

20.03.2013г.

Рекомендации к выбору ультразвуковых преобразователей для ручного контроля изделий

Оглавление

1. Контроль отливок	1
2. Контроль плоских изделий, листов, плит.	2
3. Контроль сварных соединений	2
4. Наклонные преобразователи с керамическим протектором	4
5. Избегайте применять наклонные преобразователи с углом ввода 75°	4
6. Хордовые ультразвуковые преобразователи	5

В документе представлены общие рекомендации к выбору ультразвуковых преобразователей, применяемых для контроля различных изделий. Следует подчеркнуть, что методики УЗК, схемы прозвучивания изделий, как правило ориентированы на выявление типичных, часто встречающихся дефектов. Кроме того, существуют ограничения размеров поверхности ввода ультразвуковых волн в изделие. Именно эти обстоятельства определяют используемый тип преобразователя.

1. Контроль отливок.

Основные типы дефектов в отливках – газовые поры, усадочные раковины, шлаковые включения. Это объемные несплошности. Они хорошо выявляются при любом ракурсе прозвучивания. Отливки имеют как правило крупный размер зерна и большую неравномерность размеров зерен, распределенных в объеме изделия. Часто, при прозвучивании отливок наблюдается структурный шум – множество эхосигналов от границ зерен. Чтобы исключить образование структурного шума, используют прямые ультразвуковые преобразователи с относительно низкими частотами.



Рекомендуются следующие типы ПЭП.

Таблица 1.1.

Тип преобразователя	Размер мертвой зоны (мм)	Толщина изделия (мм)
П112-2,5-Ø14	-	30-60 мм
П111-2,5-Ø14	10	60-200 мм
П111-1,8-14*14	15	60-400 мм
П111-1,25-Ø20	25	400 мм и более

2. Контроль плоских изделий, листов, плит.

Как известно плоские изделия, листы, плиты получают из литых заготовок посредством пластической деформации в горячем состоянии - прокатка или штамповка. Основные типы дефектов изготовления – расслоения, волосовины, закаты. Также, при нарушении технологии изготовления возможны трещины, выходящие на поверхность. Трещины, кроме того, являются основными эксплуатационными дефектами.

Выявление расслоений, волосовин и т.д. производится прямыми совмещенными преобразователями, тип П111, или прямыми раздельно-совмещенными ПЭП, тип П112. В Табл.2.1. указаны типы преобразователей рекомендуемые для контроля изделий различной толщины.

Таблица 2.1.

Тип преобразователя	Размер мертвой зоны (мм)	Толщина изделия (мм)
П112-8,0-5*4	-	3-6 мм
П112-5,0-Ø8	-	6-30 мм
П112-2,5-Ø14	-	30-60 мм
П111-5,0-Ø8	4	10-30 мм
П111-2,5-Ø14	10	60-200 мм
П111-1,8-14*14	15	60-400 мм

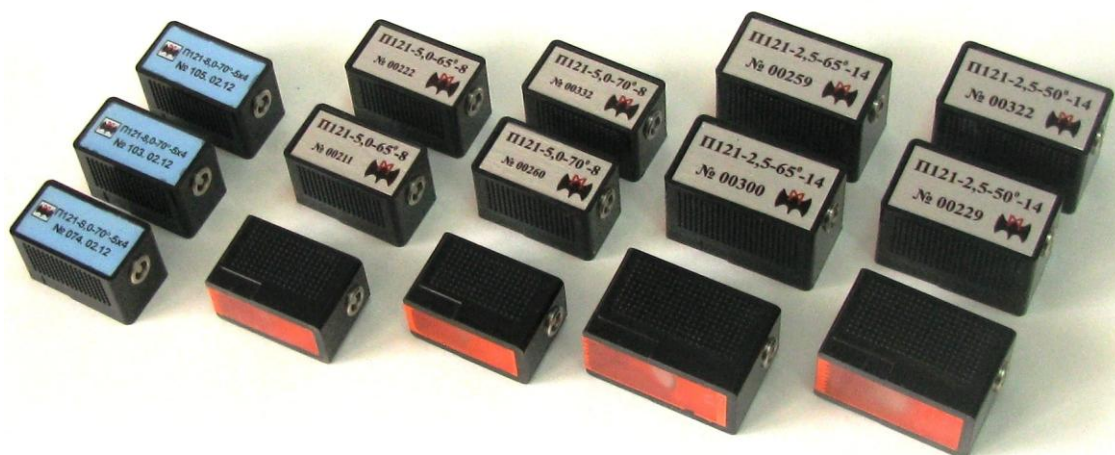
Выявление трещин, выходящих на поверхность, производится наклонными преобразователями, тип П121. Здесь используют ПЭП с небольшими углами ввода 40-50 градусов, тогда трещины (угловые отражатели) будут создавать большие по амплитуде эхосигналы. Такой параметр как стрела ПЭП не регламентируется. Рекомендуемые типы ПЭП указаны в Табл. 2.2.

