

Труды Института Строительных Материалов Минерального
Происхождения и Стекла (б. Институт Силикатов)
Выпуск 26

И. И. КИТАЙГОРОДСКИЙ и С. В. РОДИН

ПЕМЗЫ и ОБСИДИАН АРМЕНИИ КАК СЫРЬЕ ДЛЯ СТЕКЛОДЕЛИЯ

6495
Научно-Техническое Управление В. С. Н. Х. имеет в своем составе
нижеследующие исследовательские научно-технические институты
и учреждения, труды которых печатаются в общей серии:

1. Государственный Институт Прикладной Химии.
2. Институт Чистых Химических Реактивов.
3. Научный Химико-Фармацевтический Институт.
4. Научный Институт по Удобрениям.
5. Химический Институт имени Л. Я. Карпова.
6. Государственный Экспериментальный Институт Силикатов.
7. Государственный Экспериментальный Электротехнический Институт.
8. Центральный Аэро-Гидродинамический Институт.
9. Научный Автомоторный Институт.
10. Институт Прикладной Минералогии и Цветной Металлургии.
11. Институт по Изучению Севера.
12. Ленинградская Лаборатория Тепловых Двигателей.
13. Государственная Физико-Техническая Лаборатория.
14. Бюро Металлургических и Теплотехнических Конструкций.
15. Институт Механической Обработки Полезных Ископаемых.
16. Государственный Исследовательский Керамический Институт.
17. Центральный Комитет Водоохранения.
18. Государственный Научно-Исследовательский Нефтяной Институт.
19. Институт Металлов.
20. Государственный Научно-Экспериментальный Институт Гражданских, Промышленных и Инженерных Сооружений.
21. Институт Сельскохозяйственной Механики.
22. Научно-Исследовательский Текстильный Институт.

Научно-Техническое Управление издает труды перечисленных институтов в виде отдельных выпусков, из которых каждый содержит труды только одного института.

По заданиям Научно-Технического Управления ведется целый ряд работ по актуальным вопросам промышленности и техники и вне институтов НТУ. Эти работы выполняются различными учеными и специалистами за счет особого фонда на научно-технические работы. Работы, выполненные в указанном порядке, войдут в настоящие выпуски трудов в виде ли самостоятельных выпусков, или в серии работ соответствующего института, к которым они подходят по теме и своему характеру.

Каждый выпуск имеет два номера: верхний—общий порядковый, и нижний—порядковый по данному институту.

С. С. С. Р.

№ 335 НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ВСНХ № 335

Труды Института Строительных Материалов Минерального
Происхождения и Стекла (б. Институт Силикатов)
Выпуск 26

Трубопроводному

О. П. Караченцеву

ай И. Китайгородскому

И. И. КИТАЙГОРОДСКИЙ и С. В. РОДИН

553.5(п)

К -

ПЕМЗЫ и ОБСИДИАН АРМЕНИИ КАК СЫРЬЕ ДЛЯ СТЕКЛОДЕЛИЯ

БИБЛИОТЕКА

Научно-технического Ин-та

Арм. Респ. Ин-та Строит. Материалов

ИЗДАНИЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ В.С.Н.Х.
МОСКВА — 1929

Вопрос о применении горных пород в стеклоделии, не так давно поставленный стекольной промышленностью, за последнее время нашел свое отражение в работах научно-исследовательских институтов Союза.

К настоящему времени Государственным Экспериментальным Институтом Силикатов в Москве и Государственным Исследовательским Керамическим Институтом в Ленинграде весьма обстоятельно изучены как в лабораторных, так и в заводских условиях, следующие горные породы: трахиты Северного Кавказа ¹⁾, трассы и липариты Карадага ²⁾ (Г. Э. И. С.) и нефелиновые сиениты Мурмана ³⁾ (Г. И. К. И.). Много внимания этому вопросу уделяется также и за границей ⁴⁾.

Задачей настоящей статьи является разрешение вопроса, поставленного ВСНХ Армении: получение стекла из горных пород пемзы и обсидиана для вновь проектируемого стекольного бутылочного завода в районе Эривани.

Природные условия и естественные богатства ССР Армении имеют много данных для развития горной и химической промышленности.

Вулканическая деятельность сыграла большую роль в образовании рельефа Армении и обогатила страну различными горными породами. Недры земли выбросили на поверхность весьма разнообразные естественные богатства. Страна изобилует как рудными, так и нерудными ископаемыми, о которых подробно изложено в „Геологическом очерке ССР Армении“, О. Карапетян, вып. I, 1928 г.

Не останавливаясь на рудных ископаемых, мы ограничимся указанием на следующие нерудные ископаемые, которыми располагает Армения: известняки, мраморы, конгломераты, гипс, глины, кварц, трахиты, андезиты, базальты, инфузорная земля, туфы, пемзы, обсидианы.

¹⁾ И. И. Китайгородский и С. В. Родин. Горные породы в стеклоделии. Труды Г. Э. Ин-та Силикатов. В. 25. 1928.

²⁾ П. Н. Григорьев. Опыты по изучению стекла из карадагского трасса и липарита. Керамика и Стекло, 1927, № 2.

³⁾ В. В. Варгин. Применение нефелиновых сиенитов Мурмана в стеклоделии. Труды Г. И. Керамического Ин-та, В. 15. 1929 г.

⁴⁾ „Glashütte“ 1923, № 29; 1926, № 17; „Sprechsaal“ 1920, № 22; 1922, 28; 1923, № 34; 1924, № 18; 1926, № 3, 9, 14; „Ker. Rundschau“ 1920, № 24, 27; 1925, № 23; 1926, № 32, 47; 1927, № 30; 1928, № 21—22.

Анализ пемз и обсидианов Армении.

