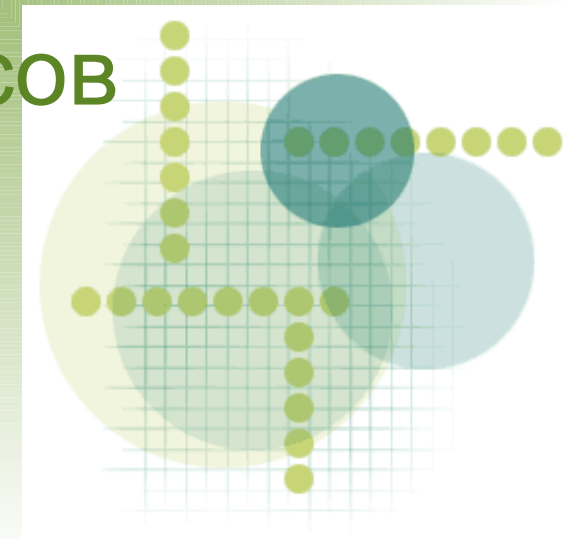


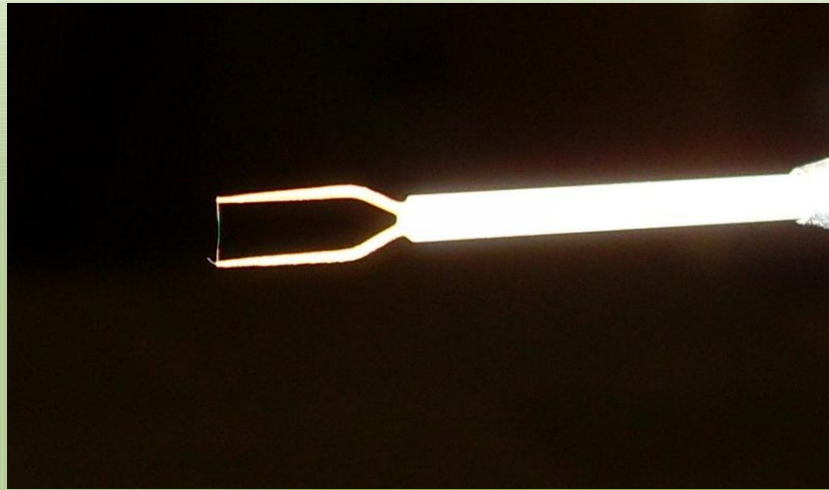
*Академэнерго, Казанский научный центр,
Российская академия наук*

Температурная компенсация термоанемометра при измерении скорости в неизотермических потоках

Ф.С. Занько, К.Р. Хайрнасов



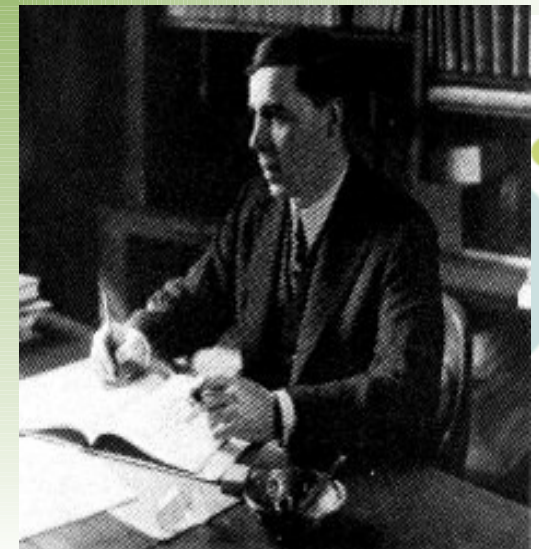
Термоанемометр (1909-...)



Л.В.Кинг в университете
Макджилл, Канада
(ок.1920 г.)

