

ЛИТЕЙНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

УДК 621.743

Д.М. КУКУЙ, д-р техн. наук, А.Е. ИОДО,
В.Ф. ОДИНОЧКО, канд. техн. наук, И.И. БОЛМАТЕНКОВА (БПИ)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ С ЦЕЛЬЮ ИЗМЕНЕНИЯ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ СИЛИКАТНЫХ СВЯЗУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ

Одним из наиболее эффективных способов устранения недостатков, присущих жидкостекольным смесям (плохая выбиваемость, повышенная хрупкость, пригар и т.д.), является изменение структурного строения связующего и его физико-химических свойств. Так, например, создание в силикатной матрице фрагментарных пространственных сеток органического полимера приводит к ряду явлений, способствующих повышению прочности и эластичности смеси (образование более мелкозернистой структуры и релаксация внутренних напряжений, возникающих в процессе отверждения вяжущей композиции, а также ее армирование полимерной сетчатой структурой и др.). При заливке металла в форму в результате деструкции органического полимера и образования сетки коксозольных остатков, препятствующей спеканию силиката, облегчается выбиваемость смесей, прокаливаемых до 800...850 °С. Кроме того, за счет повышения прочностных свойств имеется возможность сократить содержание связующего в смеси, что также способствует как улучшению ее выбиваемости, так и снижению пригара.

Вместе с тем создание силикатной системы, пронизанной взаимодействующими с ней фрагментарными трехмерными структурами инородного полимера, с помощью традиционных химических методов на практике трудно осуществимо. Это связано с тем, что кремнекислородные анионные комплексы связующего имеют значительный заряд и в результате сильного взаимодействия с катионами натрия сравнительно небольшую степень диссоциации, следствием чего является отсутствие свободных химических связей, с помощью которых модификатор мог бы встроиться в структуру жидкого стекла. Был осуществлен поиск различных физических воздействий, обеспечивающих возможность взаимодействия функциональных групп модификатора с кремнекислородными комплексами связующего. Для того чтобы подобные взаимодействия реализовались за счет водородных связей, необходимо хотя бы частично освободить поверхность кремнекислородных анионов от стабилизирующих ионов натрия, а еще лучше получить свободные O—Si и Si—O-радикалы. Кроме того, физическое воздействие должно способствовать интенсификации растворения полимера в жидком стекле, так как большинство используемых полимерных

модификатором очень плохо растворяется в нем. И наконец, для того чтобы создать проникающие надмолекулярные пространственные сетки полимера в объеме связующего, необходимо перевести конформацию макромолекулы из глобулярной в фибриллярную.

На основании приведенного теоретического анализа и экспериментальных исследований было установлено, что под действием переменного электрического поля вследствие миграции протонов вдоль водородных связей, соединяющих функциональные группы, которые находятся в объеме или на поверхности молекулярного клубка, происходит сильная поляризация макромолекулы. Это наряду со значительно возрастающей в электрическом поле степенью гидролиза и электрической диссоциацией ионогенных функциональных групп также способствует увеличению заряда цепи макромолекулы и усилению взаимоотталкивания протонизированных групп. В результате происходит раскручивание молекулярных клубков из глобулярной в фибриллярную конформацию, сопровождающееся высвобождением активированных вследствие повышения степени диссоциации новых функциональных групп. Ориентирование поляризованных и раскрученных полимерных цепочек вдоль силовых линий внешнего электрического поля создает условия для образования межмолекулярных водородных связей. Подобные связи будут образовываться тем интенсивнее, чем больше свободных диссоциированных функциональных групп, способных к донорно-акцепторному взаимодействию друг с другом.

Таким образом, использование энергии электрического поля позволяет посредством образования надмолекулярных ассоциатов создавать фрагментарные сетчатые структуры в матрице силикатного связующего. Однако вследствие недостаточного воздействия поля на коллоидные частицы жидкого стекла полимерные сетки не имеют возможности образовывать устойчивые связи, и через определенное время после обработки происходит высаливание модификатора. Вместе с тем использование жидкого стекла сразу после модифицирования позволяет несколько повысить прочность смеси и облегчить ее выливаемость.

Было решено использовать импульсный электрический разряд, сопровождающийся, с одной стороны, электрическими и магнитными полями большой напряженности, с другой — мощной ударной волной, кавитационными излучениями и высокоскоростными гидротоками жидкости. На основании проведенного электронноскопического ИК и ДТА анализов, а также определения физико-химических свойств связующего было установлено, что в результате электрогидравлической обработки происходит дробление кремнекислородных анионов, сопровождающееся появлением активных $O-Si$ и $Si-O$ -радикалов. Последние взаимодействуют со структурными сетками модификатора, полученными в результате воздействия электрических и магнитных полей, сопровождающих разряд. Также было исследовано влияние ультразвуковой обработки на процесс модифицирования жидкого стекла. Анализ полученных результатов свидетельствует о том, что в данном случае происходят аналогичные процессы активации кремнекислородной части связующего и в меньшей степени процессы раскручивания полимерных клубков.

На основании проведенных исследований разработан технологический процесс модифицирования жидкого стекла, внедрение которого осуществляется на Минском заводе автоматических линий.