

**ВЛИЯНИЕ АГРЕГАЦИИ НА УЛЕТУЧИВАНИЕ БОРНОГО  
АНГИДРИДА ПРИ ВАРКЕ БОРОСИЛИКАТНЫХ СТЕКОЛ**

В. М. ВИТЮГИН, А. В. ПЕТРОВ, Г. Д. СПЕЦЦИ, И. Н. ЛАНЦМАН

(Представлена научной итоговой конференцией химико-технологического факультета)

Боросиликатные стекла, обладая комплексом весьма ценных физических свойств, находят широкое применение в производстве оболочек и некоторых деталей электровакуумных приборов. Содержание борного ангидрида в них доходит до 25 и более процентов, щелочных окислов до 5—10%. При варке таких стекол с поверхности расплава испаряются щелочные бораты, в результате чего в поверхностном слое стекломассы легко достигается пересыщение кремнеземом и выделением его в виде кристобалита и тридимита. При этом образуется также большое количество свилей и шлиров, что приводит к массовому браку при формовании изделий.

Улетучивание соединений бора зависит от многих факторов и происходит на всех стадиях процесса подготовки стекломассы вплоть до выработки изделий.

Однако многими исследованиями [1, 2, 3, 4] установлено, что наибольшее количество летучих выделяется на первой стадии, т. е. сразу после загрузки шихты в печь и во время силикатообразования.

По вопросам, касающимся зависимости течения процесса варки боросиликатного стекла от температуры, состава шихты и газовой атмосферы, направления и скорости газовых потоков, конструктивного оформления элементов печи и др., имеются уже разработанные рекомендации для совершенствования технологии производства таких стекол [5, 6, 7, 8]. Причем существует единое мнение о том, что наиболее рациональным следует считать варку стекла в электрических печах, так как электроварка может проходить практически без потерь за счет сокращения до минимума площади поверхности стекломассы и защиты ее слоем шихты [9].

Вопросы совершенствования технологии подготовки шихты, обеспечивающей сохранение ее однородности, а следовательно, и повышение качества стекломассы, остаются еще недостаточно решенными.

Все меры, которые в настоящее время принимаются на стекольных заводах для сохранения однородности шихты (увлажнение, сокращение транспортных путей, устранение вибрации и т. п.), лишь до некоторой степени уменьшают расслоение, но не устраняют его [10].

Брикетиrowание [11] имеет целью, во-первых, сохранить однородность шихты, что является основным при изучении данного вопроса, и, во-вторых, устранить пыление в цехе и в стекловаренной печи, кото-

рое неизбежно образуется при использовании сыпучей шихты. Брикетирование шихты до сего времени не нашло своего применения в заводской практике, по-видимому, из-за необходимости установки специального оборудования, усложняющего технологический процесс приготовления шихты, поэтому нами избран для исследования более прогрессивный метод — гранулирование шихты, который не требует сложного оборудования, к тому же прост и экономичен.

Для оценки эффективности грануляции шихты в лабораторных условиях нами исследована серия опытов по следующей методике. Из заводской шихты для стекла состава ЗС-5К на лабораторном дисковом грануляторе ( $D = 300$  мм) готовились гранулы размером 3—8 мм в диаметре и средней влажностью 8,7%. В качестве связующего служила вода. Прочность высушенных после формования гранул колебалась в пределах 10—12 кг/мм<sup>2</sup>.

Анализ составляющих компонентов шихты в гранулах показал отклонение в пределах допустимого.

Исследование улетучивания составляющих при нагревании проводилось параллельно с сыпучей и гранулированной шихтами в идентичных условиях. Нагревание шихт производилось в платиновых тиглях в вертикальной трубчатой печи с электрическим сопротивлением, со скоростью подъема температуры 7—8° в минуту. Замер температуры осуществлялся платиново — платино-родиевой термопарой с автоматическим потенциометром.

