

ТЕПЛОМАССОБМЕН ПРИ ОТВЕРДЕВАНИИ ПОЛИМЕРА

Толчинский Ю.А., Гусева Н.И., Гаевой М.О.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»,
г. Харьков*

В данной работе рассматривается процесс отвердевания пучка полимерных нитей, которые выходят из реактора полимеризации и в процессе вытягивания избавляются от растворителя и отвердевают. Этот процесс является процессом сопряжения тепломассообменных процессов. Он состоит из стадии движения низкомолекулярного растворителя поперек тела нити полимера. Нить считается такой, что имеет цилиндрическую форму и участвует в продольном самой себе движении. Все нити, входящие в пучок, обдуваются поперечным потоком горячего воздуха. По мере выхода растворителя на поверхности нитей они образуют пленки, покрывающие эти поверхности. Под влиянием воздуха на поверхности пленок образуются волны, которые теряют устойчивость по механизмам Рэлея-Тейлора и Гельмгольца-Кельвина, в результате чего на поверхности раздела фаз растворитель-воздух образуются микрокапли. Эти капли срываются потоком воздуха и уносятся с последующим испарением в потоке. В работе проанализирован описанный выше процесс для случая, когда пучок нитей движется горизонтально так, что сила тяжести не оказывает влияния на движение пленки; и для случая, когда пучок движется под углом к плоскости земли так, что сила тяжести порождает стекание пленки. Для описанного здесь процесса сформулированы уравнения тепломассообмена, которые позволяют определить тепловые и материальные потоки в пленке. Процесс поперечного переноса тепла определяется тремя коэффициентами теплоотдачи: одним – на границе нить-пленка; другим – на границе пленка-воздух со стороны пленки; третьим – на границе пленка-воздух со стороны воздуха. При анализе теплообмена учитывается наличие дополнительного объемного источника тепла, связанного с процессом отвердевания полимера. Сам процесс отвердевания рассматривается как проходящий по двум механизмам: механизму каплеобразования с последующим испарением капель в потоке (механизм сдувания); механизму прямого испарения с поверхности раздела фаз. Реально имеет место сочетание обоих механизмов. В работе изучены случаи, когда нить испаряется с поверхности, через капли и в сочетании и определены материальные потоки. Для механизма срыва и испарения капель определены характерные времена каплеобразования и дисперсный состав капель, и время их испарения. Определены гидродинамические характеристики пленок, покрывающих нити в приближении ламинарного и турбулентного режима течения в двух предельных случаях: первым, когда межфазным трением пленка-воздух можно пренебречь; вторым, когда такое трение является значимым. В работе принимается, что режим движения воздуха поперек полимерного пучка является турбулентным, а само движение является стесненным. Поэтому все рассмотренные выше процессы тепломассообмена отдельной полимерной нити подвергаются процедуре перенормировки в рамках приближения самосогласованного поля. В работе учитывается взаимное гидродинамическое влияние капель и воздуха.