

# Технологический прогон средств измерения температуры и давления при одновременном воздействии нескольких внешних возмущающих величин

С.П.Потехин, С.Н.Сергиенко

Одним из методов повышения качества выпускаемой продукции является введение в технологический процесс ее изготовления операций приработки (технологического прогона) перед проведением приемо-сдаточных испытаний. В результате такой технологической приработки выявляются дефекты изготовления и комплектующие недостаточного качества.

Естественно, эффективность такой приработки будет выше, если воздействия будут наиболее полно соответствовать реальным условиям эксплуатации. В частности, применительно к термоэлектрическим преобразователям в материалах второй конференции «Температура-2004» [1] было показано, что одновременное воздействие на термопреобразователь температуры и вибрации вызывает более существенное изменение их действительной статической характеристики (ДСХ), чем воздействие этих факторов по отдельности.

В ЗАО НПК «Эталон» (г. Волгодонск) созданы и эксплуатируются с 2007г. два стенда для технологической приработки термоэлектрических преобразователей и термометров сопротивления при одновременном воздействии на них температуры и вибрации. Дополнительно к этим воздействующим факторам оказывается еще температурное воздействие на головку термопреобразователя- до 200<sup>0</sup>С.

Стенд состоит из пространственной рамы, установленной на виброопорах, предназначенных для гашения вибрации. На двух боковых сторонах рамы укреплены



салазки для вертикального перемещения нагревательных камер (трубчатых печей), создающих температуру измеряемой среды, и на верхней части рамы установлена площадка для установки стенда вибрационного, на которой также закреплены салазки, обеспечивающие горизонтальное перемещение держателей промышленных фенов, создающих воздействующую температуру (до 200<sup>0</sup>С) на головки термопреобразователей.

Стол стенда вибрационного СВ-2М снабжен симметричным кронштейном со штатным крепежом для установки двух испытуемых термометров.

Установка, регулирование и поддержание воздействующих температур (измерительной среды и температуры, окружающей головку) производится стандартными средствами, т.е. кабельными датчиками температуры и регулируемыми устройствами, а вибрационные воздействия обеспечиваются стендом вибрационным типа СВ-2М, с дополнительным контролем прибором «Вибротест-МГ-4+»

Технологическая приработка термопреобразователей монтажными длинами от 500 до 2500 мм (например, типов ТСП/1-8042, ТХА(ТХК)/1-1072) проводится на вышеописанной установке в следующей последовательности: термопреобразователи в количестве 2 штук жестко закрепляются на кронштейне вибрационного стола в вертикальном положении так, чтобы измерительная часть термопреобразователей находилась в центре нагревательных камер (трубчатых печей), а головки термопреобразователей находились напротив сопел промышленных фенов. Контроль температуры теплового потока осуществляется кабельной термопарой.

Для технологического прогона термопреобразователей с монтажными длинами от 60 до 450 мм и создания температурного воздействия измерительной среды взамен нагревательных камер (трубчатых печей) применяются специальные камеры, температура в которых создается путем нагнетания горячего воздуха промышленными фенами.

Испытуемые термопреобразователи подключаются к контрольному прибору, например, ИРТ 5323Н для фиксации показаний при воздействии возбуждающих факторов.

Перед началом технологической приработки термопреобразователи подвергаются метрологической поверке с занесением данных в технологическую карту: для термометров сопротивления ( $R_0$ ,  $W_{100}$ ,  $R_{изол.}$ , электрическая прочность изоляции  $U_{500}$ ) и преобразователей термоэлектрических (т.э.д.с., предел допускаемых отклонений  $\Delta_{доп.}$ ,  $R_{изол.}$ ,  $U_{500}$ ).

Проведение технологической приработки проводится в соответствии с технологической инструкцией ЮВМА.400508.026И, разработанной ЗАО НПК «Эталон» и согласованной с представителем заказчика и ОАО «ОКБМ Африкантов».

Режимы воздействия температуры, вибрации и временные интервалы проведения испытаний описываются следующим регламентом в соответствии с ЮВМА.400 508.026 И:

1) Разогрев камер для создания температуры измерения  $(320 \pm 10)^\circ\text{C}$  со скоростью изменения температуры  $300^\circ\text{C}/\text{час}$ , по достижению выдержка не менее 30 мин.

