

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. ГУБКИНА
Кафедра сварки и мониторинга нефтегазовых сооружений

А.А. АНТОНОВ

Ультразвуковой толщиномер

Методические указания к лабораторной работе

Москва 2016

Ультразвуковой толщиномер

1. Цель лабораторной работы

Целью работы является ознакомление и изучение принципов работы с ультразвуковым толщиномером, предназначенным для измерения толщины изделий из конструкционных металлических сплавов.

2. Краткие теоретические сведения

Принцип работы ультразвукового толщиномера ТЭМП-УТ1 основан на ультразвуковом импульсном эхометодом измерения, который использует свойства УЗК отражаться от границы раздела сред с разными акустическими сопротивлениями. В приборе передающая пьезопластина акустического преобразователя раздельно–совмещенного типа излучает импульс УЗК через линию задержки (призму) в направлении наружной поверхности изделия, толщину которого нужно измерить. Импульс УЗК распространяется в изделии до противоположной поверхности, отражается от нее, распространяется в обратном направлении, пройдя линию задержки (призму), принимается приемной пьезопластиной. Время распространения УЗК от одной поверхности изделия до другой и обратно связано с толщиной изделия зависимостью

$$H = \frac{C \cdot t}{2},$$

где H – толщина изделия;

C – скорость распространения УЗК в материале изделия;

t – время распространения УЗК от одной поверхности изделия до другой и обратно.

Блок-схема толщиномера приведена на рисунке 1.

- Микроконтроллер (МК)
- Клавиатура (Кл)
- Жидкокристаллический индикатор (ЖКИ)
- Блок интерфейса (USB) для связи с компьютером (ПК)

- Схема синхронизации (Синхр.)
- Генератор импульсов (ГИ)
- Регулируемый усилитель (РУ)
- Пьезоэлектрический преобразователь (ПЭП)
- Преобразователь сигнала (ПС).

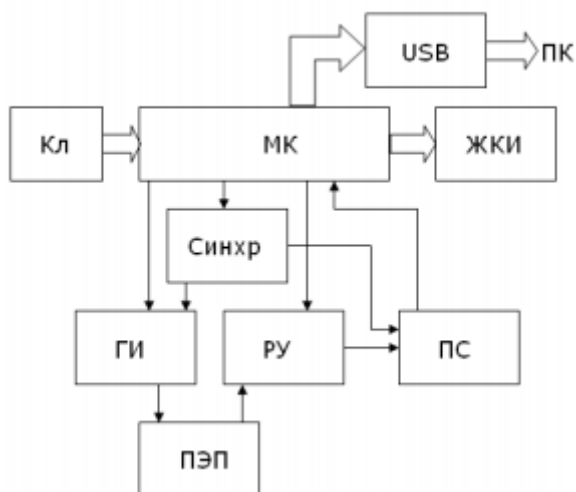


Рисунок 1 – Блок-схема толщиномера

Работа толщиномера осуществляется под управлением микроконтроллера (МК) в соответствии с записанной в его памяти программой и командами оператора, поступающими с клавиатуры прибора. Генератор УЗК формирует короткий импульс амплитудой около 80 В и длительностью переднего фронта не более 10 нс, который через разъем толщиномера поступает на излучающую пластину пьезоэлектрического преобразователя (ПЭП). Импульс УЗК, отраженный от внутренней поверхности изделия, принимается приемной пластиной преобразователя и преобразуется в электрический сигнал, который поступает на вход регулируемого усилителя (РУ), а с выхода усилителя в преобразователь сигнала (ПС). Коэффициент усиления усилителя задается микроконтроллером в соответствии с выбором оператора. Преобразователь сигнала формирует импульс, длительность которого равна интервалу времени от момента формирования импульса генератора до момента прихода первого отраженного импульса на вход усилителя. Микроконтроллер подсчитывает

количество периодов сигнала образцовой частоты, формируемого схемой синхронизации, и рассчитывает эквивалентную толщину по приведённой выше формуле с учётом поправок на время задержки импульса в призмах ПЭП. Полученный результат выводится на жидкокристаллический индикатор (ЖКИ) вместе с необходимой дополнительной информацией. Кроме того, микроконтроллер по командам оператора запоминает результаты измерений и передаёт их на компьютер через порт USB.

3. Технические характеристики

Ультразвуковой универсальный толщиномер ТЭМП-УТ1 (в пластмассовом корпусе).

