

РАЗРАБОТКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ КРИОКОНСЕРВИРОВАНИЯ ПИЩЕВОГО СЫРЬЯ

ГОУ ВПО Кубанский государственный технологический университет

В данной статье рассматривается использование экспериментальной установки для криоконсервирования пищевого сырья.

Ключевые слова: криоконсервирование, замораживание, продукт, экспериментальная установка, пищевое сырье.

In this article is being examined the usage of experimental installation for kriokonservation of food raw material.

Keywords: kriokonservation, freezing, product, experimental installation, food raw material.

Технология пищевых производств – важнейшая составляющая промышленности государства. Одно из направлений пищевой промышленности – консервирование и, как самый эффективный его способ, – консервирование холодом. В связи с этим в последнее время данная отрасль приобрела особое значение для науки. Но не всегда исследователям ВУЗов, НИИ и т.д. под силу осуществить эксперименты по технологии низких температур из-за отсутствия соответствующей экспериментальной техники.

На кафедре мясных и рыбных технологий КубГТУ проводятся исследования по криоконсервированию (замораживанию) криолабильного пищевого растительного сырья. Для проведения исследований авторами была специально сконструирована упрощенная экспериментальная установка для замораживания пищевого сырья (экспериментальный стенд).

На рис. 1 представлена **схема упрощенной экспериментальной установки для замораживания пищевого сырья**. В конструкцию стенда была включена емкость с хладагентом (жидким диоксидом углерода), морозильная камера, куда поступал жидкий диоксид углерода (CO_2), вентиль и другие вспомогательные устройства. Замораживание происходит в камере обычного атмосферного давления.

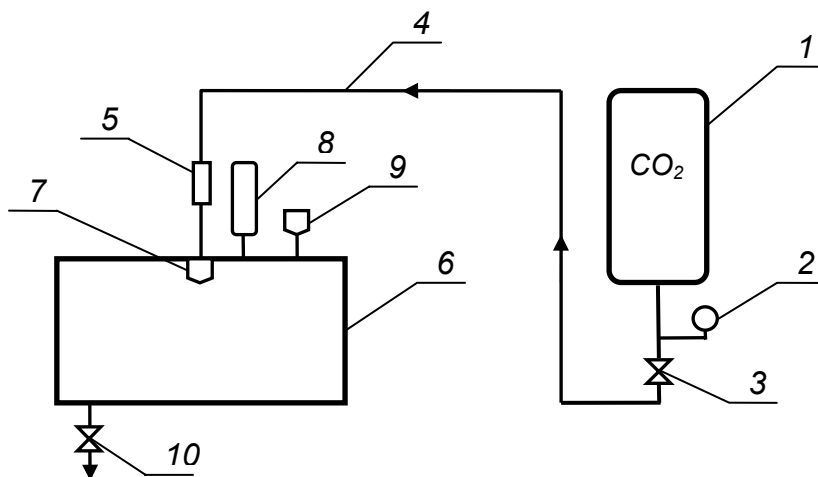


Рис. 1. Схема упрощенной экспериментальной установки для замораживания пищевого сырья

В качестве камеры служил прямоугольный корпус морозильной камеры бытового холодильника, по контуру теплоизолированный и отделанный деревом. Трубопроводом служила медная трубка диаметром 6 мм с тепловой трубчатой изоляцией.

Данная экспериментальная установка работает следующим образом: приоткрывается вентиль 3, в результате чего жидкий хладагент из емкости с хладагентом 1 по трубопроводу 4 через фильтр-осушитель 5 поступает в камеру 6, где из сопла 7 хладагент разбрызгивается, производя заморозку

продукта. С помощью термометра 8 фиксируется температура в камере. Гигрометр 9 фиксирует влажность воздуха в камере. Манометр 2 показывает давление в сосуде. В камеру хладагент поступает с температурой минус 78 °С. Проходя через трубопровод из сосуда, хладагент не успевает обменяться теплотой с окружающей средой, благодаря чему в камеру хладагент поступает с незначительными отклонениями от номинальной температуры замораживания. Через сливной трубопровод и соответствующий ему вентиль 10 пары отработанного хладагента удаляются в атмосферу.

Эксплуатация данной экспериментальной установки особой сложности не представляет, поэтому особой подготовки не требует. Следует учесть, что для поддержания высокого давления в сосуде с целью сохранения низкой температуры диоксида углерода, во время выпуска хладагента необходимо держать сосуд в перевернутом состоянии (вентилем вниз).