Название породы	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	SO ₃	Пот. при прокал.	Аналитик
Пемза анийская	68,26	0,37	14,71	1,61	следы	2,24	0,02	4,08	4,02	0,02	4,24	Лихницкая, Н. Н.
" "	65,87	0,44	15,16	2,75	"	3,07	0,48	3,47	4,13	0,05	4,62	
" сухофонтанская	71,53	следы	14,68	0,85	—	1,60	следы	3,78	3,98	0,49	3,96	
" капанакская	72,01	0,16	13,39	1,23	—	1,70	0,50	4,64	2,84	0,13	4,06	Ланде, Л. С.
" ^Н калыженская	63,39	0,70	16,12	4,18	—	3,66	1,32	2,65	2,92	0,09	5,16	
Обсидиан сухофонтанский . .	74,24	следы	15,28	0,90	—	1,24	следы	3,86	4,37	—	0,17	Лихницкая, Н. Н.
" " . .	74,03	0,44	15,01	1,08	FeO	1,44	0,84	5,76	1,84	—	0,23	
" кетандагский . . .	74,23	—	13,88	0,96	0,75	0,92	0,15	5,01	4,68	—	—	—

L. Springer'a „Neue Schmelzversuche mit tonerdehaltigen Gesteinen“, в журнале „Keramische Rundschau“, 1928, № 21—22.

Автор сообщает результаты плавок стекла из рейнской и из армянской пемзы.

	Рейнская		Армянская
	Сырая	Высуш. при 110°	
SiO ₂	40,0	60,0	69,84
Al ₂ O ₃	13,5	20,1	15,06
Fe ₂ O ₃	2,4	3,5	2,45
CaO	1,6	2,5	1,53
MgO	—	—	0,41
K ₂ O	} 6,7	10,0	{ 4,02
Na ₂ O			
Потеря при прок.	2,7	4,0	3,32
Влажность	33,3	—	

Отличительной чертой рейнской пемзы является влажность, которая колеблется в пределах от 50 до 60%; после сушки на воздухе пемза все же содержит 25—33% влаги. В таком виде пемза не может быть размолота и поэтому применялась T. Springer'ом в виде зерен величиною от 0,7 до 1,0 см.

Плавки производились в тигле, емкостью всего лишь на 2 кг стекла, в заводской печи. В состав шихты, кроме пемзы, вводились песок, известь и сода, по следующему рецепту:

	кг	%
Пемза	75,0	53,2
Песок	32,0	22,6
Известь	11,5	8,0
Сода	23,0	16,2

После продолжительного нагревания в продолжение нескольких часов состав шихты из пемзы Армении не дал полного образования стекла и в нем остались зерна несплавившейся пемзы. Несколько лучшие результаты были получены при содержании в шихте пемзы 60 кг. Рейнская же пемза легко плавилась при составе, аналогичном с армянской, и в короткое время дала совершенно сплавленное стекло темно-зеленого цвета.

Резюмируя опытные плавки стекла из пемз, L. Springer приходит к заключению, что пемза из Армении, вследствие своей высокой тугоплавкости, является малоподходящим материалом по сравнению с рейнской пемзой.

Произведенные нами опытные плавки стекла из этой пемзы дали результаты, расходящиеся с мнением L. Springer'a.

Опытные варки стекла из пемз и обсидианов в лабораторных условиях.

Опыты по применению горной породы трахита, выполненные в Институте Силикатов¹⁾, в значительной степени облегчили получение стекла из пемзы и из обсидиана. Мы стремились ввести в состав шихты возможно большее количество горной породы и свести к мини-

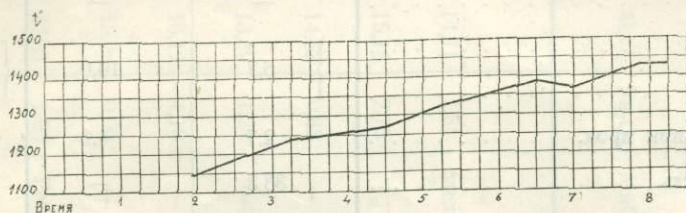


Рис. 1. Кривая температур варок стекла № 600—606.

муму добавку щелочи; кроме того, нами изучалась возможность вводить в шихту пемзу или обсидиан более крупным зерном.

Лабораторные опыты плавки стекла велись в печи с керосиновой топкой, в пламенном пространстве которой помещалось 6—7 тиглей, емкостью на 0,5—0,6 кг стекла. Готовое стекло выливалось из тигля на металлическую пластинку и для отжига переносилось в асбестированный ящик.

а. Анийская пемза.

Анийская пемза была доставлена в виде кусков размером 10—12 см и в виде мелочи, так называемого „пемзового песка“ (см. таблицу анализов). Кусковая пемза была размолота в шаровой мельнице, а „пемзовый песок“ измельчению не подвергался.

В состав шихты вводились: пемза молотая или „пемзовый песок“, люберецкий песок, мел и сода в следующих соотношениях (в граммах):

¹⁾ И. И. Китайгородский и С. В. Родин. Горные породы в стеклоделии Труды ГЭИС, 13, 25, 1928 г.

	№№ составов шихт						
	600	601	602	603	604	605	606
Пемза	48,6	—	—	—	—	—	—
„Пемзовый песок“	—	70,0	60,0	70,0	70,0	60,0	48,6
Песок люберецкий	27,2	10,0	15,0	10,0	15,0	15,0	27,2
Мел	22,9	35,7	35,7	—	26,8	26,8	22,9
Сода	—	—	8,6	—	8,6	17,2	19,5
Доломит	19,5	—	—	38,2	—	—	—

Результаты варок стекла.

Стекла проваривались и выливались из тиглей в форму пластинки; цвет — темно-оранжевый, темно-зеленый и светло-зеленый; замечен незначительный пузырь и мошка.