Диапазоны измерений толщины, мм	от 0,5 до 300
Диапазоны измерений скорости ультразвука, м/с	от 100 до 9984
Пределы регулировки коэффициента усиления	от 10 до 800
Погрешность показаний прибора не более, мм	0,05
Время одного измерения, не более, сек	3
Число измерений, запоминаемых прибором	1000
Рабочая температура, °С	от -30° до +70°
Время непрерывной работы прибора без подсветки:	
- на 2-х элементах АА(1,5В) не менее, час	400
- с постоянной подсветкой, час	80
Регулируемое время подсветки ЖКИ, сек	от 0 до 9 или постоянно
Шероховатость контролируемой поверхности не более, Rz	100
Время до автоматического отключения, сек	70

Габаритные размеры, мм	30 x 65 x 135
------------------------	---------------

Вес прибора в пластмассовом корпусе, не более, кг	0,20
---------------------------------------------------	------

4. Символы, отображаемые на индикаторе прибора

Общий вид ЖКИ толщиномера приведен на рисунке 2. Цифрами на рисунке обозначены: 1-6- знакоместа для отображения цифровой и буквенной информации (результаты измерений, режим работы и прочее); 7- в данной модификации прибора не используется; 8- символ включения режима индикации минимального значения толщины; 9- символ акустического контакта; 10,11,12- символы остаточного уровня заряда батареи; 13- символ включения подсветки индикатора.

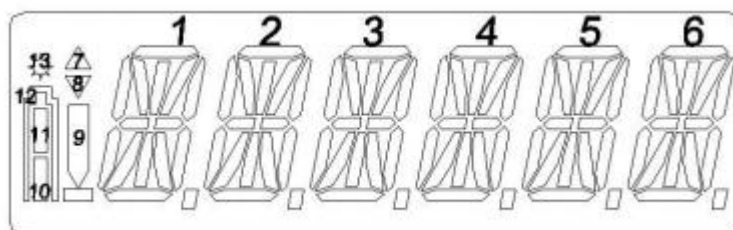


Рисунок 2 – Содержимое дисплея толщиномера

5. Органы управления и разъемы

Расположение и назначение кнопок на клавиатуре и разъемов толщиномера схематично представлено на рисунке 3.

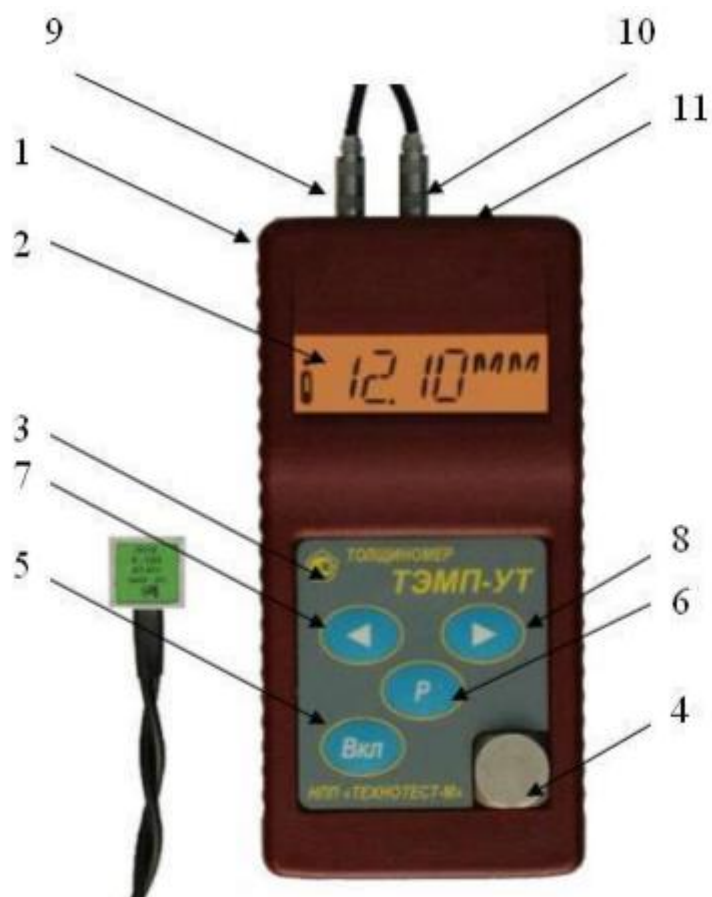


Рисунок 3 – Органы управления толщиномера

1 - корпус прибора, 2 - жидкокристаллический индикатор, 3 – клавиатура, 4 - образец толщины – 5мм, 5 - кнопка включения, выключения и возврата в основной режим, 6 - кнопка выбора режимов, 7 - кнопка уменьшения показаний, 8 - кнопка увеличения показаний, 9 - входной разъем приемника, 10 - выходной разъем генератора, 11 - разъем mini-USB для связи с компьютером.