Таблица 2.2.

Тип преобразователя	Угол ввода в сталь (град)	Стрела (мм)	Толщина сварного шва (мм)
П121-5,0-50 ⁰ -Ø8	50	7	10-16мм
П121-2,5-50 ⁰ -Ø14	50	9	12-28мм
П121-2,5-40 ⁰ -Ø14	40	9	26-50мм
П121-1,8-40 ⁰ -14*14	40	9	40-110мм

3. Контроль сварных соединений

В настоящее время ультразвуковой контроль сварных соединений широко применяется во всех отраслях промышленности. Существует множество инструкций УЗК, в которых имеется много общего.



Можно выделить несколько принципов, обеспечивающих возможность контроля сварных швов.

1. Ультразвуковой контроль сварных соединений как правило выполняется наклонными совмещенными преобразователями, тип П121. В сварном шве контролируется наплавленный металл и зоны термического влияния. Прозвучивание проводится с поверхности околошовной зоны прямыми и однажды отраженными лучами ПЭП.
2. Обязательное требование. Прозвучивание корня сварного шва должно выполняться прямыми лучами ПЭП, поскольку корень шва (место, с которого начинается процесс сварки) является областью наиболее вероятного появления дефектов (непроваров).
3. Ультразвуковому контролю подвергаются только сварные швы с полным проплавлением сечения. Сварные соединения с конструктивными непроварами **не контролируются** ультразвуковым методом, т.к. в них наблюдаются эхосигналы от конструктивных особенностей шва, которые попадают в зону обнаружения УЗД и дефектоскопист как правило не может отличить их от эхосигналов от дефектов.
4. Прозвучивание сварного шва всегда выполняется со стороны наиболее тонкой детали. В противном случае возникают эхосигналы от конструктивных особенностей шва, которые трудно идентифицировать.

Требование прозвучивать корень сварного шва прямыми лучами ПЭП обеспечивают два параметра - стрела **L** и угол ввода **α** (см. Рис.1). Типы преобразователей, оптимальные для контроля сварных швов определенной толщины, указаны в Табл.3.