Закон Кинга

$$\frac{I^2 R_w}{R_w - R_a} = A + BU^n$$



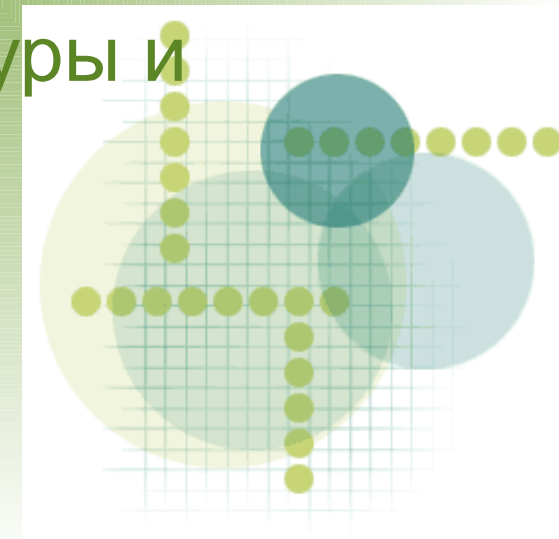
ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ

- Нагреть проводник, пропустив через него электрический ток
- Более холодная жидкость забирает тепло у нагретого проводника за счет конвекции
- Установить количество тепла, потерянного проводником, измеряя его электрическое сопротивление
- Устранить зависимость сигнала, порожденного отводом тепла, от всех физических параметров за исключением скорости (например, от температуры жидкости)
- Найти оставшуюся зависимость "напряжение - вектор скорости", проведя градуировку



ПРОБЛЕМЫ ТЕРМОАНЕМОМЕТРА

- легко повредить
- использование требует известной квалификации и опыта
- нуждается в градуировке
- непросто интерпретировать результаты измерений
- дороговизна коммерческой аппаратуры и датчиков
- и т.д. и т.п.



ПЕРСПЕКТИВЫ

- доступный и дешевый измерительный прибор
- возможность самостоятельного изготовления датчиков
- снижение образовательного барьера при подготовке исследователей
- увеличение надежности измерений и упрощение использования даже за счет некоторой потери точности



ОСНОВНЫЕ ФОРМУЛЫ

$$I^2 R_w = \pi dl (T_w - T_a) h$$

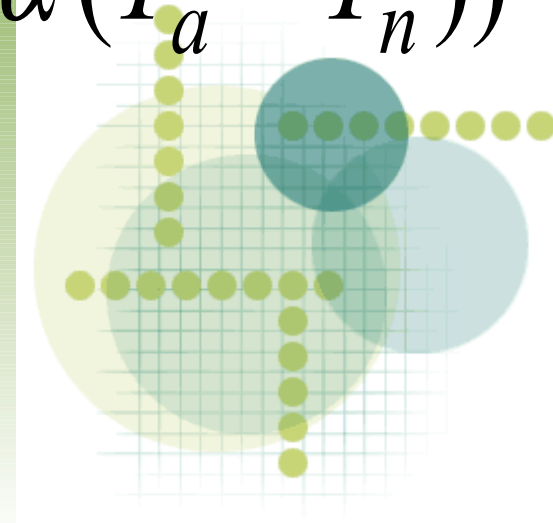
Коэффициент теплообмена $h = \text{const}$

$$I_n^2 = I_a^2 \frac{T_w - T_n}{T_w - T_a} \quad (*)$$

$T_n = 20^\circ\text{C}$

$$R_a = R_n (1 - \alpha (T_a - T_n))$$

$$I_n^2 = I_a^2 \frac{R_w - R_n}{R_w - R_a} \quad (**)$$



ПРОБЛЕМЫ

- справочным значением α пользоваться нельзя
- для измерения сопротивления нужна специальная аппаратура
- геометрические размеры нити
- измерение сопротивления собственно нити (без державок и проводов) реализовать непросто

