА. Москва, Б. Полянка. 9.

Главлит № 98402.

Тираж 1000.

Стекольные пески и требования, к ним предъявляемые.

С геологической точки зрения песком называется мелкообломочная горная порода, состоящая из зерен определенного размера, а именно, имеющая диаметр от 2 мм до 0,05 мм, чаще всего от 1 мм до 0,1 мм. В зависимости от своего минералогического состава песок может быть: кварцевый, полевошпатовый, авгитовый, монацитовый и т. д. Для стеклоделия употребляют только кварцевый песок, образовавшийся из кварцитов или других более сложных пород, богатых кварцем.

По мере образования из этих пород, кварцевый песок вместе с другими нерастворимыми продуктами их разложения, глиною, слюдой и мелкими обломками самой неразложившейся породы уносился текучей водою и по мере ослабления скорости течения, особенно в устьях рек, оседал на дно. Так могли образоваться более или менее мощные отложения кварцевого песка с зернами различной крупности, различной угловатости, с различным содержанием посторонних примесей. Этот песок мог остаться в виде россыпи или под давлением новых отложений и вследствие проникания в него тех или иных растворов (напр., углекальциевой соли, водной окиси железа, кремневой кислоты и пр.) мог спрессоваться и сцементироваться в сплошную массу более или менее чистого, более или менее твердого песчаника, так называемого „комового“ песка.

Если коренная порода, из которой образовался песок, состояла из чистого кварцита или если разложение сложной породы произошло так полно, что остались одни зерна чистого кварца, которые и впоследствии не были загрязнены посторонними веществами, тогда песок состоит почти из чистого кремнезема и представляет идеальный материал для стеклоделия. Из такого песка путем промывки и сортировки готовятся лучшие стекольные пески Европы и Америки.

Однако, такие чистые пески встречаются в природе редко. Обыкновенно даже лучшие природные пески содержат вышеуказанные примеси неразложившихся минералов, глины, окислов железа и проч. Вполне освободить от них песок промывкою и отсеиванием не удастся, а потому при химическом анализе даже в лучших сортах песка находят, кроме кремнезема, глинозем, известь, магнезию, окислы железа, следы щелочей, иногда титановой кислоты и других более редких окислов, а также органические вещества.

Одни из этих примесей, как известь, щелочи, для обычных сортов стекла безвредны, так как являются его нормальными составными частями; другие, как глинозем, магнезия, для некоторых стекол и в известном количестве могут считаться даже полезными; третьи, особенно окислы железа, для белого стекла безусловно вредны, так как портят цвет стекла.

Глинозем, входя в состав глины, составляет обычную примесь песка. Исследования последних лет и наблюдения практиков выяснили, что при замене части извести глиноземом стекло приобретает ряд хороших качеств. Оно легче варится и скорее очищается; температура плавления его понижается, что облегчает отжиг; повышается твердость стекла, сопротивление на разрыв, уменьшается коэффициент расширения, благодаря чему стекло лучше выдерживает резкие перемены температуры; уменьшается склонность к расстекловыванию („заруханию“) при продолжительном или повторном нагревании до температуры близкой к температуре плавления, почему стекло становится более пригодным для работы на паяльной лампе; до некоторой степени усиливается блеск стекла и пр. Наконец, от прибавки глинозема стекло становится более стойким химически, менее разъедается водой, слабыми кислотами, растворами соды и других, реагентов — качества, очень желательные для химического и бутылочного стекла. Но, с другой стороны, при содержании более 3% глинозема повышается вязкость стекла, оно становится „труднее в работе“; бой стекла, содержащего много глинозема, плохо смешивается с другим стеклом, давая „нитку“ и „свиль“, а с химической стороны стекло становится более растворимым в растворах едкого натра и едкого кали. Однако, в виду того, что выгоды от прибавки глинозема превышают невыгоды, в настоящее время на многих стекольных заводах вводят в состав стекла больше глинозема, чем прежде. В простом бутылочном стекле содержание глинозема иногда доходит до 10% и выше.

Известь. В хороших сортах кварцевого песка содержатся только десятые доли процента извести; она не может оказывать вредного влияния на стекло, так как входит в состав всех обыкновенных сортов стекла и принимается в расчет при составлении шихты. Если содержание ее в песке выше 0,5%, то важно, чтобы оно было по возможности постоянно в отдельных партиях песка, поступающего на завод, и заводу не было бы необходимости подгонять свои рецепты к каждой новой партии песка.

Окись магния попадает в стекло главным образом с известняком, а не с песком. В хороших песках ее бывает так мало, что ею можно пренебречь.

Щелочи входят в состав всех обыкновенных сортов стекла и следы их, иногда бывающие в песке, во внимание не принимаются. То же приходится сказать о титановой кислоте, которая встречается редко. Зерна рутила, а также и циркона, иногда попада-

ющиеся в стекольных песках, составляют нежелательную примесь, так как благодаря тугоплавкости мелеут оставаться в стекле в виде „камня“.

Обычную примесь песка составляют и органические вещества в виде растительных остатков, кусочков угля и случайного сора, попадающего при перевозке. Их не должно быть в песке для свинцового стекла, так как они во время варки выделяют свинец из сурика, отчего стекло темнеет. Песок без органических веществ требуется и для других высших по качествам и специальных стекол, которые варятся в горшках. В ваннх печах органические вещества успевают выгореть прежде, чем шихта расплавится, а при варке стекла на сульфате их нарочно прибавляют. Для освобождения от органических веществ песок обжигают на воздухе и в шихту стекла прибавляют окислителей, каковы: селитра, мышьяк.

При выборе кварцевого песка самое большое внимание обращают на содержание в песке железа.

Железо в виде окиси или закиси — самая вредная примесь в стекольном песке. Закисное железо сообщает стеклу зеленоватый оттенок, окисное — желтый, не столь заметный; а так как во время варки стекла атмосфера в печи бывает большею частью восстановительная, то и стекло получается с зеленоватым оттенком. При очень малом содержании железа такое зеленоватое стекло можно обесцветить прибавкою в него тоже очень малых количеств перекиси марганца, окиси никкеля, селена (в виде селенистонариевой соли), которые окрашивают стекло в дополнительный к зеленому красный или розовый цвет. Однако полное обесцвечивание стекла удается при содержании в нем окиси железа не более 0,1%; чем ее больше, тем зеленее становится стекло, тем больше приходится прибавлять обесцвечивающих веществ, дающих в свою очередь более густую розовую окраску. С усилением той и другой окраски стекло становится все менее прозрачным, так как задерживает все большую часть лучей проходящего сквозь него света. Значит, песок, содержащий более 0,1% окиси железа, несмотря на применение обесцвечивающих веществ, не может дать хорошего, вполне бесцветного стекла, даже если бы остальные материалы совсем не содержали железа, что очень мало вероятно.