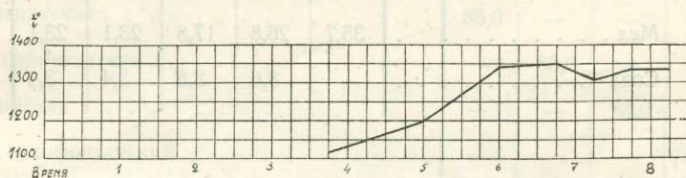


Рис. 2. Кривая температур варок стекла из пемзы с различным по величине зерном.

Стекла за №№ 600, 602, 604, 605 и 606 очень хорошо выливались из тиглей, при чем признаков непровара состава не наблюдалось; они — темно и светло-зеленого цвета, имеют редкий пузырь и мошку. Различие в окраске этих стекол объясняется различным содержанием пемзы в составе шихты.

„Пемзовый песок“, вводимый в состав в виде зерен величиной от 0,7—0,5 см и менее, дал совершенно сплавленное стекло.

Это обстоятельство поставило перед нами задачу изучить поведение различных по величине зерен пемзы в процессе образования стекла. Для изучения был взят состав шихты № 600, пемза вводилась в каждую шихту однородная по величине зерен, а именно, — 7,5; 5,0; 3,33; 2,5; 1,25; 0,83 мм и менее, при соответствующих добавках плавней. Продолжительность варки этих составов и температура показаны на диаграмме рис. 2.

Составы дали совершенно сплавленное стекло, которое хорошо выливалось из тиглей; непровара шихты не обнаружено, наблюдался лишь мелкий пузырь. Цвет стекол — светло-зеленый с синеватым или желтоватым оттенком.

Положительные результаты этой плавки определенно допускают введение в состав шихты пемзы с зерном величиной в 0,7—0,8 см и позволяют сказать, что размол ее на бегунах будет вполне достаточным и не потребует других измельчающих аппаратов.

В виду того, что кусковая анийская пемза является материалом, идущим для строительных и других целей и представляющим довольно значительную ценность, мы перешли на „пемзовый песок“, т. е. отходы при разработке залежей кусковой пемзы, использование которых было бы особенно выгодным как в экономическом, так и в производственном отношении. С этой целью были произведены дополнительные лабораторные опыты с наибольшим введением „пемзового песка“ в состав шихты (в граммах):

	№№ составов шихт				
	607	608	609	610	611
„Пемзовый песок“ . . .	75,0	70,0	75,0	80,0	85,0
Песок люберецкий . . .	10,0	10,0	10,0	5,0	—
Мел	35,7	26,8	17,8	23,1	23,1
Сода	—	8,6	8,6	3,4	3,4

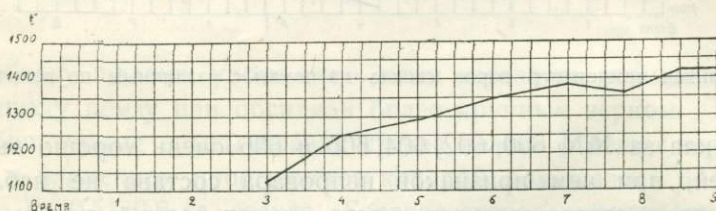


Рис. 3. Кривая температур варок стекла № 607—611.

Результаты варок стекла из „пемзового песка“.

Стекла за №№ 608 и 609 хорошо проваривались и выливались из тиглей; они—темно-зеленого цвета и имеют лишь незначительный пузырь.

Стекла за № 607, 610 и 611 плохо проварились, вязкие, пузырчатые, с большим трудом вытекали из тиглей; темно-зеленого цвета.

Увеличение в составах шихты „пемзового песка“ до 80—85 г и уменьшение щелочей не привели к желаемому результату: стекла получились весьма вязкими.

Рассматривая составы шихт за №№ 607, 610 и 611, приходим к выводу, что причинами большой вязкости полученных стекломасс

является слишком повышенное содержание тугоплавких окислов в „пемзовом“ и люберецком песке, значительное снижение щелочей или даже полное их отсутствие в стекле № 607, а также сравнительно невысокая температура.

Эти составы могли быть вполне проварены при 1400—1450° С; но учитывая лишний расход топлива и трудность разделки стекла значительной вязкости на изделие, в следующих составах количество щелочей было увеличено.

б. Капанакская, сухофонтанская, анийская пемзы и обсидиан.

В дальнейших испытаниях, когда в Институт Силикатов были доставлены образцы капанакской, сухофонтанской, анийской пемзы и обсидиана, составы шихт подверглись изменению, и были произведены следующие варки стекла:

	№№ составов шихт				
	612	613	614	615	616
Пемза капанакская	85,0	—	—	—	—
„ сухофонтанская	—	85,0	—	—	42,5
„ анийская	—	—	85,0	—	—
Обсидиан сухофонтанский	—	—	—	85,0	42,5
Мел	26,8	26,8	26,8	26,8	26,8
Сода	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6

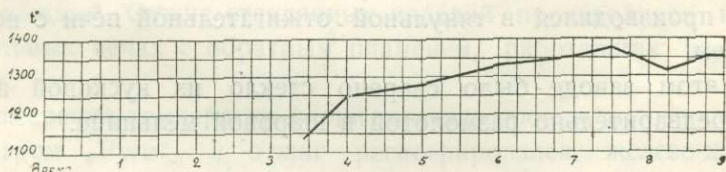


Рис. 4. Кривая температур варок стекла №№ 612—616.

Результаты варок стекла.

По прошествии 9 часов при температуре около 1400° все стекла хорошо проварились и хотя имели незначительный пузырь, но непровара состава в виде несплавившейся пемзы не наблюдалось. Цвет стекла—зеленый или темно-зеленый.

Пемзовые стекла выливались очень хорошо и не были вязкими; несколько хуже оказалось стекло из обсидиана: как более вязкое, оно очень медленно тянулось из тигля. Лучше выливалось стекло № 616, в которое вводились в равных количествах пемза и обсидиан.