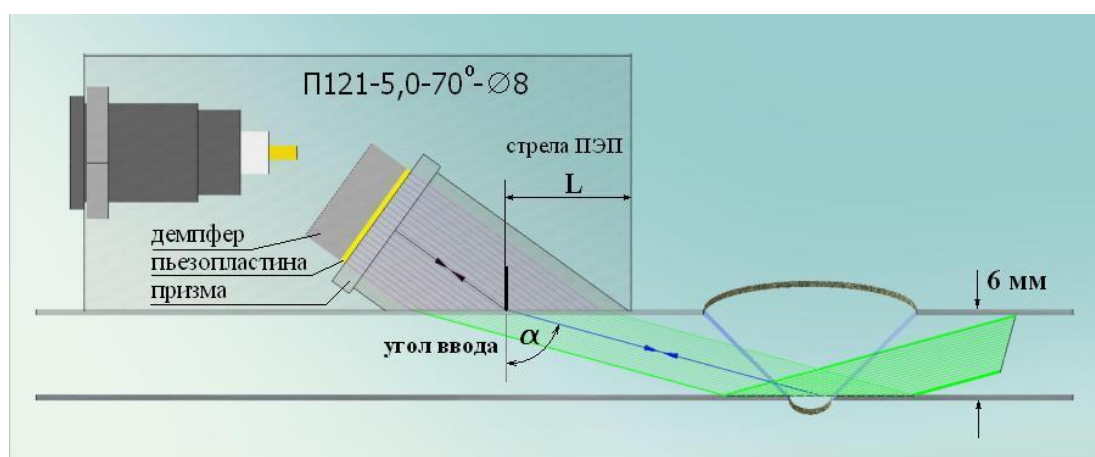


Рис.1. Прозвучивание корня сварного соединения наклонным совмещенным преобразователем.

Таблица 3

Тип преобразователя	Угол ввода в сталь (град)	Стрела (мм)	Толщина сварного шва (мм)
П121-8,0-70 ⁰ -5*4	70	4	4-6 мм
П121-5,0-70 ⁰ -Ø8	70	7	5-11мм
П121-5,0-65 ⁰ -Ø8	65	7	10-16мм
П121-2,5-65 ⁰ -Ø14	65	9	12-28мм
П121-2,5-50 ⁰ -Ø14	50	9	26-50мм
П121-1,8-50 ⁰ -14*14		10	
П121-2,5-40 ⁰ -Ø14	40	9	40-110мм
П121-1,8-40 ⁰ -14*14	40	10	

4. Наклонные преобразователи с керамическим протектором

Хорошо известен факт, что наклонные преобразователи подвержены износу. Продольно-поперечное сканирование по поверхности околосшовной зоны приводит к истиранию призмы и корпуса ПЭП. Практика показывает, что обычный преобразователь сохраняет свои характеристики при контроле от 70 до 110 погонных метров сварного шва.



Преобразователи с протектором из керамики изготавливаются с частотами от 1,8 до 8 МГц и с углами ввода ультразвуковых колебаний от 40° до 70°. Данные ПЭП имеют чувствительность на 6-8 дБ ниже, чем обычные, тем не менее они с запасом обеспечивают настройку браковочного, контрольного и поискового уровней по всем известным методикам контроля.

Стоимость наклонных ПЭП с протектором в 1,5 раза выше, чем стандартных преобразователей. Однако превосходный ресурс работы с избытком компенсирует этот недостаток.

5. Избегайте применять наклонные преобразователи с углом ввода 75°

Довольно часто возникают ситуации, когда наружный валик сварного соединения слишком широкий. В этом случае стараются обеспечить прозвучивание корня шва (Рис.1.) увеличивая угол ввода ПЭП до 75°. Формально данный подход оправдан. Однако такие преобразователи имеют недостатки.

1. Преобразователь с углом ввода 75° имеет слишком широкую диаграмму направленности, около 15°, а иногда и больше. Это приводит к тому, что при движении ПЭП эхосигнал от дефекта слишком сильно перемещается по развертке УЗД, имеет большой пробег. С помощью дефектоскопа трудно определить координаты дефекта или различить провисание и непровар в корне шва.
2. Преобразователи с углом ввода 75° генерируют паразитную волну Рэлея. Волны Рэлея бегут по поверхности к валику усиления сварного шва, отражаются от него, и формируют паразитный эхосигнал, который попадает в зону контроля УЗД.

На самом деле необходимость применения ПЭП с углом ввода 75° возникает крайне редко. Если сварка выполнена по требованиям нормативной документации, например РТМ-1С, ПНАЭ Г-7-009-89, СТО Газпром 2-2.4-083-2006, то достаточно использовать стандартные наклонные ПЭП (см. Табл. 3).

Ниже, на Рис.2, в качестве примера показан вариант прозвучивания сварного шва толщиной 4мм с широким валиком усиления, 9мм. Здесь есть жесткие ограничения на стрелу ПЭП и угол ввода. Контуры ультразвуковых полей преобразователей П121-5,0-70°-Ø8 и П121-8,0-70°-5*4 демонстрируют, что корень сварного шва надежно прозвучивается прямыми лучами. В данном

случае предпочтительно использовать преобразователь П121-8,0-70⁰-5*4, так как он формирует ультразвуковое поле меньших размеров и имеет малую стрелу 4мм.

