

ский Л.С. О механизме движения влаги в древесине при конвективной сушке. - Деревообрабатывающая и лесохимическая промышленность, 1954, № 4, с. 3-8. 5. Арциховская Н.В. Исследование передвижения влаги в древесине в процессе высыхания. - Труды Ин-та леса АН СССР. М., 1953, т. IX, с. 158-185.

УДК 666.914

И.Н.Ахвердов, чл.-кор. АН БССР, д-р техн. наук, Л.Б.Дзабиева, канд.техн.наук (БПИ)

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СОСТАВА ПОРИЗОВАННЫХ ИЗДЕЛИЙ НА ОСНОВЕ ГИПСА С КАРБОНАТНЫМИ ПРИМЕСЯМИ

Пониженная объемная масса гипсовых изделий является одним из основных достоинств гипса и может изменяться в широких пределах в зависимости от технологических параметров их получения [1, 2, 3]. Так, при изменении водогипсового отношения в пределах 0,55-1,2 объемная масса изделий меняется от 700 до 1300 кг/м³, поскольку оно вызывает существенное изменение пористости изделий.

Необходимая для целей теплоизоляции и звукопоглощения меньшая объемная масса изделий может быть достигнута в результате их поризации за счет применения пено- и газообразователей. В [4] показана возможность получения поризованных изделий на основе гипса Минского гипсового завода, содержащего в своем составе карбонатные примеси, которые могут обеспечить при взаимодействии с кислотами выделение поризующего массу газа в количестве, необходимом для снижения объемной массы изделий до 400-300 кг/м³ и ниже.

Такой способ поризации гипсовых изделий весьма прост химически, однако технологическая его реализация предъявляет повышенные требования к выдерживанию всех задаваемых параметров и, в первую очередь, к назначению расхода порообразователя. Если при получении ячеистых бетонов на алюминиевой пудре передозировка ее против расчетного количества изменяет по сравнению с заданным значением объемной массы изделий и относительно мало сказывается на изменении реологических параметров смеси, то в рассматриваемом случае даже незначительный избыток кислоты против расчетного может сделать невозможным получение изделия, так как кислота активно ускоряет схватывание гипсового теста и ее избыток может привести к потере подвижности массы еще до окончания ее поризации и процесса формования.

Ниже излагается методика расчета, ориентированного на по-

лучение поризованных изделий заданной объемной массы из гипса с карбонатными примесями при минимальном расходе порообразователя. В качестве порообразователя использовалась серная кислота, вступающая во взаимодействие с карбонатными примесями. Выделяющийся при этом углекислый газ вспучивает гипсовое тесто, схватывание последнего стабилизирует сформировавшуюся пористую структуру материала. Объемная масса поризованных таким образом изделий определяется количеством выделившегося при реакции газа, газоудерживающей способностью гипсового теста и его водотвердым отношением.

Исходными данными для расчета являются заданная объемная масса изделий и химический состав применяемого гипса, в частности содержание в нем карбонатных примесей. Расчет состава формовочных масс для получения поризованных изделий из гипса может быть выполнен по методу абсолютных объемов, который лежит в основе общей методики подбора состава ячеистых бетонов. Особенности расчета, вызванные спецификой газогипса, сводятся к следующему.

В каждом рассчитываемом случае следует определить необходимое количество порообразователя – серной кислоты и содержание карбонатных примесей в гипсе, обеспечивающих выделение потребных для поризации объемов газа. В общем случае заданная объемная масса поризованного изделия в сухом состоянии γ_C может быть получена при расходе гипса P_Γ , который определяется по формуле

$$P_\Gamma = (\gamma_C V) / K_C,$$

где γ_C – объемная масса изделия в сухом состоянии, кг/м³; K_C – коэффициент, учитывающий увеличение массы гипса за счет химического связывания воды при его гидратации; V – объем изделия.

Основным условием получения газогипса заданной объемной массы является образование в нем некоторого гарантированного объема пор, который формируется в результате двух процессов – испарения воды затворения, не вступившей в химическое взаимодействие с гипсом при его гидратации (Π_B), и в результате реакции газообразования между серной кислотой и карбонатными примесями в гипсе (Π_Γ).

Если Π_B рассчитывать как $(\gamma_C / K_C) (V / T \rho_B)$, то Π_Γ можно определить из формулы

$$\Pi_\Gamma = 1 - (\gamma_C / K_C) (W + V / T \rho_B),$$

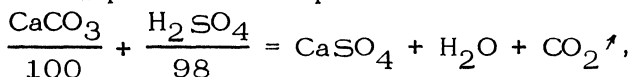
где V/T – водотвердое отношение формовочной смеси, обычно на 10–15% превышающее его нормальную плотность; W – удельный (абсолютный) объем гипса, дм³/кг; ρ_B – плотность воды, кг/дм³, принимаемая равной 1.

