

САМООХЛАЖДАЮЩИЕСЯ УПАКОВКИ ДЛЯ НАПИТКОВ

Леус Р.Н.,
Соколенко А.И., д.т.н., профессор,
Поддубный В.А., д.т.н., профессор,

Национальный университет пищевых технологий

Йовбак В.Д.

Свалявский технический колледж НУПТ

Хорошо известно, что с точки зрения интересов вкусовых свойств и утоления жажды, важное значение имеет степень насыщенности газированных напитков диоксидом углерода. Обычное его содержание составляет 0,35-0,5 % по массе. Недостаточное содержание CO_2 приводит к плохому выдохшемуся вкусу.

Насыщение напитков углекислым газом ограничено и определяется такими показателями, как давление газовой фазы, температура жидкой среды, ее химический состав и физические свойства. Кроме общей массы растворенного газа важны также форма его связи, от которой зависит скорость десорбции при возмущениях, связанных с резким изменением давления, механическими воздействиями, частичной или полной разгерметизацией.

В связи с этим различают растворение, насыщение и физико-химическое связывание CO_2 и для реализации названных форм связи устанавливается определенное соотношение между давлением и температурой. В соответствии с законом Генри растворимость возрастает пропорционально парциальному давлению CO_2 в газовой фазе и уменьшается с увеличением температуры. Например, для пива при повышении температуры на 1 °С, количество растворенного в единице объема диоксида углерода снижается на 0,01 % и, наоборот, при повышении давления на 0,01 МПа растворяется на 0,03 % больше.

Однако простым растворением нельзя объяснить наличие углекислого газа в пиве, шампанском, сидрах. Здесь имеет место физико-химическое связывание. Последнее носит адсорбционный характер. Например, тонкорассеянные в пиве коллоиды, такие как, декстрины, белки, пектиновые вещества, хмелевые

смолы имеют большую общую поверхность и высокую сорбционную способность, что и определяет степень растворимости CO_2 . Вязкость напитков также влияет на способность более продолжительное время удерживать в них растворенный газ. Влияние вязкости связано с большим гидродинамическим сопротивлением образованию и росту газовых пузырьков. Вот поэтому искусственные растворы, насыщенные углекислым газом или минеральная вода при снижении давления очень быстро выделяют углекислый газ.

Указанные свойства газированных напитков учтены в конструкциях фасовочных автоматов и розничной тары. Фасование осуществляется при относительно низких температурах и давлениях 0,35-0,5 МПа, а в момент закупоривания тары внутреннее давление в ней равно атмосферному.

Теплообмен с окружающей средой приводит к выравниванию ее температуры и температуры напитка. Возрастание последней имеет своим результатом расширение жидкой фазы напитка и выделение до равновесного состояния растворенного газа. Таким образом, оба названных фактора являются причиной повышения давления в герметичной упаковке.

Как видим, температурное возмущение преобразовалось в энергетический потенциал повышенного давления, который распределился в объемах газовой и жидкой фаз.

Последнее в некоторых случаях является причиной разгерметизации или даже разрушения упаковок, а также доставляет определенные неудобства при их плановой разгерметизации.

Желание избежать названных негативных последствий и достичь номинальных температур потребляемых напитков, естественно, связан с их охлаждением, что легко достигается в стационарных условиях. Однако, для полевых условий подобное решение не достигалось. Но только до недавнего времени, поскольку уже созданы и используются самоохлаждающиеся упаковки.

В основу решения этой задачи было положено все то же соотношение между такими термодинамическими параметрами воды, как давление и температура. Известно, что на испарение 1 кг воды необходимо затратить 2258 кДж тепловой энергии. Если упаковку с напитком вместимостью 1 л необходимо

охлаждать от 35 до 15 °С, то при этом отводится теплоты

$$Q = c m (t_n - t_k) = 4,19 \cdot 1(35 - 15) = 83,8 \text{ кДж},$$

где c – теплоемкость напитка; m – масса содержимого упаковки; t_n и t_k – начальная и конечная температуры напитка.

Исходя из теплового баланса, находим массу воды, которую следует испарить для обеспечения теплоотвода Q

$$m = \frac{Q}{2258} = \frac{83,8}{2258} = 0,037 \text{ кг} = 37 \text{ г}.$$

Таким образом, всего 37 г испаренной воды приводят к желаемому результату. Остается лишь найти техническую возможность указанного испарения. Побудителем кипения и испарения может быть низкое давление, которое достигается поглощением испаренной влаги. К числу водопоглотителей относятся силикогели, цеолиты и др. Очевидно, что и масса гидрофильного поглотителя может быть легко определена.

Итого, к составу конструкции следует отнести три части:

- часть первая – упаковка с напитком;
- часть вторая – емкость с волокнистым материалом, пропитанным водой;
- часть третья – емкость с водопоглотителем.

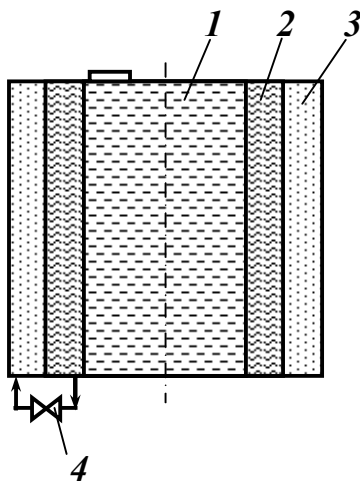


Схема самоохлаждающейся емкости

Указанные части могут быть исполнены в виде соосных концентрических емкостей (см. схему.). Образованные части назовем камерами.

В средней камере пропитанной водой волокнистый материал находится в вакуумированном состоянии. Внешняя камера также находится под вакуумом. Между собой камеры 2 и 3 соединены и разделены клапаном 4. После открывания клапана 4 и выравнивания давлений водяной пар из волокнистого материала направляется к цеолиту и поглощается им. Активное испарение воды в камере 2 приводит к резкому охлаждению наполните-

ля и замерзанию оставшейся части воды. Одновременно охлаждается напиток в камере 1.

По указанной схеме холодный кег разработан фирмами КХС Тиль совместно с "Кул Систем Беев" и пивоварней "Тухер Брой" (Нюрнберг). Достаточно сложная конструкция кега разработана с возможностью регенерации цеолита, которая осуществляется тепловой обработкой. В течение 48 минут рубашка кега обрабатывается потоком горячего воздуха при температуре 380 °С и скорости обдувания 20 м/с.

В связи с изложенным следует остановиться на свойствах цеолита.

Этот природный материал был открыт в 1756 году шведом Акселем ф.Кронштедом. При высоких температурах он выделял много воды и начинал кипеть. Сегодня открыто около 40 цеолитов и синтезировано около 140 видов. Состав природных цеолитов выражается довольно сложными формулами. Информация о их структуре получена путем химического и физического анализа:

SiO ₂ – 69,32 %	Al ₂ O ₃ – 13,36 %
TiO ₂ – 0,24 %	Fe ₂ O ₃ – 1,13 %
MnO – 0,03 %	FeO – 0,05 %
CaO – 2,77 %	MgO – 1,55 %
K ₂ O – 2,72 %	Na ₂ O – 0,50 %
CO ₂ – 0,1 %	

Кристаллы цеолита имеют много пор, через которые проходят микроскопические каналы. В этих каналах содержится вода, испаряющаяся при высокой температуре и вызывающая процесс кипения. Особенность цеолитов – их большая внутренняя площадь (более 1000 м²/г).

Очевидно, что положенная в основу кегов технология может с успехом использоваться и для существенно меньших упаковок, однако определенной преградой здесь могут быть экономические соображения.