

## Литература

1. Wasserstoffautos kaufen: Die Modelle [Elektronische Ressource]. – Das Regime des Zugriffes: <https://www.mobile.de/magazin/artikel/wasserstoffautos-kaufen-das-sind-die-modelle-auf-dem-markt--3702>. – Das Datum des Zugriffes: 11.03.2023.
2. Wasserstoffautos - Die neue Zukunft? [Elektronische Ressource]. – Das Regime des Zugriffes: <https://www.biologie-seite.de/thema/wasserstoffautos.php>. – Das Datum des Zugriffes: 17.02.2023.
3. Sind Wasserstoffautos die Zukunft? [Elektronische Ressource]. – Das Regime des Zugriffes: <https://www.badenova.de/blog/wasserstoffautos/>. – Das Datum des Zugriffes: 25.02.2023.

## AUTOMATISCHES ULTRASCHALL-RADPRÜFSYSTEM

Крючков Н.И.

Научный руководитель: ст. преподаватель Станкевич Н.П.  
Белорусский национальный технический университет

Unter Ultraschall versteht man Schallschwingungen mit einer Frequenz oberhalb der Hörgrenze von 20.000 Hertz. Je höher die Schallschwingungen, desto gebündelter und geradliniger verlaufen diese. Für die Prüfung von Bauteilen und Werkstoffen nutzt man beim Ultraschallverfahren Ultraschallwellen im Bereich von 0,5-10 MHz. Die große Messspanne ergibt sich aus der unterschiedlichen Beschaffenheit von Werkstoffen [1].

Das Ultraschallverfahren gehört zu den zerstörungsfreien Prüfverfahren, da die zu prüfenden Werkstücke oder Bauteile während der Prüfung nicht beschädigt werden. Liegt nach der Prüfung keine Beanstandung vor, dann kann das Bauteil weiter eingesetzt werden. Ultraschallprüfungen werden somit häufig bei Inspektionen eingesetzt.

Das Prinzip der Ultraschallerzeugung beruht auf dem piezoelektrischen Effekt (Piezoeffekt). Historisch entdeckte man die Piezoelektrizität zuerst an Quarz (Siliciumdioxid, SiO<sub>2</sub>). Dabei stellte man fest, dass es bei einer einseitigen mechanischen Beanspruchung (Druck- oder Zugbeanspruchung) zu einer Verschiebung der Ladungsschwerpunkte in der Atomstruktur des Quarzes kommt. Es bilden sich elektrische Dipole aus, die schließlich zu einer elektrischen Spannung zwischen der Ober- und Unterseite des Quarzes führen. Nicht nur Siliciumdioxid hat einen piezoelektrischen Effekt, sondern auch viele andere Materialien, wie zum Beispiel künstlich hergestellte Keramiken. Solche Materialien werden gewöhnlich als Piezokristalle bezeichnet.

Der piezoelektrische Effekt kann jedoch auch umgekehrt werden. Wenn eine externe elektrische Spannung angelegt wird, verformt sich der Kristall. Je nach Polarität wird der Piezokristall entweder gestaucht oder gedehnt. Mit diesem reziproken Piezoeffekt („umgekehrten Piezoeffekt“) kann also elektrische Energie in mechanische Energie umgewandelt werden.

Wird an einen Piezokristall eine Wechselspannung angelegt, dann wechseln sich Druck- und Zugspannungen permanent ab. Es kommt in der Folge zu einem Schwingungsverhalten des Kristalls. Die erzwungene Schwingungsfrequenz geht mit der Frequenz der Wechselspannung einher. Besonders stark ausgeprägt ist diese angeregte Schwingung, wenn die Wechselspannungsfrequenz mit der Eigenfrequenz des Kristalls übereinstimmt. Es kommt dann zur Resonanz und der Piezokristall schwingt sich maximal auf. Die Eigenfrequenz des Kristalls ist dabei hauptsächlich von dessen Geometrie abhängig. Somit lässt sich durch Ändern der Geometrie die Eigenfrequenz des Piezokristalls auf den gewünschten Wert einstellen.

Gleichzeitig kann ein Piezokristall auch als Empfänger von Schallwellen dienen. Treffen Schallwellen auf den Piezokristall, dann rufen diese im Inneren Druck- bzw. Zugspannungen hervor (auf die dieselbe Weise wie auch das menschliche Trommelfell durch Schallwellen angeregt wird). Die damit verbundene elektrische Spannung dient direkt als Empfangssignal. Piezokristalle dienen also sowohl der Erzeugung als auch dem Empfang von Ultraschallwellen.

Die Ultraschallprüfung dient nicht nur der Fehlersuche, sondern auch der Messung von Wandstärken oder Schichtdicken an Verschleißteilen. Besonders wichtig ist das Verfahren für die Prüfung von Schweißnähten mittels eines Winkelprüfkopfes. Außerdem ist das Ultraschallverfahren leicht zu automatisieren und kann im Gegensatz zum Röntgenverfahren ohne Schutzausrüstung durchgeführt werden. Prüftiefen von mehreren Metern sind theoretisch möglich, abhängig von den akustischen Eigenschaften des Prüfkörpers [2].

Rail Wheel Inspection, kurz RWI, heißt ein Messgerät, das selbst kleinste Schäden im Inneren von Eisenbahnrädern bereits während der Produktion erkennt. Das von der Fraunhofer-Technologie-Entwicklungsgruppe TEG in Stuttgart entwickelte neue Ultraschall-Radprüfsystem bietet noch mehr Sicherheit für Schienenfahrzeuge.

