

Исследования усилий ввода контрольного датчика температуры в дополнительный канал термопреобразователя

А.В.Донцов ЗАО НПК «Эталон» г.Волгодонск
Б.В.Магдеев ВНИИМ г.Санкт-Петербург

При проверке точностных характеристик термометров сопротивления и термоэлектрических преобразователей (далее ТП) без демонтажа их с объекта контроля применяются методы, предусматривающие периодическое введение контрольного датчика температуры по дополнительному каналу, размещенного в защитной арматуре ТП [1-4].

При вводе контрольного датчика температуры по дополнительному каналу ТП неизбежно возникают усилия трения, что ограничивает применимость вышеуказанных методов в ТП, имеющих большую длину (несколько метров) и малый диаметр (несколько мм).

Обзор литературы показал, что работы по исследованию отклонению от формы длинных тел вращения проводились в основном для стержней арматуры (4,5), которые не вводятся в длинный цилиндр.

В связи отсутствием теоретических данных было решено провести экспериментальные исследования усилий ввода малогабаритных датчиков различных диаметров и производителей в каналы различных диаметров.

Для измерения усилия ввода были изготовлены:

- динамометр, измеряющий усилие в кг. (рис 1)
- оснастка для выравнивания контрольных датчиков (кабельных термопреобразователей) и капиллярных трубок (рис 2, 3)

Были подготовлены для исследований:

трубки капиллярные из стали 12Х18Н10Т по ГОСТ 14162-79 длиной 2500 мм. и 5000 мм следующего сечения:

- $\varnothing 2,8 \times 0,2$ мм. $d_{вн} = 2,4$ мм.
- $\varnothing 2,4 \times 0,2$ мм. $d_{вн} = 2,0$ мм.
- $\varnothing 2,2 \times 0,2$ мм. $d_{вн} = 1,8$ мм.
- $\varnothing 1,8 \times 0,2$ мм. $d_{вн} = 1,4$ мм.
- $\varnothing 1,6 \times 0,2$ мм. $d_{вн} = 1,2$ мм.

Кабельные датчики температуры и их имитаторы..

- TS 55/332133-1-449 $\varnothing 1,6$ мм, L=5000 мм, фирмы «Termo-Est», Германия.

- Капиллярная трубка $\varnothing 1,6 \times 0,2$, L=5500 мм, ГОСТ 14162-79 (имитатор)
- Кабель $\varnothing 1,5$ мм, 066-4М-Е(Ni)-3 фирмы Aer Орак из стали AISI 321 (08X18H10T), (имитатор)
- WT =3500 $\varnothing 1,0$ мм, L=3500 мм, фирмы EPHY-MESS, Германия.
- SC-MO1 0808/3200 $\varnothing 0,8$ мм, L=3200 мм, фирмы «Termo-Est», Германия.

Согласно программе исследований, капиллярная трубка горизонтально закрепляется в ложементе, исключающем возможность её изгиба. Перед введением в канал контрольный датчик или имитатор выпрямляется специальной оснасткой.

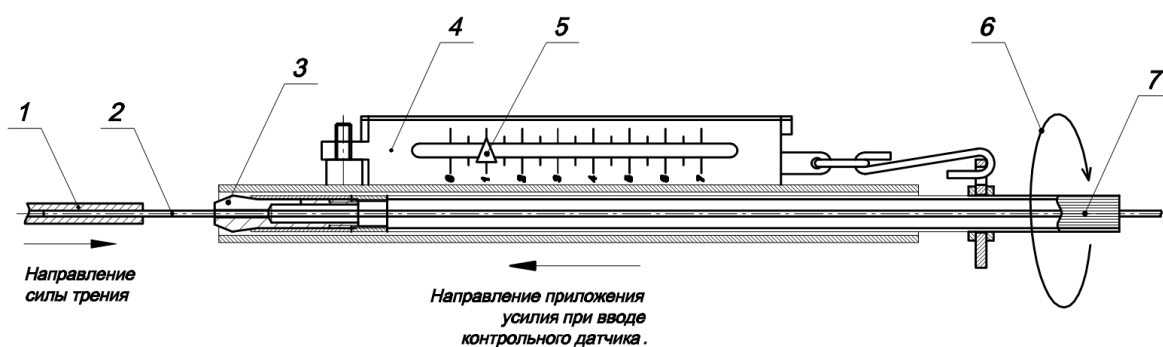


Рис.1. Динамометр для измерения усилия ввода кабельного датчика.