Плохо поддающийся оценке
рост погрешности измерений

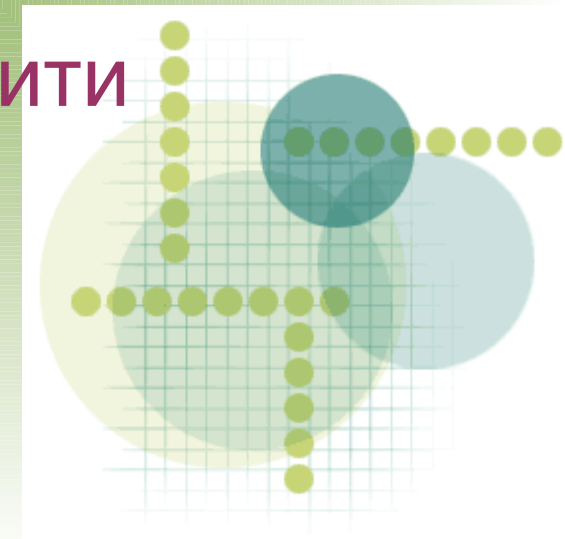


ИДЕЯ

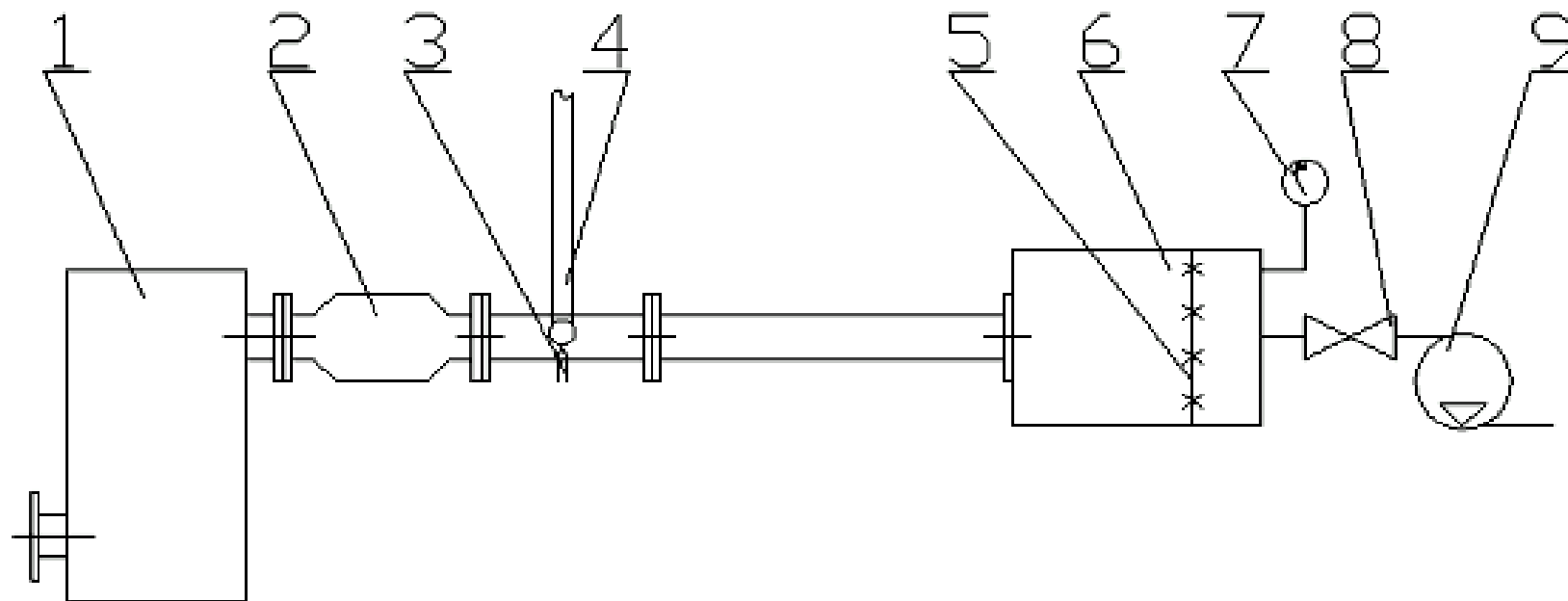
$$I_n^2 = I_a^2 \frac{R_w - R_n}{R_w - R_a}$$

$$I_n^2 = I_a^2 \frac{T_w - T_n}{T_w - T_a}$$

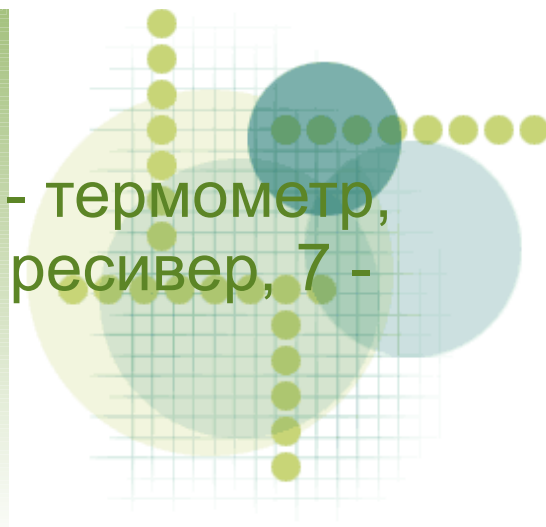
Подбирать температуру горячей нити по градуировочным кривым при разных T_a



