

Термопреобразователи для АЭС с возможностью бездемонтажной поверки



ЗАО НПК «ЭТАЛОН»

347360, Ростовская обл., г. Волгодонск,
ул. 6-я Заводская, 25
Тел./факс: (8639) 27-79-41,
27-79-39, 27-79-60
E-mail: npketalon@mail.ru
www.npk-etalon.ru

Волгодонское ЗАО НПК «Эталон» выпускает термометры сопротивления и термоэлектрические преобразователи (далее термопреобразователи) для АЭС с 2004 года классов безопасности 2Н, 2НУ, 3НУ и 4. Номенклатура термопреобразователей соответствует номенклатуре других поставщиков термопреобразователей для АЭС (НПО «Луч», НТЛ «Прибор», НПП «Элемер»).

В данной статье приводятся данные о законченных опытно-конструкторских работах

по разработке термопреобразователей с возможностью их поверки на объекте контроля, нормирующих усилителях, которые позволяют быстро перепрограммировать их под действительную статическую характеристику конкретного термопреобразователя, и малогабаритном образцовом 3-го разряда кабельном термометре сопротивления для поверки вышеназванных термопреобразователей.

Работы проводились по заданию и в тесном сотрудничестве с ОАО «ОКБМ Африкантов» (Нижегород).

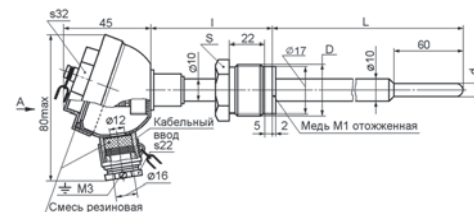
Ниже на схеме представлена общая схема использования разработанных средств измерения температуры.

В защитной арматуре рабочего термопреобразователя наряду со штатным чувствительным элементом размещен дополнительный канал в виде герметичной капиллярной трубки, в которую можно периодически вводить контрольный термопреобразователь, тем самым контролировать показания штатного термопреобразователя, не снимая его с объ-

екта, а при возможности создания нескольких температурных режимов объекта произвести индивидуальную градуировку штатного термопреобразователя. Штатный термопреобразователь подключен к нормирующему усилителю, который преобразует его сигнал в ток (4–20 мА) и цифровой код (RS-485). Усилитель имеет возможность перепрограммирования на объекте контроля (от ноутбука) под индивидуальную статическую характеристику штатного термопреобразователя.

Выходы капиллярной трубки и чувствительных элементов в головку термопреобразователя герметизированы на максимальное давление измеряемой среды (патент РФ № 2327122), что позволяет вести контроль температуры объекта при отказе штатного термопреобразователя и разрушениях его защитного чехла по показаниям контрольного датчика, подключив его к другому прибору или к входу перепрограммируемого нормирующего усилителя.

Основной проблемой, при которой пришлось столкнуться при разработке этого комплекса средств измерений, стала минимизация размеров термопреобразователей с целью обеспечения прежних внешних размеров аналогов и сохранения их инерционности и контрольного (образцового) датчика температуры.



В настоящее время прошли межведомственные испытания и испытания в целях утверждения типа (свидетельство RU.C.32.001.A № 38821, RU.C.32.001.A № 38821) термоэлектрические преобразователи модели ТХА(ТХК) – 2088-ОК-АС и термометры сопротивления ТСП(ТСМ) – 1088-ОК-АС с дополнительным каналом и с наружным диаметром защитной арматуры от 6,5 мм.

Нормирующие усилители моделей ПНУ-ТП и ПНУ-ТС (свидетельство RU.C.34.018.B № 41938) с пределом допускаемой погрешности по токовому выходу 0,25% и по цифровому выходу $\pm(0,4 + 1,0 \cdot 10^{-3}t)$, где t – измеряемая температура.



Усилители предназначены для работы в сложных условиях корабельной реакторной установки при воздействии многих внешних факторов. Процесс перепрограммирования усилителя занимает не более 10 минут, не снимая его с объекта контроля.

Образцовый 3-го разряда платиновый термометр сопротивления ТСП-ОМ (свидетельство RU.C.32.001.A № 42136) выполнен по кабельной технологии и имеет наружный диаметр 1,6 мм.