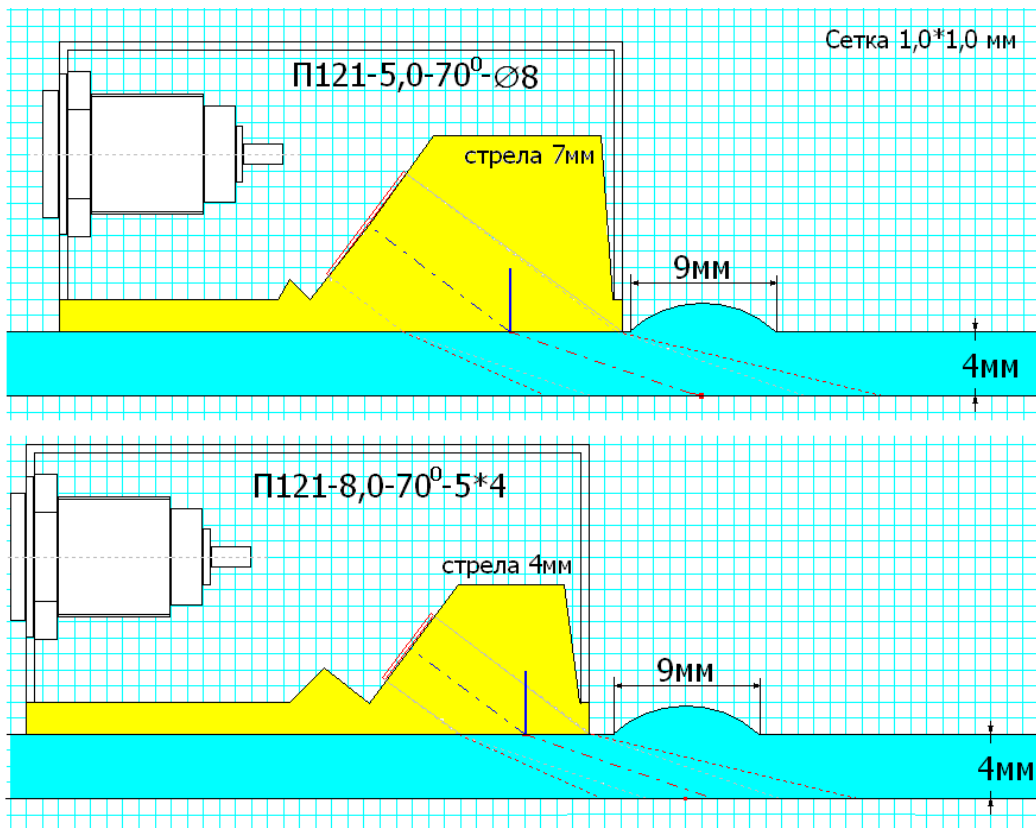
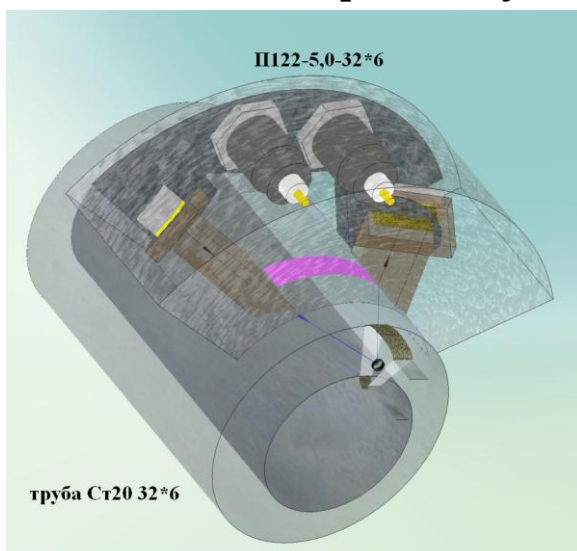


Рис.2. Контуры ультразвуковых пучков наклонных преобразователей при прозвучивании сварного шва толщиной 4мм.

