

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

УДК 666.125

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ГРАНУЛЯЦИИ ШИХТЫ
ЛИСТОВОГО СТЕКЛА НА ОСНОВЕ СИНТЕТИЧЕСКОГО
СЫРЬЯ «ЕРЕВАНИТ-25»

I. УСТАНОВЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА
ГРАНУЛЯЦИИ

Р. М. КИРАКОСЯН и М. С. МОВСЕСЯН

Институт общей и неорганической химии АН Армянской ССР, Ереван

Поступило 11 V 1981

Исследован процесс грануляции шихты листового стекла на основе «Ереванита-25» методом формования (экструзии). Установлены оптимальные параметры процесса: начальная влажность 28%, температура 70°. При этом максимальная прочность гранул диаметром 10 мм при давлении 55 МПа составляет 2150 н/см², объемная масса 1,5 г/см³.

Установлена математическая связь между параметрами грануляции: прочностью, давлением, температурой, влажностью.

Рис. 4, табл. 3, библиографические ссылки 3.

Применение шихт на основе синтетического сырья в стекловарении позволяет резко увеличить производительность стекловаренных печей, снизить температуру варки стекол и энергетические затраты. В настоящее время проводятся работы по разработке технологии получения гранулированной шихты стекла на основе синтетического сырья без применения связующих и пластифицирующих добавок [1].

Цель данной работы—установление оптимальных условий грануляции гомогенных шихт листового стекла на основе «Ереванита-25» для разработки непрерывно действующей технологической схемы грануляции шихт листового стекла в опытно-заводских масштабах.

Химический и гранулометрический состав компонентов шихты приведены в табл. 1, 2. Химический состав стекломассы (%), полученный из гранулированной шихты, следующий: 72,4SiO₂, 2,0Al₂O₃, 6,6CaO, 4,2MgO, 14,8Na₂O, 0,2Fe₂O₃. Для определения зависимости прочности гранул от начальной влажности шихты, температуры и давления процесса грануляции проведены опыты на лабораторном гидравлическом прессе с внутренним диаметром пресс-формы 10 мм и высотой 50 мм. Полученные

брикеты после сушки при 150° с остаточной влажностью 13—15% испытаны на прочность раздавливанием. Установление оптимальной влажности шихты при разных давлениях формования осуществлялось методом экструзии [2], при этом выделения жидкой фазы не наблюдалось, следовательно, не нарушились однородность шихты и состав стекломассы. Изучена зависимость влажности полученных брикетов при 70° от начальной влажности шихты при давлениях 10—55 МПа (рис. 1).

Таблица 1

Химический состав компонентов и шихты, %

Наименование	SiO ₂	Na ₂ O	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	п. п. п.	влага
Содо-кремнеземистый материал (ерванит) ОЗ ИОНХ	43,40	8,53	—	—	—	0,01	—	6,09	42,2
Измельченный доломит Орджоникидзевского месторождения	—	0,05	31,50	19,50	—	0,40	—	48,50	0,5
Технический глинозем Волховского алюминиевого завода	0,05	0,18	0,05	—	98,80	0,006	0,025	0,90	—
Шихта	57,41	11,73	5,23	3,30	1,58	0,15	—	20,70	39,5

Таблица 2

Гранулометрический состав компонентов, %

Наименование	Размеры отверстия сит, мм						
	0,315	0,20	0,15	0,063	0,05	—0,50	
Измельченный доломит Орджоникидзевского месторождения	6,86	3,80	8,60	12,00	2,50	66,27	
	Величины частиц, мкм						
	+100	—100+63	—63+40	—40+30	—30+20	—20+10	>10
Технический глинозем Волховского алюминиевого завода	36,0	30,0	13,0	5,20	14,0	0,2	1,6
Содо-кремнеземистый материал (ерванит) ОЗ ИОНХ	—	—	—	21,0	29,0	1,0	49,0

Как следует из рис. 1, влажность полученных брикетов при давлении 55 МПа составляет 28, а при влажности выше исходной шихты при прессовании происходит удаление жидкой фазы. Поэтому рекомендуется за оптимальную влажность исходной шихты при давлении 55 МПа принимать 28%.