Железо встречается в песке в составе лимонита, гематита, магнетита, ильменита, биотита, роговой обманки, хлорита и некоторых других минералов; в незначительных количествах оно может попадать и в металлическом виде с машин при измельчении песчаника. Если оно содержится в виде лимонита ($2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) или гематита (Fe_2O_3), тесно связанных с глиною или каолинитом, тогда большую часть его можно удалить промывкою песка. Если же лимонит или гематит находятся в виде пленки, крепко приставшей к самим кварцевым зернам, тогда промывка не помогает. Металлическое железо, магнетит и ильменит можно удалить из песка на магнитном сепараторе.

Очистка песка от железа химическими реагентами, сколько нам известно, не практикуется, так как обходится слишком дорого и не окупается полученными результатами.

Содержание железа — главный признак, определяющий пригодность песка для того или иного сорта стекла, потому что в большинстве случаев стекло на $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ состоит из кремнезема. Так как даже при очень малых количествах железо заметно окрашивает стекло, то желательно, чтобы его в песке вовсе не было. Практически это невозможно; приходится брать песок с тем или иным содержанием железа. Однако твердых границ содержания железа в песке для различных сортов стекла тоже нельзя установить, так как трудно вперед определить, сколько железа попадет при варке стекла из других сырых материалов и из стенок горшка или ванны.

Требования, предъявляемые к стекольному песку в различных странах, тем строже, чем больше возможности их удовлетворить. Они выше всего в Соед. Штатах Сев. Америки, где (в штатах Пенсильвания и Зап. Виргиния) имеются богатейшие залежи отличного белого песчаника.

Американские заводы требуют песок таких качеств:

для оптического стекла	с 0,014—0,016% Fe_2O_3	
„ химического „	с 0,02% „	
„ хорошей белой бутылки и посуды	с 0,03% и не выше 0,04% „	
„ зеркального стекла	с 0,05—0,15% „	
но обыкновенно не выше	0,10% „	
Некоторые заводы оконного стекла требуют теперь песок с содержанием менее	0,08% „	

В Англии Босуэлл ¹⁾ считает,

что в песке для оптических стекол, содержащих барий и цинк, должно быть менее	0,02% „	
для оптического „крона“ можно допустить	0,04% „	
„ высших сортов столового стекла „граненого“ и хрустала	0,02% „	
„ химического и медицинского	0,04—0,05% „	
„ зеркального	0,05 „	
„ оконного	0,10 „	

В президентской речи, сказанной на годовом собрании Общества Стекольной Технологии 17 апреля 1918 г., В. Ф. Дж. Вуд сообщил, между прочим, следующие данные о составе песка, применяемого британскими стекольными заводами.

¹⁾ Boswell. Journ. Soc. Glass-Technol., 1917, 3.

	Содержит	
	SiO ₂ не менее	Fe ₂ O ₃ не более
Песок светлый для простых белых бутылок и банок	98 ⁰ / ₀	0,15 ⁰ / ₀
Белый, промытый для белых склянок и банок, прессованного стекла, химического, научного, тугоплавкого, столового, декоративного, электрических ламп и более тонких сортов бесцветного и молочного стекла	98 ⁰ / ₀	0,05 ⁰ / ₀
Белый, промытый для зеркального и листового стекла	99 ⁰ / ₀	0,05 ⁰ / ₀
Для оптического стекла	еще более	еще менее.

Требования немецких заводов не так строги.

Для оптического стекла и хрусталя также требуется песок с содержанием менее — 0,02⁰/₀ Fe₂O₃. К е п п е л е р ¹⁾ указывает, что даже если все остальные материалы очень чисты, и тогда на песке с 0,02⁰/₀ Fe₂O₃ уже нельзя сварить лучшего, блестящего хрусталя, хотя вообще получается годный товар.

При выборе песка для оконного стекла надо принимать в соображение толщину стекла и для чего оно предназначается. Толсто-стенное, „зеркальное“ стекло требует песка с меньшим содержанием железа, чем тонкое, приготовленное выдуванием (холявное). В песке для оконного стекла допустимо такое предельное содержание окиси железа:

для зеркального	0,2 ⁰ / ₀ Fe ₂ O ₃
„ обыкновенного листового	0,5 ⁰ / ₀ „

В оконном стекле свет проходит только насквозь, в зеркалах он проходит сквозь слой стекла дважды, вперед и назад, кроме того, в зеркалах окраска от железа заметнее и потому, что благодаря ей цвета предметов отражаются не вполне точно. Поэтому для изготовления стекла для зеркал надо применять песок, содержащий менее 0,1⁰/₀ Fe₂O₃.

Для простого белого полого (посудного) стекла можно брать песок с содержанием до 0,5⁰/₀ Fe₂O₃.

Конечно, во всех вышеприведенных случаях лучше брать более чистый песок и с указанными предельными нормами окиси железа мириться лишь по экономическим соображениям.

Для темного бутылочного стекла годится песок с содержанием окиси железа в 3,4 и даже до 7⁰/₀.

Известны случаи нахождения и такого песка, который даже при очень низком содержании железа все-таки дает окрашенное стекло благодаря другим более редким примесям. Таков песок из м. Дейбена

¹⁾ Dralle-Kerpeler. Die Glasfabrika июл. 1926, I. 153.

(около Дрездена), в котором Бишоф находил всего 0,027—0,05% Fe₂O₃. Поэтому, если нет точного, подробного анализа, то полезно испытать песок, произведя на нем небольшую пробную плавку стекла.

Крупность зерна („сыпь“). По крупности зерна геологи различают:

При диаметре более	2	мм — гравий
„ „ от 2	до 1	„ — очень крупный песок
„ „ „ 1,0	„ 0,5	„ — крупный песок
„ „ „ 0,5	„ 0,25	„ — средний „
„ „ „ 0,25	„ 0,1	„ — мелкий „
„ „ „ 0,1	„ 0,05	„ — очень мелкий песок
„ „ „ 0,05	„ 0,01	„ — пыль („сильт“)
„ „ менее	0,01	„ — глина, ил.

Крупность зерна имеет очень большое влияние на скорость и равномерность плавки стекла. Не так важна средняя величина зерен, сколько то, чтобы зерна были по возможности одинаковой крупности, чтобы не было слишком мелких и слишком крупных зерен. При варке стекла растворение зерен песка идет с их поверхности. При том же весе и объеме поверхность тем больше, чем мельче зерна. Поэтому, чем мельче зерна, тем быстрее они растворяются, и, когда вся масса песка превратится в стекло, слишком крупные зерна не успевают раствориться, и стекло получается с „камнем“.