Результаты лабораторных опытов позволили найти верхний предел для содержания пемзы и обсидиана с зерном величиной до 0,5—0,7 см и нижний предел для содержания щелочей в составе шихты, для получения стекла удовлетворительного качества из горных пород Армении.

Подводя итоги проделанной работе по варкам стекла из пемзы и обсидиана в лабораторных условиях, отмечаем, что опыты дали положительный ответ и что был найден правильный путь к разрешению поставленного вопроса.

Опыт ранее законченной работы по трахитам позволил сократить время, необходимое для предварительного изучения новых горных пород.

Однако, приведенные выше результаты лабораторного опыта нельзя считать окончательными: требовалась проверка их в заводских условиях.

Опыты в заводских условиях удалось провести в Москве на хрустальном заводе им. тов. М. И. Калинина, на заводе „Изолятор“ ГЭТ и на Минераловодском стекольном заводе им. тов. Г. Г. Анджиевского на Северном Кавказе.

Опытные варки стекла в заводских условиях.

а) На Хрустальном заводе им. тов. М. И. Калинина.

На заводе опытные варки стекла были произведены в производственной стекловаренной горшковой печи с нефтяным отоплением. Состав шихты засыпался в тигель, емкостью на 100 кг стекла. Отжиг бутылок производился в тянущей отжигательной печи с нефтяным отоплением.

На этом заводе было сварено стекло из кусковой анийской пемзы, предварительно размолотой в шаровой мельнице.

Состав шихты № 617.

	кг	%
Пемза анийская	60,0	40
Песок люберецкий	33,3	23
Известняк	29,0	20
Сода	26,0	17

Результаты варки и выработки стекла из состава № 617.

1 сыпка состава в 17 ч.

2 " " 19 "

3 " " 20 " 15 м.

4 " " 22 "

Как особенность процесса засыпки шихты, вызванную характером материала (его легкостью), следует отметить необходимость повторных сыпок состава частями; обычный заводской состав для горшковой печи засыпается только в два приема: по окончании работ у печи и после провара первой сыпки.

Плавка стекла протекала нормально; через 12 часов от начала засыпки шихты (и через 7 часов после последней сыпки) стекло было совершенно готово и притом значительно ранее, чем в остальных производственных горшках. По окончании варки стекло было очень жидким и перед выработкой его пришлось студить.

По окончании студки и провара стекла в производственных горшках начали вырабатывать бутылки. Стекло хорошо выдувается и разделяется, но быстро „стынет“, по выражению стеклодувов, „стекло каленое“ и требует быстрой обработки, изумрудно-зеленого цвета, с сильным блеском. Мошки, пузыря и других недостатков на бутылках не замечалось. К концу работы, при значительном снижении температуры в печи (так как в этот день отдыха завод не работал), на бутылках стала появляться свиль, которая по мере окончания выработки стекла увеличивалась. Из-за недостаточно высокой температуры в отжигательной печи бутылки плохо отождлись, и у большинства из них потрескались горла.

б) На заводе „Изолятор“ ГЭТ.

В виду невозможности получить тигель для опытных варок стекла в производственной печи в рабочие дни на заводе им т. Калинина, опыты были продолжены на заводе „Изолятор“ Государственного Электротехнического Треста, в опытной стекловаренной горшковой печи с нефтяным отоплением на два тигля, емкостью на 100 кг стекла каждый. Отжиг стеклянных изделий производился в двух отжигательных печах с обратным пламенем, работавших на дровяном топливе.

Измерение температур варки стекла производилось оптическим пирометром „Руго“, а отжиг—регистрировался железо-железо-константановой термопарой с пирометром на 800° С.

Варка стекла производилась на „пемзовом песке“.

Состав шихты № 618.

	кг	%
„Пемзовый песок“	75,0	66,0
Песок люберецкий	5,0	4,3
Мел	17,0	15,7
Сода	13,6	12,0
Сульфат	2,3	2,0

Через 10 часов состав проварился, и признаков непровара шихты в стекломассе на наблюдалось. Стекло очень хорошо выдувалось и легко обрабатывалось; темно-зеленого цвета, имело редкий пузырь и

незначительную свиль. Все стекло было выработано и при этом каких-либо дефектов в стекле, в виде зарухания, камней и проч., не замечалось. Вырабатывались бутылки и изоляторы, которые хорошо отожглись и не растрескались. Ниже приводим кривые температур варки и отжига стекла из „пемзового песка“.

Состав шихты из „пемзового песка“ вполне оправдал себя, дав хорошее по качеству стекло; во время выработки при снижении температуры в печи до 1200—1250° и по окончании ее в стекле не обнаруживалось ни зарухания, ни свилеватости.

Значительное содержание щелочей в данном составе с успехом может быть уменьшено путем исключения из состава шихты люберецкого песка и 5—6% соды и введения дополнительного количества „пемзового песка“.

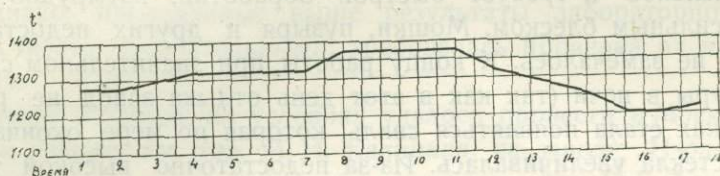


Рис. 5. Кривая температур варки стекла № 618.
из „пемзового песка“.

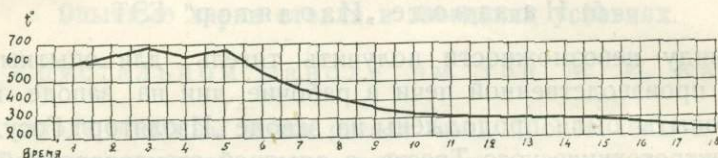


Рис. 6. Кривая температур отжига бутылок.

