

СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ

**Устройства
для отбора проб пара и воды
атомных станций**

Общие технические требования

СТО ЦКТИ 011–2007

Санкт-Петербург
2007

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН открытым акционерным обществом «Научно-производственное объединение по исследованию и проектированию энергетического оборудования им. И.И.Ползунова» (ОАО "НПО ЦКТИ")

Рабочая группа:

Судаков А.В., д-р техн. наук; Иванов Б.Н., канд. техн. наук;
Табакман М.Л.; Смирнова И.А.

2 ВНЕСЕН ОАО "НПО ЦКТИ"

3 ПРИНЯТ И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ приказом генерального директора ОАО «НПО ЦКТИ» от 15.11.07...№.400...

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

5 СОГЛАСОВАН с ФГУП концерн «Росэнергоатом» заместителем Технического директора Н.Н. Давиденко 08.11.2007г.

С о д е р ж а н и е

1 Область применения.....	1
2 Нормативные ссылки	1
3 Термины, определения, обозначения и сокращения.....	2
4 Типы и конструкция устройств для отбора проб пара и воды и указания по их установке	3
5 Оборудование пробоотборных линий	11
6 Схемы отбора проб пара и воды	12
7 Методы контроля при изготовлении	12
8 Транспортирование и хранение	12
Приложение А (рекомендуемое). Методика расчета щелевого зонда со смесителем	13
Приложение Б (рекомендуемое). Отводы гнутые D _{yб}	14

СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ

Устройства для отбора проб пара и воды атомных станций.
Общие технические требования

Дата введения 2008-01-01

1 Область применения

1.1 Настоящий стандарт устанавливает общие требования к устройствам для отбора проб пара и воды трубопроводов атомных станций групп В и С по ПНАЭ Г-7-008. Устройства предназначены для обеспечения представительности пробы при отборе проб для лабораторного и автоматического химического контроля показателей водно-химического режима контуров АС.

Устройства для отбора проб пара и воды и отдельные элементы оборудования пробоотборных линий могут быть использованы для штатного химического контроля в любых точках пароводяного тракта атомной станции, кроме трубопроводов, работающих под разрежением.

1.2 Для оснащения пробоотборными устройствами трубопроводов II контура, на которые не распространяются требования ПНАЭ Г-7-008, и технологических трубопроводов АС разрешается использовать конструкции зондов согласно РД 24.031.121.

1.3 Стандарт является рекомендуемым к применению на предприятиях и в организациях, занимающихся проектированием и изготовлением трубопроводов для атомных станций.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие стандарты и нормативные документы:

ГОСТ 26.020-80 Шрифты для средств измерений и автоматизации. Начертания и основные размеры

ГОСТ 15150-69 Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды

ПНАЭ Г-7-002-86 Нормы расчета на прочность оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок

ПНАЭ Г-7-008-89 Правила устройства и безопасной эксплуатации оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок

ПНАЭ Г-7-009-89 Оборудование и трубопроводы атомных энергетических установок. Сварка и наплавка. Основные положения

ПНАЭ Г-7-010-89 Оборудование и трубопроводы атомных энергетических установок. Сварные соединения и наплавки. Правила контроля

НП-068-05 Трубопроводная арматура для атомных станций. Общие технические требования

РД ЭО 0348-02 Основные правила обеспечения эксплуатации атомных станций (3-е издание)

ОСТ 108.004.10-86 Программа контроля качества изделий атомной энергетики

ОСТ 108.030.123-85 Детали и сборочные единицы из сталей аустенитного класса для трубопроводов на давление среды $p \geq 2,2$ МПа (22 кгс/см^2) атомных станций. Общие

технические условия

ОСТ 108.030.124-85 Детали и сборочные единицы из сталей перлитного класса для трубопроводов на давление среды $p \geq 2,2$ МПа (22 кгс/см^2) атомных станций. Общие технические условия

ОСТ 24.125.02-89 Швы сварные стыковых соединений трубопроводов АЭС. Типы и основные размеры

ОСТ 24.125.03-89 Отводы гнутые Ду менее 100 мм для трубопроводов АЭС. Конструкция и размеры

ОСТ 24.125.08-89 Переходы точеные для трубопроводов АЭС. Конструкция и размеры

ОСТ 24.125.41-89 Штуцеры Ду менее 50 мм для трубопроводов АЭС. Конструкция и размеры

РД 24.031.121-91 Методические указания. Оснащение паровых стационарных котлов устройствами для отбора проб пара и воды

СО 34.39.504-00 (ОТТ ТЭС-2000) Общие технические требования к арматуре ТЭС

3 Термины, определения, обозначения и сокращения

3.1 В настоящем стандарте применяют следующие термины с соответствующими определениями:

3.1.1 **атомная станция**: Станция, преобразующая энергию деления ядер атомов в электрическую энергию и тепло.

3.1.2 **атомная энергетическая установка**: Комплекс взаимосвязанного оборудования и сооружений атомной станции, предназначенный для производства и распределения энергии.

3.1.3 **устройство для отбора проб пара и воды**: Оборудование для отбора проб пара и воды из трубопровода атомной станции для лабораторного и автоматического контроля показателей водно-химического режима контуров АС.

Устройство состоит, как правило, из зонда, корпуса зонда, пробоотборной линии, арматуры и холодильника.

3.1.4 **зонд**: Устройство для непосредственного отбора пробы пара или воды из трубопровода с исследуемой средой. Зонд состоит из втулки, а также, в зависимости от типа зонда, – из наконечника, трубы $\varnothing 10 \times 2$ мм, щелевой насадки.

3.1.5 **корпус зонда**: Участок трубы, свариваемой в трубопровод, к которому крепится втулка зонда.

