Agentúra
Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu SR
pre štrukturálne fondy EÚ

Európska únia
Európsky sociálny fond

Operačný program
VZDELÁVANIE

Trenčianska univerzita Alexandra Dubčeka v Trenčíne
Alexander Dubček University in Trenčín

KATALÓG KOOPERAČNÝCH MOŽNOSTÍ TRENČIANSKEJ UNIVERZITY ALEXANDRA DUBČEKA V TRENČÍNE PRE PRIEMYSELNÚ PRAX

The catalogue of cooperation possibilities Alexander Dubček University in Trenčín for industrial practice

CENTRATECH
CENTRUM TRANSFERU TECHNOLÓGIÍ

Moderné vzdelávanie pre vedomostnú spoločnosť/Projekt je spolufinancovaný zo zdrojov EÚ

CENTRATECH
CENTRUM TRANSFERU TECHNOLÓGIÍ

Trenčianska univerzita Alexandra Dubčeka v Trenčíne
Študentská 2
911 50 Trenčín

www.centratech.tnuni.sk
centratech@tnuni.sk

Tel.: +421 32 7400 111

1. vydanie
Rok vydania: 2015
ISBN: 978-80-8075-685-7

Centrum kompetencie skla Vitrum Laugaricio (VILA)
Glass competence centre Vitrum Laugaricio (VILA)

TRENČIANSKA UNIVERZITA ALEXANDRA DUBČEKA V TRENČÍNE

ALEXANDER DUBČEK UNIVERSITY IN TRENČÍN

www.centratech.tnuni.sk

Centrum kompetencie skla Vitrum Laugaricio (VILA)
Glass competence centre Vitrum Laugaricio (VILA)

Jednoduchá cesta k novým technológiám

Strategickým zámerom Trenčianskej univerzity Alexandra Dubčeka v Trenčíne je vytváranie platformy prenosu odbornosti do praxe z akademickej sféry do sféry komerčnej. Prostredníctvom projektu s názvom Zvyšovanie kvality a kapacity ľudských zdrojov v oblasti výskumu a vývoja na TnUAD prostredníctvom vzdelávania, zahraničnej spolupráce a transferu odbornosti do praxe vytvára Trenčianska univerzita Alexandra Dubčeka v Trenčíne priestor pre uplatnenie talentovaných postdoktorandov a absolventov inžinierskeho štúdia s technickým zameraním. V rámci vedeckého kariérneho rastu im poskytujeme odborné školenia pre špičkové laboratórne prístroje a ich detailnú funkcionalitu, získané v rámci investičných projektov, a odborné jazykové vzdelávanie na zahraničné vedecké publikovanie i nadväzovanie spolupráce. Zároveň sa na pôde Trenčianskej univerzity Alexandra Dubčeka v Trenčíne uskutočňujú medzinárodné vedecké konferencie so zameraním na transfer výskumu do praxe.

A simple path to new technologies

The strategic goal of Alexander Dubček University in Trenčín is to create a platform for transferring expertise into practice from academic to commercial sector. Via the project named Increasing the quality and capacity of human resources in areas of research and development at TnUAD by education, international cooperation and transfer of expertise into practice, Alexander Dubček University in Trenčín creates opportunities for talented postgraduates and graduates of engineering studies. To help their scientific career grow, university provides vocational trainings focused on detailed functionality of its state of art laboratory instruments acquired in investment projects, as well as professional language training for foreign scientific publishing and establishing cooperation. At the same time Alexander Dubček University in Trenčín organizes international scientific conferences focusing on the transfer of research into practice.

Trenčianska univerzita Alexandra Dubčeka v Trenčíne podľa svojho strategického zámeru budovania Centra transferu technológií TnUAD rozšírila a naďalej rozširuje svoj tím o mladých vysokokvalifikovaných pracovníkov, ktorí tak môžu nájsť uplatnenie na spoločnom pracovisku Vitrum Laugaricio a na Fakulte priemyselných technológií v Púchove. Vitrum Laugaricio je špičkovo vybavené pracovisko orientujúce sa na výskum a aplikovaný vývoj v oblasti skla, silikátových materiálov a keramiky. Má štatút excelentného pracoviska v Európskej únii. Fakulta priemyselných technológií v Púchove patrí medzi desiatku najlepších technických fakúlt na Slovensku. Je výnimočná predovšetkým priamou väzbou na výrobnú prax a prípravou odborníkov pre jej potreby. Svojím zameraním predstavuje unikát v rámci Slovenskej republiky.