в) На Минераловодском стекольном заводе им. т. Анджиевского.

В виду того, что в Институт Силикатов поступило от ВСНХ Армении предложение проработать вопрос о применении для стекловарения новых образцов пемз и обсидиана из других месторождений и о введении в состав шихты возможно большего количества горной породы, опыты по варкам стекла были перенесены на Минераловодский завод на Северном Кавказе. Сюда были доставлены капанакская, калыженская, анийская и сухофонтанская пемзы и сухофонтанский обсидиан, в количестве по 250 кг каждой горной породы.

В январе 1929 г. на заводе были произведены плавки стекла сотрудниками Отдела Стекла ГЭИС инж. С. В. Родиным и стажером М. Г. Черняком.

Варки стекла производились в ванной стекловаренной печи с нефтяным форсуночным отоплением, емкостью на 1 тонну стекла

с 2 выработочными окнами; печь была построена на заводе специально для проведения опытных варок стекла из трахита—кавказской горной породы.

Изделия—бутылки нарезанного образца—отжигались в производственных тягунах, также с нефтяным отоплением.

Опыты были начаты 19 января и закончены 19 февраля 1929 г.

Плавки стекла из пемз и обсидиана велись в следующем порядке: 1) капанакская пемза, 2) сухофонтанская пемза, 3) сухофонтанский обсидиан, 4) анийская пемза и 5) калыженская пемза.

Шихта составлялась из 85% пемзы или 80% обсидиана, окиси кальция (CaO), в количестве 10% для пемзы и 13% для обсидиана (вводилась в виде гашеной извести—пушонки), окиси натрия (Na₂O)—5% для пемзы и 7% для обсидиана (вводилась в виде сульфата или соды).

Химический состав пемз и обсидиана см. стр. 6, а извести, сульфата и соды приводится ниже (аналитик—Н. Н. Лихницкая).

И з в е с т ь	С у л ь ф а т	С о д а
CaO — 61,19	Na ₂ SO ₄ — 95,60	Na ₂ CO ₃ — 84,02
MgO — следы	NaCl — 0,73	NaOH — не найд.
Al ₂ O ₃ — 0,23	Al ₂ (SO ₄) ₃ — следы	NaCl — 0,33
Fe ₂ O ₃ — 0,07	FeSO ₄ — 0,07	Na ₂ SO ₄ — 0,09
Пот. при прок. — 38,04	CaSO ₄ — 0,75	CaCO ₃ — 0,30
Нераств. остаток — 0,34	MgSO ₄ — 0,48	MgCO ₃ — следы
	Влага — 2,08	Al ₂ O ₃ — следы
	Нераств. остаток — 0,43	Fe ₂ O ₃ — 0,01
		Влага — 15,23
		Нераств. остаток — 0,01

Составы шихты.

	№ 619		№ 620		№ 621		№ 622		№ 623	
	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%
Пемза капанакская	85,0	74,8	—	—	—	—	—	—	—	—
Пемза сухофонтанская	—	—	85,0	75,8	—	—	—	—	—	—
Обсидиан сухофонтанский . . .	—	—	—	—	80,0	71,4	—	—	—	—
Пемза анийская	—	—	—	—	—	—	85,0	73,5	—	—
Пемза калыженская	—	—	—	—	—	—	—	—	85,0	77,8
Известь (пушонка)	16,2	14,1	16,7	15,0	20,3	18,2	20,0	17,3	16,0	14,6
Сульфат	12,6	11,1	10,7	9,2	—	—	—	—	—	—
Сода	—	—	—	—	12,0	10,4	10,7	9,2	8,3	7,6

В первую очередь для опытов взята капанакская пемза, так как она выделялась среди всех сортов пемзы белым цветом, в виду чего предвиделось получение стекла с более светлой окраской. Капанак-

ская пемза вводилась в состав шихты зернами, величиною от 0,5 до 6,0 см, в том виде, в каком была доставлена из Армении.

Первые плавки из капанакской пемзы показали, что неравномерность и крупнозернистость весьма замедляют процесс образования

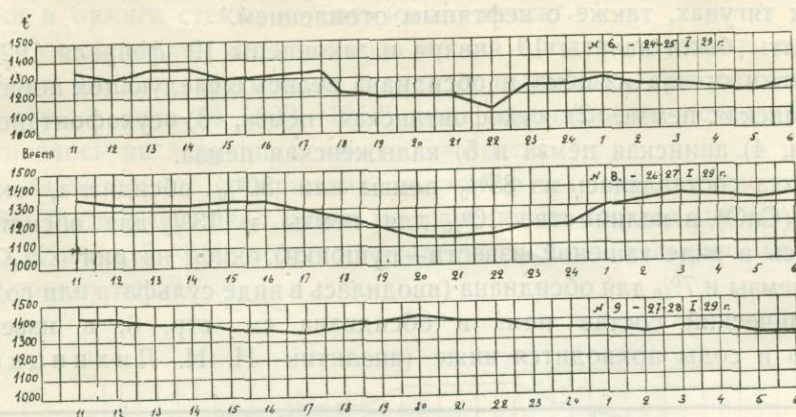


Рис. 7. Кривые температур варки и выработки стекла № 619.
из капанакской пемзы.

стекломассы и, кроме того, большие зерна пемзы дают неоднородную шихту при перемешивании их с остальными материалами.

