

34. МЕХАНИЗМ ДЕЙСТВИЯ ПАВ ПРИ УВАРИВАНИИ УТФЕЛЕЙ

В.Р. Кулинченко, д-р техн. наук

Национальный университет пищевых технологий

Интенсификация процесса тепло- и массообмена с применением синтетических ПАВ достигается в основном за счет изменения реологических свойств и пенообразующей способности сахарных растворов и утфелей, взаимодействия между кристаллами и раствором.

В первую очередь следует обратить внимание на то, что все явления, обусловленные ПАВ, при уваривании утфелей протекают одновременно, являются взаимосвязанными и выделить удельное значение каждого из них трудно. Влияние ПАВ на кристаллизацию сахара может быть объяснено с точки зрения совокупности всех известных явлений, дополняющих одно другое. Механизм действия ПАВ на процесс кристаллизации чрезвычайно сложен и мало изучен.

Известно, что сахароза, как и вода, является полярным соединением, может образовывать водородные связи и соединяться с атомами кислорода, принадлежащим молекулам других соединений. Образование большого количества водородных связей между молекулами сахарозы и воды в растворе обуславливает гидратные комплексы. При концентрации сахарного раствора около 80 % в нем практически отсутствуют свободные молекулы воды, которые могли бы служить как бы смазочным материалом для гидратов сахара.

Уменьшение количества свободных молекул воды способствует снижению смачиваемости высококонцентрированными сахарными растворами поверхности кристаллов сахара и адгезии между фазами. Сахарные растворы высокой концентрации в определенной мере гидрофобизируются у поверхности кристаллов сахара. Это подтверждается тем, что с повышением концентрации сахара в растворе краевого угол смачивания увеличивается, а адгезия уменьшается. Наличие несахаров в растворе осложняет взаимодействие между молекулами. Такие несахара, как карамели, имеют гидроксильные, меланоидиновые и карбоксильные группы, а также группы молекул, содержащих азот. Эти соединения в свою очередь способны к протонным взаимодействиям с молекулами сахарозы в растворе и на поверхности кристаллов сахара.

Добавка к нечистым сахарным растворам синтетических ПАВ типа α -МГЭ и ацетомоноглицеридов стеариновой кислоты, по-видимому, вносит существенное изменение в структуру растворов. Прежде всего наличие полярных групп в молекулах таких ПАВ позволяет предположить взаимодействие их с несахарами вследствие водородных связей.

Имеющиеся в ПАВ эфирные группы, группы OCH_3 и OH приводят к образованию водородных связей с амидами, аминами и другими соединениями, содержащими азот. Причем, из-за большого числа водородных связей в ПАВ соединения сахарозы с несахарами разрушаются, освобождая молекулы сахарозы, в связи с чем понижается ее растворимость и повышается скорость кристаллизации.

Основное количество несахаров в межкристалльных растворах представляют собой обратимые коллоиды, при низких концентрациях такие системы являются истинными макромолекулярными растворами, т. е. однофазными системами. Вязкость таких суспензий обусловлена прямым столкновением и переплетением растворимых макромолекул. В этом случае внесение добавок ПАВ не должно заметно влиять на снижение вязкости системы. С повышением концентрации сухих веществ выше определенных критических значений несахара способны образовывать ассоциаты, представляющие новую фазу, на поверхности которой могут адсорбироваться ПАВ и, следовательно, изменять физико-химические свойства, в том числе и вязкость.

Влияние ПАВ на изменение реологических свойств растворов и утфелей следует отнести на счет их высоких пеногасящих свойств и удаления пузырьков воздуха из системы. Однако последнее явление снижает число центров парообразования и тем самым уменьшает интенсивность теплоотдачи к кипящим утфелям.

Роль ПАВ в диффузионной пленке на поверхности кристалла сахара, очевидно, можно объяснить тем, что взаимодействие ПАВ с несахарами более эффективно в адсорбционном слое, молекулы несахаров в котором находятся в более концентрированном состоянии. Причем взаимодействие ПАВ с несахарами адсорбционного слоя на поверхности кристаллов сахара может привести к некоторому разрушению диффузионной пленки.

На основании кинетики кристаллизации сахарозы был изучен механизм перемещения молекул сахарозы в растворе и у поверхности кристалла. Установлено, что толщина диффузионной пленки не является постоянной и зависит от скорости кристаллизации, вязкости пересыщенного раствора и скорости циркуляции в аппарате. Снижение вязкости межкристалльного раствора, увеличение подвижности утфелей приводят к большему перемещению кристаллов в растворе и увеличению кристаллизации сахара.