Первосортный песок должен состоять из зерен по возможности одинаковой крупности; некоторые первоклассные пески на 95% состоят из вышеуказанного „мелкого“ песка с зернами диам. 0,25—0,10 мм. Такие пески по скорости растворения лучше более крупных, но обыкновенно не так чисты, потому что загрязнение чаще всего обуславливается нахождением пленки окиси железа на поверхности зерен, а поверхность зерен, при том же весе, тем больше, чем мельче зерна.

Отсеиванием из песка самых мелких частиц можно заметно понизить содержание в нем железа. Педдль ¹⁾ в различных фракциях песка из Хёттон Эмбо нашел такое содержание окиси железа:

Диаметр зерен в мм.	% Fe ₂ O ₃
0,5 — 0,3	0,29
0,3 — 0,22	0,22
0,22 — 0,16	0,31
0,16 — 0,12	0,80
менее 0,12	1,25

Такие же результаты получили Кюммель и Гаге ²⁾ при анализе одного песка, сырого, неотсеянного, и после отсеивания из него мелочи на сите в 80 отв. на 1" лин. (соотв. диам. 0,157 мм):

¹⁾ Journ. Soc. Glass-Technol. 1917, 27.

²⁾ A Textbook of Glass Technology. By F. W. Hodgkin and A. Cousen. London, 1925, 67.

	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	Al ₂ O ₃
До отсеивания	0,0068	0,117	0,276
После отсеивания	0,0022	0,024	0,085

Влияние промывки резко сказывается на изменении состава Эйзенбергского песка ³⁾. Он содержит:

	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaOMgO K ₂ ON ₂ O	Пот. при прокал.
Сырой, не промытый	97,21	0,19	1,21	1,26	0,12
Промытый	98,71	0,03	0,59	0,61	0,18

В песке из Фонтенбло Педдль нашел:

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Пот. при прокал.
I. До промывки и отсеивания	99,6	0,21	0,03	0,12
II. После „ „ „	99,78	0,16	0,025	0,03

В отдельных отсевах I, не промытого:

а) диам. 0,50 — 0,22 мм	99,65	0,22	0,24	—
б) „ 0,22 — 0,12 „	99,34	0,41	0,05	—
в) менее 0,12	91,79	2,51	0,40	—

В виду вышеизложенного промывку и отсеивание применяют для очистки стекольного песка.

Неудобство слишком мелкого песка состоит еще в том, что он дает в стекле „мошку“, т.е. очень мелкие пузырьки, которые трудно удалить, а при применении в ваннных печах такой песок отчасти уносится тягою в регенераторы и дымоходы.

Форма зерен. Прежде считали, что стекольный песок должен состоять из зерен угловатых, а не окатанных, так как угловатые при том же объеме имеют большую поверхность и потому быстрее растворяются. Однако это качество не столь существенно, потому что имеет значение только в начале варки, пока зерна не оплавилась снаружи. Американские пески, несмотря на свою округлую форму, отличаются высокими качествами, и американские заводы требуют только того, чтобы песок соответствовал установленным нормам по химическому составу и крупности зерна.

Постоянство свойств. Весьма важным условием при выборе сорта песка для стеклоделия надо считать то, чтобы

1) отдельные партии песка соответствовали установленным образцам;

2) чтобы доставка его на завод производилась регулярно и в надлежащих количествах.

Цена. В виду того, что песок составляет от 60 до 75%₀, а иногда и более от веса стекла, его цена должна быть возможно более низкой.

³⁾ Dralle-Kerpeler, 1926, 152.

А так как дальняя перевозка отражается на цене песка очень тяжело, то заводы стараются пользоваться местным песком, если можно достать песок достаточно чистый.

Определенных технических требований для кварцевых стекольных песков до сих пор не выработано, хотя в литературе имеется несколько предложений.

Стекольная секция Комитета Стандартов Американского Керамического Общества, работающая вместе с Бюро Стандартов С.-А. С. Штатов, предложила такой проект технических условий на приемку стекольного кварцевого песка ¹⁾.

По химическому составу стекольный песок различных сортов должен содержать:

С о р т а	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO + MgO
	не менее	не более	не более	не более
Первый сорт. Оптич. стекло .	99,8 ± 0,1	0,02 ± 0,005	0,1 ± 0,05	0,1 ± 0,05
Второй „ Флинтглас, покое стекло, столовая посуда	98,5 ± 0,5	0,035 ± 0,005	0,5 ± 0,1	0,2 ± 0,05
Третий „ Флинтглас	95,0 ± 1,0	0,035 ± 0,005	4,0 ± 0,5	0,5 ± 0,1
Четвертый „ Листовое стекло, литое и полиро- ванное зеркаль- ное	98,5 ± 0,5	0,06 ± 0,005	0,5 ± 0,1	0,5 ± 0,1
Пятый „ То же	95,0 ± 1,0	0,06 ± 0,005	4,0 ± 0,5	0,5 ± 0,1
Шестой „ Зеленое, посуда и оконное	98,0 ± 1,0	0,3 ± 0,05	0,5 ± 0,5	0,5 ± 0,1
Седьмой „ Зеленое	95,0 ± 1,0	0,3 ± 0,05	4,0 ± 0,5	0,5 ± 0,1
Восьмой „ Темное, оранже- посуда	98,0 ± 1,0	1,0 ± 0,1	0,5 ± 0,5	0,5 ± 0,1
Девятый „ То же	95,0 ± 1,0	1,0 ± 0,1	4,0 ± 0,5	0,5 ± 0,1

Что касается механического анализа, то Комитет предложил принять для стекольных песков следующую сортировку по крупности зерна.

Должно проходить через	
сито № 20	100%
„ № 20—100% ₀ , но оставаться на сите 40 не более	60% и не менее 40%
„ № 40—100% ₀ „ „ „ 60 „ „ 40% ₀ „ „ „ 30% ₀	
„ № 60—100% ₀ „ „ „ 100 „ „ 30% ₀ „ „ „ 20% ₀	
„ № 100	не более 5% ₀

¹⁾ Charles R. Fettke, Transact. of the American Inst. of Min. and Metall. Engineers, New York, 1926, Vol. 73, 399 — 400 а. 408.