2) Вибрация методом фиксированных частот в поддиапазонах  $80 \div 60\text{Гц}$ ;  $60 \div 50\text{Гц}$ ;  $50 \div 40\text{Гц}$ ;  $40 \div 30\text{Гц}$ ;  $30 \div 20\text{Гц}$  при плавном изменении частоты в каждом поддиапазоне от верхней частоты к нижней, с выдержкой на нижней частоте поддиапазона в течение 29 мин. Время прохождения каждого поддиапазона около одной минуты. Общая продолжительность виброиспытаний 2,5 часа. Воздействие на головку температуры окружающей среды  $20 \pm 10^\circ\text{C}$ . Допускаются перерывы в испытаниях, при этом общее время воздействия вибрации не должно сокращаться.

Примечание.

При прохождении поддиапазона и выдержки на фиксированных частотах не должно наблюдаться резких изменений температуры у испытуемых термопреобразователей. При резких (до  $5^\circ\text{C}$  за минуту) изменениях температуры у термопреобразователей изделия передаются на дополнительные испытания в метрологическую лабораторию.

3) Вибрация 20...30 Гц при ускорении  $19,6 \text{ м/с}^2$ , температуры на головку (три термоудара при температурах 70, 100,  $200^\circ\text{C}$  по 10 мин на каждой температуре), при этом воздействующая температура измерения  $(320 \pm 10)^\circ\text{C}$ , время воздействия вибрации 20 часов.

Термопреобразователи считаются выдержавшими технологическую приработку при воздействии совмещенных тепловых и вибрационных воздействий, с сопутствующими термоударами на головку, если после испытаний при внешнем осмотре не обнаружено механических повреждений, влияющих на работоспособность, а именно: нет обрывов и коротких замыканий в измерительной цепи, электрическое сопротивление изоляции  $>100 \text{ МОм}$ , а допустимое отклонение сопротивления от номинального при температуре  $0^\circ\text{C}$  и пределы допускаемых отклонений т.э.д.с. от НСХ преобразования соответствуют требованиям, установленным в технических условиях на соответствующее изделие и не должны отличаться от значений, установленных технологическим регламентом.

По окончании технологической приработки данные метрологической поверки заносятся в технологическую карту для сравнения с данными до испытаний и принятия решения о пригодности изделия к отгрузке.

Пример основных числовых данных технологического прогона термопреобразователей типа ТСП/1-8042ВП, в количестве 5 штук, отгружаемых на заказ,

приведен в таблице 1, при этом в качестве примера приведены данные забракованного термометра (см.зав.№ 25)

Таблица 1.

ЭТАП	Хар-ка	Зав.№				
		24	25	26	27	28
Выпуск из производства ЭЧП	R <sub>0</sub> , Ом	99,967	100,006	99,981	99,973	99,993
	Δ R <sub>0</sub> , Ом (°C) по тех.регламенту	100,000 <sub>-0,040</sub> <sup>+0,020</sup> ( 0 <sub>-0,1</sub> <sup>+0,05</sup> )				
	R <sub>100</sub> , Ом	139,104	139,158	139,123	139,112	139,141
	Δ R <sub>100</sub> , Ом(°C) по тех.регламенту	139,110 <sub>-0,077</sub> <sup>+0,077</sup> ( 100 <sub>-0,2</sub> <sup>+0,2</sup> )				
<b>Вывод</b>		годен	годен	годен	годен	годен
Выпуск из производства термометра сопротивления	R <sub>0</sub> , Ом	99,978	100,010	99,988	99,985	99,997
	Δ R <sub>0</sub> , Ом(°C) по тех.регламенту	100,000 <sub>-0,050</sub> <sup>+0,040</sup> ( 0 <sub>-0,12</sub> <sup>+0,10</sup> )				
	Пробой(500В)	проб. нет	проб. нет	проб. нет	проб. нет	проб. нет
	R <sub>из.</sub> , МОм	>100	>100	>100	>100	>100
<b>Вывод</b>		годен	годен	годен	годен	годен
Технологическая приработка по ЮВМА.400508.26И	R <sub>0</sub> , Ом	99,976	100,023	99,992	99,988	99,996
	δR <sub>0</sub> , Ом	0,002	0,013	0,004	0,003	0,003
	δR <sub>0 макс.</sub> , Ом по тех.регламенту	0,010				
	Пробой(500В)	проб. нет	проб. нет	проб. нет	проб. нет	проб. нет
	R <sub>из.</sub> , МОм	>100	>100	>100	>100	>100
<b>Вывод</b>		годен	брак	годен	годен	годен

