

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра физики твердого тела**

УДК 538.91; 621.315.592.2; 621.316.825.4

ЛОПАТКО

Никита Витальевич

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ АКУСТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОБРАЗЦОВ В
ПРОМЫШЛЕННОМ УЛЬТРАЗВУКОВОМ КОНТРОЛЕ**

Дипломная работа

Научный руководитель:
Кандидат физико-математических наук, доцент
Данилович Юрий Александрович

Рецензент:
Доцент; к.т.н., доцент кафедры ядерной физики физического факультета БГУ
Левко Иван Аркадьевич

ДОПУЩЕНА К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой физики твердого тела БГУ профессор, д.ф.-м.н.

_____ В.В. Углов « ____ » _____ 2021 г.

Минск 2021

Содержание

1. Реферат	3
2. Abstract	4
3. Реферат	5
4. Введение	
1. Актуальность работы.....	6
2. Ультразвук	6
3. Основные параметры ультразвука	8
4. Виды ультразвуковых волн	9
5. Интенсивность и мощность ультразвука	10
6. Затухание ультразвука	12
7. Отражение ультразвука от границы раздела сред	14
8. Интерференция и дифракция ультразвука	15
5. Излучатели ультразвука	
1. Характеристики излучателей	16
2. Звуковое поле излучателей	17
6. Применение ультразвука	
1. Получение информации ультразвуковыми методами	19
2. Воздействие на вещество	19
3. Обработка и передача сигналов	19
7. Методы измерения скорости ультразвука	
1. Резонансный метод	19
2. Импульсный метод	21
3. Резонансно-фазовый метод	23
4. Метод циркуляции импульсов	24
5. Гетеродинный метод	25
6. Метод измерения углов отражения и преломления ультразвуковых волн на границе двух сред	26
8. Виды дефектов	26
9. Акустические характеристики мер	30
10. Оборудование	31
11. Методика проведения эксперимента	32
12. Основные данные полученные в ходе эксперимента	37
13. Заключение	37
14. Литература	38
15. Приложения	40

Реферат

- 1) Количество страниц: 42
- 2) Количество рисунков: 20
- 3) Количество таблиц: 5
- 4) Количество приложений: 1
- 5) Количество использованных источников: 21
- 6) Ключевые слова: Ультразвук, акустический, параметр, методика, измерение, скорость, время, задержка, путь, пьезоэлектрический преобразователь(ПЭП), глубина, стандартный образец.

Цель работы: определение акустических характеристик образцов. В процессе выполнения цели выяснилось, что в промышленном контроле акустические параметры берутся из специальных таблиц для конкретных материалов, однако при измерении с использованием этих параметров полученное значение скорости отличалось на 10-15 м/с от известного значения скорости в образце, тогда для уточнения результатов были проведены замеры акустических параметров на стандартных образцах(СО), используемых для настройки дефектоскопов в промышленном контроле. Данные образцы выполняются из одного типа стали и к ним применяются одинаковые методики обработки. Измерения на СО проводились различными методиками и различными преобразователями для увеличения точности результатов. Полученные результаты отличались как от табличных, так и между собой, что говорит о том, что идентичность материала и методов обработки не гарантирует идентичности акустических параметров. Однако полученные данные входили в допустимые погрешности при промышленном контроле. Тем не менее отличие значений скорости говорит о том, что если мы изначально зададим не совсем верное значение скорости в прибор, то на выходе мы получим не корректные данные по другим акустическим параметрам, а также получим не верные характеристики исследуемого объекта, что может повлечь за собой перебраковку или недобраковку изделий. Следовательно необходимо рекомендовать к внедрению в обязательное исполнение перед промышленным контролем методику измерения акустических параметров непосредственно на объекте контроля, для того, чтобы уменьшить(исключить) ошибку в измерении глубины залегания дефекта, и тем самым добившись наилучших результатов контроля на данном конкретном объекте контроля. Разработанная в данной работе методика измерения времени задержки в призме ПЭП и методика измерения скорости при подключении 2-х ПЭП раздельно-совмещённой схемой позволяет выполнить эти задачи при помощи стандартного оборудования при промышленном ультразвуковом контроле.

Abstract

- 1) Number of pages: 42
- 2) Number of pictures: 20
- 3) Number of tables: 5
- 4) Number of applications: 1
- 5) Number of sources used: 21

Key words: Supersound, acoustic, parameter, technique, measurement, speed, time, delay, path, piezoelectric transducer (PET), depth, standard sample.