т.-е. частиц, имеющих диаметр менее 0,8 мм, должно быть	100%
" " " " 0,8 — 0,38 " " "	60 — 40%
" " " " 0,38 — 0,18 " " "	40 — 30%
" " " " 0,18 — 0,14 " " "	30 — 20%
" " " " менее 0,14 " " "	не более 5%

По Босуэллу ¹⁾ хороший песок должен состоять более, чем на 70%, а лучше даже на 90% из зерен одного размера, соответствующего песку средней крупности — от 0,5 до 0,25 мм в диаметре.

Педдль ²⁾ предлагает установить такие нормы для различных сортов песка:

- Сорт I. Песок промытый, высушенный, отсеянный между ситами №№ 30—80 (диам. зерен 0,5—0,18 мм), содержание Fe₂O₃ — 0,03%. Для высших сортов стекла.
- " II. То же, но Fe₂O₃ — около 0,04. Для лучшего хрустала.
- " III. Песок промытый, высушенный, но не сортированный, Fe₂O₃ — около 0,05%.
- " IV. Песок не промытый, высушенный, отсеянный от камней, т.-е. зерен крупнее 1 мм в диам. Fe₂O₃ — 0,1—0,2%. Для дешевого стекла.
- " V. Песок сырой, прямо с карьера. Fe₂O₃ — 0,1—0,2%. Этот сорт мог бы идти для самого простого стекла.

В обоих предложениях требования относительно содержания Fe₂O₃ очень высоки.

Лучшие сорта стекольного песка готовят промывкой и сортировкой из особо чистых природных песков или песчаников. Промывают в бассейнах или механических мойках многократного действия: винтовых (в Англии, Америке) и водоструйных (сист. Кертинг в Германии). После промывки сушат в огневых или паровых сушилках и сортируют на барабанных, вибрирующих или сотрясательных ситах, отбирая песок определенной крупности в узких пределах. Известный Хознбокский песок промывается шесть раз, английский „Лупп“ — дважды. Американские стекольные заводы, несмотря на высокие качества природного материала (песчаники Орискана, Сент-Питер в штатах 3. Виргинии, Иллинойс, Миссури), берут только промытые и отсортированные пески I и II сорта (III сорта — очень мало), содержащие окиси железа вдвое и втрое меньше, чем в природном материале, что видно из следующей таблицы.

Песок из С. Питерского песчаника содержит Fe₂O₃

	в Иллинойсе	в Миссури
Природный	0,043	0,075
Промытый и отсортированный менее	0,025	0,031

¹⁾ British Glass Sands, Journ. Soc. Glass. Technol. 1917, I.
²⁾ Peddl. British Glass Making Sands, Journ. Soc. Glass. Technol., 1917, 27.

Высушенный песок для сортировки пропускают через сита: в Зап. Виргинии - №№ 14, 16, 18, 20 и 22 (диам. отверстий 0,16, 0,98, 0,85, 0,80 и 0,73 мм); чаще всего через одно сито 18, иногда через два 14 и 18 и 20 22, отбирая таким образом зерна с диам. 1,16 — 0,85 или 0,80 — 0,73 мм. В Миссури пропускают через сито 20, отбрасывая зерна крупнее 0,8 мм. В штате Иллинойс отбирают песок, проходящий через сито 28 и оставляющий 98% на сите 70, т.-е. состоящий из зерен диам. 0,57 — 0,21 мм. Вероятно, такие размеры сит выбираются соответственно крупности природного песка.

Отходы, остающиеся при сортировке, стараются использовать для различных других применений ¹⁾: шлифовки стекла, пескоструйных аппаратов для матирования стекла, точильных камней, распиловки камней, химических производств, металлургии, гончарных изделий, штукатурки, мыла и т. п.

Подводя итог вышеизложенному, можно сказать, что требования, предъявляемые к хорошему стекольному песку, сводятся к следующим.

1. Песок должен быть по возможности чистый кварцевый, состоящий из одного кремнезема.

2. В песке для лучших сортов стекла содержание окиси железа должно быть менее 0,1%.

3. Хотя подмесь извести и щелочей нельзя считать вредной, а небольшое содержание магнезии и глинозема во многих случаях считается даже полезным, тем не менее предпочитается чистый кварцевый песок, так как содержание вышеуказанных окислов в природных песках не постоянно и любой из этих окислов можно ввести в требуемом количестве в виде других тоже чистых материалов.

4. Песок высших сортов должен быть хорошо промыт, высушен и отсортирован; каждый сорт должен состоять из зерен по возможности одинаковой крупности: при варке в горшках — не более 0,5 мм в диаметре, для ванн печей — до 1 мм, а по некоторым указаниям и до 1,5 мм.

5. Отдельные партии песка, доставляемого на завод, должны точно соответствовать установленному образцу.

6. Песок должен заготавливаться в таких количествах, чтобы не было перебоев в доставке необходимых заводам партий.

7. Высшие сорта песка должны перевозиться в закрытых вагонах, тщательно вычищенных и обложенных внутри бумагой, чтобы во время перевозки песок не загрязнялся.

8. Залежи песка должны быть возможно ближе к заводу, устройства для промывки, сушки и сортировки возможно совершенные, чтобы стоимость очистки и перевозки на завод возможно меньше отражалась на цене песка.

Чтобы дать представление о качествах различных сортов стекольного песка, приводим нижеследующие данные о составе и крупности иностранных песков.

¹⁾ См. W. N. Weigel. Preparation and use of industrial special sands. Trans. of the Amer. Inst. of Min. and Metall. Engineers. 1926. 73. 434.

Химический состав лучших иностранных
кварцевых песков.

Название песка	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	TiO ₂	K ₂ O, Na ₂ O	Пот. при прок.
<i>Французский из Фонтенбло.</i>								
По Босуэллиу ¹⁾	99,60	0,03	0,21	—	—	—	—	0,12
Средн. за неск. лет ²⁾	99,71	0,02	0,17	сл.	сл.	—	—	0,16
<i>Немецкие ³⁾.</i>								
Нивельштейн I (Герцоген- рат)	99,89	0,008	0,01	—	—	0,03	0,01	0,04
Хоэнбокка ⁷⁾ „Алмазный“	99,931	0,009	0,037	0,006	0,001	0,006	0,010	—
Вельхенберг на Рейне	99,80	0,010	0,05	0,10	сл.	0,03	0,04	0,06
Дерентруп О. Б.	99,75	0,011	0,02	—	—	0,06	0,06	0,11
То же ⁶⁾	99,85	0,007	0,05	—	—	—	—	0,08
Хоэнбокка ⁴⁾ , 6 раз промытый	99,92	0,014	0,04	—	—	0,03	0,02	0,05
Нивельштейн II	99,54	0,022	0,15	—	—	0,06	0,07	0,16
<i>Бельгийский ⁵⁾</i>								
Голландский ⁵⁾	99,63	0,03	0,35	0,08	сл.	—	—	0,19
<i>Британские.</i>								
Линн (Лупп) дв. промывки	98,22	0,06	0,56	0,16	0,02	—	—	0,33
Эйльсбери	98,70	0,20	0,42	0,40	0,10	—	—	—
Уэн (Waen)	98,63	0,03	0,41	0,16	—	—	сл.	0,28
<i>Американские.</i>								
Pennsylvania Glass Sand ⁹⁾ из Lewistown ⁸⁾	99,82	0,014	0,012	сл.	сл.	—	—	—
Из Berkeley Springs ⁸⁾ Зап. Виргинии	99,889	0,006	0,094	0,011	0,011	—	—	—