1 – капиллярная трубка; 2 – контрольный датчик; 3 – цанга; 4 – безмен; 5 – стрелка, отображающая усилие в кг.; 6 – направление вращения штока для зажатия контрольного датчика в цанге; 7 - рифлёная поверхность штока.

Контрольный датчик температуры (2), вставленный в капиллярную трубку (1) на определённую длину, зажимается в цангу (3), вращением подвижного штока (7). Для измерения усилия ввода к корпусу динамометра, на котором закреплён безмен (4), прикладывается усилие по направлению к капиллярной трубке. При этом сила трения, противодействующая введению контрольного датчика в капиллярный канал передаёт усилие цанге, подвижному штоку и пружине безмена. Максимальное значение, которого достигает стрелка безмена (5) при измерении, принимается равным усилию ввода контрольного датчика в капиллярный канал на данной длине.

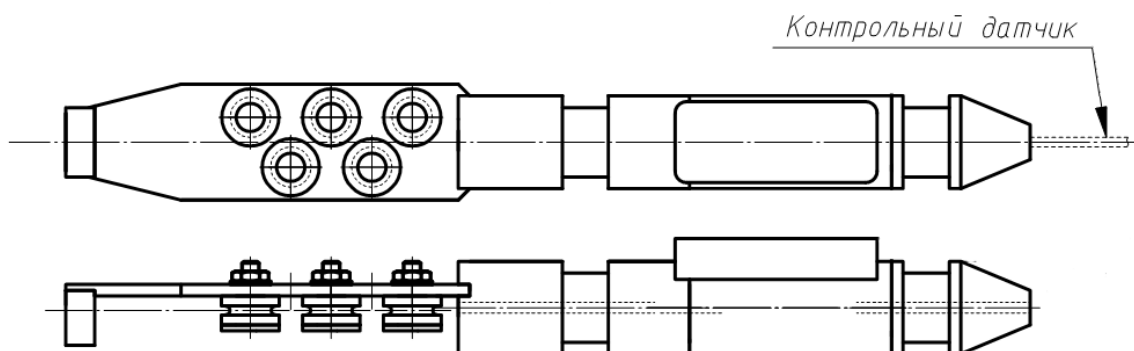


Рис.2. Оснастка для выпрямления контрольных датчиков.

