

Перспективы использования двуокиси углерода в низкотемпературных установках для криогенных технологий

В.А. Потапов, Д.В. Белый

Харьковский государственный университет питания и торговли, г. Харьков

Prospects for the Use of Carbon Dioxide in Low-Temperature Devices for Cryogenic Technologies

V.A. Potapov, D.V. Bilyy

Kharkiv State University of Food Technology and Trade, Kharkiv, Ukraine

При криоконсервировании биологических объектов, как правило, применяют двух- или трехэтапное замораживание объектов: сначала биологический объект охлаждают воздухом с помощью холодильной установки, затем его погружают в жидкий азот [Е.Ю. Иващенко, 2017].

В связи с мерами, предпринимаемыми мировым сообществом для сокращения производства и потребления озоноразрушающих веществ и парниковых газов, все большую популярность приобретают природные хладагенты: углеводороды, двуокись углерода и аммиак.

Одним из наиболее перспективных хладагентов является двуокись углерода (CO_2). Он имеет низкий потенциал глобального потепления (ПГП = 1), не обладает озоноразрушающей способностью, химически инертен, не воспламеняется, при этом ограничения на его утилизацию и вторичное использование отсутствуют.

В Украине и за рубежом при холодильной обработке биологических материалов применяются установки, работающие на двуокиси углерода в различных фазовых состояниях [Е.Н. Неверов, 2016]. Все предлагаемые установки такого типа можно разделить на две основные группы. Транскритические бустерные системы – многоступенчатые холодильные системы для средне- и низкотемпературных применений с максимальным рабочим давлением 120–140 бар, работающие исключительно на двуокиси углерода; субкритические каскадные системы – многоступенчатые холодильные системы комбинированного типа для низкотемпературных применений с максимальным рабочим давлением 40–50 бар в диапазоне температур $-70 \dots 10^\circ\text{C}$, использующие два или несколько хладагентов с разными теплофизическими свойствами (гидрофторуглероды, аммиак, углеводороды).

Наиболее широкое распространение в криогенной технике получили низкотемпературные каскадные системы, разработанные для промежуточных стадий охлаждения и замораживания биологических объектов. Использование таких установок позволяет при небольших энергетических затратах достигать температур ниже -50°C . Они компактны, безопасны, экономичны и энергоэффективны.

Таким образом, низкотемпературные системы, работающие на основе природных хладагентов, могут использоваться для исследований в условиях постепенного перехода мировой индустрии на природные хладагенты. Благодаря своим высоким показателям холодопроизводительности, каскадные системы комбинированного типа с экологически чистыми хладагентами перспективны при разработке новых низкотемпературных технологий.

As a rule, during cryopreservation of biological objects, two- or three-stage freezing of objects is applied: first, biological sample is cooled by air by means of a refrigeration unit, and then it is immersed into liquid nitrogen [E.Yu. Ivashchenko, 2017].

In connection with the measures undertaken by the world community for reduction of the manufacture and usage of ozone-unfriendly substances and greenhouse gases, natural coolants such as hydrocarbons, carbon dioxide and ammonia are becoming increasingly popular.

Carbon dioxide is one of the most promising cooling agents. It has low global warming potential ($\text{GWP} = 1$), does not possess ozone-depleting potential, is chemically inactive, does not ignite, has no restrictions for utilization and recycling.

In Ukraine and abroad, various devices based on carbon dioxide in different phase states are being developed and implemented for the refrigeration of biological samples [E.N. Neverov, 2016]. All proposed devices of such a type can be divided into two main groups: transcritical boost systems – multi-stage refrigeration systems for medium- and low-temperature applications with a high maximum pressure up to 120–140 bar, operating exclusively with carbon dioxide; subcritical cascade systems – multi-stage refrigeration systems of combined type for low-temperature applications with a maximum operating pressure of 40–50 bar within the temperature range of $70 \dots 10^\circ\text{C}$, using two or more cooling agents with different thermophysical properties (hydrofluorocarbons, ammonia, hydrocarbons).

In cryogenic technologies the most widespread are low-temperature cascade systems developed for intermediate stages of cooling and freezing of biological objects. Application of these systems allows to reach temperatures below -50°C with low energy expenditure. They are compact, safe, economical and energy efficient.

Thus, low-temperature systems based of natural cooling agents offer a good opportunity for using in the research especially due to the interest of the world industry for natural refrigerants. Due to high cooling capacity the cascade systems of combined type with ecologically safe cooling agents are promising for the development of new low-temperature technologies.