¹⁾ Journ. Soc. Glass Techn., 1917, 1. ²⁾ W. Singieton. The Chem. Age. Oct. 1926, 368. ³⁾ Dralle-Keppeler. Die Glasfabrikation, 1926, 151, 153. ⁴⁾ Sprechsaal. 1927, № 7, 3. ⁵⁾ Hodkin and Cousen. A. Textbook of Glass Technology, 1925, 84. ⁶⁾ Peddl. Journ. Soc. Glass Techn. 1917, 27. ⁷⁾ „Glass“, 1927, 16, 64, 106. ⁸⁾ The Glass Industrie, 1926, апрель.

Состав кварцевого песка, еще годного для оконного и белого—полого стекла¹⁾.

Название песка	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Mn ₂ O ₄	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	TiO ₂	Na ₂ O K ₂ O	Пот. при прок.
Бернсдорф, Саксония	99,25	0,17	0,064	0,334	0,042	0,018	—	0,096	0,112
Кюснахт, Швейцария	96,76	0,26	—	1,84	0,7	0,04	—	—	—
Фрехен близ Кельна на Рейне	97,55	0,31	—	1,69	—	—	—	—	0,5
Пола ²⁾	97,5	0,37	—	0,93	1,07	—	—	—	—
Скаркауский	97,05	0,44	—	2,31	—	—	—	—	0,2
Пески глиноземистые для особых применений.									
Мартинрода. Тюринген ³⁾	91,38	0,47	—	3,66	0,31	сл.	—	3,49	—
Карлсхёз ⁴⁾	93,13	0,76	—	3,52	—	—	—	2,18	0,51
Хиршауский	92,71	0,33	—	4,38	—	—	—	2,33	0,51
Эйзенберг	89,70	0,21	—	5,40	0,20	0,09	—	0,61	3,74
Фюрстенвальде ⁴⁾	87,07	1,52	—	6,50	0,34	0,20	—	2,30	2,07
Вейсенбрунн у Кронах ⁵⁾	88,76	0,16	—	7,41	—	0,32	—	2,60	0,70

Механический анализ лучших иностранных песков.

Диам. частиц в мм	Немецкие пески ⁶⁾					Французск. ²⁾ Фонтенбло		Лини (англ.) ⁷⁾
	Нивель-штейн I	Вельхс-берг	Дерен-труп	Хоэн-бокка	Нивель-штейн II	Не про-мытый	Про-мытый	
0,8 — 0,5	—	—	—	—	—	—	—	—
> 0,667	0,1	—	0,2	—	1,0	—	—	—
0,667 — 0,533	1,6	—	3,4	—	2,6	—	—	—
0,533 — 0,300	67,5	38,5	40,0	27,3	50,4	—	—	—
0,300 — 0,213	6,2	3,1	12,0	6,5	4,8	—	—	—
0,213 — 0,100	23,5	56,1	43,0	65,5	41,2	—	—	—
< 0,100	1,0	2,3	1,4	0,7	—	—	—	—
0,8 — 0,5	—	—	—	—	—	0,05	0,10	0,10
0,5 — 0,3	—	—	—	—	—	1,3	1,7	11,4
0,3 — 0,25	—	—	—	—	—	14,3	17,4	19,9
0,25 — 0,16	—	—	—	—	—	76,6	73,2	65,8
0,16 — 0,12	—	—	—	—	—	7,7	7,5	2,4
< 0,12	—	—	—	—	—	0,1	0,05	0,3
0,5 — 0,1	97,2	97,7	95,0	99,3	96,4	—	—	—
0,5 — 0,12	—	—	—	—	—	99,85	99,85	99,87

1) Dralle-Keppele, 1926, I, 152. 2) Применяется для венецианских мозаичных стекол. 3) Применяется для химического аппаратного, легкоплавкого стекла. 4) „Глазурные“. 5) Для фарфора. 6) Dralle-Keppele, 1926, 154. 7) Peddi Journ. Soc. Glass Techn., 1917, 27.

Песок Лужского уезда ¹⁾.

До недавнего времени заводы Северной области, изготовляющие стекло высших сортов, применяли Саблинский песок (ст. Саблино Николаевской, ныне Октябрьской, ж. дор.). Этот песок отличался такими хорошими качествами, что им можно было без всякого ущерба заменить заграничный песок из Фонтенбло для приготовления химической посуды, что и сделал в 1899 г. И. Е. Ритинг.

Потому ли, что выработался лучший слой, или потому, что поднялся уровень почвенных вод, загрязнивших песок, или по какой другой причине, но в последнее время Саблинский песок стал заметно хуже, и заводы, вырабатывающие лучшие сорта стекла (напр., Лен. Зав. Оптического Стекла, завод „Дружная Горка“) принуждены были перейти на песок из других, более отдаленных мест, а именно южный Часов-Ярский и подмосковный Люберецкий. Конечно, дальняя перевозка тяжело ложится на цену этих сортов песка, и для заводов Сев. области желательно, кроме Саблинского песка, иметь другие, тоже местного происхождения.

На один из таких источников я и хочу обратить внимание.

