

К ВОПРОСУ ДЕАЭРАЦИИ ГРАНУЛИРОВАННОГО ПОЛИЭТИЛЕНА ПРИ ПРЕССОВАНИИ

В. Г. СОТНИКОВ

(Представлена научным семинаром кафедры электроизоляционной
и кабельной техники)

В настоящее время хорошо известно, что наличие пор в высоковольтной изоляции из полимеров приводит к ее ускоренному разрушению за счет ионизационных процессов. Кроме того, большое количество пор ведет к уменьшению толщины изоляционного материала, а следовательно, к уменьшению пробивного напряжения высоковольтной конструкции.

Изготовление крупных толстостенных изделий обычно ведется путем прессования. В этом случае воздух, который занимает $40 \div 45\%$ объема, заполненного гранулированным полиэтиленом, может оставаться в объеме изделия. В зависимости от технологии прессования он остается в виде включений различного размера или переходит в растворенное состояние. Однако переход воздуха в растворенное состояние является также нежелательным, так как кислород, попадающий в объем полиэтилена, вызывает его ускоренное старение и снижение электрических характеристик [1, 2].

Неправильная форма гранул, перемещение их в процессе плавления и возможность объединения за счет этого воздушных включений не позволяет определить наибольшие размеры полостей в отливке. Экспериментально же получено, что при изготовлении цилиндрических заготовок диаметром 110 мм и весом 800 г путем сплавления гранул полиэтилена низкой плотности при атмосферном давлении размер воздушных включений достигает 4 мм.

Возможность образования столь больших воздушных включений в крупных изделиях, работающих в качестве высоковольтной изоляции, является недопустимой и делает необходимым проведение деаэрации гранулированного полиэтилена в процессе его плавления.

Согласно литературным данным [3] деаэрация полиэтилена в прессформе может производиться давлением, превышающим предел текучести его при данной температуре. Причем, оптимальной температурой деаэрации считается температура $80 \div 90^\circ\text{C}$. Однако эти данные не имеют экспериментального подтверждения о выходе воздуха из объема прессформы и нет оценки количества воздуха, вытесненного из объема прессформы.

Измерение количества воздуха, вытесненного из объема прессформы при деаэрации гранулированного полиэтилена давлением, производилось нами с помощью установки, представленной на рис. 1.

Гранулированный полиэтилен в количестве 580 г засыпался в прессформу (1), имевшую внутренний диаметр 100 мм, в которую

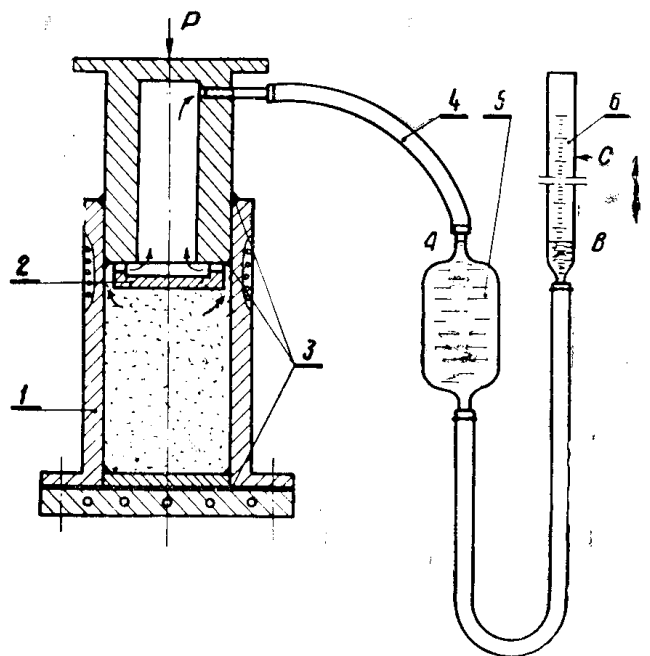


Рис. 1. Установка для измерения количества воздуха, вытесненного из гранулированного полиэтилена под давлением

