

УДК 621.742.52, 621.742.59

**Анализ эффективности процесса вакуумирования  
литейных жидкостекольных смесей**

Гуминский Ю.Ю., Одиночко В.Ф., Арабей А.В.  
Белорусский национальный технический университет

*Аннотация:*

В статье рассмотрены предположения о влиянии вакуума на процесс отверждения жидкостекольных смесей. Описана лабораторная установка для исследования влияния вакуума на жидкостекольные смеси. Представлены результаты предварительных экспериментов и сформулированы основные выводы по ним.

*Текст доклада:*

Использование вакуума в технологических процессах литейного производства расширяется с каждым днем все более и более. Широко применяется вакуум при формовке (вакуумно-пленочный процесс), изготовлении стержней, для плавки и даже при внепечной обработке расплава (для обезуглероживания металла).

Несомненный интерес представляет применение вакуума при изготовлении литейных стержней из жидкостекольной смеси, ведь известно, что жидкостекольные смеси отверждаются на воздухе. Это связано с содержанием в воздухе газа  $\text{CO}_2$ . Но это отверждение происходит очень медленно. И существует предположение, что будет происходить интенсификация отверждения смеси за счёт движения воздуха при удалении его из вакуумной камеры. К тому же при создании разряжения в вакуумной камере должно происходить удаление воздуха и влаги из смеси, а последующая дополнительная продувка  $\text{CO}_2$  может способствовать быстрому заполнению капилляров углекислым газом.

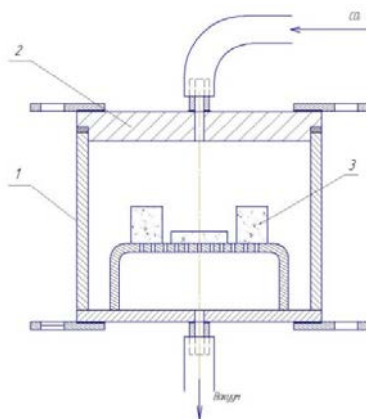
Для изучения процесса влияния вакуума на жидкостекольные смеси и проверку адекватности предположения о интенсификации процесса отверждения была изготовлена лабораторная установка. Её фотография и принципиальная схема представлены на рисунке 1.

Принцип работы следующий: в цилиндрическую вакуумную камеру (1) помещается стандартная оснастка (3) для получения образцов смеси цилиндров или «восьмерок» и заформованная жидкостекольная смесь. Затем сверху, герметично устанавливается крышка (2) со штуцером для соединения вакуумной камеры с редуктором баллона с углекислым газом. В нижней части вакуумной камеры установлен штуцер, соединяющий вакуумную камеру с насосом, с помощью которого из нее откачивается воздух.

Для создания разряжения используется форвакуумный насос. Между вакуумной камерой и вакуумным насосом устанавливается углеродная ловушка, для улавливания влаги и избегания ее попадания в масло.



а)



б)

а – внешний вид; б – схема

Рисунок 1 – Лабораторная установка для исследования влияния вакуума на свойства жидкостекольных смесей: 1 – корпус установки; 2 – крышка; 3 – оснастка с образцами

Изначально при помощи вакуумного насоса в вакуумной камере создается разряжение до заданного значения, после насос отключается и подается углекислый газ.

Была проведена серия экспериментов, при выполнении которых меняли последовательность подачи вакуума и углекислого газа и проверяли раздельное влияние этих факторов на прочность образцов при растяжении. Также испытывали газопроницаемость, осыпаемость и работу выбивки образцов. Варианты совмещения процессов вакуумирования и продувки углекислым газом представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Последовательность проведения экспериментов

№ эксперимента	Последовательность действий
1	Образцы помещались в камеру и выдерживались 10 мин при непрерывной работе вакуумного насоса, после чего, не

	выключая насос, образцы продувались $\text{CO}_2$ в течении 3 секунд под давлением 0,2 МПа.
2	В вакуумную камеру помещались образцы, и продувались углекислым газом (в течении 3 секунд под давлением 0,2 МПа), после чего включался вакуумный насос на 10 мин.
3	Образцы помещались в вакуумную камеру и выдерживались там 10 мин при постоянной работе вакуумного насоса, $\text{CO}_2$ не продувались.
4	Образцы продувались только углекислым газом в течении 3 секунд под давлением 0,2 МПа и вакуумированию не подвергались.
5	Образцы помещались в камеру и одновременно с включением вакуумного насоса продувались углекислым газом. Через 3 секунды подачу газа перекрывали и образцы выдерживались в вакууме 10 мин.