Живя по летам в г. Луге, я не мог не заметить, что при рытье колодцев, канав, даже при починке железнодорожного пути на самой станции, всегда под верхним слоем желтого песка оказывается чистый белый. Заинтересовавшись этим, я стал обходить Лугу и ближайшие окрестности, чтобы убедиться, насколько широко и глубоко распространяются залежи этого белого песка. Оказалось, что он залегает под всей Лугой. Местами, напр., в конце Екатерининской улицы, у железнодорожного полотна через р. Наплотнику, у б. станции Луга II он выходит прямо на поверхность, а на обоих берегах глубокого оврага, в котором течет р. Наплотинка, и за р. Облой на срезе выемки вдоль линии Новгородской дороги можно видеть, что толщина этого слоя белого песка местами составляет более 2—3 сажен. Выходы его попадают и по правую сторону железнодорожного полотна в черте города; а, как я убедился летом 1926 года, этот же песок залегает и в других местах Лужского уезда, напр., на р. Оредеже около Торковичского завода, а также по левому берегу р. Оредежа между дер. Путьятино и Каменкой. Нет сомнения, что правильное геологическое обследование обнаружит этот белый песок на огромном пространстве, так как мне пришлось слышать, что выходы его имеются в различных других местах Лужского и смежного Гдовского уездов. Конечно, не везде он одинаков по качествам. Лучшим показался мне песок за р. Облой, с левой стороны от железной дороги у б. станции Луга II. Здесь я взял первый образец в количестве около 3 кг. Другой образец был взят из ямы у железнодорожного моста через р. Наплотнику.

¹⁾ Эта часть работы выполнена в сотрудничестве со студенткой Ел. Вяч. Кубовой ец, которая с большою тщательностью выполнила все анализы.

При взятии этих проб я не выбирал особо чистого песка, чтобы пробы были ближе к составу всей массы.

Кроме того, мы получили пробы песка с завода Торковичи, стоящего около полустанка того же имени Витебской жел. дор. на реке Оредеже, и с Могутовского завода, пользующегося песком с р. Тереньки Гдовского уезда.

Подробнее были исследованы два первых образца, предварительно пропущенные через обыкновенное кухонное волосяное сито.

Внешний вид.

По внешнему виду эти пески не совсем одинаковы. Песок с речки Наплотинки — белый, ровный, мелкозернистый; при пересыпании сильно пылит и пачкает руки. Песок с Луги II — такой же белый, но покрупнее; пылит и пачкает руки меньше. Песок с завода Торковичи очень похож на два предыдущих. Песок с Могутовского завода имеет слегка розоватый оттенок, пылит и пачкает руки меньше, по крупности зерен близок к образцу „Луга II“. В сильную лупу видно, что все эти пески состоят из бесцветных, прозрачных окатанных кварцевых зерен, между которыми рассеяны мелкие глинистые частицы и редкие серебристые блестящие слюды; изредка попадаются крупинки кварца, окрашенные в желтовато-ржавый цвет окисью железа.

Механический анализ.

При отмучивании в приборе Сабанина и рассеивании на соответственных ситах получены следующие результаты. Найдено:

Диам част. мм	Р. Наплотинка	Ст. Луга II	Зав. Торковичи	Могутовск. зав.
> 0,35	1,35	12,22	38,42	30,81
0,35 — 0,25	0,95	15,83	7,42	14,51
0,25 — 0,10	9,22	46,57	29,59	37,73
0,10 — 0,05	79,13	21,17	20,07	13,08
< 0,05	9,35	4,21	4,50	3,87
> 0,35 — 0,05	90,65	95,79	95,50	96,13

При прокаливании песок с р. Наплотинки и со ст. Луга II слегка краснеет.

Химический анализ.

При выполнении химического анализа мы придерживались методов, указанных в руководстве Гиллебранда. Железо определялось колориметрически. Получены следующие данные при расчете на безводное вещество.

Название песка	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O Na ₂ O	Сумма	Лабор. и аналитик
С р. Наплотинки.								
Не промытый	97,03	0,129	2,67	0,17	0,26	не опр.	100,26	Лаб. техн. химии Лен. У-та.
Промытый	98,88	0,089	0,44	0,21	0,31	—	99,92	
Со станции Луга II.								
Не промытый	98,04	0,118	1,47	0,17	0,23	—	100,02	Ел. В. Ку- бовец.
Промытый	99,08	0,079	0,47	0,20	0,21	—	100,03	
С завода Торковичи.								
Не промытый	98,26	0,11	1,57	0,20	—	—	100,14	
Промытый	—	0,059	—	—	—	—	—	
С зав. Могутов- ского	99,10	0,046	1,04	—	—	—	100,19	

Эти данные показывают, что промывкою состав песка значительно улучшается, при чем содержание окиси железа уменьшается в $1\frac{1}{3}$ —2 раза, содержание Al₂O₃—еще больше, и песок с р. Наплотинки оказывается почти одинаковым с песком с Луги II.

Как показал отдельный опыт, в том же направлении улучшается песок даже простым отсевом крупных частиц.

В природном песке с р. Наплотинки найдено 0,241% Fe₂O₃
 „ отсеянном от крупных комочков 0,131% „
 „ промытом от глины 0,089% „

Состав глинистой части, унесенной водою, оказался следующий:
 SiO₂—60,45%; Al₂O₃—38,42%; Fe₂O₃—0,288%; CaO—0,16%;
 MgO—0,45%.

Как было указано выше, образцы песка с р. Наплотинки и со ст. Луга II были взяты без отбора особо чистой порции. Анализ небольшой лучшей пробы, взятой мною с Луги II, и не промытой, дал числа, показывающие, что содержание окиси железа при более аккуратном отборе может быть еще ниже, а именно:

SiO₂—97,09%; Fe₂O₃—0,06%; Al₂O₃—2,26%; CaO—0,21; MgO—следы; пот. при прок.—0,71%¹⁾.

Для сравнения привожу таблицы механического и химического анализов других известных русских стекольных песков, составленные мною, главным образом, по данным лабораторий: Гос. Иссл. Керамического Института, Ленингр. Завода Оптического Стекла и завода „Дружная Горка“. Приношу глубокую благодарность этим учреждениям за любезное предоставление в мое распоряжение этих данных.

¹⁾ Анализ Т. Ф. Корзухиной в лаборатории завода „Дружная Горка“.

Химический анализ русских стекольных песков.