6. Подготовка к работе, включение

6.1 Подготовка поверхности

Точность, с которой будут произведены измерения, существенно зависит от состояния контакта между преобразователем и поверхностью изделия, контактной смазки, а также от шероховатости поверхности. Если контактирующая с преобразователем поверхность контролируемого изделия очень шероховатая или покрыта слоем окалины (ржавчины), то необходимо зачистить её с помощью шлифовальной машинки, напильника, рашпиля, шлифовальной шкурки и т.д. Оставшиеся крошки абразивного материала,

окалины или ржавчины необходимо удалить с поверхности, т.к. они могут снизить точность измерений и привести к повышенному износу преобразователя. Особенно тщательно необходимо готовить поверхность при проведении измерений на поверхностях с радиусом кривизны менее 40 мм. Краску удалять не обязательно, если ее слой тонкий и нет отслоений от материала, толщину которого следует измерить. Однако при этом надо иметь в виду, что толщина краски войдет в полученный результат измерения (с некоторым коэффициентом, определяемым соотношением скоростей ультразвука в металле и в краске).

6.2 Выбор контактной смазки

Чтобы дать возможность ультразвуку распространяться в материале, необходимо создать тонкий соединяющий слой между поверхностью материала и поверхностью преобразователя. В большинстве случаев рекомендуется применять глицерин, воду или специальные гели для УЗК. Возможно также использование машинного или трансформаторного масла, однако у некоторых типов преобразователей масло, со временем пропитывая акустический экран, снижает рабочие характеристики вплоть до выхода преобразователей из строя. При контроле изделий с сильно корродированными поверхностями хорошие результаты может дать применение густых консистентных смазок типа ЦИАТИМ, солидол и т.д. Консистентные смазки рекомендуется применять также при контроле вертикальных поверхностей. При выборе контактной смазки для контроля необходимо учитывать следующее:

- смазка не должна взаимодействовать с материалом контролируемого изделия (так, например, кислотосодержащие смазки могут привести к сильной коррозии);
- некоторые смазки приводят к образованию воздушных пузырей при манипулировании преобразователем, что затрудняет введение ультразвука;
- применяемая смазка не должна густеть при работе в условиях отрицательных температур окружающей среды, поскольку это может привести

к изменению показаний индикатора в момент снятия преобразователя с изделия (происходит прилипание смазки к преобразователю и отражение ультразвука от поверхности слоя смазки). После работы с прибором, во избежание порчи преобразователя, нужно удалить смазку с его контактной поверхности с помощью водки или спирта.

6.3 Выбор и подключение преобразователя

В зависимости от условий и объекта контроля выберите тип преобразователя. При этом необходимо учитывать диапазоны измерений, а также следующие рекомендации:

- преобразователь П112-10-4х4 применять при необходимости проведения измерений толщины плоских изделий с повышенной точностью, а также при измерении толщины стенок труб диаметром более 6 мм;

- преобразователи П112-5-12/2 и П112-5-4х4 применять при проведении измерений толщины сильно корродированных плоских изделий и стенок труб большого диаметра (более 100 мм), а также при измерении толщины изделий из материалов с большим акустическим затуханием УЗК, например чугуна, латуни;

- преобразователь П112-2,5-12/2 применять при измерении изделий большой толщины (до 300 мм) или изделий из материалов с повышенным затуханием УЗК. Кроме рекомендованных к применению в комплекте с прибором могут использоваться другие аналогичные по характеристикам преобразователи, имеющие разъёмы типа Лемо 0 и не содержащие внутри индуктивных цепей согласования (например, высокотемпературные, для изделий с температурой поверхности до +350°C). Дополнительная настройка прибора при этом не требуется (см. режимы «Калибровка» и «Задание коэффициента усиления»).

Подключите выбранный ПЭП к толщиномеру – разъёмы 9 и 10 (см. рисунок 3) с помощью поставляемых кабелей с разъёмами типа Лемо 0. Так как толщиномер не привязан к какому-то определенному типу преобразователей,

то он может работать практически с любым преобразователем для толщиномеров.

6.4 Включение толщиномера

При отсутствии батарей в приборе снять крышку батарейного отсека, расположенную на задней стенке корпуса прибора (для снятия крышки нажать на ее верхнюю часть с гравировкой и сдвинуть вниз). Установить 2 батареи типа АА (или аккумуляторы) в батарейный отсек, согласно указанной полярности. Закрыть крышку батарейного отсека. Включить прибор нажатием кнопки «Вкл». При этом на одну секунду включается подсветка индикатора и появляется сообщение о типе прибора и версии программы микроконтроллера – например, «УТ1. V4.0». Затем прибор переходит в основной режим работы, при этом на индикаторе отображается 0.0 мм или 0.00 мм в зависимости от выбранной ранее дискретности измерений. Кроме того, в левой части индикатора отображается графическая информация о состоянии батареи.

Прибор автоматически отключается при отсутствии активных действий оператора с прибором (если не проводится работа с преобразователем, и не нажимаются кнопки на клавиатуре) в течение 70 секунд.