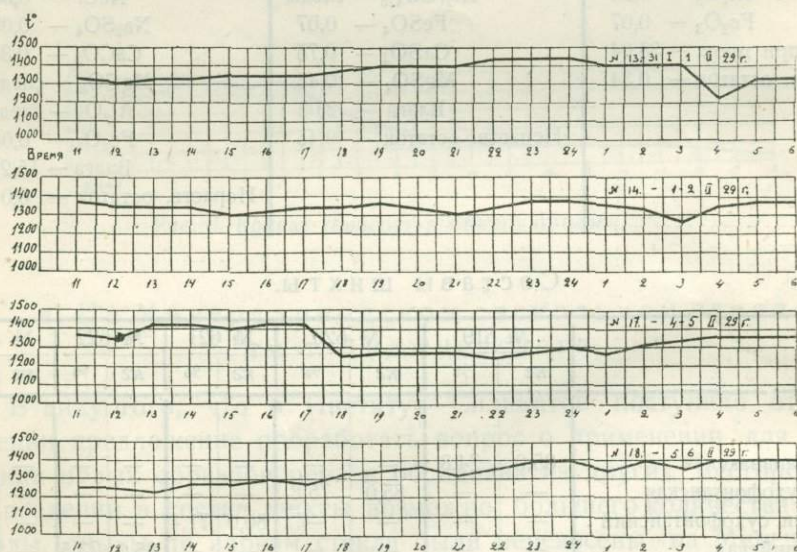


Рис. 8. Температуры варки и выработки стекла № 620.
из сухофонтанской пемзы.

Крупные куски пемзы, попадая в ванную печь, обволакиваются стеклом, медленно плавятся и увеличивают интервалы между отдельными сыпками состава. Некоторое ускорение провара стекломассы наблюдалось при введении в шихту той же пемзы, но просеянной через сито с отверстиями в 1 см². Переход же на пемзу, размолотую

под бегунами, значительно ускорял процесс варки стекла, и давал стекломассу, вполне однородную.

Остальные горные породы подвергались размельчению на бегунах. Обсидиан, как более твердая порода, труднее поддавался размолу, чем пемзы. Сухофонтанская пемза измельчалась значительно легче, чем обсидиан, и очень хорошо просеивалась через сито бегунов, тогда как остальные—более пористые сорта пемз, хотя и легче

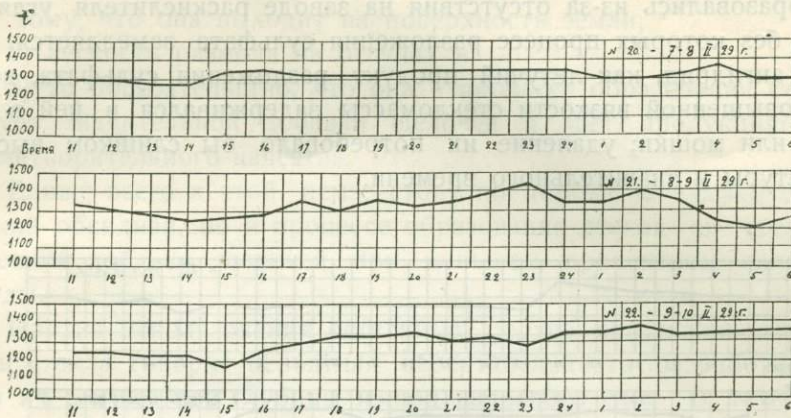


Рис. 9. Кривые температур варки и выработки стекла № 621.
из сухофонтанского обсидиана.

подвергались размолу, чем сухофонтанская пемза и обсидиан, но очень плохо просеивались, забивая отверстия сита бегунов, и при засыпке состава в печь сильно распыливались.

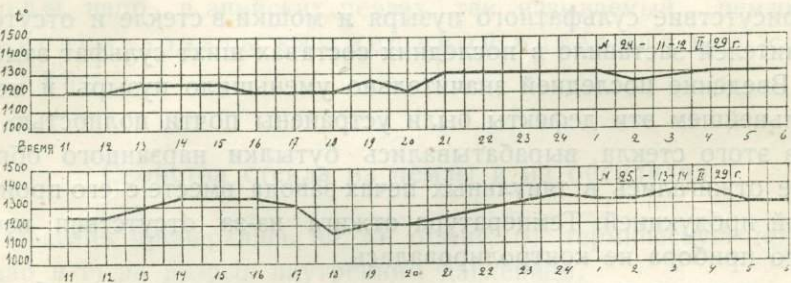


Рис. 10. Кривые температур варки и выработки стекла № 622.
из анинской пемзы.

Шихта составлялась по мере надобности в количестве 300—400 кг; перемешивание ее производилось вручную (двукратное переполачивание). Разовое количество засыпаемой шихты по всем видам горных пород, после провара предыдущей сыпки, составляло от 50 до 65 кг, а интервал между сыпками длился от 2 до 4 часов.

Температура печи контролировалась самопишущим пирометром системы „Прэн“ и оптическим пирометром Wappner'a. Температура варки стекла колебалась в пределах 1250°—1400°, а температура выработки—1150°—1275° С.

Пемзы и обсидиан Армении.

На рис. 7—11 приводятся кривые температур по каждой горной породе.

Стекломасса для всех видов пемзы и обсидиана оказалась в работе „связной“, т. е. надлежащей вязкости при указанных температурах, но требующей быстрой обработки набора стекла.

Свиля и камней от непровара состава в стекле не замечалось; выявились только щелочной пузырь и мошка, которые, надо полагать, образовались из-за отсутствия на заводе раскислителя угля или опилок, без которых процесс разложения сульфата замедляется. Сернистый ангидрид, как летучий продукт разложения сульфата, вследствие повышенной вязкости стекломассы задерживался в ней в виде пузыря или мошки; удаление их потребовало бы слишком высокой температуры и значительного времени.

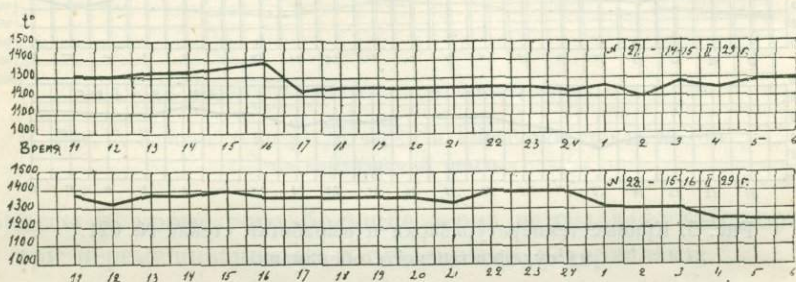


Рис. 11. Кривые температур варки и выработки стекла № 623.
из калыженской пемзы.