Определив таким образом долю пористости газогипса, которая должна сформироваться в результате действия порообразователя – серной кислоты, можно рассчитать его расход по формуле

$$P_{\Gamma} = P_{\Gamma} / (\alpha K), \quad (1)$$

где α – коэффициент использования порообразователя; K – удельное газообразование (или выход пор), $\text{дм}^3/\text{кг}$.

Величина K может быть вычислена теоретически по уравнению химической реакции газообразования



из которой следует, что один грамм-моль серной кислоты выделяет при нормальных условиях один грамм-моль газа, т. е. $22,4 \text{ дм}^3$. Тогда

$$K = \frac{22,4}{98} = 0,23 \text{ дм}^3/\text{г при н. у.}$$

Вводя поправку на температуру, получим значение K при заданной температуре, например при 20°C :

$$K = 0,23 \left(1 + \frac{20}{273}\right) = 0,247 \text{ дм}^3/\text{г}.$$

По формуле (1) можно также подсчитать, каким должно быть содержание в гипсе карбонатных примесей P_K для получения необходимой пористости P_{Γ} .

Следует только вместо K подставить K_K – удельное газообразование карбонатов, определяемое из уравнения химической реакции, аналогично K :

$$K_K = \frac{22,4}{100} = 0,22 \text{ дм}^3/\text{г при н. у.}$$

После пересчета на 20°C получим

$$K_K = 0,236 \text{ дм}^3/\text{г}.$$

Как видно, из-за близости грамм-молей серной кислоты и карбоната кальция формально оказывается возможным применять в расчете одно и то же значение величины удельного газообразования (с погрешностью, не превышающей 2%) как при определении расхода порообразователя, так и при определении необходимого содержания карбонатных примесей в гипсе. Необходимо предусмотреть также, что при изготовлении поризованных изделий формы должны заполняться смесью лишь частично для создания условий, благоприятных для вспучивания массы. Степень заполнения формы h формовочной массой (в долях от высоты формы) можно определить по формуле

$$h = 1,1(1 - P_{\Gamma}).$$

Входящие в расчет значения коэффициентов принимались $K_C = 1,2$; $\alpha = 0,85$; $V/T = 0,6$; $W = 0,37$ и определены для гип-

са Минского завода; для других видов гипса они определяются экспериментально по общепринятой в технологии ячеистых бетонов методике [5].

Ниже приводится пример расчета по изложенной методике состава гипса для получения 1 м³ поризованных изделий с $\gamma_c = 300 \text{ кг/м}^3$.

$$1. P_{\Gamma} = \frac{\gamma_c V}{K_c} = \frac{300}{1,2} = 250 \text{ кг.}$$

$$2. P_{\Gamma} = 1 - \frac{\gamma_c}{K_c} \left(W + \frac{V}{T \rho_B} \right) = 1 - \frac{0,3}{1,2} (0,37 + 0,6) = 0,76.$$

$$3. P_{\Pi} = \frac{P_{\Gamma} V}{\alpha K} = \frac{0,76 \cdot 1000}{0,85 \cdot 247} = 3,66 \text{ кг,}$$

$$\text{или в \% от массы гипса } P_{\Pi} = \frac{3,66}{250} = 1,46\%.$$

$$4. P_{\text{к}} = \frac{P_{\Gamma} V}{\alpha K_{\text{к}}} = \frac{0,76 \cdot 100}{0,85 \cdot 236} = 3,78 \text{ кг,}$$

$$\text{или в \% от массы гипса } P_{\text{к}} = \frac{3,78}{250} = 1,52\%.$$

$$5. h = 1,1(1 - P_{\Gamma}) = 1,1(1 - 0,76) = 0,264.$$

Таким образом, для получения поризованных изделий объемной массой 300 кг/м³ из гипса Минского завода необходимо, чтобы в нем содержалось карбонатных примесей не менее 1,52%, а расход порообразователя - серной кислоты должен составлять при этом 1,46% от массы гипса.

Л и т е р а т у р а

1. Гипс: Изготовление и применение гипсовых строительных материалов / Х.Брюкнер, Е.Дейлер, Г.Фитч и др. - М.: Стройиздат, 1981. - 223 с. 2. Строительные характеристики гипсовых изделий (ГДР). - В сб.: Гипс в строительстве: Тематическая подборка 04/3-4-76. Минск: БелНИИНТИ, 1976, с. 45-46. 3. Волженский А.В., Ферронская А.В. Гипсовые вяжущие и изделия. - М.: Стройиздат, 1974. - 326 с. 4. Ахвердов И.Н., Дзабиева Л.Б. Использование гипсовых вяжущих с карбонатными примесями для производства поризованных изделий. - Строительство и архитектура Белоруссии, 1981, № 1, с. 33. 5. Инструкция по изготовлению изделий из ячеистого бетона. СН 277-80. - М.: Стройиздат, 1981. - 65 с.