6.5 Порядок работы с толщиномером

Обычно толщиномер уже настроен для работы с одним из поставляемых преобразователей. Поэтому достаточно включить прибор нажатием кнопки «Вкл», проверить показания прибора на встроенном в корпус стальном образце толщиной 5 мм и можно начинать работу. При необходимости можно откалибровать прибор в режиме калибровки.

Режимы работы толщиномера

Для удобства работы Пользователя прибор имеет 14 режимов работы (пунктов меню), переход между которыми осуществляется циклически кнопкой «Р». При нажатии кнопки «Вкл» в любом из режимов происходит возврат (как Esc в компьютере) прибора в основной рабочий режим (режим измерения толщины). Кнопки со стрелками (◀ ▶) являются функциональными, их назначение различно в разных режимах. Описание

режимов работы и функций кнопок приведено в таблице 4. Номер режима означает, сколько раз нужно нажать кнопку «Р» в основном состоянии, чтобы перейти к выбранному режиму. В столбце «Индикация» показана информация, появляющаяся в русском и английском вариантах меню прибора.

6.5.1 Настройка прибора и ввод исходных данных

Изменение настроек в разных режимах проводится только по необходимости, в случае, когда нужно изменить или подстроить тот или иной параметр в толщиномере. Переход от одного режима к другому осуществляется нажатием кнопки «Р».

Нажатием кнопки «Р» перейти в режим задания коэффициента усиления (КУ). На индикаторе отобразится текущее значение, например, «424 КУ». С помощью кнопок со стрелками его можно изменять в пределах от 10 до 424. В большинстве случаев рекомендуется увеличивать КУ при измерениях на максимальных и минимальных для выбранного преобразователя толщинах, а также при работе в условиях плохого акустического контакта (по грубым и корродированным поверхностям). Уменьшать КУ рекомендуется при работе с преобразователями с призмами из кварцевого стекла в среднем диапазоне толщин.

Нажатием кнопки «Р» перейти в режим выбора напряжения порога (отсечки). На индикаторе отобразится текущее значение, например, «0.60 Уп». С помощью кнопок со стрелками его можно изменять в пределах от 0.1 до 2.0 В с шагом 0.01 В. Уменьшение порогового напряжения эквивалентно увеличению коэффициента усиления, а его увеличение – уменьшению коэффициента усиления. Следует обратить внимание, что чрезмерное уменьшение порогового напряжения приведёт к ложным срабатываниям прибора по шумам и помехам. Если прибор работает устойчиво, менять КУ и Уп не рекомендуется. Признаком правильного выбора коэффициента усиления и порогового напряжения является стабильный акустический контакт и малый разброс результатов измерений. Обычно, при смене одного преобразователя на другой, например, с П112-5-6/2 на П112-2,5-12/2, нужно проверить

устойчивость работы прибора с этим преобразователем на встроенном в корпус прибора образце 5 мм или на других образцах разной толщины и, при необходимости, подобрать режим, при котором прибор будет работать устойчиво - без разброса результатов измерений.

Перейти нажатием кнопки «Р» в режим калибровки по одной точке. Установить преобразователь на образец толщины (его толщина – 5,00 мм), вмонтированный в корпус прибора. На индикаторе должен появиться символ акустического контакта и значение толщины, например «5.09 К1». Снять преобразователь с образца и, не выходя из режима калибровки, с помощью кнопок со стрелками (◀ ▶) увеличить или уменьшить значение до номинального, т.е. пока не будет выставлено точно 5 мм. Тем самым будет установлено значение поправки на задержку УЗК в призмах преобразователя. Если прибор показывает точное значение толщины на встроенном образце – 5,0 или 5,00 для разных дискретностей – калибровать его не нужно. Также можно откалибровать прибор на образце-ступеньке на разных толщинах, или на натуральных образцах (изделиях) с известной толщиной. Для повышения точности измерений рекомендуется проводить калибровку перед началом каждой серии измерений на образце, толщина которого близка к толщине контролируемого объекта.

Нажатием кнопки «Р» перейти прибор в режим задания скорости ультразвука. На индикаторе отобразится текущее значение, например, «5920 V». С помощью кнопок со стрелками его можно изменять в пределах от 1000 до 9999 м/с. Скорость ультразвука нужно менять только в случае, когда известен материал и точное значение скорости ультразвука в нем, или например, если при проверке на образце-ступеньке, на одних толщинах прибор показывает завышенные показания, а на других - заниженные.