Wenn der Intercity-Express mit einer Geschwindigkeit von bis zu 300 Stundenkilometern über die Schienen rast, sind die Räder des Zuges extremen Belastungen ausgesetzt. Deshalb ist es besonders wichtig, dass jedes Rad in einem einwandfreien Zustand ist. Und dies gilt natürlich nicht nur für die Hochgeschwindigkeitszüge der Deutschen Bundesbahn, sondern für alle Züge, die täglich im Personen- und Güterverkehr eingesetzt werden. Schon kleinste Staubpartikel, die während der Fertigung ins Innere eines Eisenbahnrades gelangen, oder Einschlüsse wie winzige Luftblasen, gefährden die langfristige Sicherheit

eines Rades. Deshalb ist es für die Hersteller wichtig, Materialfehler schon während des Produktionsprozesses zu erkennen. Nur so können qualitativ hochwertige Eisenbahnräder produziert werden, die den modernen Sicherheitsstandards entsprechen. Mit RWI haben die Entwicklungsingenieure ein System realisiert, das eine schnelle und zuverlässige Ultraschall-Einzel-Prüfung von Radreifen und Vollrädern ermöglicht.

Stuttgarter Ingenieure führten eine Ultraschalluntersuchung mittels Tauchtechnik durch. Die Ultraschallprüfung im Tauchtechnikverfahren mit Wasservorlaufstrecke ist ein renommiertes NDT-Verfahren, bei dem ein zweidimensionales Bild der Bauteilstruktur generiert wird, und man somit Materialien und Werkstoffe auf Fehlerfreiheit prüfen kann. Mit Hilfe des A-Bildes können sowohl Aussagen über Fehlergeometrie, als auch Fehlertiefe getroffen werden [3]. Der Vorteil dieser Technik ist, dass die Sensoren in einem definierten Abstand zum zu prüfenden Rad angebracht werden und somit keine Verschleißerscheinungen zeigen. Spezielle Prüfsystemträger sorgen dafür, dass sich die RWI Anlage automatisch verschiedenen Radgrößen anpasst, so dass Räder von 690 bis 1.350 mm Durchmesser bei einem Gewicht bis ca. 1000 kg vom RWI System ohne aufwändiges mechanisches Umrüsten geprüft werden können.

Das Potenzial von RWI ist wirklich groß. Zum Beispiel besteht die Möglichkeit, das neue System nicht nur wie bisher bei der Qualitätsprüfung von Eisenbahnrädern, sondern auch bei S- und U-Bahnrädern einzusetzen [4]. Im Maschinenbau ist die Kontrolle der Qualität von Werkstoffen eine wichtige Aufgabe. Der Einsatzbereich der Ultraschallgeräte reicht von Phased-Array-Prüfungen an Schweißnähten über die Prüfung von Radsätzen im Bahnbereich mit mehreren Array-Prüfköpfen bis hin zur robotergestützten automatisierten Prüfung komplex geformter Freiformbauteile oder auch medizinischen Anwendungen. Durch die frei konfigurierbare Soft- und Hardwarekombination können auch konventionelle Prüfköpfe angeschlossen werden.

Vor allem die modernen zerstörungsfreie Verfahren stellen die Zukunft im Bereich der Werkstoffprüfung dar.

## **Литература**

1. Ultraschallverfahren [Elektronische Ressource]. – Das Regime des Zugriffes: <https://www.ingenieurkurse.de/werkstofftechnik1/werkstoffpruefung/zerstoerungsfreie-werkstoffpruefung/ultraschallverfahren.html>. – Das Datum des Zugriffes: 15.03.2023.

2. Ultraschallprüfung [Elektronische Ressource]. – Das Regime des Zugriffes: <https://www.tec-science.com/de/werkstofftechnik/werkstoffpruefung/ultraschallpruefung> – Das Datum des Zugriffes: 20.03.2023.

3. Ultraschall Tauchtechnik [Elektronische Ressource]. – Das Regime des Zugriffes: <https://qualitech.ch/dienstleistung/pruefzentrum/zfp/ultraschall-tauchtechnik/> – Das Datum des Zugriffes: 20.03.2023.

4. Mit Ultraschall auf der sicheren Schiene [Elektronische Ressource]. – Das Regime des Zugriffes: <https://quality-engineering.industrie.de/allge-mein/mit-ultraschall-auf-der-sicheren-schiene/> – Das Datum des Zugriffes: 20.03.2023.

## **THE SYSTEM OF ACCOUNTING OF CUSTOMS PAYMENTS IN THE REPUBLIC OF BELARUS**

Лазяник Ю. Е.

Научный руководитель: ст. преподаватель Кажемская Л.Л.  
Белорусский национальный технический университет

In the Republic of Belarus, customs payments are regulated by law and are divided into several types.

One type of customs payments is the customs duty. It is levied on goods imported into Belarus from abroad and exported from abroad. The rates of customs duty depend on various factors, such as the type of goods, the country of origin of the goods and trade arrangements between states.

In addition to the customs duty, other customs payments are also levied in Belarus, such as

1) Value Added Tax (VAT). This tax is levied on goods imported into Belarus. The VAT rate is 20% of the value of the goods, including the customs duty [1].

2) Excises. This tax is levied on certain kinds of goods such as tobacco, alcohol and energy drinks, motor fuel, and other goods.

3) Customs duties. These fees are levied for customs clearance of goods and may include the costs of checking the quality and safety of goods.

There is a special procedure for paying customs duties in the Republic of Belarus. In particular, the payer must fill out a declaration of goods, provide the necessary documents and pay the appropriate customs duties within the established deadlines. Violating the rules on the payment of customs duties may result in penalties and other legal consequences.

Customs duties can have a variety of impacts on the economy and business, depending on how they are levied and used.

On the one hand, customs duties can increase the cost of imported goods and services, which can have a negative impact on the competitiveness of domestic producers. In addition, high customs duties and taxes on imports may reduce the demand for foreign goods and services, which may lead to a reduction in international trade and investment.