Для исследования процессов криоконсервирования с применением аппаратов холодильной машины авторами предложена **схема экспериментальной установки для замораживания пищевого сырья** (рис. 2).

От упрощенной данная схема отличается работой под высоким давлением, сложностью конструкции и сложностью реализации в реальных лабораторных условиях. Для повышения давления до необходимого, как альтернатива двухступенчатому сжатию компрессора, используется насос высокого давления.

В качестве хладагента используется жидкий диоксид углерода (CO_2), в качестве охлаждающей жидкости – фреон.

Предложенная схема экспериментальной установки от других существующих схем отличается тем, что в ней для интенсификации теплообмена используется изолирующий теплообменник 7 контур 8 и вентилятор 9; замораживание происходит в изолированной камере высокого давления 13; эксперимент может осуществляться как по упрощенной схеме (1–4–5–13), так и по полной при использовании охлаждающей жидкости.

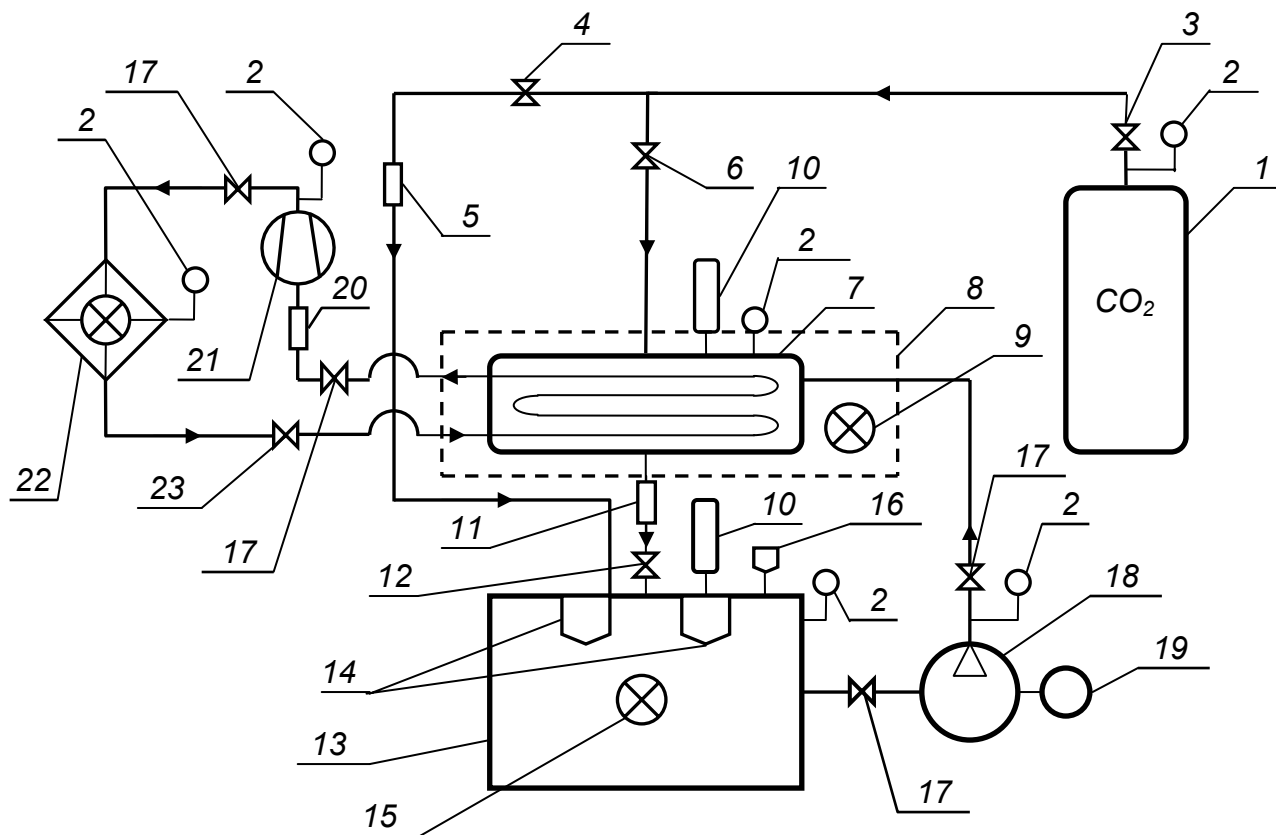


Рис. 2. Схема экспериментальной установки для замораживания пищевого сырья

В данной схеме можно отметить сложность изготовления экспериментальной камеры из-за ее работы под высоким давлением. Данная установка должна быть достаточно герметична, чтобы не допускать утечки хладагента и потерю давления.