Перейдя в режим выбора номера файла «ВФ1. 07» нажатием кнопки «Р», можно выбрать номер файла в котором будут запомнены результаты измерений. ВФ 1. 07 означает - в 1-м файле запомнено 7 результатов. Всего файлов 10, номера идут от 0 до 9, в каждом можно запомнить до 100

результатов. Результаты запоминаются в основном рабочем режиме нажатием кнопки ► (стрелка вправо). Если проводить запоминание данных в каком-либо файле после достижения 100 результатов, то последующие запоминаемые данные будут стирать ранее запомненные данные. Если это уже произошло, вы увидите на индикаторе символ переполнения - букву «п» между номером файла и номером последней записанной ячейки.

Запомненные данные можно просмотреть в режиме просмотра данных. Символ «07F1» означает, что 7 результатов запомнено в файле 1. Просмотр проводится нажатием (с удержанием) кнопок ◀ или ▶. При этом будет видно, какой результат запомнен в конкретной ячейке памяти. В режиме стирание памяти «СТЕР.F1» (F1 означает, что выбран 1-й файл) можно стереть память предварительно выбранного файла нажатием и удержанием кнопки ◀ более 3 сек. 6.2.8. Скорость ультразвука в каком-либо изделии при толщинах от 10 до 300 мм можно определить, последовательно задав (кнопками ◀ ▶) известную толщину образца (изделия) в режиме «50.0 S0» и, перейдя в режим «00 м/с», измерив точное значение скорости ультразвука в м/с. Скорость ультразвука можно измерить и при малых толщинах образцов (изделий), но при этом погрешность определения этого параметра возрастает.

При переводе прибора в режим установки времени подсветки индикатора, можно менять время включения подсветки. При этом отобразится информация вида: «СВЕТ 0», где цифра указывает время (в секундах), в течение которого подсветка будет включена после последнего нажатия на какую-либо кнопку клавиатуры прибора или обновления показаний на индикаторе. «0» означает, что подсветка выключена, «п» - включена постоянно. Перебор значений осуществляется циклически вниз или вверх кнопками ◀ ▶. Использование подсветки снижает ресурс работы прибора от батарей, поэтому рекомендуется выбирать режимы подсветки от 1 до 5 с.

При переходе нажатием кнопки «Р» в режим установок дискретности измерений на индикаторе отобразится информация о высокочастотном «В» (для преобразователей 10 или 5 МГц) или низкочастотном «Н» (для

преобразователей 2,5 МГц) режимах, а также о текущих установках дискретности измерений (0.1 или 0.01) и состоянии цифрового сглаживающего фильтра (включен - 1 или выключен - 0). Например, «В.1 ФЛ1» означает, что включен высокочастотный диапазон измерений, дискретность измерений составляет 0,1 мм, цифровой фильтр включён. С помощью кнопок ◀ ▶ можно последовательно выбрать любое сочетание частот, дискретности и состояния фильтра. Применение цифрового фильтра повышает точность и устойчивость показаний путём снижения помех, вносимых за счёт собственных шумов преобразователя и низкого качества поверхностей изделия, однако несколько увеличивает время реакции на небольшие (порядка 0,1-0,3 мм) изменения толщины. При использовании дискретности 0.01 мм рекомендуется работать только с включенным фильтром. Чаще всего используют вариант «В.1 ФЛ1».

Внимание! Погрешность измерения в значительной степени определяется объектом и условиями измерения, поэтому установка дискретности 0,01 мм может не дать ожидаемых результатов. Реальное повышение точности измерений получается при контроле изделий толщиной от 0,5 до 50 мм с плоской поверхностью или радиусом кривизны более 25 мм. Шероховатость поверхности изделия при этом должна быть не более Ra 20 мкм. Тип применяемой контактной жидкости и усилие прижима преобразователя к поверхности должны быть постоянными.

В режиме восстановления настроек по умолчанию «ВОССТ» можно вернуть настройки в исходные, которые были при поставке прибора. Для этого следует нажать и удерживать кнопку ◀ в течение 3с.

В режиме «РУС» и «ENG» можно сменить кнопками ◀ ▶ названия настроек режимов на русском и английском языках.

6.6 Измерение толщины

6.6.1 Общие указания

При проведении измерений толщины изделия необходимо учитывать следующие рекомендации: Постоянно контролируйте наличие символа акустического контакта. Измерение возможно только при индикации