3.1.6 **пробоотборная линия**: Трубная система по отводу пробы пара или воды от зонда до холодильника.

3.1.7 **холодильник**: Устройство для охлаждения отбираемой пробы до установленной температуры (не выше плюс 40°C).

3.1.8 **штуцер**: Деталь, предназначенная для присоединения к трубопроводу трубы пробоотборной линии и др.

3.1.9 **переход**: Деталь, предназначенная для плавного изменения диаметра трубопровода.

3.1.10 **отвод**: Деталь, предназначенная для плавного изменения потока рабочей среды на угол от 15 до 90° .

3.2 В настоящем стандарте применены следующие сокращения:

АС – атомная станция;

АЭУ – атомная энергетическая установка;

ОТК – отдел технического контроля.

3.3 В тексте стандарта приняты следующие обозначения, представленные в таблице 3.1.

Таблица 3.1

Символ	Название	Единица измерения
D_a	Наружный диаметр трубопровода	мм
s	Номинальная толщина стенки трубы	мм
s_1	Толщина стенки отвода на внешнем обводегиба	мм
R	Радиус поворота отвода трубы по нейтральной оси гнутого участка	мм
l, l_1	Длины прямых участков отвода	мм
l_2	Развернутая длина криволинейной части отвода	мм
b	Длина проекции половины криволинейной части отвода	мм
φ	Уголгиба отвода	град

4 Типы и конструкция устройств для отбора проб пара и воды и указания по их установке

4.1 Типы устройств для отбора проб пара и воды при эксплуатационном химическом контроле водно-химического режима контуров атомных станций и места их установки приведены в таблице 4.1.

Рекомендуемые конструкции устройств приведены на рисунках 1-5.

Конструкция щелевого зонда для отбора проб влажного пара определяется расчетом по методике приложения А. Конструкция, приведенная на рисунках 3,4, является рекомендуемой.

4.2 Величины допускаемых давления и температуры среды в зондах равны допускаемому давлению и температуре среды в основном трубопроводе.

4.3 Детали и сборочные единицы устройств должны изготавливаться в соответствии с требованиями настоящего стандарта, нормативной и конструкторской документации и технологических инструкций, принятых на предприятии-изготовителе.

4.4 В месте выхода труб $\varnothing 10 \times 2$ мм из втулок трубчатого (рисунок 2) и однососкового (рисунок 5) зондов допускаемые нагрузки определяются из условия прочности этих труб.

4.5 Устройства должны изготавливаться из материалов, предусмотренных ПНАЭ Г-7-008:

- приемная труба (рисунки 2, 3, 4, 5), наконечник (рисунки 1, 5) - из стали марки 08X18H10T или 12X18H10T;

- втулка (рисунки 2,5) – из поковки или сортового проката стали 20 при $t \leq 350^\circ\text{C}$ или из поковки стали марки 15X1M1Ф при $t > 350^\circ\text{C}$, (рисунки 1,3) - из поковки или сортового проката стали марки 08X18H10T или 12X18H10T;

- щелевая насадка, донышко (рисунки 3, 4), пробка (рисунок 5) - из стали марки 08X18H10T или 12X18H10T;

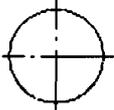
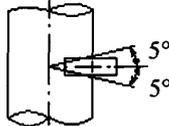
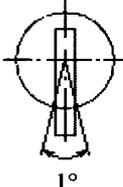
- корпус зонда – из материала основного трубопровода.

Нормативная документация на конкретные материалы должна определяться по ПНАЭ Г-7-008 в зависимости от группы трубопровода, на который устанавливается устройство.

Качество материалов должно быть подтверждено сертификатом.

4.6 Размеры заготовок, их конфигурация, припуски должны устанавливаться технологическим процессом, принятым на предприятии-изготовителе.

Таблица 4.1 – Отбор проб эксплуатационного химического контроля

Наименование устройства	Отбираемая проба	Требования к установке		Примечания
		в горизонтальном трубопроводе	в вертикальном трубопроводе	
Зонд трубчатый (рисунок 1)	Теплоноситель и рабочие среды I-го контура	Наличие прямого участка трубопровода длиной не менее $10 \cdot Da$ до места установки и не менее $5 \cdot Da$ после него. Положение зонда – любое.  Должен быть обеспечен уклон пробоотборной линии по ходу пробы.	Наличие прямого участка трубопровода длиной не менее $4 \cdot Da$ до места установки и не менее $2 \cdot Da$ после него. Положение зонда "горизонтально $\pm 5^\circ$ ". 	—
Зонд трубчатый (рисунок 2)	Питательная вода, конденсат II-го контура	Наличие прямого участка трубопровода длиной не менее $10 \cdot Da$ до места установки и не менее $5 \cdot Da$ после него. Положение зонда – любое. Не допускается расслоение потока воды. Должен быть обеспечен уклон пробоотборной линии по ходу пробы.	Наличие прямого участка трубопровода длиной не менее $4 \cdot Da$ до места установки и не менее $2 \cdot Da$ после него. Положение зонда "горизонтально $\pm 5^\circ$ ".	—
Зонд щелевой со смесителем (рисунки 3,4)	Насыщенный пар с влажностью не более 0,5%	Устанавливается только «вертикально $\pm 0,5^\circ$ » с отводом пробы вниз.  Перед смесителем должен быть прямой участок трубопровода длиной не менее $5 \cdot Da$.	Устанавливается при условии движения потока «снизу – вверх» и уклона пробоотборной линии по ходу пробы.  направление движения среды	Смеситель не устанавливается, если зонд ставится на расстоянии $(1-2) \cdot Da$ за подкладным кольцом или $(5-6) \cdot Da$ за измерительной диафрагмой.
Зонд однососковый (рисунок 5)	Перегретый пар	Не регламентируется		—

4.7 Для стыковки с пробоотборным трубопроводом подготовку кромок под сварку во втулке (рисунки 1,3) и в трубе $\varnothing 10 \times 2$ мм (рисунки 2, 5) выполнять по 1-21 ПНАЭ Г-7-009, кромки под сварку для варианта с трубой $\varnothing 14 \times 2$ мм – по ОСТ 24.125.02, тип шва 1-23 (С-23). Выполнение швов №1 (рисунок 2), №3 (рисунок 3), №1, 2 (рисунок 4), №2, 3, 4

(рисунок 5) должно производиться по технологии предприятия-изготовителя аргонодуговой сваркой без разделки кромок.