Образцовый кабельный термометр сопротивления

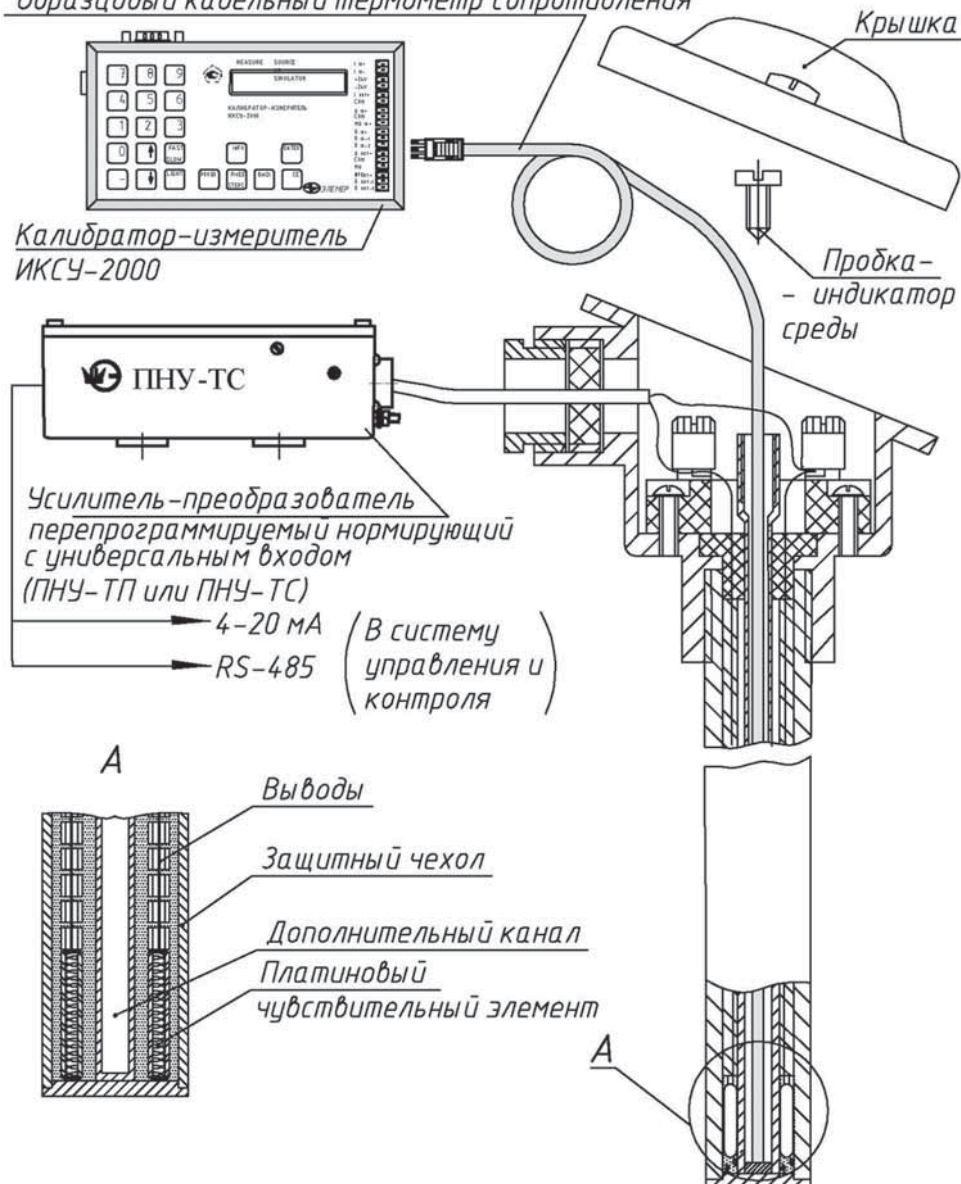


Схема использования термометра сопротивления с дополнительным контрольным каналом ТСП/1-1088-ОК-АС / General arrangement of a resistance temperature detector with additional ТСП/1-1088-ОК-АС control channel



Проведенные экспериментальные исследования показали, что такой датчик можно вводить в дополнительный канал термопреобразователей на глубину не менее 5 метров. Значения доверительной погрешности ТСП-ОМ в температурном эквиваленте при доверительной вероятности 0,95 в реперных точках представлены в таблице.

Реперная точка	Температура, °С	Доверительная погрешность, °С
Тройная точка воды	0,01	±0,02
Точка затвердевания олова	231,928	±0,04
Точка затвердевания цинка	419,527	±0,07

В заключение несколько слов о возможности повышения точности измерения температуры с применением данного комплекса средств измерений.

В соответствии с ГОСТ Р 8.585–2001 и ГОСТ Р 8.625–2006 погрешность отклонения от номинальной статической характеристики в диапазоне до 400 °С составляет 2,7 °С для термоэлектрических преобразователей и 0,95 °С для термометров сопротивления класса А. При индивидуальной градуировке эти погрешности могут быть существенно снижены. Если использовать для поверки ТСП-ОМ и вторичный прибор типа «Теркон», данные погрешности со-

ставят ±0,35 °С и ±0,09 °С. С учетом погрешности нормирующего усилителя и других источников погрешность измерения температуры (в течение 1 года эксплуатации термопреобразователей) можно снизить с ±3,0 °С до ±1,3 °С для термоэлектрических преобразователей, с ±1,45 °С до ±1,1 °С – для термометров сопротивления и удерживать данное значение погрешности в последующие годы эксплуатации термопреобразователей, когда она существенно возрастает.