акустического контакта. В противном случае на индикаторе находится результат предыдущего измерения. Поверхность измерения следует зачистить с помощью шлифовальной машинки, напильника, рашпиля, шлифовальной шкурки и т.д. Оставшиеся крошки абразивного материала, окалины или ржавчины необходимо удалить с поверхности, т.к. они могут снизить точность измерений и привести к повышенному износу преобразователя. Не нажимайте сильно преобразователем на поверхность контролируемого изделия! Не допускайте скольжения преобразователем по поверхности изделия, если она шероховатая. Поднимайте преобразователь всегда, когда собираетесь перейти к следующей точке измерения. Соблюдение этих условий предотвратит преждевременный износ контактной поверхности преобразователя и продлит срок его службы; Целесообразно проводить не менее двух измерений в одной и той же точке, предварительно немного повернув преобразователь по или против часовой стрелки; Если нужно повторить измерения на интересующем участке поверхности, изменяйте ориентацию преобразователя, поворачивая его по или против часовой стрелки перед каждым новым измерением. При контроле изделий сложной формы возможны такие условия, что отраженный сигнал не попадет на приемную часть преобразователя (т.е. задняя стенка изделия отразит энергию в сторону от преобразователя). В этом случае может помочь легкое движение и вращение преобразователя, однако, чтобы избежать ошибочных или сомнительных измерений, необходимо обязательно проводить повторные измерения с поворотом преобразователя относительно его оси по или против часовой стрелки. Показаниям толщиномера в этом случае можно доверять, если результаты повторных измерений отличаются не более, чем на $\pm 0,2$ мм. Эффективным способом контроля изделий сложной формы является режим индикации минимального значения толщины (включается и выключается в основном режиме нажатием кнопки ◀). В этом режиме при легком движении или вращении преобразователя толщиномер сам выберет минимальные показания и отобразит их на индикаторе. Однако и в этом случае необходимо проводить повторные измерения с предварительным сбросом

измеренного значения. Последующие измерения в одной и той же точке должны отличаться от предыдущих не более чем на $\pm 0,2$ мм. Превышение этих пределов означает, что условия контроля (форма изделия, качество поверхности или структура материала изделия) не позволяют провести более точные измерения. Проведение контроля толщины интересующих участков изделия желательно проводить не хаотично, а планомерно, занося результаты измерений в память толщиномера. При этом возможно линейное планирование - проведение ряда однократных измерений (включая вращение) с постоянным шагом вдоль намеченной линии (рисунок 4).

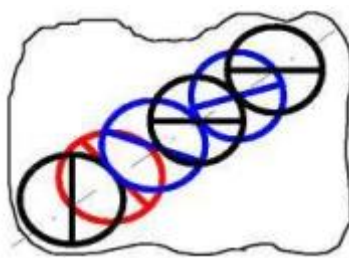


Рисунок 4 – Линейное планирование

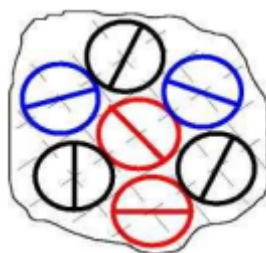


Рисунок 5 – Матричное планирование

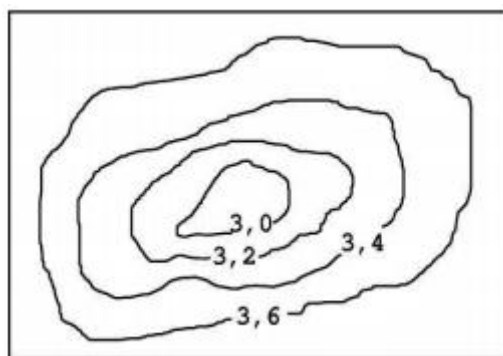


Рисунок 6 - Карта распределения толщины контролируемой области

При проведении матричного (двухкоординатного) планирования измерения осуществляют по намеченным координатам (рисунок 5). Такой контроль

позволяет получить карту распределения толщины контролируемой области (рисунок 6) и увеличить достоверность контроля. Если при контроле изделия толщиномер устойчиво показывает значение, заведомо меньшее толщины изделия в данной точке, то это может свидетельствовать о наличии раковины, расслоения, неоднородности и пр. В этом случае рекомендуется дополнительно провести контроль этого участка ультразвуковым дефектоскопом или другим способом (например, магнитным или рентгеноскопическим).

6.6.2 Измерение толщины изделий с корродированными поверхностями

В тех случаях, когда контактная или отражающая поверхность контролируемого изделия имеют большую шероховатость или сильно корродированны, необходимо учитывать следующие рекомендации:

Обязательно применять метод двукратного измерения с поворотом преобразователя по или против часовой стрелки;

При плохой контактной поверхности следует применять густые контактные смазки, которые заполнили бы "впадины". При этом, возможно, необходимо увеличить усилие прижима при установке преобразователя для уменьшения толщины слоя смазки и его влияния на результат измерений.

Внимание! При использовании преобразователей с призмами из кварцевого стекла, чрезмерное усилие прижима на грубой поверхности, особенно с малым радиусом кривизны, может привести к появлению трещин и сколов на рабочей поверхности преобразователя вплоть до его выхода из строя!

