

# ОСОБЕННОСТИ КАЛОРИМЕТРИЧЕСКИХ ИЗМЕРИТЕЛЕЙ МОЩНОСТИ, СПОСОБНЫХ РАБОТАТЬ ПРИ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ

*К. А. Арсеньева, В. В. Левин, Е. И. Попов, В. И. Смекалин*

Москва

В области положительных температур идеальной калориметрической жидкостью является вода. Она обладает большими диэлектрическими потерями, малой вязкостью, большой теплоемкостью и теплопроводностью, не агрессивна к основным конструкционным материалам. Ее единственным недостатком

является большая диэлектрическая проницаемость, что несколько усложняет согласование калориметрической нагрузки с генератором.

В данной работе рассматриваются возможности подбора калориметрической жидкости, допускающей работу при отрицательных температурах. Уже качественный анализ показал, что количество жидкостей, которые можно использовать в качестве калориметрических при отрицательных температурах, весьма ограничено. Все они лежат в следующих гомологических рядах: кетоны, нитропарафины, нитрилы, алифатические спирты и полиэтиленгликоли. Необходимо отметить, что эти жидкости уступают воде по теплопроводности.

Чистые полиэтиленгликоли обладают значительной вязкостью и поэтому редко применяются в технике, чаще используются антифризы (растворы этиленгликоля с водой). Однако для измерителей мощности, способных работать при отрицательных температурах, промышленные антифризы «40» и «65» мало подходят из-за значительного увеличения вязкости при отрицательных температурах. Кроме этого, наши исследования показали, что диэлектрические параметры ( $\epsilon'$  и  $\epsilon''$ ) промышленных антифризов сильно зависят от температуры. Диэлектрические потери уменьшаются с понижением температуры.

Алифатические спирты обладают меньшей зависимостью вязкости от температуры. Однако и в этом случае при температуре  $-50^{\circ}\text{C}$  у всех спиртов вязкость выше 10 сантипуаз. Кроме этого, метиловый, этиловый и пропиловый спирты, обладая удовлетворительными потерями на 10 и 15 см, имеют сравнительно низкую температуру кипения и сильную зависимость теплоемкости от температуры.

Кетоны и нитропарафины имеют сравнительно низкие диэлектрические потери для первых членов ряда (ацетон, метилгилкетон, нитрометан, нитроэтан и т. д.). Высшие члены этих рядов характеризуются высокой температурой плавления.

Из гомологического ряда нитрилов ацетонитрил и пропилонитрил имеют низкие температуры кипения, а высшие члены этого ряда обладают значительной вязкостью при отрицательных температурах.

Проведенный анализ показывает, что у всех чистых жидкостей наблюдается сильная зависимость диэлектрических потерь от температуры. Все рассмотренные жидкости, за исключением спиртов, резко уменьшают  $\epsilon''$  с увеличением температуры. В бутиловом спирте наблюдается рост диэлектрических потерь от  $20$  до  $75^{\circ}\text{C}$ , затем — спад. В пропиловом спирте наблюдается еще более резкий рост диэлектрических потерь в области температур  $+20$  —  $+70^{\circ}\text{C}$ . Поэтому были сделаны попытки скомпенсировать эту зависимость применением растворов, компоненты которых имеют различную зависимость

$\epsilon''(T)$ . Исследование раствора 30% бутиронитрила и 70% *n*-пропилового спирта в области температур  $-50$  —  $+80^\circ\text{C}$  подтверждает возможность создания калориметрической жидкости, способной работать в широком диапазоне температур. Вязкость раствора менее 6 сантипуаз при температуре  $-50^\circ\text{C}$ .

Из проведенных исследований видно, что рабочий диапазон температур калориметрических измерителей мощности может быть значительно расширен за счет применения специальных растворов.