4.8 Устройства для отбора проб устанавливаются на трубопроводах наружным диаметром $D \geq 89$ мм. При диаметре трубопровода менее 89 мм производится отбор пробы без зонда непосредственно из трубы через приваренный к ней штуцер по ОСТ 24.125.41 вне зависимости от типа отбираемой среды.

Типоразмер труб для изготовления корпуса и тип разделки кромок под сварку корпуса с основным трубопроводом должен соответствовать основному трубопроводу.

4.9 На время послемонтажных и послеремонтных промывок трубопровода зонд в сборе следует заменить на вставку для предотвращения засорения приемного устройства зонда.

4.10 Скорость среды в трубопроводе для трубчатого и однососкового зондов (рисунки 1, 2, 5) строго не регламентируется, но для перегретого пара должна быть в пределах от 40 до 60 м/с, для воды – в пределах от 1 до 5 м/с в зависимости от внутреннего диаметра трубопровода.

Скорость среды в пробоотборном трубопроводе должна быть около 1 м/с.

4.11 Скорость среды на входе в отверстия приёмной трубы шелевого зонда со смесителем (рисунок 3), рекомендуемого для отбора проб насыщенного пара при 100% нагрузке, должна быть такой же, как и в паропроводе с контролируемой средой.

4.12 Зонды всех видов должны быть направлены строго навстречу потоку среды.

Направление потока рабочей среды в вертикальном трубопроводе при установке трубчатого зонда (рисунок 1) – любое.

Положение зонда в собранном устройстве для отбора проб фиксируется риской на втулке.

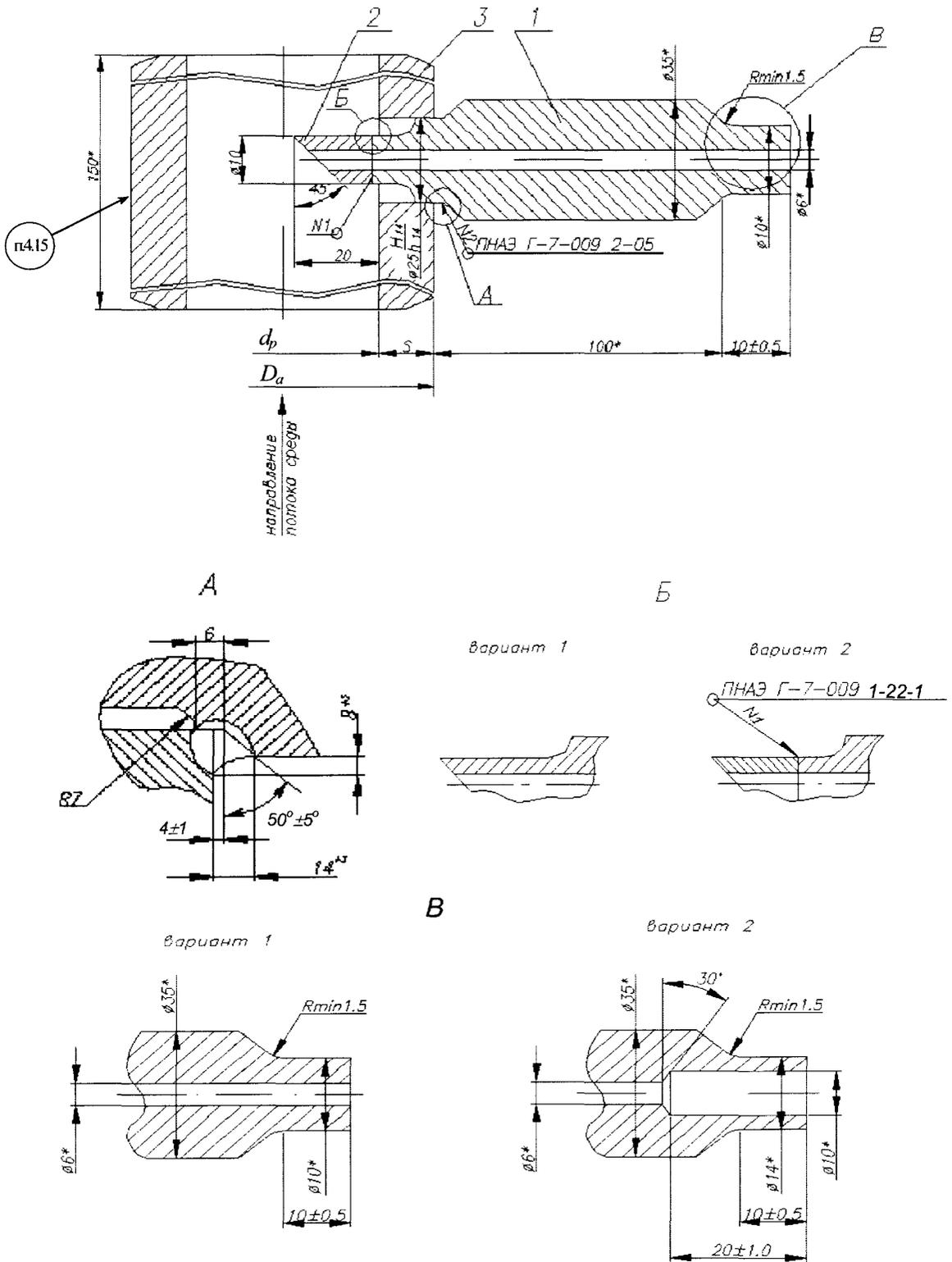
4.13 Расчет на прочность отдельных исполнений зондов выполнен ОАО «НПО ЦКТИ» в соответствии с требованиями ПНАЭ Г-7-002 на $p=19,62$ МПа и $t=290^\circ\text{C}$ (для аустенитных сталей) и $p=9,8$ МПа и $t=290^\circ\text{C}$ (для углеродистых сталей).