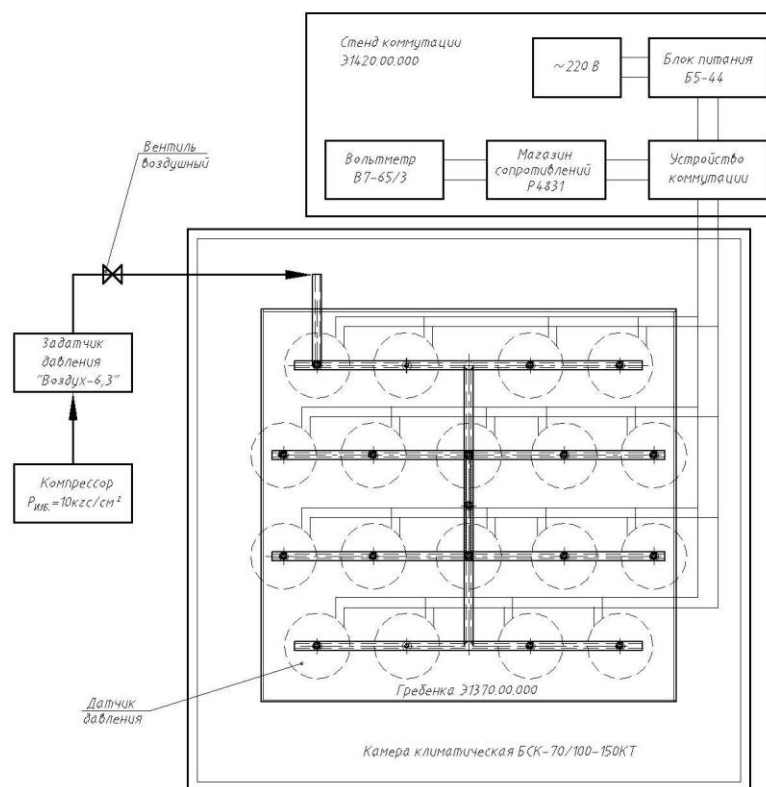
Стенды для технологической приработки обеспечивают:

- воздействия измеряемой температуры, до 400<sup>0</sup>С и воздействие температуры на головку до 200<sup>0</sup>С;

- воздействия вибрации:
  - по частоте от 15 до 100 Гц;
  - по амплитуде виброперемещения от 0,1 до 2,4 мм;
  - по амплитуде виброускорения от 2 до 150 м/сек<sup>2</sup>
- суммарная масса испытуемых изделий до 10кГ.

В результате проведения технологической приработки термопреобразователей мод. ТСП/1-8042, ТХА(ТХК)/1-1072 для транспортных энергетических установок в течение трех лет, т.е. было испытано порядка 300 штук термопреобразователей и при этом выявлено два случая отклонений значений, превышающих технологический регламент, и при этом не получено ни одной рекламации на отгруженную продукцию.

Аналогичный технологичный прогон в ЗАО НПК «Эталон» проводится для оценки стабильности метрологических характеристик датчиков давления Дон-17ДИ, ДВ, ДИВ, ДГ, ДД при одновременном воздействии температуры окружающей среды от минус 50 до плюс 80<sup>0</sup>С (в зависимости от модификаций датчиков давления) и давления измеряемой среды.



Структурная схема комплекса технических средств и оборудования для технологического прогона датчиков давления ДОН-17 ДИ, ДВ, ДИВ, ДГ, ДД

Стенд для технологического прогона датчиков давления состоит из гребенки, на которую устанавливаются испытываемые датчики (до 18 шт.), и задается давление измеряемой среды с помощью компрессора, задатчика давления «Воздух-6,3» или многофункциональной ручной помпы PV411. Гребенка с установленными датчиками давления помещаются в климатическую камеру, которая создает температуру окружающей среды. Электрически датчики давления подключены к стенду коммутации для снятия показаний.

Технологический прогон датчиков давления проводится по технологической инструкции 908.25001.00067И. Полный цикл технологического прогона составляет 48 часов. Смена воздействующей температуры от max до min в соответствии с возможностью климатической камеры (1÷2 часа).

Снятие показаний три раза в начале прогона, через 24 и 48 часов соответственно, при нормальной температуре эксплуатации  $20\pm 5^{\circ}\text{C}$ , при нулевом и максимальной давлении (для каждого датчика). Определение разности значений выходного сигнала, соответствующий нижнему и верхнему пределам измерений, проводится по методике поверки МИ 1997-89. По окончании приработки данные поверки заносятся в технологическую карту для сравнения с данными до испытаний и принятия решения о пригодности изделия к отгрузке.

Значение показаний должны соответствовать технической документации.

#### Литература.

1. Арнольдов М.Н., Смелов В.Е. Исследование совместного влияния вибрации и температуры на градуировку кабельных хромель-алюмелевых термопар.// Тезисы докладов: II Всероссийская конференция «Температура-2004» - Обнинск, 2004