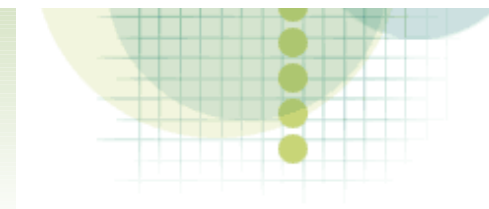
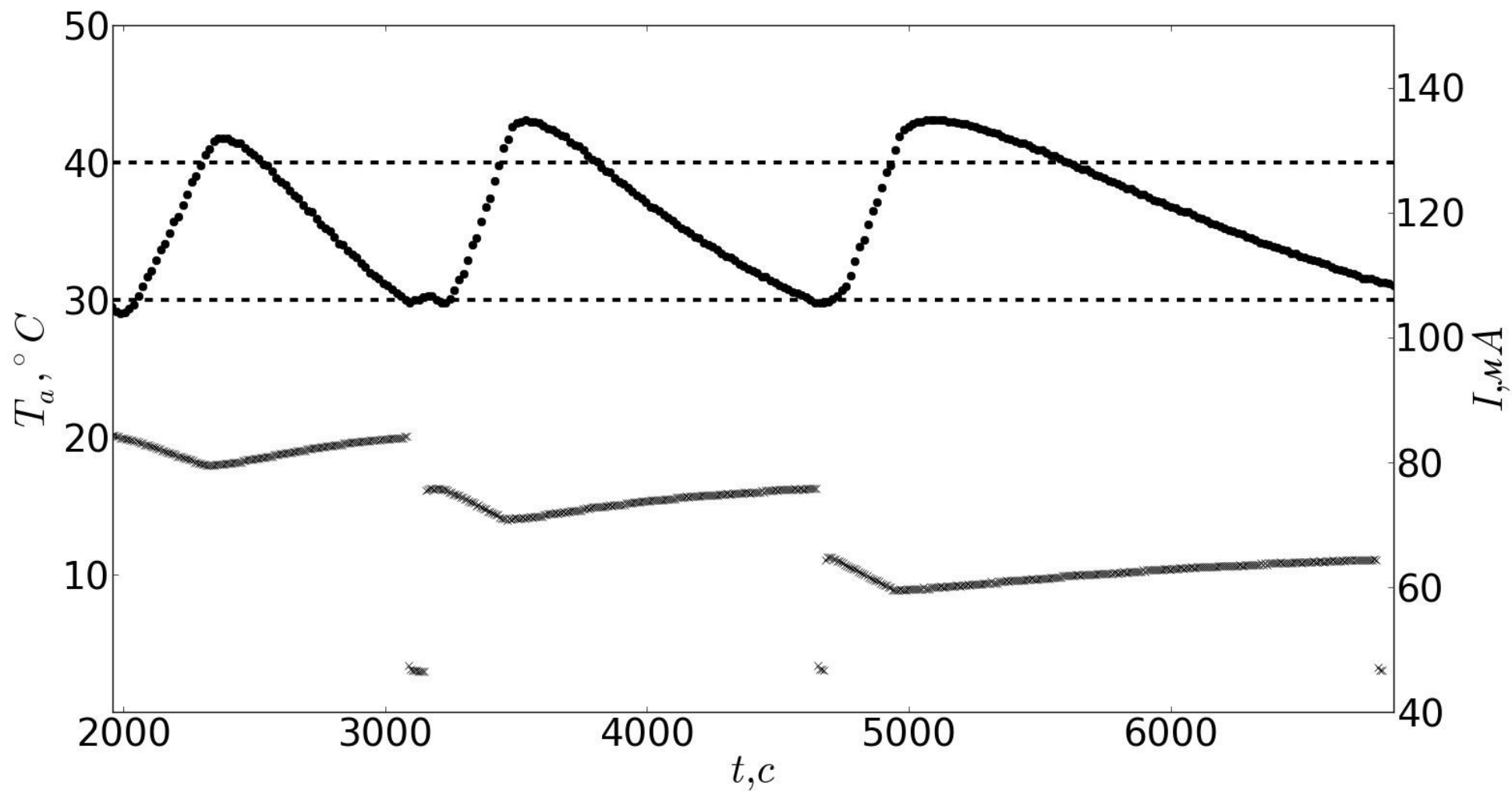
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА



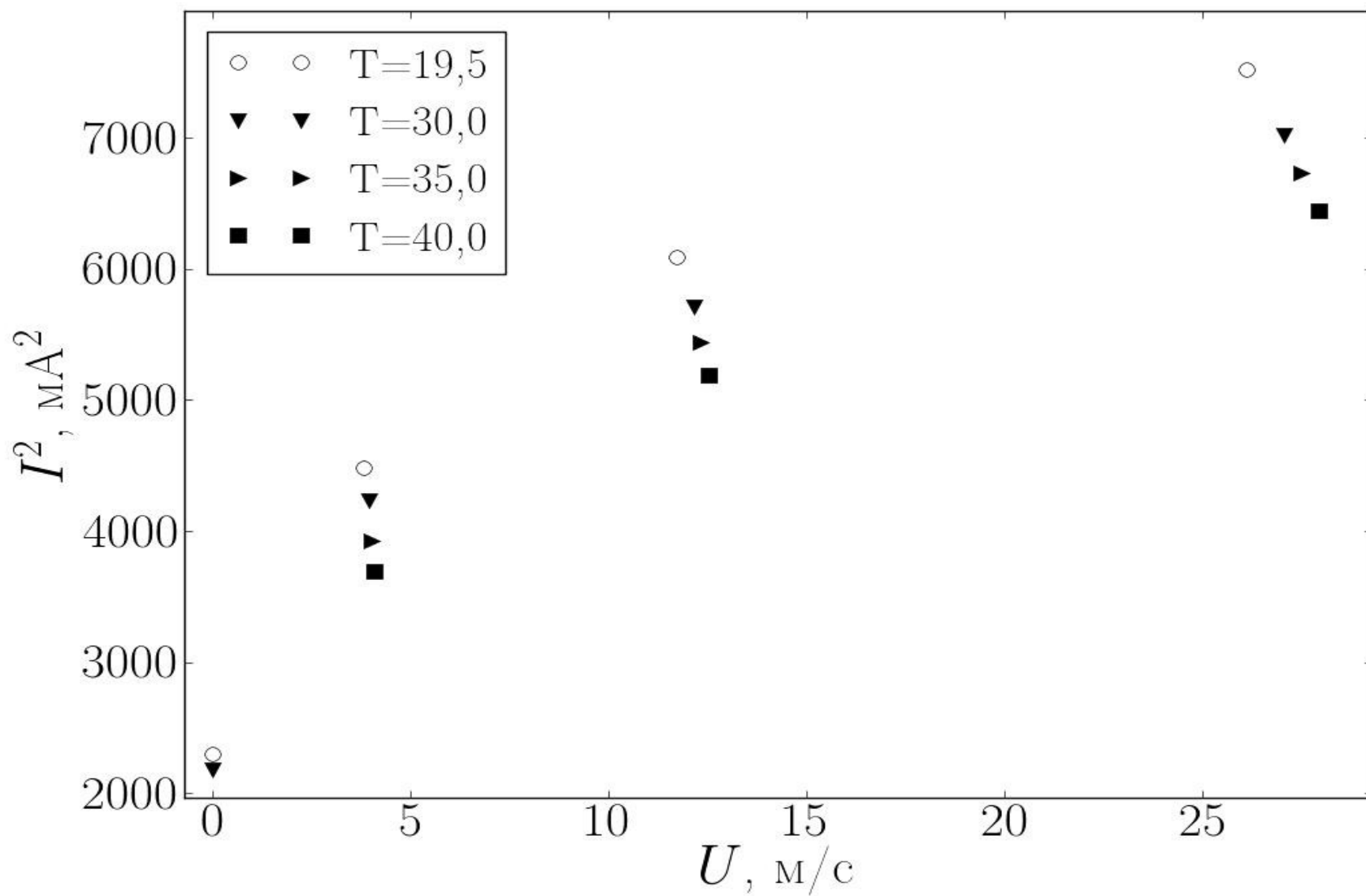
1 - теплогенератор, 2 - кондиционер потока, 3 - термометр,
4 - датчик скорости, 5 - критические сопла, 6 - ресивер, 7 -
манометр, 8 - заслонка, 9 - турбокомпрессор