При проектировании пробоотборных линий следует производить поверочный расчет на прочность сварного шва приварки втулки к корпусу зонда. Определение вибрационной устойчивости зонда производится путем экспериментальных исследований на стадии пусконаладочных работ, включая начальный этап эксплуатации в стационарных режимах.

4.14 Зонды могут быть изготовлены согласно следующим исполнениям в зависимости от типа отбираемой среды (см. таблицу 4.1) и диаметра пробоотборного трубопровода (см. таблицу 4.2).

Таблица 4.2

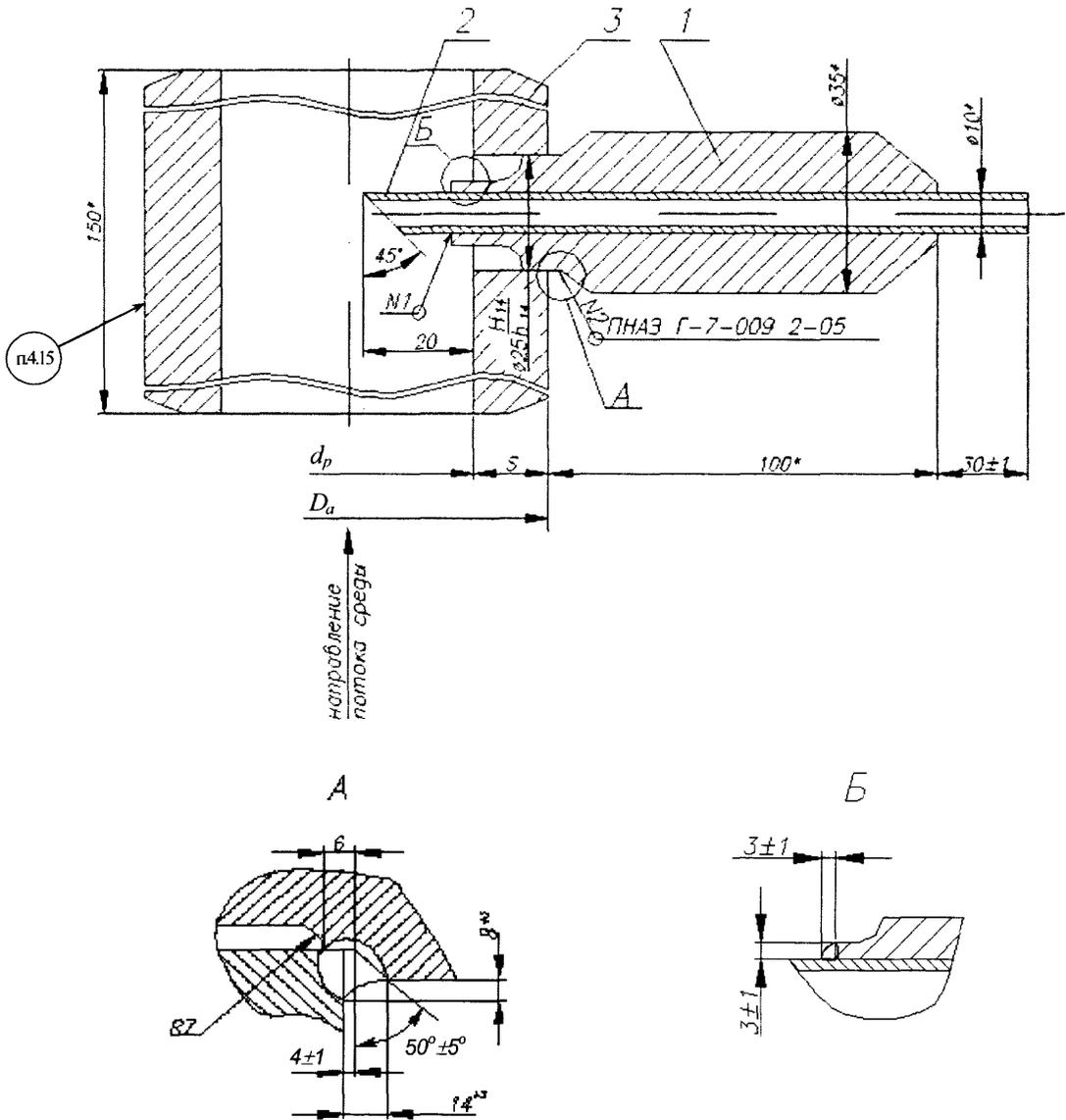
Исполнение зонда	Вариант изготовления	Условный проход пробоотборного трубопровода, D_y
01	Рисунок 1, вид Б (вариант 1), вид В (вариант 1)	6
02	Рисунок 1, вид Б (вариант 2), вид В (вариант 1)	
03	Рисунок 1, вид Б (вариант 1), вид В (вариант 2)	10
04	Рисунок 1, вид Б (вариант 2), вид В (вариант 2)	
05	Рисунок 2	6
06	Рисунок 5	
07	Рисунки 3, 4	