Исследования проводились:

а) при постепенном нагревании навесок шихт вместе с печью до 1000°С;

б) при быстром нагревании навесок, помещавшихся в предварительно нагретую до 1000°С печь;

в) при внесении в разогретую до 1000°С печь навесок, предварительно выдержанных в течение 30 минут при температуре 180°С.

Полученные результаты дали возможность установить следующее:

1. Потеря в весе (за счет удаления остаточной влаги, улетучивания боратов и продуктов разложения компонентов шихты) как при медленном, так и при быстром нагревании заканчивается в основном при температуре 800°С, т. е. по завершению стадии силикатообразования.

2. Для гранулированной шихты потеря в весе в обоих случаях меньше, а именно, при постепенном нагреве — на 33%, а при быстром — на 30%.

3. При медленном нагревании и выдержке при температуре 180°С сыпучей и гранулированной шихт потеря в весе меньше, чем при других способах нагревания. Результаты средних значений, полученных при исследовании, сведены в табл. 1.

Динамика изменения веса представлена на рис. 1 и 2.

Данные таблицы подтверждают целесообразность применения гранулированной шихты. Таким образом, предварительное исследование по гранулированию шихты дает возможность сделать следующие выводы.

1. Грануляция шихты и предварительный нагрев ее с выдержкой при 180°С значительно уменьшает потери борного ангидрида на первой стадии варки стекла в ваннах печей непрерывного действия.

2. При грануляции «закрепляется» однородность шихты, т. е. сохраняется постоянство весовых отношений вводимых сырьевых материалов.

3. Ликвидируется пыление, что ведет к стабилизации химического состава на исследованной стадии подготовки стекломассы, удлинению срока службы стекловаренных печей и повышению культуры производства.