Название песка	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	Ще- лочи	Пот. при прок	Лаборатория и аналитик		
Саблинский 1898	99,52	0,09		—	0,08	—	—	0,10	В. Тищенко СИБ.		
„ 1916—17	—	0,07	0,08	—	—	—	—	—	Лен. З. О. С		
„ 1924	98,32	0,03	0,30		0,02	0,10	0,20	0,55	0,14	То же.	
„ 1923 март	99,67	0,061	0,27			—	—	—	—	Д. П. Монастырский.	
„ 1923 декабрь	99,68	0,026	0,26			—	—	—	—	А. А. Мачигин.	
От Продавника 1925 I-а	99,37	0,05	0,33	—	—	—	—	0,26	Г. И. К. И. И. Зав. „Дружн. Горка“.	№ 239 Т. Красенская.	
„ „ б.	99,64	0,04	0,24	—	—	—	—	0,08		№ 239 П. Андронов.	
„ „ в.	99,71	0,02	0,13	—	—	—	—	0,14		№ 240 Е. Чирва.	
„ „ г.	99,62	0,02	0,27	—	—	—	—	0,09		№ 241 Н. Жирнова.	
„ „ 1925 весна—а	99,45	0,30	0,33	—	сл.	сл.	—	—		М. Вихрева.	
„ „ 1925 „ б.	99,37	0,24	0,19	—	0,07	0,10	—	—		То же.	
„ „ 1925 „ в.	99,57	0,24	0,11	—	0,10	0,16	—	—		Т. Корзухина.	
„ „ 1927—а	97,42	0,38	0,68	0,051	—	0,26	—	0,40		Лен. { № 709	
„ „ 1927—б.	98,67	0,31	0,57	0,05	—	0,11	—	0,52		З. О. С. { № 718	
Люберецкий	не ме	нее	не	более	—	—	—	—		—	—
„Шаст* сорт 0	98,5	0,25	0,35	0,3	0,35	0,10	—	0,20	По проекту технических условий Продавника в конце 1924 г.	—	
„ „ I	98,25	0,30	0,80	—	0,40	0,15	—	0,20		—	
„ „ II	ок. 98,0	не га	ран	тир	ова	ны	—	—		—	
„Комовой* сорт 0	99,0	0,15	0,20	—	0,30	сл.	—	0,20		—	
„ „ I	98,5	0,20	0,25	—	0,50	сл.	—	0,25		—	
„ „ II	ок. 98,0	не га	ран	тир	ова	ны	—	—		—	
Шаст 00	99,39	0,033	—	—	—	—	—	—		№ 54	} Л. З. О. С.
Комовой I	99,68	0,052	—	—	0,003	—	—	—		№ 61	

Люберецкий.										
Россыпной (шаст)	96,82	0,02	0,18	0,02	0,03	0,008	—	0,05	№ 137	} Л. З. О. С.
Комовой 0	97,80	0,04	0,30	0,04	0,034	0,44	0,60	0,14	№ 286	
То же	96,88	0,06	0,28	0,06	0,03	0,25	0,70	0,13	№ 287	
Люберецкий 1921	99,05	0,09	0,29	—	0,23	—	—	0,20	Г. И. К. И. № 78 Б. Штейерт.	
„ VIII—1925	99,37	0,11	0,22	—	0,20	0,07	—	0,06	М. Вихрева. } Зав. „Дружная	
„ X—1925	99,59	0,05	0,18	—	сл.	сл.	—	0,07	Т. Корзухина. } Горка“.	
Часов-Ярский.										
I сорт	97,7	0,03	0,33	0,02	0,25	—	0,75	0,03	№ 423	} Лен. З. О. С.
I „	97,37	0,024	0,48	0,059	—	0,10	—	—	№ 710	
I „ 1925	99,75	0,005	0,10	сл.	0,010	сл.	—	0,13	Г. И. К. И. № 218 Е. Чирва.	
Волховской Поноладожского у. Исполкома XI 1924.										
Ладога	98,42	0,24	—	0,17	—	—	—	—	} По анализам, сообщенным поставщиками. С. Смирнов. Лен. Гос. Унив.	
Горчаковщина	97,90	0,35	—	0,24	—	—	—	—		
Реброво	98,91	0,12	0,28	0,35	—	—	—	0,3		
Волховского у. Испол. 1926 г.	99,5	0,03	0,40	—	—	—	—	0,2		
Тихвинский.										
С. р. Наши и Черной 1) а.	96,01	0,80	2,78	—	сл.	0,14	не опр.	нет	} Лабор. Ленингр Горного Инст. С. Семенченко. Г. И. К. И. В. Пермяков № 534.	
„ „ „ „ б.	99,24	0,76	—	—	—	—	—	—		
„ „ „ „ 2) в.	98,35	0,11	0,51	0,26	0,17	—	—	0,18		

Высокими качествами славится южный, Копанский песок (Ст. Кутейниково Екатеринославск. ж. д.), по чистоте будто бы не уступающий Хознбокскому, но анализ его нам не известно.

1) „Стеклозаводчик“ 1915, стр. 3; 2) От К. К. Дейхман (1898).

Механический анализ русских стекольных песков.
по данным Гос. Исслед. Керамического Института (% содержание частиц разного диаметра).

№ сита = числу отверстий на 1" линию. Число отв. на 1 см ²	> 0,35	0,35 - 0,25	0,25 - 0,10	0,10 - 0,05	0,05 - 0,01	< 0,35 - 0,05	Аналитик.	Минерал. состав главн. примесей (Т. Е. Красенская)
	№ 43 250	№ 57 500	№ 150 3500	№ 255 10000	< 0,05 < 0,01	№ 40-255 250-10000		
Саблинский I	—	3,15	55,57	41,16	0,12	99,88	№ 238	Е. Ф. Чирва.
"	—	3,49	58,43	37,58	0,50	99,50	№ 239	
"	—	3,15	58,88	37,89	0,08	99,92	№ 240	
"	—	5,27	59,70	31,63	0,40	99,60	№ 241	
"	0,89	2,48	2,88	91,97	1,78	98,22	№ 343	
Люберецкий.								
Комовой 0	27,06	17,79	38,07	10,65	5,43	93,57	№ 339	В. М. Пермяков.
" 0	21,59	21,77	35,66	12,16	8,52	91,48	№ 340	
" непромытый	28,61	18,48	42,26	9,96	0,69	99,31	№ 342	
" промытый	9,67	10,79	64,11	15,43	нет	100,00	№ 356	
" 0	42,14	12,31	41,52	3,98	0,05	99,95	№ 357	
Часов-Ярский	1,01	4,08	59,65	35,20	0,06	99,94	№ 341	Е. В. Кубовец.
Тихвинский от К. К. Дейхман . .	8,56	5,91	13,70	69,10	2,71	97,27	№ 534	

Зерна бурого
железняка, турма-
лина, орг. вещества.

Наблюд. зерна,
окраш. в красн. и
желт. цвета, встреч.
зерна со включен-
иями турмалина,
попадают отдельные
листочки
слюды (биотита),
зерна турмалина,
кусочки углистого
вещества.

Слюда, турмалин,
рутил, бурый
железняк.

Пробные варки стекла.

Чтобы получить представление о том, какого качества стекло можно сварить на песке из г. Луги, были произведены 4 пробных варки: две на песке не промытом, но только пропущенном через обыкновенное кухонное волосяное сито— № 1 на песке с Наплотинки и № 3 на песке с Луги II, и соответственно № 2 и № 4 на песке, отмытом от глины.