При применении густых смазок следует учитывать возможность изменения показаний в момент снятия преобразователя. Поэтому, при необходимости запоминания значений толщины в памяти, запись следует проводить при установленном преобразователе;

Хорошие результаты может дать применение режима измерения минимального значения. При этом включение режима (сброс показаний на индикаторе) необходимо проводить после установки преобразователя на изделие, а считывание показаний или запись в память - до его снятия;

Следует учитывать, что при шероховатой или корродированной поверхности изделий толщиномер измеряет расстояние от контактной поверхности преобразователя до "впадин" на отражающей поверхности;

При контроле сильно корродированных или очень шероховатых участков изделий, возможно, что отраженный ультразвуковой импульс не будет приниматься приемной пластиной преобразователя, т.е. будет отсутствовать индикация акустического контакта даже при максимальном коэффициенте усиления. Это означает, что контроль толщины на данном участке изделия невозможен.

6.6.3 Измерение толщины стенок труб

Измерение толщины стенок труб имеет свои особенности, которые необходимо учитывать при контроле:

- преобразователь необходимо устанавливать на трубу таким образом, чтобы линия акустического экрана, разделяющего приемную и передающую призмы преобразователя, была ориентирована перпендикулярно к продольной оси трубы с допустимым отклонением не более $\pm 30^\circ$, при этом для преобразователей типа П112-10-4х4 или 3х4 рекомендуется проводить измерения так, чтобы линия перегородки преобразователя не была соосна оси трубы, а крестообразно пересекала ее;

- после установки преобразователя на трубу следует добиться минимальных показаний прибора, плавно покачивая преобразователь в плоскости перпендикулярной оси трубы;

- хорошие результаты дает применение режима индикации минимального значения;

- для увеличения достоверности измерений следует проводить повторные измерения в той же точке. При этом результаты измерений должны отличаться не более чем на $\pm 0,2$ мм.

6.6.4 Режим измерения толщины

Вход в режим измерения толщины происходит автоматически при включении прибора, а также при выходе из любого режима кнопкой «Вкл».

Для измерения толщины нанесите контактную смазку на контролируемый участок изделия и прижмите к нему преобразователь. После появления символа акустического контакта на индикаторе появляется измеренное значение толщины. После снятия преобразователя с изделия символ контакта гаснет, а на индикаторе остается значение последнего измерения.

Измерение толщины может осуществляться как в обычном режиме (с индикацией результатов каждого измерения), так и в режиме индикации минимального значения. Последний режим обеспечивает стабильную индикацию минимального значения толщины в пределах конкретного изделия, исключая небольшие вариации толщины, например, из-за нестабильного контакта или большой шероховатости поверхности. Этот режим также может быть полезен для быстрого выявления небольших дефектов внутренней поверхности изделий, например, коррозионных язв.

Режим измерения толщины с индикацией минимального значения отличается от обычного режима измерения толщины наличием специального символа в левом верхнем углу индикатора.

Для включения режима индикации минимального значения, находясь в режиме измерения толщины, следует нажать кнопку ◀ (стрелка влево). Для выхода из этого режима нужно повторно нажать на ту же кнопку. При каждом нажатии значение толщины, отображаемое на индикаторе, обнуляется.

Внимание! При выключении и повторном включении прибора режим измерения минимума нужно включать заново. При проведении измерения толщины в этом режиме толщиномер выбирает из получаемых значений минимальное, которое и выводится на индикатор. Смена показаний индикатора в этом режиме происходит только в случае, когда следующая измеряемая толщина меньше значения, находящегося в данный момент на индикаторе.

Если толщина изделия больше, чем текущая на индикаторе – его показания не будут меняться. При наличии акустического контакта выбор минимального значения осуществляется постоянно.

6.7 Измерение скорости УЗК

Нажатием кнопки «Р» перейти в режим задания толщины для измерения скорости ультразвука. При этом на индикаторе отобразится информация вида «50.0 So», где число означает выбранную толщину образца (или изделия), на котором будет измеряться скорость УЗК. Кнопками ◀ ▶ можно уменьшить или увеличить это число в пределах от 1 до 200 мм. Установленное значение толщины запоминается в памяти толщиномера.

Перейти в режим измерения скорости УЗК. Для установки данного режима, находясь в режим задания толщины для измерения скорости ультразвука, нажать кнопку «Р». На индикаторе появится значение скорости, полученное при последнем измерении скорости распространения УЗК и символ типа «5850 м/с». Для измерения скорости распространения УЗК нанесите контактную смазку на контролируемый участок изделия и прижмите к нему преобразователь. При появлении символа акустического контакта на индикаторе высвечивается измеренное значение скорости распространения УЗК в контролируемом материале. После снятия преобразователя с изделия индикатор акустического контакта гаснет, а на индикаторе остается значение последнего измерения.