**Технический директор
ЗАО НПК «Эталон» к.т.н.
В. Ш. Магдеев**

Thermoelectric transducers for NPP to be tested without demounting

ETALON CJSC

25, Shestaya Zavodskaya ul., Volgodonsk, 347360, Russia
Phone/Fax: (8639) 27-79-41, 27-79-39, 27-79-60
E-mail: npketalon@mail.ru
www.npk-etalon.ru

Etalon Research and Production Company CJSC (the town of Volgodonsk) has been engaged in manufacturing resistance temperature detectors and thermoelectric transducers for NPP, safety class 2H, 2HY, 3HY and 4, since 2004. The range of thermoelectric transducers is equal to that of other suppliers of transducers for NPP (Luch Research and Production Company, Pribor Research and Technical Laboratory, Elemer Research and Production Enterprise).

The article highlights R&D in the field of thermoelectric transducers that could be tested at a facility, and covers rating amplifiers that can be quickly reprogrammed in accordance with the actual static behavior of a specific thermoelectric transducer as well as a small-dimension control cable resistance temperature detector of the 3rd degree used for testing the thermoelectric transducers.

The work has been done at the request of OKBM Afrikantov (Nizhny Novgorod) and in close cooperation with it.

Scheme shows the general arrangement of the developed temperature detecting devices.

The protection fitting of the operating thermoelectric transducer contains an additional channel together with the regular sensing element. The channel is made in the form of hermetically sealed capillary tube. Periodically a watching thermoelectric transducer can be inserted into the tube to monitor the readings of the operating thermoelectric transducer without demounting the latter. When several temperature conditions are organized at a facility it is possible to calibrate the operating thermoelectric transducer individually. The operating

transducer is connected to a rating amplifier that converts its signal into current (4 to 20 mA) and digital code (RS-485). The amplifier can be reprogrammed at the facility, using a notebook, in accordance with the individual static behavior of the operating thermoelectric transducer.

The connections of the capillary tube and sensing elements with the head of the thermoelectric transducer are hermetically sealed to endure the maximum pressure of the environment being measured (Patent of the RF No 2327122). It allows monitoring of the facility temperature in case of the operating transducer failure and its protecting cover destruction using the readings of the control sensor connected to another device or to the inlet of the reprogrammed rating amplifier.

The main problem faced in the development of these measuring devices was to minimize the dimensions of the control temperature sensor and thermoelectric transducers in order to keep to the dimensions of similar devices and to preserve the persistence.

TXA(TXK) – 2088-OK-AC thermoelectric transducers and ТСП(TCM) – 1088-OK-AC resistance temperature detectors with the additional channel and outer diameter of the protection cover from 6,5 mm have undergone interdepartmental tests and type approval tests (Certificates RU.C.32.001.A No 38821, RU.C.32.001.A No 38821).

Rating amplifiers of models ПНУ-ТП and ПНУ-ТС (Certificate RU.C.34.018.B No 41938) with the maximum permissible error of the current output of 0,25% and of digital output of $\pm(0,4 + 1,0 \cdot 10^{-3}[t])$, where t is measured temperature.

The amplifiers are designed to operate in difficult conditions of a vessel reactor unit and being exposed to many external factors. The amplifier

can be reprogrammed within 10 minutes without demounting it from the facility.

ТСП-ОМ control platinum resistance temperature detector of the 3rd degree (Certificate RU.C.32.001A No 42136) is of cable technology design and has the outer diameter of 1,6 mm.

According to tests the detector can be inserted into the additional channel of a thermoelectric transducer to the depth of over 5 meters.

Table shows values of the confidence error of ТСП-ОМ in temperature equivalent at confidence coefficient of 0,95 in the defined points.

To conclude I would like to dwell on the prospects of improving the measurement accuracy utilizing this set of measuring devices. As per GOST 8.585–2001 and GOST P 8.625–2006 the deflection from the rated static behavior in the range of up to 400 °С is 2,7 °С for thermoelectric transducers and 0,95 °С for resistance temperature detectors of class A. Using individual calibration the deflection can be decreased significantly. When ТСП-ОМ RTD and Tercon-type device are used, the deflection is equal to ±0,35 °С and ±0,09 °С. After a year of thermoelectric transducer operation the temperature measurement error (the error of the rating amplifier and other error sources included) can be decreased from ±3,0 °С to ±1,3 °С for thermoelectric transducers and from ±1,45 °С to ±1,1 °С for RTD, and these error ratings will be kept during the next years of the thermoelectric transducers operation, when normally the error values are bound to grow.

**V. Magdeev,
Engineering Director,
Etalon Research and Production
Company,
Candidate of Technical Sciences**

Defined point	Temperature, °С	Confidence error, °С
Triple point of water	0,01	±0,02
Tin solidification point	231,928	±0,04
Zinc solidification point	419,527	±0,07