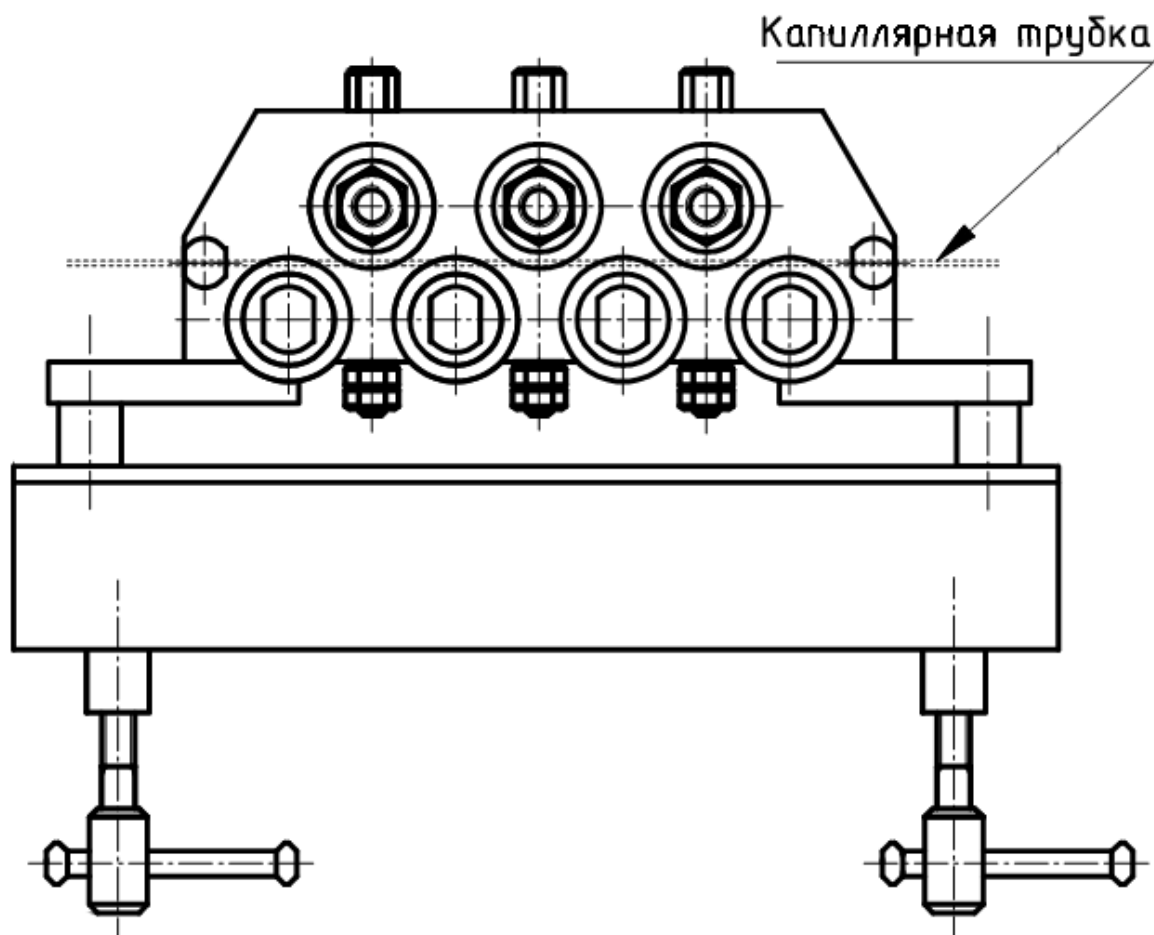


Рис.3. Оснастка для выпрямления капиллярных трубок.

Результаты исследований приведены на графиках (рис 4-6)

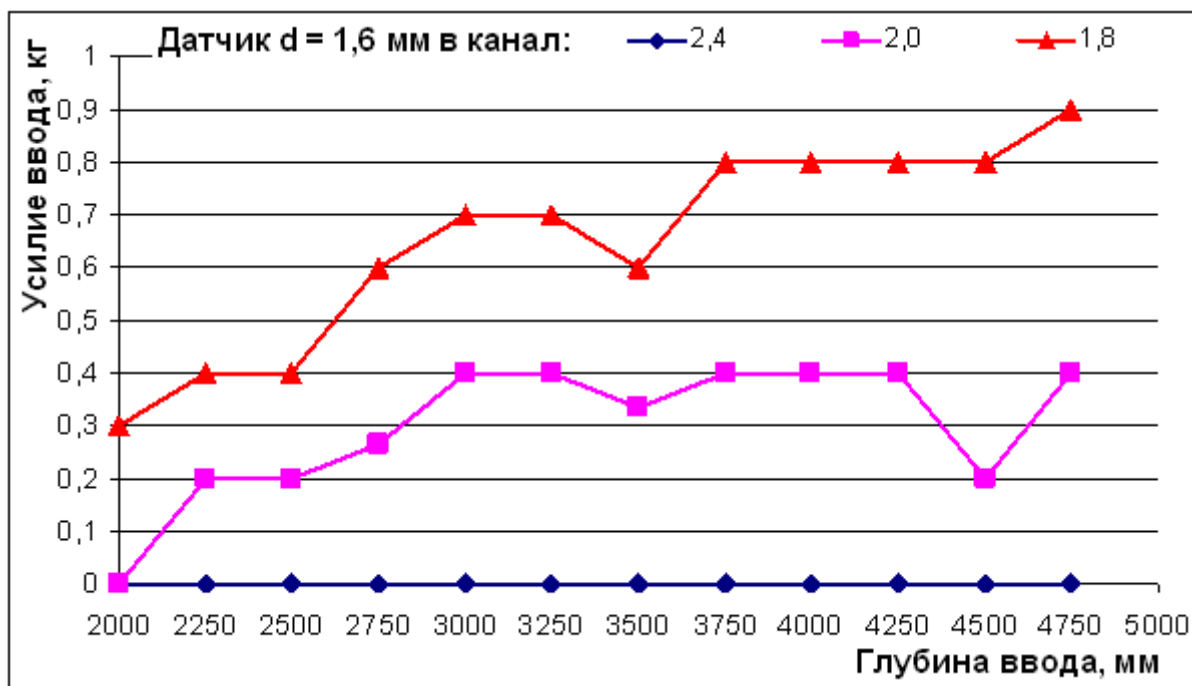


Рис.4 График зависимости усилия от глубины ввода контрольного датчика $\varnothing 1,6$ мм в каналы внутренним диаметром 2,4 мм, 2,0 мм и 1,8 мм.