1 - втулка; 2 - наконечник; 3 - корпус зонда

*Размеры для справок

Рисунок 1 – Зонд трубчатый



1 - втулка; 2 - труба $\text{Ø}10 \times 2 \text{ мм}$; 3 - корпус зонда

*Размеры для справок

Рисунок 2 - Зонд трубчатый

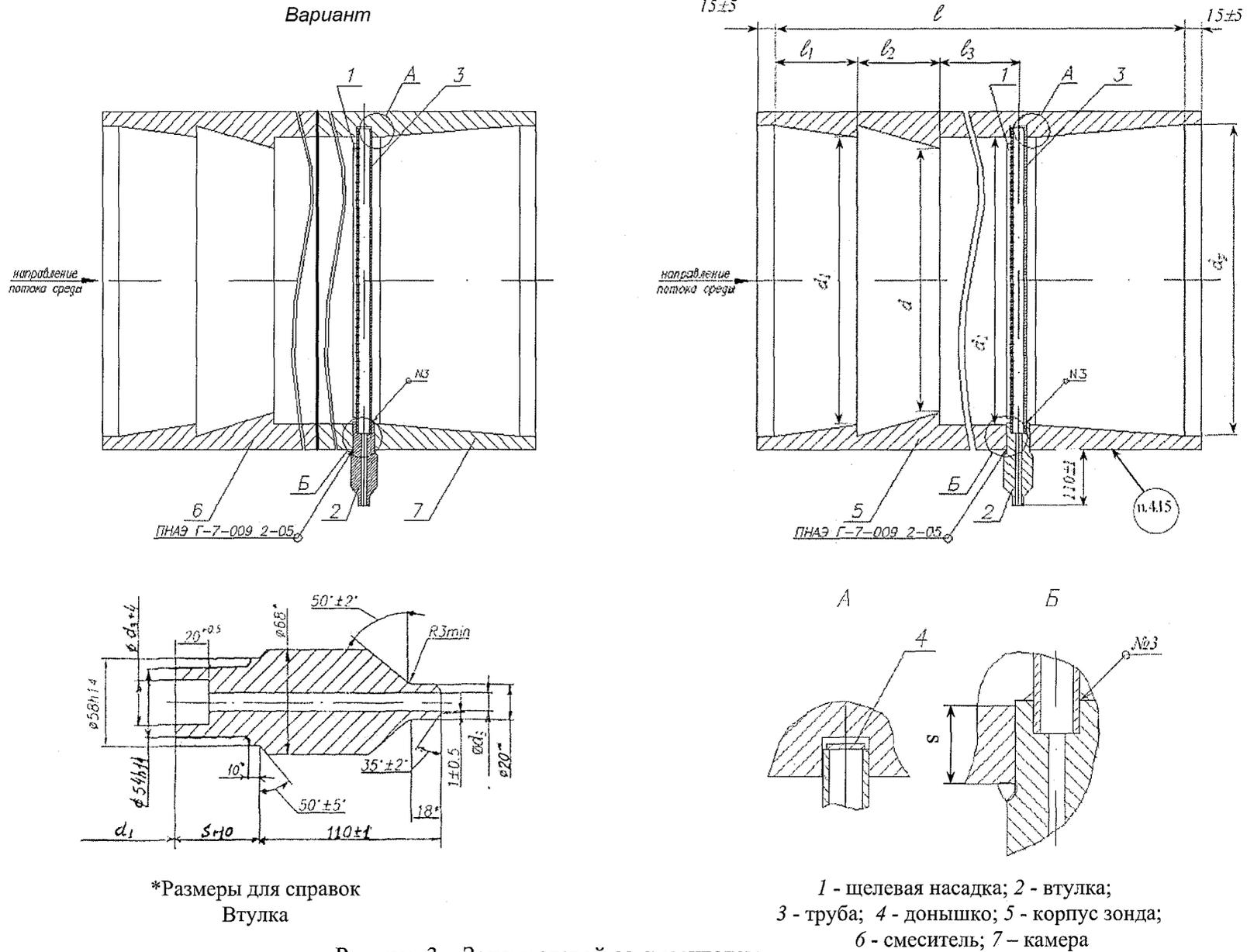


Рисунок 3 – Зонд щелевой со смесителем

4.15 Маркировка устройств должна проводиться ударным способом шрифтом 5ПР3 по ГОСТ 26.020.

Глубина маркировки – не более 0,3 мм. Кромки клейм не должны иметь острых граней.

Место под маркировку должно быть указано в чертеже пробоотборного устройства (на корпусе зонда), очищено принятым на предприятии-изготовителе способом.

При маркировке должно быть указано:

