

В. В. ДЗЕНИС

ПРИМЕНЕНИЕ
УЛЬТРА-
ЗВУКОВЫХ
ПРЕОБРАЗОВА-
ТЕЛЕЙ
С ТОЧЕЧНЫМ
КОНТАКТОМ
ДЛЯ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО
КОНТРОЛЯ



ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	5
Предисловие автора	7
ГЛАВА 1. ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ	11
1.1. Типы ультразвуковых волн в твердых телах	11
1.2. Распространение ультразвуковых колебаний в однородных средах и в средах с дефектами структуры	21
1.3. Связь между ультразвуковыми и упругими характеристиками	29
1.4. Методы возбуждения и приема волн разных типов	32
ГЛАВА 2. ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ С ТОЧЕЧНЫМ КОНТАКТОМ	39
2.1. Пути создания преобразователей с уменьшенной контактной поверхностью	39
2.2. Расчет и конструирование преобразователей с экспоненциальными волноводами	42
2.3. Волны, возбуждаемые преобразователями с экспоненциальными волноводами	44
2.4. Влияние различных факторов на результаты ультразвуковых измерений	50
2.5. Применение преобразователей с экспоненциальными волноводами в испытательных стендах и малогабаритной аппаратуре для ультразвукового неразрушающего контроля	64
ГЛАВА 3. НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ ИЗ НИХ	76
3.1. Контроль прочности и однородности бетона бетонных и железобетонных изделий	76
3.1.1. Корреляции прочность бетона — скорость ультразвука	76
3.1.2. Ультразвуковой приемочный контроль прочности бетона железобетонных изделий	81

3.1.3. Опыт неразрушающего контроля железобетонных изделий	85
3.2. Контроль деструкции бетонных и железобетонных изделий	98
3.2.1. Методика комплексного использования продольных, поперечных и поверхностных ультразвуковых волн	98
3.2.2. Экспериментальное исследование деструкции бетона	102
3.2.3. Контроль коррозии железобетонных конструкций	108
3.2.4. Обнаружение очагов пожаров в железобетонных зданиях	113
3.2.5. Контроль деструкции тротуарных плит и естественных камней	116
3.3. Контроль изделий из газобетона	124
3.4. Контроль асфальтобетона и асфальтобетонных дорожных покрытий	133
3.4.1. Исследование состава и технологии производства асфальтобетонных смесей	133
3.4.2. Акустико-статистические критерии контроля качества асфальтобетона	138
3.4.3. Контроль дорожных покрытий	142
3.5. Контроль керамических изделий	149
3.5.1. Пооперационный технологический контроль керамических изделий	149
3.5.2. Контроль облицовочных плиток	157
3.5.3. Контроль однородности плотнотермостойких изделий	169
3.5.4. Контроль термостойкости плотной глиноземистой керамики	172
3.5.5. Контроль огнеупорных материалов	174
3.6. Контроль изделий из асбестоцемента и стекла	180
ГЛАВА 4. НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ	
БИОКОМПОЗИТА — КОСТНОЙ ТКАНИ ЧЕЛОВЕКА	191
4.1. Предпосылки применения ультразвуковых преобразователей с точечным контактом для оценки биомеханических свойств костных систем	191
4.2. Исследование изолированных костей	193
4.2.1. Методика исследования кости по ее наружной поверхности	193
4.2.2. Корреляции скорости ультразвука с твердостью, прочностью и содержанием биохимических компонентов в костной ткани	204
4.2.3. Исследование большеберцовых костей	206
4.2.4. Исследование позвонков	208
4.2.5. Исследование костей черепа	211
4.3. Диагностика состояния костной ткани большеберцовой кости и костей черепа человека через кожный покров	215
4.3.1. Методика ультразвуковых измерений на живом человеке	215
4.3.2. Зависимость результатов ультразвуковых измерений большеберцовых костей и костей черепа от возраста и пола человека	219

4.3.3. Зависимость результатов ультразвуковых измерений большеберцовых костей от спортивной специализации и квалификации человека	227
4.3.4. Диагностика патологии костной ткани	233
Список литературы	245
Application of the ultrasonic transducers with point contact for the nondestructive testing. Summary	257

CONTENTS

Preface	5
Author's preface	7
CHAPTER 1. PHYSICAL PRINCIPLES	11
1.1. Types of ultrasonic waves in solids	11
1.2. Propagation of ultrasonic oscillations in homogenous media and in media with structural defects	21
1.3. Bonds between ultrasonic and elastic characteristics	29
1.4. Methods of different types of wave excitation and reception	32
CHAPTER 2. TRANSDUCERS WITH A POINT CONTACT	39
2.1. Way of creation of transducers with a decreased contact surface	39
2.2. Calculation and engineering of transducers with exponential waveguides	42
2.3. Waves excited by the transducers with exponential waveguides	44
2.4. Influence of different factors on ultrasonic measurement results	50
2.5. Use of the transducers with exponential waveguides in testing stands and in small devices for ultrasonic nondestructive testing	64
CHAPTER 3. NONDESTRUCTIVE TESTING OF BUILDING MATERIALS AND ARTICLES	76
3.1. Testing of firmness and homogeneity of concrete, concrete and ferroconcrete articles	76
3.1.1. Correlations between concrete firmness and ultrasonic velocity	76
3.1.2. Ultrasonic reception testing of concrete firmness in ferroconcrete articles	81
3.1.3. Experience of nondestructive testing of ferroconcrete articles	85
3.2. Destruction testing of concrete and ferroconcrete articles	98
3.2.1. Method of complex use of longitudinal, shear and surface ultrasonic waves	98
3.2.2. Experimental investigation of concrete destruction	102

3.2.3. Corrosion testing in ferroconcrete constructions . . .	108
3.2.4. Fire niduses revelation in ferroconcrete buildings	113
3.2.5. Destruction testing of pavement slabs and natural stones	116
3.3. Testing of aerated concrete articles	124
3.4. Testing of asphalt concrete and asphalt concrete road coverings	133
3.4.1. Investigation of composition and manufacturing technology of asphalt concrete mixtures	133
3.4.2. Acoustic and statistical criterions of asphalt concrete quality testing	138
3.4.3. Testing of road covering	142
3.5. Testing of ceramic products	149
3.5.1. In turn technological testing of ceramic products	149
3.5.2. Testing of facing plates	157
3.5.3. Homogeneity testing of dose furnaced products	169
3.5.4. Thermofirmness testing of dense clay-ground ceramics	172
3.5.5. Testing of fireproof materials	174
3.6. Control of asbocement and glass	180
 CHAPTER 4. NONDESTRUCTIVE TESTING OF BIOCOMPOSITE — HUMAN BONE TISSUE	 191
4.1. Premises for the use of ultrasonic transducers with point contact in estimation of biomechanical properties of bone systems	191
4.2. Investigation of isolated bones	193
4.2.1. Method of bone investigation upon it's external surface	193
4.2.2. Correlation among ultrasonic velocity and hardness, firmness and biochemical components content in bone tissue	204
4.2.3. Investigation of tibiae	206
4.2.4. Investigation of vertebrae	208
4.2.5. Investigation of skull bones	211
4.3. Human tibia and skull bones tissue state diagnostics through the skin covering	215
4.3.1. Ultrasonic measurements method on living man	215
4.3.2. Dependence of ultrasonic measurements data in human tibia and skull bones on age and sex	219
4.3.3. Dependence of ultrasonic measurements data in human tibia on sports specialization and qualification	227
4.3.4. Diagnostics of bone tissue pathology	233
References	245
Application of the ultrasonic transducers with point contact for the nondestructive testing. Summary (in English)	257