

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА МЕТОДА ПОЛНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ХОЛОДА ПАРОВ В КРИОСОСУДЕ

Жуль Г.Г., Борщ О.Е.

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

Ранее изготавливаемые длительное время в больших количествах азотные криобиологические сосуды (как в нашей стране, так и зарубежом) для новейшей технологии размножения высокопородистого крупного рогатого скота были низкокачественными, несмотря на использование в их теплозащите самой низкотеплопроводной экранно-вакуумной теплоизоляции (ЭВТИ). Причины этого были неизвестными, так как не существовали теоретические или экспериментальные методы их исследования с целью оптимизации.

Одной из причин этого могло быть низкое использование холода паров азота в дренажной горловине криососуда. Теоретически М.Г. Каганер, например, показал, что в криососудах с жидким азотом, водородом и гелием использование холода паров позволяет уменьшить суммарные теплопритоки в 2,1; 8,5 и 79,3 раза соответственно. Однако какова реальная величина данных параметров в криососудах (и других криогенных системах) и от каких факторов они зависят не было известно, поскольку не существовало методики их определения. Поэтому при проектировании и разработке конструкций и технологий изготовления криососудов данному методу их совершенствования не уделялось должное внимание.

Для решения данной задачи были впервые разработана методика и устройства, позволившие экспериментально определить важнейшую характеристику криососуда – степень использования в нем холода паров N_2 , H_2 и He . В данных исследованиях использование холода паров экспериментально изменялось от минимальной величины (≈ 0) до предельной с использованием шести модификаций криососуда с различными конструкциями пробок в горловине и узлов соединения торцов монтируемых на нем полос ЭВТИ с горловиной. В результате было установлено, что максимальная степень использования холода N_2 , H_2 и He (равная 1,67; 4,8 и 40,2 соответственно) для уменьшения суммарных теплопритоков в криососуде обуславливается комплексом из 13 выявленных оптимизирующих параметров. Теоретические значения данных параметров оказались в 1,3-1,9 раза выше, что связано с неправильным представлением механизма теплообмена в многомерной теплозащитной конструкции с ЭВТИ на криососуде.

Проведенные исследования позволили установить, что низкая эффективность ранее изготавливавшихся серийных криососудов была обусловлена незначительным (всего $\sim 19\%$) использованием в них холода паров N_2 . Увеличение до максимума их использования позволило повысить ресурс работы, например сосуда X-34Б с жидким азотом со 130 до 250 суток. После этого в изготавливаемые криососуды были внесены новые конструкции и технологии, которые способствовали полному использованию в них холода паров криоагентов для уменьшения суммарных теплопритоков и увеличения ресурса работы.