Присутствие сульфатного пузыря и мошки в стекле и отсутствие раскислителей заставило в последних составах шихт сульфат заменить содой. Введение последней значительно уменьшило пузырь и мошку, и в дальнейшем эти дефекты были устранены почти полностью.

Из этого стекла вырабатывались бутылки нарезанного образца, которые отжигались в тянущих печах завода вместе с его производственной продукцией. Температура отжига из-за отсутствия измерительного прибора не контролировалась.

Законченные опыты по варкам стекла из пемзы и обсидиана в заводских условиях разрешили задачу, поставленную ВСНХ Армении, и выявили полную пригодность этих пород для стеклоделия.

Составы, в которые вводилась горная порода в пределах 71—77%, известь—14% и щелочи—7—11%, очень хорошо варились и вырабатывались в нормальных условиях, давая вполне удовлетворительное стекло, не расстекловывающееся при понижении температуры в печи и отвечающее всем требованиям, предъявляемым к зеленому стеклу.

Springer применял более мягкий по плавкости состав, а именно, смесь 53,2% армянской пемзы, 22,6% песка, 8,0% извести и 16,2% щелочей. Его отрицательный отзыв о пригодности этой пемзы опровергается результатами наших варок стекла из более „жестких“ соста-

вов, со значительно большим содержанием пемзы и меньшим содержанием щелочей, чем в составе L. Springer'a.

При разрешении вопроса о том, какую горную породу рациональнее использовать в первую очередь, следует обратить внимание на сухофонтанскую пемзу по следующим соображениям, характеризующим этот вид сырья:

- 1) сравнительно легкая разработка и добыча этой пемзы благодаря тому, что она выходит на поверхность земли;
- 2) легкость размола на бегунах и
- 3) то обстоятельство, что она в процессе образования стекла не требует значительной добавки щелочей и дает продукцию вполне удовлетворительного качества.

Ближе всего к этой пемзе стоит по тем же качествам сухофонтанский обсидиан, но в процессе образования стекла он требует повышенной добавки щелочей при меньшем процентном содержании породы.

Против использования остальных сортов армянской пемзы для варки стекла говорит вероятная нерентабельность разработки и добычи их с известной глубины из-под наносного слоя. В технологическом отношении эти пемзы при размоле дают тонкое зерно, что затрудняет просеивание, и распыливаются при засыпке состава в печь, в процессе же варки дают отличное стекло при тех же количественных соотношениях породы и щелочей, как и сухофонтанская.

Эти пемзы, по нашему мнению, было бы более рентабельно применять для строительных целей, а получающиеся при добыче отходы, напр., в анийских пемзах, так называемый, „пемзовый песок“, использовать, как дешевый материал для стекловарения.

Свойства стекла из пемзы и из обсидиана.

Изделия проверялись на: а) отжиг; б) термическую прочность; в) удар и г) на разрыв внутренним давлением.

В таблице испытаний бутылок результат отжига отмечается в большинстве случаев, как удовлетворительный или как плохой. Значительный процент плохого отжига бутылок не оказывает заметного влияния на физические свойства стекла и только характеризует работу отжигательной печи. Бутылки, подвергнутые вторичному отжигу в Институте, показали положительный результат, и отжиг бутылки оказался хорошим.

Все образцы, подвергнутые испытанию на термическую прочность, выдержали условия испытания более жесткие, чем предусматриваемые нормами технического испытания темной бутылки.

Отличные результаты дало также испытание на сопротивляемость механическим воздействиям: на удар и разрыв.

	№№ с т е к л а				
	619	620	621	622	623
1. Состав стекла					
SiO ₂	63,12	62,95	62,69	59,41	56,69
Al ₂ O ₃	11,75	12,93	12,94	11,80	14,82
Fe ₂ O ₃	1,09	0,76	0,66	1,60	3,74
TiO ₂	0,14	—	—	0,30	0,62
CaO	11,47	11,89	14,13	14,45	13,56
MgO	0,45	0,20	0,31	0,16	1,18
K ₂ O	4,05	3,32	3,25	3,55	2,44
Na ₂ O	7,89	8,10	6,20	8,85	6,92
2. Цвет	зелен.	зелен.	зелен.	т.-зелен.	т.-зелен.
3. Отжиг стекла хорош. . .	—	6%	10%	16%	2%
" " удовл. . .	34%	26%	44%	64%	20%
" " плох. . .	66%	68%	46%	20%	78%
4. Термическ. прочность при разности t ^т (+13 → +93°)	В ы	д е	р ж	а л	и
5. Термическ. прочность при разности t ^т (+21 ← +93°)	В ы	д е	р ж	а л	и
6. Испытание на удар в кг/м	0,0605	0,0544	0,0707	0,0621	0,0526
7. Испытание на разрыв внутренн. давл. в атм. . .	18,5	17,7	19,0	19,1	15,6

Положительные результаты испытаний показывают, что бутылки, изготовленные из пемзы и из обсидиана, по своим качествам превосходят обычное бутылочное стекло.

Выводы.

1. Горные породы Армении — пемзы и обсидиан — вполне могут быть использованы для стекловарения при ручном производстве в количестве от 71 до 77% от веса шихты.

2. В первую очередь должны быть использованы сухофонтанские пемза и обсидиан, как более доступные для разработки, а также отходы анийской и других сортов пемзы, разрабатываемых для строительных целей, как не требующие размола.