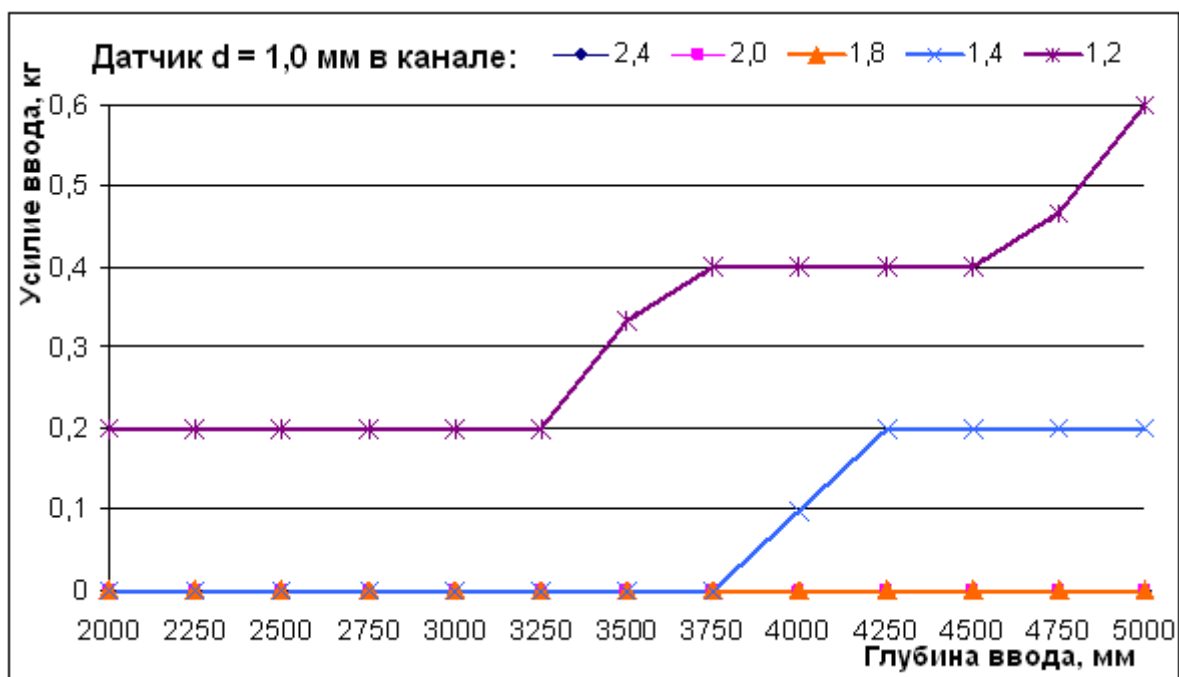


Рис.5 График зависимости усилия от глубины ввода контрольного датчика $\varnothing 1,0$ мм в каналы внутренним диаметром 2,4 мм, 2,0 мм, 1,8 мм, 1,4 мм и 1,2 мм.