ТЕМПЕРАТУРНЫЕ РЕЖИМЫ

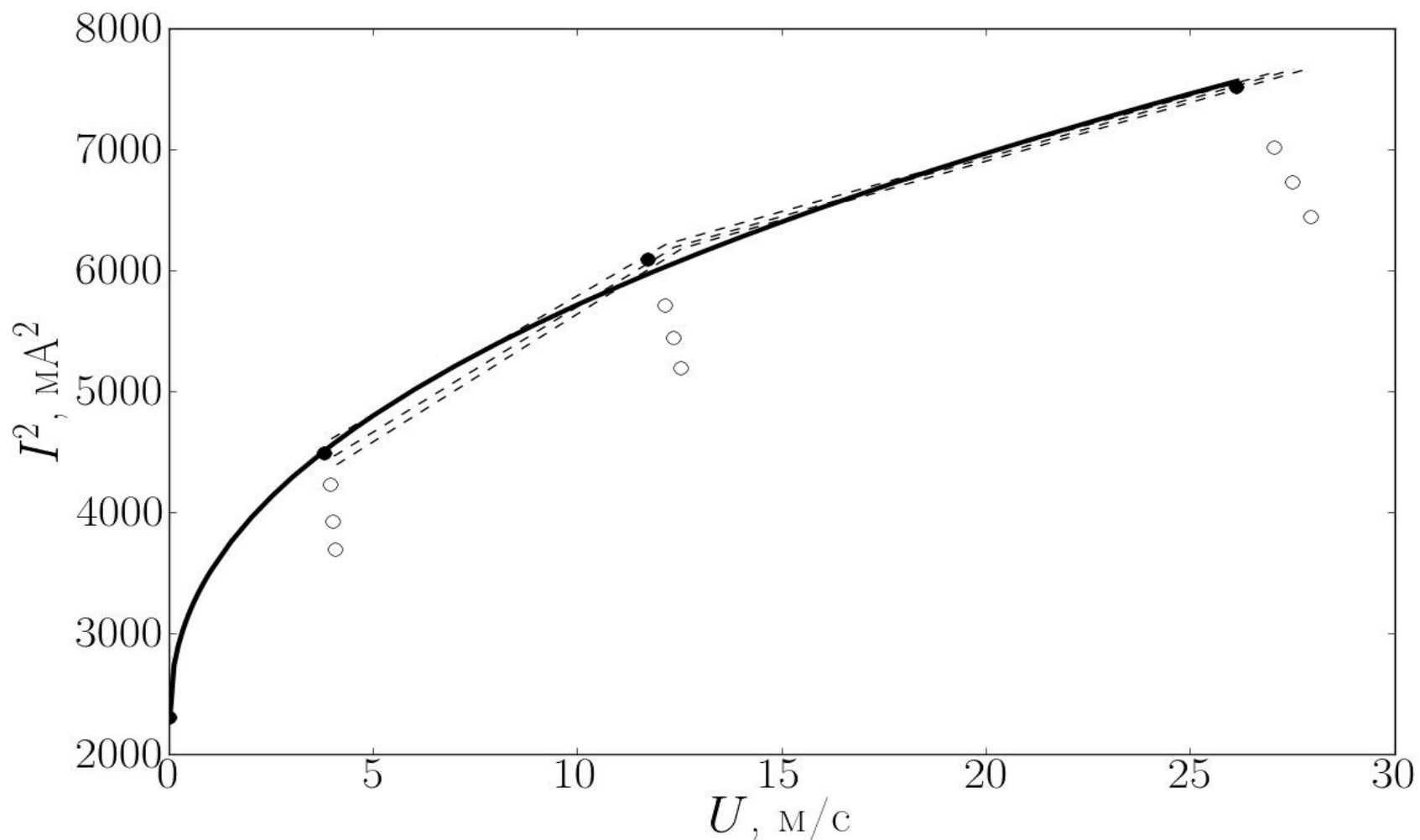


ГРАДУИРОВОЧНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРИ РАЗНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ ПОТОКА



ГРАДУИРОВОЧНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДО И ПОСЛЕ ТЕМПЕРАТУРНОЙ КОМПЕНСАЦИИ

$$I^2 = 2312 + 1212U^{0,45} \quad (T_n = 19,5^\circ\text{C})$$



ПРЕИМУЩЕСТВА МЕТОДИКИ

- Простота реализации
- Допускает оценку погрешности термокомпенсации
- Позволяет оценивать экспериментальные данные других авторов