Внимание! При измерении скорости распространения УЗК в материале необходимо учитывать следующее:

- Толщина участка изделия, на котором проводится измерение скорости распространения УЗК, должна быть известна с погрешностью не более $\pm 0,1$ %. В противном случае будет увеличиваться погрешность измерения скорости распространения УЗК;

- Погрешность измерения скорости распространения УЗК обратно пропорциональна толщине участка, на котором проводится измерение;

- В том случае, если измерение скорости распространения УЗК в материале изделия проводилось для ее использования в дальнейшем при контроле толщины, необходимо по окончании измерения скорости распространения УЗК

перейти в режим задания скорости и установить полученное значение скорости распространения УЗК.

6.8 Работа с памятью толщиномера

6.8.1 Запись результатов измерений в память прибора

Результаты измерений толщины или скорости распространения УЗК могут быть записаны в энергонезависимую файловую память прибора нажатием кнопки ► в основном режиме 0 (толщина, мм) или в режиме 9 (скорость ультразвука, м/с). Пока кнопка ► нажата, на индикаторе отображается номер ячейки памяти, в которую производится запись и символ операции записи в память. Например «77F5+» означает, что запись производится в 77-ю ячейку памяти 5-го файла. При отпускании кнопки на индикаторе снова отображается результат последнего измерения. Общее количество ячеек памяти – 1000 (10 файлов по 100 результатов, номера файлов – от 0 до 9).

Внимание! При заполнении всех ячеек какого-либо файла запись снова начинается с первой ячейки, при этом новое значение записывается на место старого, хранившегося в этой ячейке.

Вывод результатов измерений из памяти прибора на его дисплей Просмотр запомненных данных предварительно выбранного файла (любого из 10-ти файлов от 0 до 9) на дисплее прибора возможен при выборе кнопкой «P» режима с символом «12F0» см. таблицу 4. В символе «12F0»: 12 – число запомненных данных в файле 0. Нажатием кнопок ◀ ► можно просмотреть содержимое последовательно всех ячеек памяти в сторону увеличения или уменьшения порядковых номеров циклически (т.е. после последней записанной ячейки следует первая). Пока кнопка со стрелкой нажата, на дисплее прибора отображается содержимое ранее выбранной ячейки. При отпускании происходит переход к следующей ячейке и отображается её порядковый номер. Если данные в выбранном файле памяти прибора были предварительно стёрты или не были записаны изначально, то при входе в режим чтения на дисплее отобразится «00F0», и при нажатии любой из кнопок ◀ ► на дисплей будет выведено сообщение «ПУСТО».

Вывод информации из памяти прибора на компьютер Для вывода информации на компьютер в операционной системе WINDOWS 2000/XP/Vista/7 вместе с толщиномером ТЭМП-УТ1 поставляются: - кабель связи прибора с компьютером через порт USB; - программа-установщик драйвера устройства temp_usb.exe и сервисная программа ut1.exe (ut1_42.exe) (для считывания результатов измерений) на CD-диске в папке «ПО ТЭМП-УТ1-USB».

6.9 Выполнение лабораторной работы

- Подготовить исследуемые образцы
- Включить и проверить работоспособность толщиномера
- Провести измерение толщины предъявленных образцов
- Написать отчет, включающий в себя:
 - 1. Цель работы.
 - 2. Краткие сведения о методе.
 - 3. Блок–схема и краткое описание конструкции прибора.
 - 4. Параметры прибора для определения толщины изделия.
 - 5. Эскиз образца с нанесенными дефектами.
 - 6. Выводы.

7. Контрольные вопросы

Информация, которая необходима для ответа на вопросы, содержится в лекциях, учебных пособиях и методических указаниях к данной работе.

1. Чем ультразвуковая толщинометрия отличается от ультразвуковой дефектоскопии?
2. Можно ли применить ультразвуковой толщиномер для поиска дефектов? Если да, то каких? Если нет, то почему?
3. Влияет ли объем нанесенной на изделие смазки на результат?
4. Как работает ультразвуковой преобразователь?
5. Что такое пьезокристалл?
6. Каково назначение контрольного образца?
7. Какова точность и достоверность метода?
8. Каким образом повысить точность измерений толщиномером?

Литература

1. Неразрушающий контроль сварных конструкций в нефтегазовых отраслях: Учебное пособие / А.А. Антонов, Е.М. Вышемирский, О.Е. Капустин, А.К. Прыгаев. – М.: Издательство «Спутник +», 2014. – 238с.
2. Маслов, Б.Г. Неразрушающий контроль сварных соединений и изделий в машиностроении: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. - М.: Издательский центр "Академия", 2008. - 272с.
3. Каневский, И.Н., Сальникова, Е.Н. Неразрушающие методы контроля: учебное пособие. - Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2007. - 243 с.