

УДК 621.59

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОНВЕКТИВНОГО ТЕПЛООБМЕНА В КРИОТЕРАПЕВТИЧЕСКИХ УСТАНОВКАХ С АЗОТНОЙ СИСТЕМОЙ ОХЛАЖДЕНИЯ

Новицкая А.В. (Университет ИТМО), Баранов А.Ю. (Университет ИТМО)

Введение. Использование вынужденной конвекции теплоносителя в азотных системах охлаждения (NCS) криотерапевтических установок позволило в полной мере использовать низкий температурный уровень кипения жидкого азота, который способен переохладить теплопередающую поверхность рекуперативного теплообменника (NCS) до температуры близкой к температуре конденсации теплоносителя (воздуха), циркулирующего через зону WBC. Благодаря размещению рекуперативного теплообменника NCS за пределами процедурного пространства, в момент начала очередного процедурного цикла теплопередающая поверхность теплообменного устройства имеет температуру значительно ниже номинальной температуры криостатирования зоны WBC. Это создаёт дополнительный запас холодопроизводительности для покрытия пиковых тепловых нагрузок в момент входа пациентов в низкотемпературную кабину.

Основная часть. Температура воздуха в зоне WBC регулируется за счет изменения расхода теплоносителя, циркулирующего через теплообменное устройство NCS, размещённое в теплоизолированном объёме в непосредственной близости с низкотемпературной кабиной [1].

Моделирование технологического цикла криотерапевтического устройства с вынужденной циркуляцией теплоносителя показало, что в таких условиях NCS имеет высокую теплоотводящую способность и способна надёжно криостатировать зону WBC на заданном температурном уровне.

Теплоноситель, поступающий из теплообменного устройства в кабину, выносит избыточную теплоту из зоны WBC и возвращается на регенерацию в теплообменное устройство NCS. Поток теплоносителя переносит тепловую энергию, выделяемую поверхностями объекта охлаждения и теплового ограждения зоны WBC к теплопередающей поверхности рекуперативного теплообменника [2]. Отвод теплоты от потока газа к теплообменнику осуществляется в режиме вынужденной конвекции, что повышает интенсивность теплоотдачи и снижает термическое сопротивление переносу теплоты от теплоносителя к криоагенту.

Большинство действующих криотерапевтических систем, рассчитанных на проведение групповых процедур, имеют в своем составе две низкотемпературных кабины, одна из которых выполняет функцию шлюза, призванного защищать основную низкотемпературную кабину от проникновения теплого атмосферного воздуха [3]. Показано, что шлюз, объем которого примерно равен объёму кабины, не может обеспечить надёжную защиту зоны WBC от конвективного переноса тёплого воздуха из окружающей среды.

Выводы. Несмотря на наличие шлюза, конвективный перенос теплоты из окружающей среды остается на уровне не ниже 43 %, то есть близок по величине основной тепловой нагрузке на систему криостатирования, которая генерирует поверхность объекта охлаждения. Предложено и верифицировано в численном эксперименте криотерапевтического устройство, в котором основная кабина непосредственно сообщается с окружающей средой. Показано, что в случае размещения теплообменного устройства NCS в смежном теплоизолированном отсеке, отсутствие шлюзовой камеры практически не сказывается на энергетических показателях многоместных устройств для WBC.

Список использованных источников:

1. Vasilenok A.V., Baranov A.Y., Filatova O.A., Pechenegova E.A., Shevchenko A.V. New covering sources for heat load in whole-body cryotherapy units // AIP Conference Proceedings. – 2021. Vol. 2412. pp. 030003.

2. Баранов А.Ю., Иванов В.И., Осина А., Синькова В.А., Шестакова О.А. Мониторинг температуры газа в зоне WBC // Вестник Международной академии холода - 2017. - № 4(65). - С. 75-81.

3. Баранов А.Ю., Василенок А.В., Соколова Е.В., Шестакова О.А. Теплофизические основы производства эффективной аппаратуры для общего криотерапевтического воздействия // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. - 2018. - 45 (3). - С.56-73.

Новицкая А.В (автор)

Подпись

Баранов А.Ю. (соавтор)

Подпись