Purpose of work: determination of acoustic characteristics of samples. In the process of fulfilling the goal, it turned out that in industrial control, the acoustic parameters are taken from special tables for specific materials, however, when measuring using these parameters, the obtained velocity value differed by 10-15 meters per sec from the known velocity value in the sample, then to refine the results were measurements of acoustic parameters were carried out on standard samples (SS) used for tuning flaw detectors in industrial control. These samples are made from the same type of steel and are subject to the same processing techniques. Measurements on SS were carried out using various techniques and various transducers to increase the accuracy of the results. The results obtained differed both from the tabular ones and from each other, which suggests that the identity of the material and processing methods does not guarantee the identity of the acoustic parameters. However, the data obtained were included in the allowable errors in industrial control. Nevertheless, the difference in the speed values suggests that if we initially set an incorrect value of the speed into the device, then at the output we will receive incorrect data on other acoustic parameters, as well as receive incorrect characteristics of the object under study, which may entail re-rejection or under-rejection of products. Therefore, it is necessary to recommend the method of measuring acoustic parameters directly at the test object for implementation into mandatory execution before industrial control in order to reduce (eliminate) the error in measuring the depth of the defect, and thereby achieve the best test results at this particular test object. The method developed in this work for measuring the delay time in the prism of the probe and the method for measuring the speed when connecting 2 probes in a separate-combined circuit allows you to perform these tasks using standard equipment for industrial ultrasonic testing.

Реферат

- 1) Колькасць старонак: 42
- 2) Колькасць малюнкаў: 20
- 3) Колькасць табліц: 5
- 4) Колькасць прыкладанняў: 1
- 5) Колькасць выкарыстаных крыніц: 21

Ключавыя словы: Ультразвук, акустычны, параметр, методыка, вымярэнне, хуткасць, час, затрымка, шлях, п'езаэлектрычны пераўтваральнік (ПЭП), глыбіня, стандартны ўзор.

Мэта працы: вызначэнне акустычных характарыстык узораў. У працэсе выканання мэты высветлілася, што ў прамысловым кантролі акустычныя параметры бяруцца з адмысловых табліц для канкрэтных матэрыялаў, аднак пры вымярэнні з выкарыстаннем гэтых параметраў атрыманае значэнне хуткасці адрознівалася на 10-15 м/с ад вядомага значэння хуткасці ва ўзоры, тады для ўдакладнення вынікаў былі праведзены замеры акустычных параметраў на стандартных узорах (СУ), якія выкарыстоўваюцца для налады дэфектаскапія ў прамысловым кантролі. Дадзеныя ўзоры выконваюцца з аднаго тыпу сталі і да іх прымяняюцца аднолькавыя методыкі апрацоўкі. Вымярэння на СУ праводзіліся рознымі методыкамі і рознымі пераўтваральнікамі для павелічэння дакладнасці вынікаў. Атрыманая вынікі адрозніваліся як ад таблічных, так і паміж сабой, што гаворыць аб тым, што ідэнтычнасць матэрыялу і метадаў апрацоўкі не гарантуе ідэнтычнасці акустычных параметраў. Аднак атрыманая дадзеныя ўваходзілі ў дапушчальныя хібнасці пры прамысловай кантролі. Тым не менш адрозненне значэнняў хуткасці кажа пра тое, што калі мы першапачаткова задамо не зусім дакладнае значэнне хуткасці ў прыбор, то на выхадзе мы атрымаем ня карэктныя дадзеныя па іншых акустычным параметрах, а таксама атрымаем ня верныя характарыстыкі доследнага аб'екта, што можа пацягнуць за сабой перабраковку або недобраковку вырабаў. Такім чынам неабходна рэкамендаваць да ўкаранення ў абавязковае выкананне перад прамысловым кантролем методыку вымярэння акустычных параметраў непасрэдна на аб'екце кантролю, для таго, каб паменшыць (выключыць) памылку ў вымярэнні глыбіні залягання дэфекту, і тым самым дабіўшыся найлепшых вынікаў кантролю на дадзеным канкрэтным аб'екце кантролю. Распрацаваная ў дадзенай працы методыка вымярэння часу затрымкі ў прызме ПЭП і методыка вымярэння хуткасці пры падключэнні 2-х ПЭП паасобна-сумешчаных схемай дазваляе выканаць гэтыя задачы пры дапамозе стандартнага абсталявання пры прамысловай ўльтрагукавым кантролі.