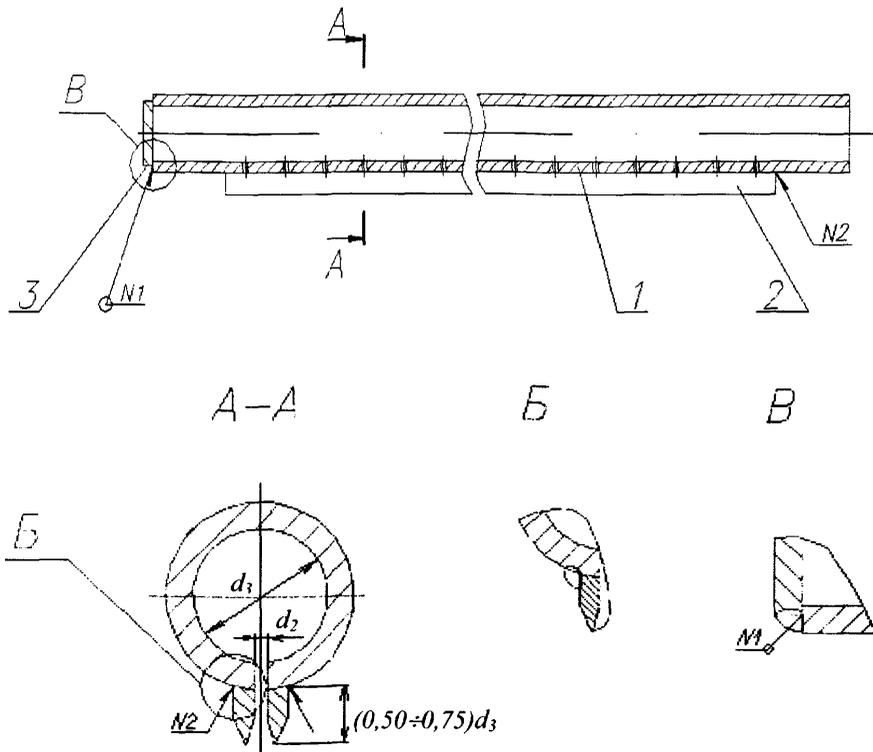
- обозначение изделия;
- отбираемая среда;
- направление движения среды;
- рабочее давление среды, МПа;
- рабочая температура среды, °С;
- клеймо ОТК;
- код ККС трубопровода (при поставке на экспорт или при требованиях договоров или контрактов).

4.16 Сварные соединения клеймить в соответствии с разделом 10 ПНАЭ Г-7-009.

4.17 Пример обозначения изделия при заказе трубчатого зонда исполнения 03:

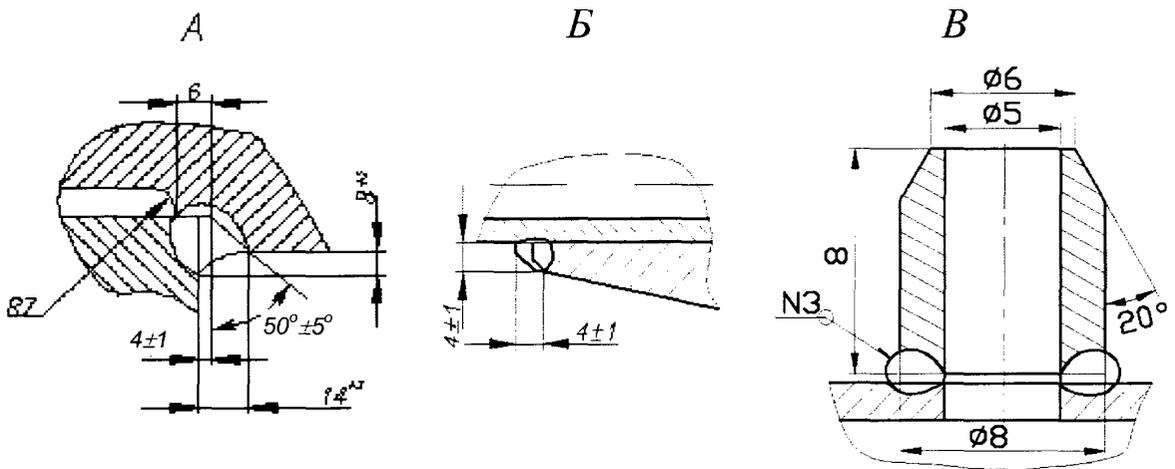
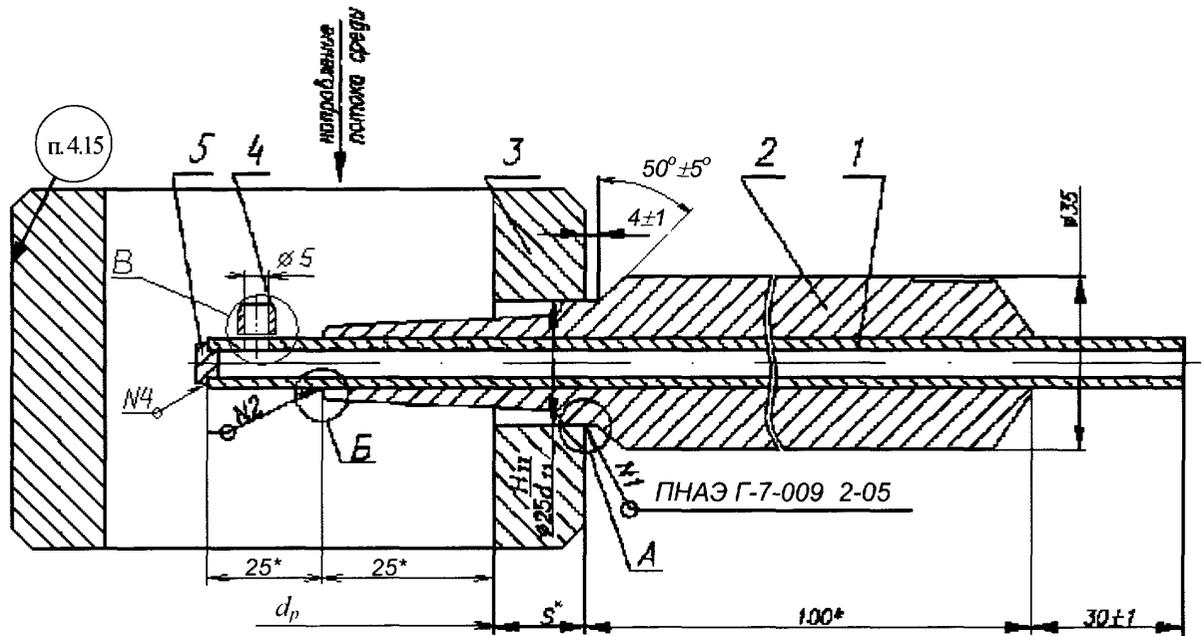
Зонд 03 СТО ЦКТИ 011–2007

При заказе должен быть указан материал корпуса, размер присоединяемых к корпусу труб, разделка кромок, группа трубопровода по ПНАЭ Г-7-008 (для выбора материала деталей зонда в соответствии с п. 3.5 стандарта).