Зависимость прочности полученных брикетов от начальной влажности шихты при 70° изучали при различных давлениях (10—55 МПа) (рис. 2).

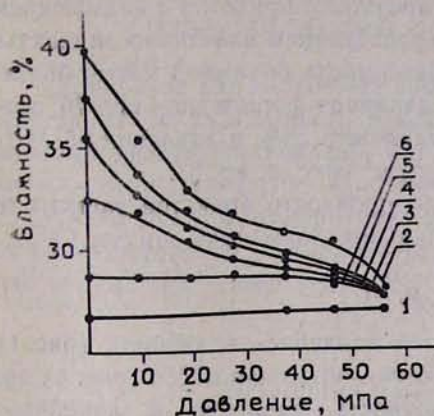


Рис. 1. Зависимость влажности шихты полученных брикетов от давления прессования при 70° . 1 — 27, 2 — 28,8, 3 — 32,5, 4 — 35,5, 5 — 37,6, 6 — 40%.

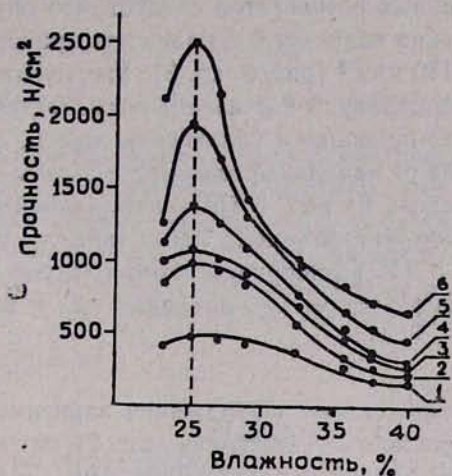


Рис. 2. Зависимость прочности брикетов от начальной влажности шихты при различных давлениях прессования при 70° . Изобары: 1 — 10, 2 — 20, 3 — 30, 4 — 40, 5 — 50, 6 — 55 МПа.

Как следует из полученных данных, максимальную прочность имеют брикеты с влажностью 25,5% при давлении 55 МПа.

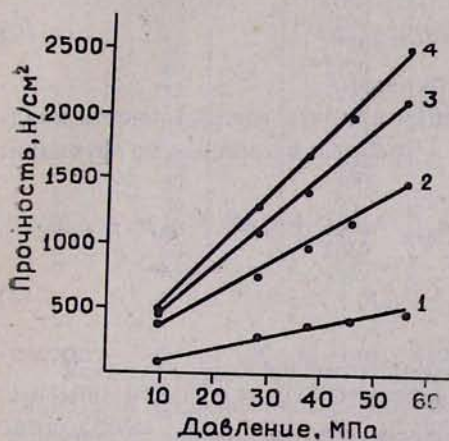


Рис. 3. Зависимость прочности брикетов от давления и температуры прессования при оптимальной влажности шихты 28%. Изотермы: 1 — 20, 2 — 50, 3 — 70, 4 — 90° .

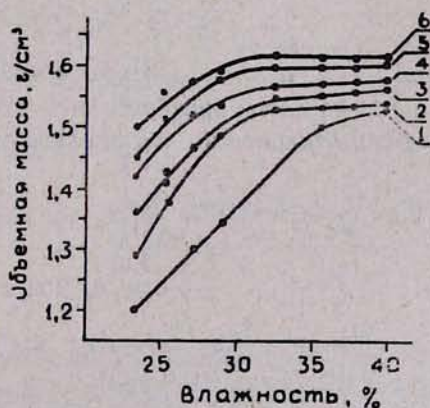


Рис. 4. Зависимость объемной массы брикетов от влажности шихты и давления прессования при 70° . Изобары: 1 — 10, 2 — 20, 3 — 30, 4 — 40, 5 — 50, 6 — 55 МПа.

Зависимость прочности брикетов от давления прессования шихты с оптимальной влажностью 28% при 20, 50, 70, 90° приведена на рис. 3.