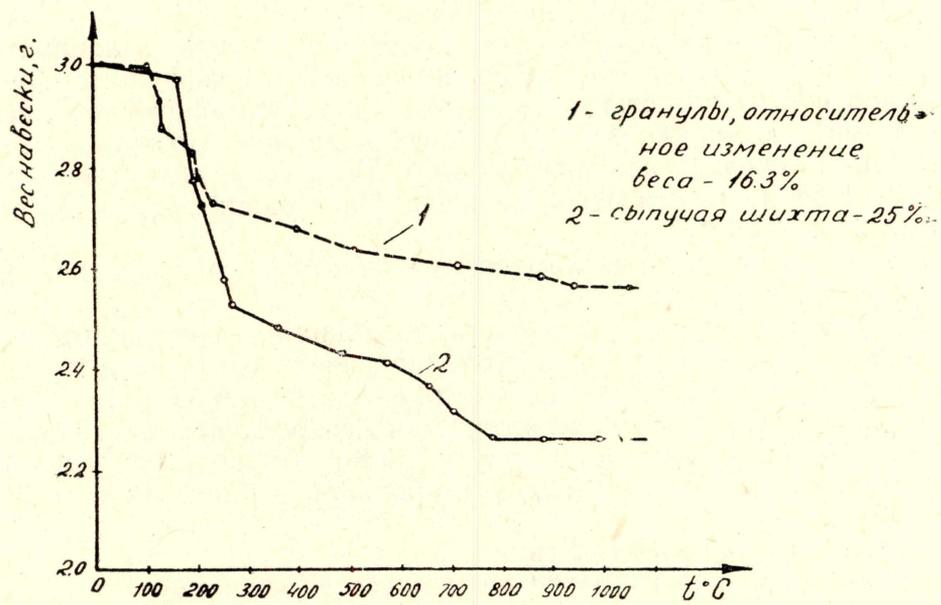


Рис. 1. Изменение веса шихты при медленном нагревании

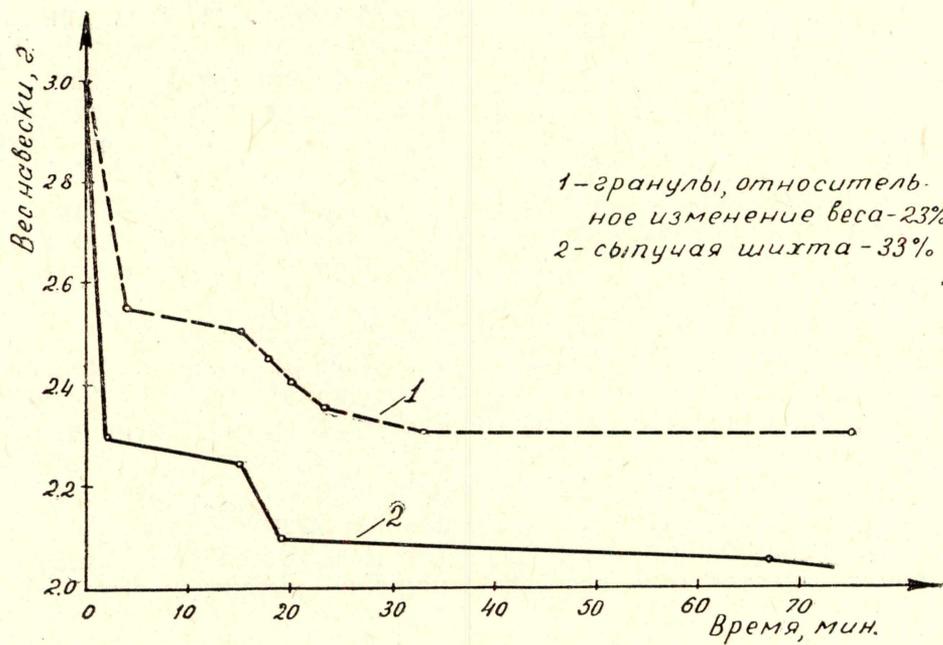


Рис. 2. Изменение веса шихты при быстром нагревании

4. Механическая прочность высушенных гранул обеспечит нормальное хранение их в емкостях и транспортирование к стекловаренным печам без разрушения.

Таблица 1

Средние значения изменения веса при термической обработке сыпучей и гранулированной шихты для стекла состава ЗС-5К

№ п.п.	Способ нагревания шихты	Уменьшение веса, %		Относительная разница, %
		для гранулированной шихты	для сыпучей шихты	
1	Постепенный нагрев	16	25	33
2	Выдержка при 180°C и быстрый нагрев	16	22	25
3	Быстрый нагрев	23	33	30

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Л. В. Потемкина. Диссертация, 1953.
2. Ю. А. Гастев. Вопросы радиоэлектроники. Сер. IV, Технология производства и оборудование. Вып. 1, 1963.
3. Л. Г. Гольденберг. Отчет ЦНИЛЭС, 1954.
4. А. А. Зализняк. Из опыта разработки и освоения ванн печей непрерывного действия для варки многоборных стекол. Инф.-техн. сб. ЦНИЛЭС, вып. 2, 1955.
5. Г. Я. Островская. Снижение расхода борной кислоты в производстве высокоборных стекол. Бюлл. техн. эконом. инф., № 5, 1958.
6. Ю. А. Гастев. Улетучивание  $Me_2O$  и  $B_2O_3$  из стекломассы при варке боросиликатных стекол в ваннах печей непрерывного действия. Вопросы радиоэлектроники. Вып. 11, сер. IV, 1964.
7. А. А. Зализняк. Диссертация, 1955.
8. Л. А. Гречаник. Физико-химические свойства стекол, расположенных в малощелочном участке системы. Инф.-технич. сб. ЦНИЛЭС, вып. 1, 1954.
9. А. И. Бережной, Л. Г. Гольденберг, В. И. Шишкин. О варке боросиликатного стекла в электрических печах «глубинного» типа. Вопросы радиоэлектроники, сер. IV, вып. 5, 1960.
10. С. Я. Раф, Н. А. Милыева. Скорость провара и осветления тонкомолотой брикетированной шихты. Сб. научн. работ по стеклу. Промстройиздат, 1950.
11. Н. А. Милыева, Н. В. Филимонович. Отчет ЦНИЛЭС, 1954.