1 - труба; 2 - щелевая насадка; 3 - доннышко

Рисунок 4 – Приёмная труба щелевого зонда



1 – труба Ø10x2 мм; 2 – втулка; 3 – корпус зонда; 4 – наконечник; 5 – пробка

*Размеры для справок

Рисунок 5 – Зонд однососковый

5 Оборудование пробоотборных линий

5.1 На пробоотборной линии ручного отбора пробы после зонда должны быть расположены:

- два запорных вентиля Ду 6;
- холодильник;
- дроссельный игольчатый вентиль Ду 6 или дроссельная шайба.

Допускается применение вентиля Ду 10 с использованием точёных переходов по ОСТ 24.125.08 (исполнение 01).

5.2 Запорные вентили выбираются в зависимости от их места установки и от параметров среды (давление и температура) в линии отбора пробы.

Первый запорный вентиль устанавливается после зонда и должен крепиться как можно ближе к точке отбора пробы для отключения пробоотборной линии от основного трубопровода, второй вентиль устанавливается перед холодильником с целью его отключения для технического обслуживания или ремонта.

5.3 Конструкция холодильника выбирается проектирующей организацией.

5.4 Холодильники должны отвечать требованиям ПНАЭ Г-7-008, предъявляемым к оборудованию АЭУ.

Холодильники трубопроводов II контура, на которые не распространяются требования ПНАЭ Г-7-008, и технологических трубопроводов систем нормальной эксплуатации могут применяться согласно РД 24.031.121.

Холодильники должны обеспечивать температуру отбираемой пробы не выше плюс 40°С.

5.5 Для охлаждения пробы используется охлаждающая вода с расчетной температурой промежуточного контура (18÷33)°С. Прозрачность охлаждающей воды должна быть не менее 30 см (по шрифту), карбонатная жесткость – не более 3,0 мг-экв./кг.

5.6 При монтаже пробоотборных линий следует выдерживать уклон трубопроводов в сторону движения среды не менее 0,004; горизонтальные участки без уклона и с противоуклоном должны быть исключены. Необходимо предусмотреть участки компенсации теплового удлинения пробоотборных линий.

5.7 Согласно требованиям РД ЭО 0348 линии отбора проб должны быть выведены в раздельные (для проб, загрязненных радиоактивными веществами, и для чистых проб) закрытые помещения, имеющие вентиляцию и биологическую защиту (для радиоактивных проб). Допускается вывод линии отбора проб непосредственно в экспресс-лабораторию при условии оборудования в ней изолированного и специально приспособленного бокса для размещения в нем выведенных линий радиоактивных проб.

Помещения химических лабораторий должны быть оснащены приточно-вытяжной вентиляцией и спецканализацией.

5.8 Трубы пробоотборных линий и змеевики холодильников выполняются из стали марок 08Х18Н10Т, 12Х18Н10Т Ø10×2 мм. Допускается применение труб Ø14×2 мм. Нормативный документ на материал трубы определяется по ПНАЭ Г-7-008 в соответствии с группой основного трубопровода.

5.9 Соединение труб пробоотборных линий должно производиться аргонодуговой сваркой без разделки кромок аналогично 1-21 ПНАЭ Г-7-009 монтажной организацией по технологии предприятия-изготовителя.

Гибка труб должна производиться по месту монтажа пробоотборной линии с соблюдением требований приложения Б и ОСТ 24.125.03.

5.10 Вентили запорные и регулирующие для всех отборов проб должны соответствовать требованиям НП-068-05 или ОТТ ТЭС-2000 в зависимости от места их установки.

6 Схемы отбора проб пара и воды

6.1 Схемы отбора проб пара и воды разрабатываются организацией-проектировщиком АЭУ с учетом рекомендаций раздела 4.

7 Методы контроля при изготовлении

7.1 Контроль качества основного материала и сварных соединений должен проводиться в соответствии с требованиями ПНАЭ Г-7-010, ОСТ 108.004.10, ОСТ 108.030.123 и ОСТ 108.030.124 соответственно использованной при изготовлении марке стали. Угловые сварные соединения приварки втулок зондов к корпусам и приёмных труб к втулкам подвергаются послойному визуальному контролю в процессе сварки с регистрацией результатов в специальном журнале и формуляре ОТК, с последующим капиллярным контролем этих сварных соединений в объёме 100% в соответствии с ПНАЭ Г-7-010 (раздел 5).

7.2 Гидравлические испытания изделий в сборе следует проводить в соответствии с требованиями ПНАЭ Г-7-008 (раздел 5).

8 Транспортирование и хранение

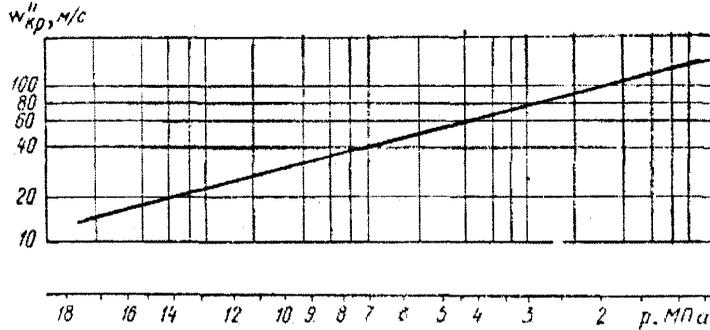
8.1 Условия хранения и транспортирования устройств для отбора проб пара и воды должны соответствовать группе 7 ГОСТ 15150.