Непрерывный процесс грануляции нецелесообразно вести при 90°, т. к. она близка к точке кипения воды и при этом происходит интенсивное испарение влаги, и, следовательно, затвердевание шихты. Из полученных результатов следует, что оптимальной температурой брикетирования является 70°, прочность брикетов при давлении 55 МПа составляет 2150 н/см² (рис. 3, кр. 3). Увеличение прочности брикетов с повышением температуры и давления объясняется возрастанием пластичности шихты, что приводит к уплотнению массы. Зависимость объемной массы брикетов от начальной влажности шихты и давления формования при 70° приведена на рис. 4. При оптимальной влажности 28% и давлении 55 МПа получена объемная масса гранул 1,59 г/см³ (рис. 4, кр. 6).

Из вышеприведенного следует, что прочность брикетов зависит от температуры (t), давления (P) и начальной влажности шихты (W).

$$n = f(w, p, t) \quad (1)$$

Графические изображения зависимостей давление—влажность (рис. 1), прочность—влажность (рис. 2), влажность—объемная масса (рис. 4) при 70° близки к параболическому, а прочность—давление—к линейному (рис. 3).

Используя опытные данные, установили функцию, аппроксимирующую зависимость прочности брикетов от давления, температуры процесса и начальной оптимальной влажности шихты. Аппроксимирующую функцию можно представить в виде ряда Тейлора по переменным W , P и t [3]. Для простоты отсюда выбраны линейные и квадратные члены:

$$n = a_1 + a_2 w + a_3 p + a_4 t + a_5 w^2 + a_6 p^2 + a_7 t^2 + \\ + a_8 w p + a_9 w t + a_{10} p t \quad (2)$$

где $a_1, a_2, a_3, \dots, a_{10}$ — искомые постоянные.

В качестве критерия аппроксимации принята минимальность квадратных отклонений, что заключается в требовании минимума функции:

$$\Phi = \sum_{i=1}^n (n_i - n_i^0)^2 = \sum_{i=1}^n [(a_1 + a_2 w_i + a_3 p_i + a_4 t_i + a_5 w_i^2 + a_6 p_i^2 + a_7 t_i^2 + \\ + a_8 w_i p_i + a_9 w_i t_i + a_{10} p_i t_i) - n_i^0]^2 \quad (3)$$

где n_i^0 — опытные значения прочности при w_i, p_i, t_i ; n_i — соответствующее значение прочности по формуле (3); n — число опытных данных. Следовательно, неизвестные $a_1, a_2, a_3, \dots, a_{10}$ необходимо найти таким образом, чтобы функция Φ принимала минимальные значения. Так как необходимыми условиями минимума функции нескольких переменных является равенство нулю в отдельности всех ее частных производных, то из (3) получаем:

$$\frac{\partial \Phi}{\partial a_1} = 0, \quad \frac{\partial \Phi}{\partial a_2} = 0, \quad \frac{\partial \Phi}{\partial a_3} = 0, \dots, \quad \frac{\partial \Phi}{\partial a_{10}} = 0 \dots \quad (4)$$

Это и есть система десяти линейных алгебраических уравнений относительно десяти искомым постоянных a_1, a_2, \dots, a_{10} .

На основе данных многочисленных опытов для аппроксимирующей функции n вышеописанным способом получено:

$$n = -5316 + 274,7w + 22,92P + 58,52t - 3,078w^2 + \\ + 0,1336P^2 - 0,1628t^2 - 1,146wP - 1,544wt + 0,424Pt \quad (5)$$

Уравнение (5) полностью характеризует процесс грануляции шихты листового стекла в области изменения независимых переменных. Решением уравнения установлено, что средняя погрешность между расчетными и опытными значениями прочности брикетов при начальной влажности шихты 28,8% и температурах 20, 50, 70° при разных давлениях экструзии соответственно составляет 18,07; 9,36; 10,31% (в среднем 12,26%), что вполне приемлемо (табл. 3).