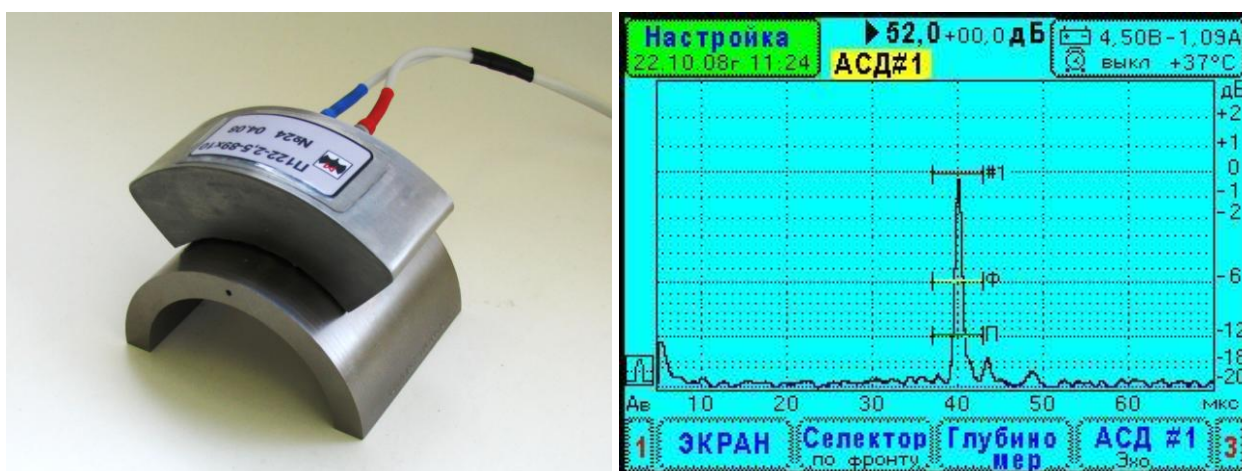
6. Хордовые ультразвуковые преобразователи



Хордовые ПЭП относятся к раздельно-совмещенным наклонным преобразователям, тип П122. Их в основном применяют для контроля кольцевых сварных швов трубных элементов из сталей и полиэтилена. Характерная особенность конструкции - установка точки фокуса УЗ полей излучения и приема в центр сечения сварного шва. Размеры пьезоэлементов и частоту колебаний выбирают из требования чтобы ультразвуковое поле ПЭП захватывало всю толщину стенки трубы.

Такой способ прозвучивания имеет ряд достоинств.

1. Отсутствуют ложные эхосигналы от провисаний в корне сварного шва и от наружного валика усиления. На А-скане дефектоскопа наблюдаются эхосигналы только от внутренних несплошностей.
2. Хордовый ПЭП позволяет выявлять все типичные дефекты сварки, а самое главное он выявляет вертикально ориентированные дефекты такие как свищи, плоскостные несплавления и т.д.
3. Нет поперечного сканирования поскольку прозвучивается сразу все сечение сварного шва.
4. Сокращаются трудозатраты на подготовку (зачистку) околошовных зон изделий. Типичная ширина области сканирования 30-35мм.
5. Реализуется простая технология настройки и контроля. Настройку дефектоскопа проводят по СОП с торцевым плоскдонным отверстием. Браковочный уровень устанавливают по максимуму эхосигнала от плоскдонного отверстия (см. рисунки ниже). Глубиномер и временная регулировка чувствительности дефектоскопа не используется.



Существует несколько ограничений в создании и применении хордовых преобразователей.

Хордовый ПЭП является специализированным преобразователем. Он предназначен для контроля заданного типоразмера трубы. Например преобразователем П122-5,0-38*4 прозвучивают трубы 38*4. Допуски на изменение геометрических размеров (диаметра и толщины стенки) не более 20%.

Качественные акустические характеристики хордовых ПЭП могут быть получены на тонкостенных трубах небольшого диаметра. Диапазон диаметров труб 28 - 160 мм. Диапазон толщин стенок 4-14мм.