Нагнетание отработанных паров хладагента из камеры в теплообменник осуществляется с помощью насоса высокого давления, т.к. осуществление данного процесса одним компрессором практически невозможно из-за малого повышения давления. Если использовать компрессор, то нужно учитывать, что для диоксида углерода необходимо двухступенчатое сжатие, что в лабораторных условиях очень сложно. Вторая причина, по которой целесообразно использовать насос вместо компрессора, это полное отсутствие вероятности гидроудара в случае попадания жидкой фазы, и отсутствие необходимости установки дополнительных устройств.

Данная экспериментальная установка имеет возможность двух режимов работы. Первый режим (практически ничем не отличается от работы рассмотренной выше упрощенной экспериментальной установки) следующий: из сосуда с хладагентом 1 через вентили 3,4 и фильтр-осушитель 5 хладагент поступает в морозильную камеру 13, где с помощью распылительных форсунок 14 происходит замораживание продукта. Этот режим целесообразно использовать при небольших опытах, когда необходимо быстро заморозить небольшое количество продукта. Для этого нет необходимости включать в работу остальные элементы установки. В этом случае весь оставшийся в камере хладагент в парообразном состоянии уйдет в атмосферу.

Второй режим работы установки может быть использован для длительных опытов или для демонстрации работы экспериментальной установки. Данный режим работы отличается от первого использованием почти всех звеньев цепи, что требует хорошей подготовки и контроль работы оборудования. Второй режим работы следующий: из сосуда 1 хладагент через вентили 3 и 6 (в то время как вентиль 4 закрыт) поступает в теплообменник 7. Далее, через фильтр-осушитель 11 и дросселирующий вентиль 12 хладагент поступает в камеру 13, где через распылительные форсунки 14 происходит контакт хладагента с продуктом. С помощью вентилятора 15 происходит интенсификация процесса замораживания. После замораживания отработанные пары хладагента засасываются насосом высокого давления 18, действие которого происходит за счет привода двигателем 19, и нагнетаются в теплообменник 7, изолированный контуром 8. В теплообменнике 7 происходит конденсация паров хладагента, поступивших из камеры 13. Интенсификация теплообмена между парами хладагента и жидким охлаждающим фреоном достигается установкой изолирующего контура 8 и циркуляции воздуха с помощью вентилятора 9. Сконденсировавшийся хладагент вновь поступает на дросселирование в вентиле 12, а отепленный фреон через фильтр-осушитель 20 всасывается компрессором 21, нагнетается в конденсатор 22, далее дросселируется в вентиле 23 и поступает в теплообменник 7, где охлаждает отепленный хладагент. Манометры 2 выдают показания давления, термометр 10 показывает температуру, гигрометр 16 – влажность воздуха. С помощью вентилялей 17 осуществляют регулирование и операции при пуске установки.

При выпуске хладагента, баллон держат в перевернутом состоянии. В теплообменнике фреон циркулирует по змеевиковым трубам, охлаждая хладагент. Запорная арматура используется для регулирования работы и производительности установки. В конструкции предусмотрены манометры, термометры и гигрометр для контроля правильной работы установки. Подготовку, пуск и наладку оборудования должен проводить опытный инженер холодильных установок.

Значительное внимание следует уделить теплообменнику 7. Он должен быть достаточно герметичен, выдерживать высокое давление, особенно в местах выхода труб охлаждающей жидкости. Трубы, по которым циркулирует охлаждающая жидкость (фреон) должны выдерживать давление в теплообменнике. Иначе при невозможности осуществления данных условий необходимо организовать теплообмен иного принципа.

После дросселирования диоксида углерода в вентиле 12 возможно образование гранул, из-за чего может произойти засорение форсунок. Для сокращения вероятности образования гранул следует еще раз отметить поддержание высокого давления в системе.

В обеих экспериментальных установках рекомендуется особое внимание уделить ёмкости с хладагентом, которая должна пройти соответствующую проверку на безопасность.

Таким образом, **схемы экспериментальных установок для замораживания продуктов в научных целях имеют ряд особенностей.** Особенно следует учитывать сборный характер конструкции и эксплуатацию в непромышленных условиях, **что вызывает определенные сложности при конструировании и эксплуатации.**