Таблица 3

Экспериментальные и расчетные параметры
прочности гранул

$D,$ МПа	$t,$ °C	$P^2,$ Н/см ²	$P_p,$ Н/см ²	$\Delta,$ %	$\Delta_{ср},$ %
20	20	205	280,8	36,97	18,07
30		250	331,5	32,62	
40		450	409,0	-9,10	
50		470	513,2	9,20	
55		590	575,4	-2,48	
10	50	380	465,1	22,39	9,36
20		580	616,3	6,26	
30		700	794,3	13,47	
40		1100	999,0	-9,19	
50		1210	1230,0	1,68	
55	1400	1356	-3,17		
10	70	430	444,9	2,77	10,31
20		700	678	-3,15	
30		900	940,7	4,53	
40		1110	1230	10,83	
50		1310	1546	18,05	
55	1400	1715	22,47		

Установленная математическая связь между прочностью брикетов, начальной влажностью шихты, температурой и давлением прессования полностью заменяет графическое решение указанной зависимости и дает возможность вычислить прочность в любой точке факторного пространства при моделировании параметров получения гранулированной шихты.

ՍԻՆԹԵՏԻԿ ՀՈՒՄՔԻ ԵՐԵՎԱՆԻՏ—25-Ի ՀԻՄԱՆ ՎՐԱ ՍՏԱՑՎԱԾ
ԹԵՐՔԱՎՈՐ ԱՊԱԿՈՒ ՀԱՏԻԿԱՎՈՐՎԱԾ ԲՈՎԱԽԱՌՆՈՒՐԴԻ
ՊԱՏՐԱՍՏՄԱՆ ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱՅԻ ՄՇԱԿՈՒՄԸ

I. ՀԱՏԻԿԱՎՈՐՄԱՆ ՊՐՈՑԵՍԻ ՕՊՏԻՄԱԼ ՊԱՐԱՄԵՏՐԵՐԻ ՈՐՈՇՈՒՄԸ

Ռ. Մ. ԿԻՐԱԿՈՍՅԱՆ և Մ. Ս. ՄՈՎՍԵՍՅԱՆ

Ուսումնասիրված է «Երևանիտ—25»-ի հիման վրա ստացված թերթավոր ապակու բովախառնուրդի հատիկավորման պրոցեսը:

Որոշված են բովախառնուրդի հատիկավորման պրոցեսի օպտիմալ պարամետրերը՝ ջերմաստիճանը— 70°C , սկզբնական խոնավությունը—28%, որի դեպքում 55 ՄՊա ճնշման տակ հատիկները ունեն մաքսիմալ ամրություն և 1,59 գ/սմ³ ծավալային զանգված:

Տրված է պրոցեսի ֆիզիկական պարամետրերի՝ ճնշման, ջերմաստիճանի, բովախառնուրդի սկզբնական խոնավության և հատիկների ամրության մաթեմատիկական կապը:

A PROCESS FOR GRANULATION SHEET GLASS CHARGES
OBTAINED ON THE BASIS OF A SYNTHETIC RAW MATERIAL
YEREYANITE-25

I. DETERMINATION OF OPTIMAL PARAMETERS FOR THE
GRANULATION PROCESS

R. M. KIRAKOSIAN and M. S. MOVSESIAN

The granulation process for the sheet glass charges obtained on the basis of Yerevanite-25 has been studied.

The optimal parameters of the granulation process [temperature 70°C , initial moisture 28% (when granules have a maximal hardness under a pressure of 55 MPa) and mass volume 1.59 g/cm^3] have been determined.

A mathematical correlation of physical parameters viz. pressure temperature, initial moisture of the charge and hardness of the granules of the process has been given.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. М. Г. Манвелян, Химия и технология глинозема, Тр. Всесоюзн. совещания по химии и технологии глинозема, Изд. НТИ СХ Арм. ССР, Ереван, 1964, стр. 421.
2. М. С. Мовсесян, М. Е. Манукян, Э. М. Сорокина, Стекло и керамика, № 4, 9 (1979).
3. Г. Корн, Т. Корн, Справочник по тематике для научных работников и инженеров, Изд. «Наука», М., 1968, стр. 320.