3. Содержание до 8% щелочей в горных породах дает значительную экономию в расходовании соды или сульфата.

4. Нормальные условия варки стекла из горных пород, как показали опыты, не потребуют сверх-обычного расхода топлива на образование стекломассы.

5. Продукция, получаемая из пемзового или обсидианового стекла, удовлетворяет техническим требованиям, предъявляемым к зеленому стеклу для выработки из него винных или нарзанных бутылок и консервных банок.

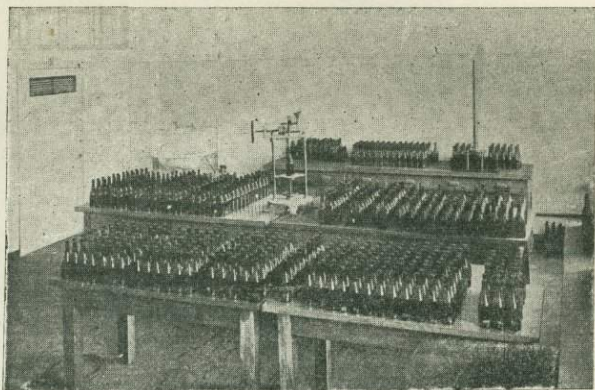


Рис. 12. Нарзанные бутылки, полученные из пемзы и из обсидиана.

6. Использование же этих горных пород для стеклоделия в машинном производстве должно составить задачу дальнейших исследований.

В заключение считаем долгом отметить, что проведению заводских варок стекла на Минераловодском стеклозаводе им. т. Г. Г. Анджиевского, на Хрустальном заводе им. т. М. И. Калинина и на московском заводе „Изолятор“ ГЭТ всемерно содействовали заводоуправления, техперсонал и рабочие названных заводов.

Пользуемся случаем выразить им свою глубокую признательность за эту поддержку.

9-5

U. S. S. R.

№ 335

SCIENTIFIC-TECHNICAL DEPARTMENT
OF THE SUPREME COUNCIL OF NATIONAL ECONOMY

№ 335

Transactions of the State Institute for Testing Building Materials
and Glass, № 26

PUMICESTONE AND OBSIDIAN OF ARMENIA
AS RAW MATERIAL IN THE GLASS INDUSTRY

by

I. I. KITAIGORODSKY and S. V. RODIN.

M O S C O W—1929

Т Р У Д Ы
ИНСТИТУТА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ МИНЕРАЛЬНОГО
ПРОИСХОЖДЕНИЯ И СТЕКЛА
(б. Г. Э. Институт Силикатов)
МОСКВА, Пыжевский пер., 7

1. Проф. Б. С. Швецов.—Получение селена из ила Гловеровой башни. М. (разошлось).
2. Проф. П. П. Будников.—К теории приготовления препарата для золочения зурованных глиняных изделий. М. 1923 (разошлось).
3. Проф. Б. С. Швецов.—К вопросу об использовании бисульфата в стекловом производстве. М. 1928 (разошлось).
4. Проф. Н. Н. Смирнов.—Кучинские глины под Москвой. М. 1923 (разошлось).
5. Его же.—Кудиновские глины. М. 1923 (разошлось).
6. К. И. Шарашкин.—Опыт расчета шихты рудно-скрапного мартеновского процесса. М. 1923.
7. Проф. П. А. Велихов.—Новая номенклатура и новые нормы вяжущих веществ. М. 1923.
8. Инж.-хим. С. Г. Туманов.—Журавлинское месторождение богатых алюминия глинистых сланцев, алунита и боксита по реке Чусовой, Пермской губ. М. 1923.
9. Проф. И. Ф. Пономарев.—Обзор работ по кремневым соединениям за 1913 г. М. 1924.
10. Его же.—Обзор работ по кремневым соединениям за 1914—1917 гг.
11. И. Д. Пазиллов и Н. Н. Смирнов.—Некоторые данные об известняках Северо-Востока России. М. 1924 (разошлось).
12. Проф. А. В. Филиппов.—Керамика и окрашенный цемент, как облицовочные и конструктивные материалы.
13. Проф. Б. С. Швецов и инж. С. Н. Крашенинников.—О влиянии электролитов на скорость схватывания цемента.
14. Проф. П. П. Будников и инж. М. Е. Левин.—Ангидритовый и гипсовый цементы. М. 1924.
15. Проф. Н. Н. Смирнов.—О некоторых глинах из продуктивного яруса Подмосковного карбона. М. 1924.
16. Проф. Б. С. Швецов.—О сталактитах ванной печи. Проф. Н. Н. Смирнов.—О кристаллах из сталактитов стекловарной печи. М. 1924.
17. К. И. Шарашкин.—К тепловому режиму стекловаренных печей. М. 1925.
18. Проф. Н. Н. Смирнов.—К микроструктуре динасовых кирпичей. К микроструктуре шамотных кирпичей. М. 1926.
19. Проф. Н. Н. Смирнов.—Подмосковные кирпичные глины. М. 1926.
20. Проф. Н. Н. Смирнов.—К микроструктуре силикатного кирпича. М. 1926.
21. Сборник экспериментальных работ по исследованию глинистых сланцев. М. 1926.
22. Д. В. Соколов.—О трассах Карадага в Крыму. Б. С. Швецов.—Отчет о конспективной работе на Карадаге осенью 1925 г. М. 1926.
23. Проф. Н. Н. Смирнов.—К микроструктуре расстеклованных стекол. М. 1927.
24. Н. Н. Смирнов, А. С. Грязнов и Н. К. Лахтин.—Работы опытного завода силикатных материалов в Подольске. М. 1927.
25. И. И. Китайгородский и С. В. Родия.—Горные породы в стекольном производстве. М. 1929.
26. И. И. Китайгородский и С. В. Родия.—Пемзы и обсидиан Армении, сырье для стекольного производства. М. 1929.