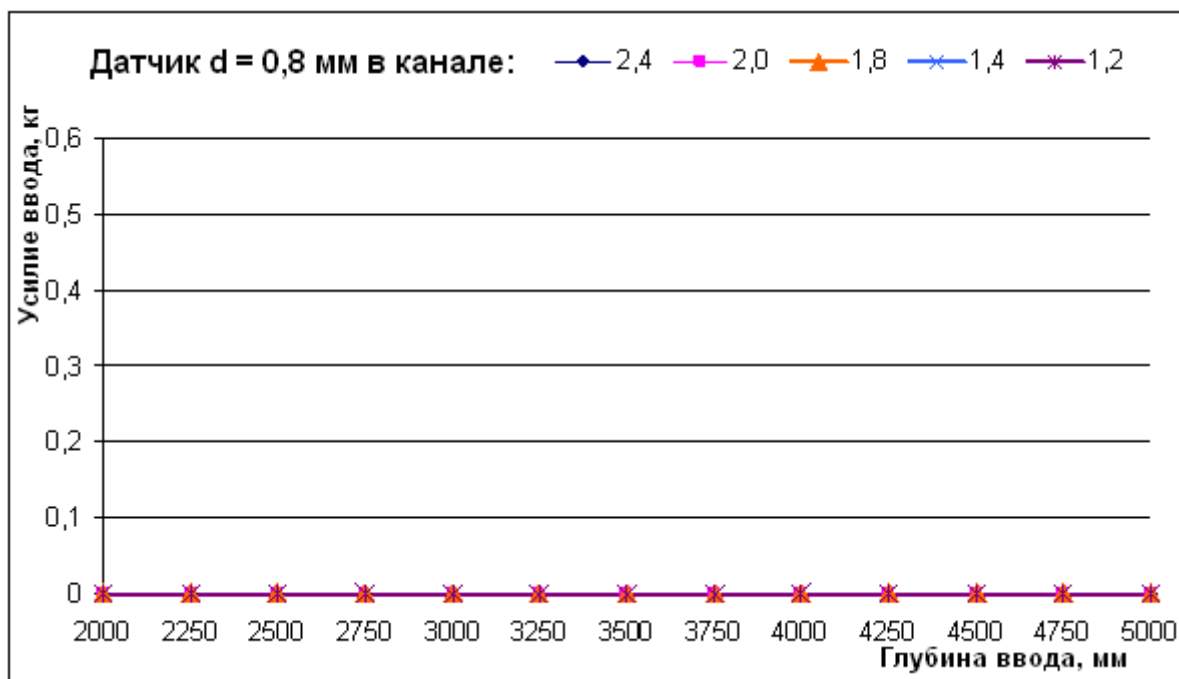


Рис.6 График зависимости усилия от глубины ввода контрольного датчика Ø0,8 мм в каналы с внутренним диаметром 2,4 мм, 2,0 мм, 1,8 мм, 1,4 мм и 1,2 мм.

Выводы:

По представленным графикам видно, что при разности диаметров контрольного датчика и канала в 0,4 мм усилие ввода не превышает 0,4 кг на длине до 5 метров.

При одинаковой разности диаметров канала и контрольного датчика усилие ввода больше у датчиков большего диаметра. Это связано с повышенной жёсткостью кабеля контрольного датчика. Чем жёстче кабель, тем труднее сгладить его неровности усилием ввода.

Степень выпрямления (отклонения от цилиндричности) контрольного датчика играет решающую роль в создании трения, а следовательно усилия и глубины ввода. Приведенные выше результаты получены в результате отладки оснастки для выравнивания датчика и неоднократных тренировок по ее использованию.

При усилении, не превышающем 2,5 кг датчик довольно комфортно вводится в канал пальцами без применения каких либо приспособлений. При усилении в 3 и более килограмм кабель контрольного датчика деформируется пальцами, что только увеличивает усилие ввода. При усилении ввода в 5 кг и более, введение контрольного датчика в канал пальцами крайне затруднительно. Попытки введения датчика с таким усилием чаще всего заканчиваются перегибами кабеля, что может затруднить его извлечение из канала.

В рамках исследований были также проведены подобные измерения усилия ввода и вывода контрольных датчиков при нагреве канала до 400 °С, при

вертикальном расположении канала и измерения усилия со смазкой датчика порошком дисульфида молибдена. Существенных различий в результатах измерения при различных условиях не наблюдалось.

Литература.

1. Патент на изобретение № 2276338.Ru
2. Патент на изобретение № 2299408.Ru
3. Патент на изобретение № 2327122.Ru
4. Патент на полезную модель № 94336.Ru
5. Квартенко А.С. «Исследование процессов правки арматурной стали на правильно-отрезных станках», Дисс... канд. техн. наук ВНИИЗеммаш.-Л, 1966.
6. Волков С.А. «Развитие рабочих процессов машин для арматурных работ», Дисс.. доктор. техн. наук. СпГАСУ, -С.Петербург, 2001