В №№ 1 и 3 стекло оказалось слегка зеленоватым, в №№ 2 и 4 совершенно бесцветным. Окраска №№ 1 и 3 легко может быть скрыта прибавкою перекиси марганца, селена. Что касается песка с заводов Торковичи и Могутовского, то пригодность его вполне доказана практикой заводов.

В ы в о д ы.

Сопоставляя данные, полученные при исследовании образцов белого песка из Лужского уезда с анализами заграничных и известных русских сортов стекольного песка, можно сделать следующие выводы.

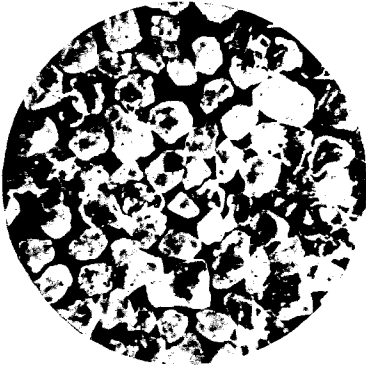
1. Белый песок Лужского уезда даже в сыром виде годится для варки обыкновенного оконного и дешевого, белого полого стекла.

2. Отсеянный от крупных частиц, он может идти для оконного „зеркального“ и более дорогого посудного стекла.

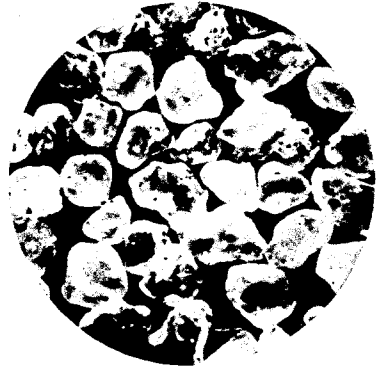
3. Отмытый от глины, с содержанием около 0,08% Fe_2O_3 , может употребляться для изготовления лучшего посудного, химического и для фабрикации зеркал.

Нет сомнения, что при более тщательной отборке песка на месте, хорошей промывке и сортировке из Лужского песка можно получить материал высшего сорта.

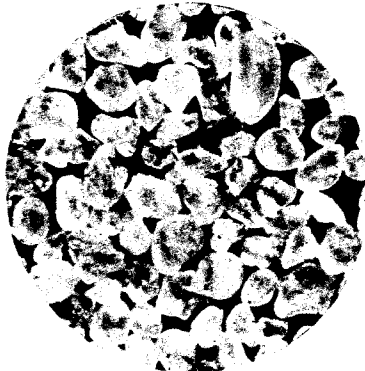
Для сравнения лужского песка с лучшими русскими и известным французским из Фонтенбло прилагается 10 микрофотограмм (лин. увел. 16—18 раз).



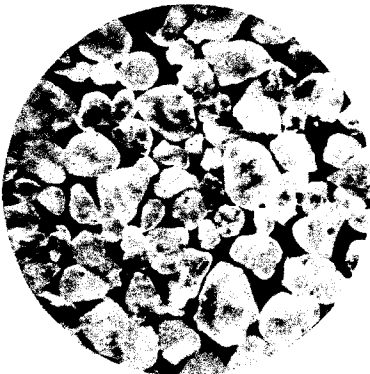
Фот. 1.
Саблинский.



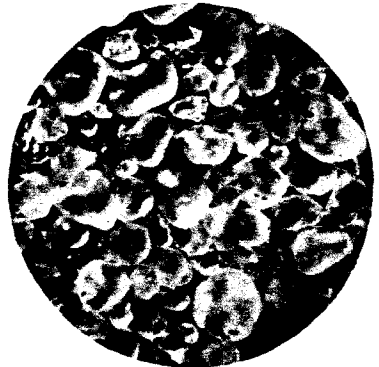
Фот. 2.
Люберецкий.



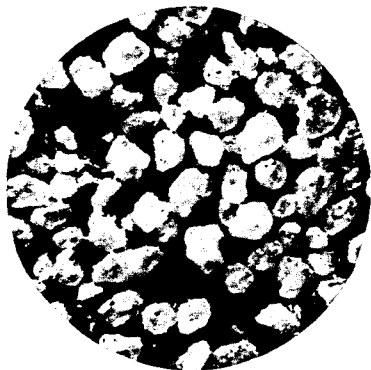
Фот. 3.
Часов-Ярский.



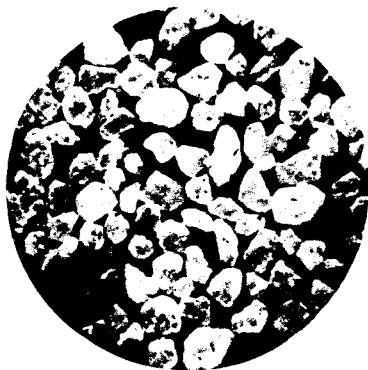
Фот. 4.
Тихвинский.



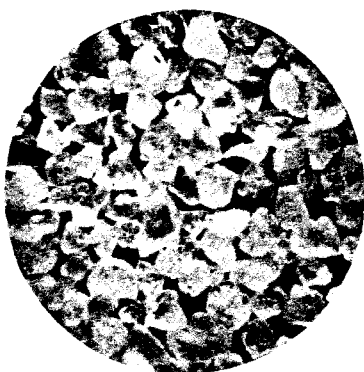
Фот. 5.
Волховский.



Фот. 6.
Наплотинка. Просеянный.



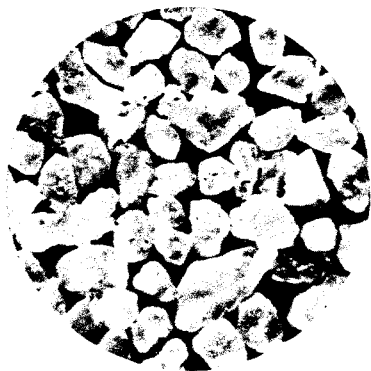
Фот. 7.
Наплотинка. Просеянный и промытый.



Фот. 8.
Фонтенбло.



Фот. 9.
Луга II. Просеянный, не промытый



Фот. 10.
Луга II. Просеянный и промытый.

Glass sands from Looga district.

V. E. Tistchenko.

1. The properties of sands suitable for glass melting have been discussed.
 2. Four samples of white sand from the town of Looga (Leningrad gouvernement) and Looga district have been analysed.
 3. It was shown that Looga white sand may be used in its natural state for melting comm on grade glass: washed and screened it is fairly good also for high grade glasses.
-