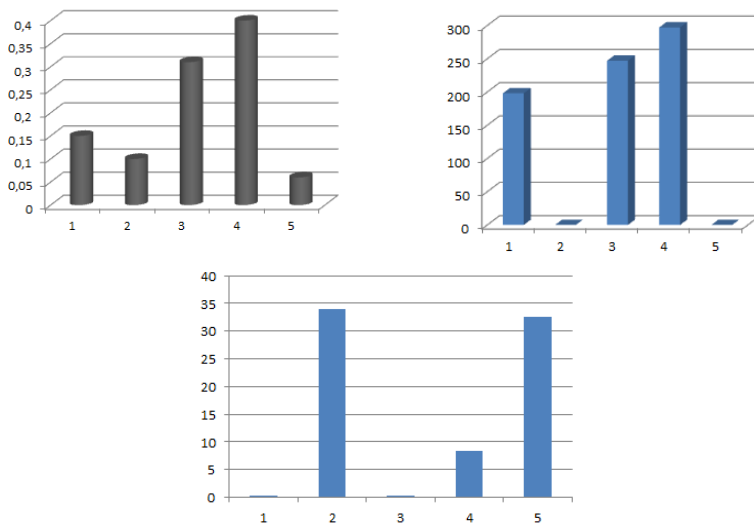
Полученные результаты проведенных экспериментов представлены в таблице 2 и на рисунке 2.

Таблица 2 – Результаты экспериментов

№ эксперимента	Прочность, МПа	Газопроницаемость, ед	Осыпаемость, %
1.	0,15	198	0,3
2.	0,10	Разрушились	34
3.	0,31	247	0,4
4.	0,4	297	8,4
5.	0,06	Разрушились	32,5

Наибольшей прочностью и наилучшей газопроницаемостью обладали образцы, или только обработанные вакуумом (эксперимент 3), или только с продувкой газом  $\text{CO}_2$  (эксперимент 4). Однако осыпаемость была на порядок меньше, когда образцы выдерживали только под вакуумом. Приблизительно на том же уровне были показатели и у образцов, которые сначала выдерживали в вакууме, а после продували газом  $\text{CO}_2$ .

Опыты показали, что при создании разряжения в камере воздух, содержащий в своем составе углекислый газ, интенсивно проходит через образцы смеси и упрочняет их. При этом избыточное количество углекислого газа для продувки образцов приводит к разупрочнению смеси (эксперименты 2 и 5).



а – прочность на растяжение; б – газопроницаемость, в – осыпаемость  
 Рисунок 2 – Диаграммы сравнения свойств образцов:

Невысокие показатели свойств смеси при совместном использовании вакуума и  $\text{CO}_2$  газа, так же возможно, связаны с тем, что при обработке  $\text{CO}_2$  образуется гель кремниевой кислоты -  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , а процесс вакуумного воздействия схож с тепловой сушкой, где карбонат не образуется, а отверждение происходит за счет удаления влаги из жидкого стекла.

Таким образом, результаты данных экспериментальных исследований показали, что вакуумная обработка оказывает явное влияние на формирование прочности жидкостекольных смесей. Определенный интерес представляет замена классических процессов отверждения жидкостекольных смесей (тепловая сушка,  $\text{CO}_2$ -процесс) на отверждение в вакууме, возможно с дополнительным «доупрочнением» газом  $\text{CO}_2$ . Вакуумирование позволит существенно уменьшить осыпаемость форм и стержней и сократить расходы на их изготовление.