

УДК 616.006

**А.П.Булганина (5 курс, каф. Компьютерных технологий и эксперимента в теплофизике),  
А.П.Андреев, к.т.н., доц.**

### **РАЗРАБОТКА УРОВНЕМЕРА ДЛЯ ЖИДКОГО АЗОТА**

Для контроля расхода жидкого азота в криохирургическом аппарате можно использовать дискретный уровнемер.

Цель данной работы — разработка простого способа индикации уровня жидкого азота, удобного для использования в криостате криохирургического аппарата.

Работа измерительного элемента основана на существенной разнице интенсивности теплообмена в жидком и газообразном азоте.

Измерительный элемент представляет собой нихромовый нагреватель, размещенный на поверхности медной втулки и изолированный от нее электрически. С внутренней стороны втулка имеет хороший тепловой контакт со спаем хромель-копелевой термопары. Мощность нагревателя была подобрана так, чтобы при перемещении измерительного элемента через границу жидкость-пар, происходил переход от режима пузырькового кипения к режиму свободного конвективного теплообмена в газовой фазе.

Коэффициент теплоотдачи при пузырьковом кипении составлял примерно  $10^4$  Вт/м<sup>2</sup>К, а при свободной конвекции в паре примерно 20 Вт/м<sup>2</sup>К. Благодаря этому, после перемещения элемента из жидкости в пар, через 30...40 с начиналось интенсивное повышение температуры (90<sup>0</sup>С за 60 с), регистрируемое термопарой.

Были выполнены опыты для трех значений мощности нагревателя: 1.5, 1.0, 0.8 Вт. Как и следовало ожидать, при наибольшей мощности, 1.5 Вт, температура меняется наиболее быстро, однако при выходе на стационарный режим температура превышает 100<sup>0</sup>С. При мощности 1.0 и 0.8 Вт температура газа примерно равна 50 и 25<sup>0</sup>С соответственно, т.е. отсутствует необоснованный перегрев измерительного элемента в паре.

*Выводы.* Найден простой способ индикации уровня жидкого азота. Подтверждена применимость избранного метода. Подобран тепловой режим, мощность нагревателя измерительного элемента, позволяющая в течение 30 с обеспечить определение уровня жидкого азота и избежать перегрева измерительного элемента в парообразном азоте.