Приложение А
(рекомендуемое)

Методика расчета щелевого зонда со смесителем

1 Определение минимального диаметра корпуса смесителя d (рисунок 3).

Из графика определяется $w''_{кр}$ в зависимости от давления насыщенного пара в смесителе, где $w''_{кр}$ - критическая скорость срыва пленки влаги, м/с.



Скорость потока в суженном сечении корпуса смесителя w''_c должна быть не менее скорости $w''_{кр}$, определенной по графику, т.е. $w''_c \geq w''_{кр}$.

Суженное сечение корпуса смесителя:

$$F_{см} = \frac{G}{3,6 \cdot w''_c \cdot \gamma''} \cdot \text{м}^2$$

где G – количество пара, проходящего по смесителю, т/ч;

γ'' - удельный вес пара, кг/м³.

Минимальный диаметр смесителя

$$d = \sqrt{\frac{F_{см}}{0,785}} \cdot \text{м}.$$

2 Размеры диаметров отверстий d_1, d_2 определяются по таблице А.1.

3 Проходное сечение пробоотборной трубки d_3 (рисунок 4) выбирается из условия:

$$d_3 = (0,10 \div 0,15) d_1.$$

4 Количество отверстий «n» определяется из условий: $w''_{отв} = w''_c$, $w''_{сеч.d_3} \leq 1,5 w''_{отв}$,
где $w''_{отв}$ - скорость пара в отверстиях трубки, м/с;

$w''_{сеч.d_3}$ - скорость пара в пробоотборной трубке, м/с,

$$\text{т.е. } n \leq \frac{d_3^2}{1,5 d_2^2}$$

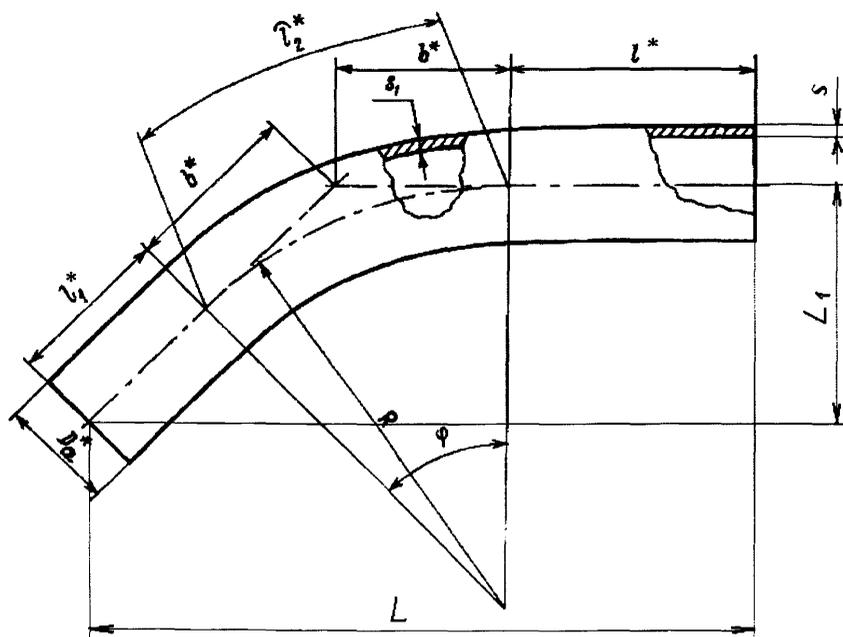
Отверстия по длине трубки должны располагаться равномерно.

Таблица А.1

В миллиметрах

Размеры зонда	Значения	Размеры зонда	Значения
D_a	Задается	l	$1,5 D_a$
d	По расчету	l_1	$0,25 D_a$
d_1	$\frac{D_a + d}{2}$	l_2	$0,25 D_a$
d_2	$2 \div 5$	l_3	$0,50 D_a$
d_3	$(0,10 \div 0,15) d_1$		

Приложение Б
(рекомендуемое)
Отводы гнутые D_76



* Размеры для справок
Рисунок Б.1

Таблица Б.1

Размеры в миллиметрах

Исполнение	Условный проход, D_u	Подготовка кромок	Размеры присоединяемых труб	D_a^*	s	R	s_1	l^*	l_1^*	l_2^*	Угол гiba, ϕ , град.	$L \pm 10$	$L_1 \pm 10$	Масса, кг
01	6	Без разделки	10×2	10	2	100	1,5	100	100	26	15	222	29	0,09
02										52	30	237	64	0,10
03										79	45	241	100	0,11
04										105	60	237	137	0,12
05										157	90	200	200	0,14

УДК 621.643.4

Ф68

ОКП 69 3711

Ключевые слова: атомные станции, атомные энергетические установки, устройства для отбора проб пара и воды, трубопроводы, конструкция, маркировка, материалы, контроль

Подписано в печать 29.11.2007 Формат 60 x 90 1/8. Бумага офсетная Гарштура Таймс.
Печать офсетная. Мел. печ. д. 2,5. Заказ № 678. Тираж 40.

Издательство ООО ИПП "Ладога" 191014,
С-Петербург, ул. Маяковского д. 17
E-mail: ladoga.05@mail.ru

Отпечатано в ООО ИПП "Ладога"
С-Петербург, ул. Маяковского д. 17