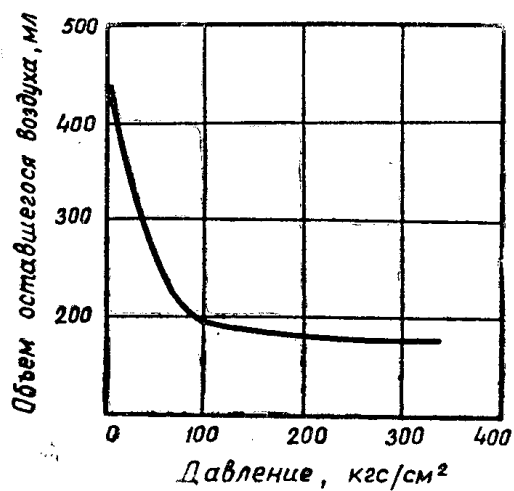


Рис. 2. Зависимость количества воздуха, оставшегося в объеме прессформы (приведенное к нормальному давлению) от давления при $t = 23^\circ\text{C}$

затем вставлялся плунжер с шайбой (2). Чтобы исключить возможность выхода воздуха в зазоры между плунжером и цилиндром, цилиндром и дном прессформы, они уплотнялись прокладками из кремнийорганического каучука (3). Воздух из объема прессформы через щелевые каналы сечением $2 \times 7 \text{ мм}^2$ в шайбе (2) выходил в полость плунжера, откуда по резиновой трубке (4) поступал в измерительную часть установки, представляющую собой систему из двух сообщающихся сосудов (5 и 6), заполненных водой.

Измерительная система подключалась к патрубку прессформы только после того, как в последнюю был вставлен плунжер с шайбой и он опустился до поверхности полиэтилена.

Количество вытесненного воздуха определялось по разности уровней воды (BC) в сосуде (6). Для этого перед сжатием полиэтилена в прессформе отмечался уровень воды в сосуде (5), который в это время совпадал с уровнем воды в сосуде (6), (точка B). По мере вытеснения воздуха из рабочего объема прессформы под давлением изменялся уровень ее в сосуде (6). Чтобы вытесненный воздух находился при атмосферном давлении, сосуд (6) опускался, за счет чего обеспечивался одинаковый уровень воды в обоих сосудах. Отсчет разности уровней BC делался после 5 мин выдержки прессформы при заданном давлении на плунжер.

На рис. 2 представлена зависимость количества воздуха, оставшегося в объеме прессформы, от удельного давления. Из данного рисунка следует, что при температуре 23°C количество воздуха в рабочем объеме прессформы уменьшается на 55% при повышении давления до $98 \cdot 10^4 \text{ н/м}^2$ (100 кгс/см^2). При более высоких давлениях до $294 \cdot 10^4 \text{ н/м}^2$ (300 кгс/см^2) объем вытесненного воздуха изменяется незначительно. В то же время измерения при повышенной температуре гранулированного полиэтилена — 70°C и давлении $294 \cdot 10^4 \text{ н/м}^2$ показали, что объем вытесненного воздуха почти на 9% меньше, чем при нормальной температуре.

Следует отметить, что в данном эксперименте условия для выхода воздуха были несколько лучшими, чем в обычных прессформах, так как сечение специальных щелевых каналов много больше, чем зазоров между частями прессформы.

Слабое влияние на количество вытесненного воздуха давления и температуры, вероятно, связано с тем, что при повышении давления происходит закупорка щелевых каналов и зазоров между частями прессформы полиэтиленом и этот процесс облегчается с увеличением температуры.

Выводы

1. Из приведенных данных следует, что деаэрация гранулированного полиэтилена давлением не обеспечивает полного выхода воздуха из рабочего объема прессформы. Количество оставшегося при этом воздуха достигает $45 \div 47\%$ от первоначального объема.

2. На количестве оставшегося при деаэрации давлением воздуха практически не сказывается температура гранулированного полиэтилена.

3. Объем воздушных включений в изделии при деаэрации давлением и дальнейшем плавлении и охлаждении без давления можно снизить примерно в 2 раза. В связи с этим более эффективной следует считать вакуумную деаэрацию гранулированного полиэтилена при плавлении.

ЛИТЕРАТУРА

1. В. С. Шифрина, Н. Н. Самосатский. Полиэтилен. Госхимиздат, 1961.
2. Н. Грасси. Химия процессов деструкции полимеров. Изд. ин. лит., М., 1959.
3. В. С. Шифрина, Н. Н. Самосатский. Полиэтилен. (Переработка и применение), ГНТИ Хим. лит., Л., 1961.