Komplexný proces transferu know-how, optimalizovaných výrobných a produkčných postupov v oblasti skla, silikátových a polymérnych materiálov, gumy a keramiky na Trenčianskej univerzite Alexandra Dubčeka v Trenčíne do výrobnej sféry bude zabezpečovať novovybudované Centrum transferu technológií TnUAD. (CENTRATECH)

Centratech má ambíciu zabezpečovať širokú škálu služieb v oblasti vyhľadávania, triedenia, riadenia, ako aj zhodnocovania inovačného potenciálu a ochrany výsledkov duševného vlastníctva Trenčianskej univerzity Alexandra Dubčeka v Trenčíne. Hlavnými prioritami centra bude pomoc pri vyhľadávaní partnerov a investorov z priemyselného a podnikateľského prostredia a prevádzkovania spin-off spoločností. Budovaním komunikácie medzi akademickou a súkromnou sférou budeme plne schopní nastavovať podmienky na transfer technológií a znalostí do praxe, chrániť a spravovať duševné vlastníctvo odborných pracovníkov Trenčianskej univerzity Alexandra Dubčeka v Trenčíne a poskytovať vedecko-výskumným pracoviskám, ale aj firmám profesionálnu podporu a servis vo všetkých súvisiacich oblastiach od nadviazania komunikácie, licencovania až po implementáciu nových technologických procesov do výroby.

doc. Ing. Jozef Habánik, PhD.
rektor TnUAD v Trenčíne

Alexander Dubček University in Trenčín has, in line with its strategic plan of creating the TnUAD Technology Transfer Centre, broadened and continues to broaden its team of highly skilled young workers who can work in a joint workplace Vitrum Laugaricio and at the Faculty of Industrial Technologies in Puchov. Vitrum Laugaricio is a workplace with state of art equipment focusing on research and applied development in the fields of study of glass, silicate materials and ceramics. It gained the status of excellence of the European Union. Faculty of Industrial Technologies in Púchov ranks as one of the top ten engineering faculties in Slovakia. It is exceptional by creating a direct link to production and preparation of experts for its needs. Due to its focus, it presents a unique achievement in the Slovak Republic.

The complex process of transferring the material know-how, optimized manufacturing and production processes in glass, silicate and polymer materials, rubber and ceramics into the manufacturing sector will be secured by a newly built TnUAD Centre for Technology Transfer. (CENTRATECH)

Centratech aspires to provide a wide range of services in the field of searching, classifying, management as well as improving the innovation potential and protection of the intellectual property of Alexander Dubček University in Trenčín. The main priorities of the centre will be the help in finding partners and investors in the industrial and business environment and operations of spin-off companies. Due to continuous communication between academic and private sector, we will be fully able to set conditions for the transfer of technology and knowledge into practice, to protect and manage the intellectual property of professionals at Alexander Dubček University in Trenčín and to provide professional support and service in all related areas from establishing communication, licensing, to implementation of new technological processes into production not only for science and research organization but for companies as well.

doc. Ing. Jozef Habánik, PhD.
rector of TnUAD in Trenčín

Poslaním Trenčianskej univerzity Alexandra Dubčeka v Trenčíne, ktorá je súčasťou európskeho priestoru vysokoškolského vzdelávania a spoločného európskeho výskumného priestoru, je rozvíjať harmonickú osobnosť, vedomosti, múdrosť, dobro a tvorivosť v človeku a prispievať k rozvoju vzdelanosti, vedy, kultúry a zdravia pre blaho celej spoločnosti, a tým prispievať k rozvoju novej ekonomiky a vedomostnej spoločnosti. Trenčianska univerzita Alexandra Dubčeka v Trenčíne, ako univerzitná vysoká škola, má v rámci svojho poslania, ktoré je v súlade so zákonom o VŠ, Bolonským procesom a medzinárodnými štandardmi, byť v oblasti vzdelávania významným centrom vzdelanosti s nasledujúcimi rozvojovými cieľmi:

- udržiavať a rozvíjať svoju identitu vedeckej a vzdelávacej ustanovizne v sústave vysokoškolského vzdelania doma a v zahraničí;
- vytvárať podmienky na kvalitné vzdelávanie v technických, ekonomických, sociálnych a zdravotníckych študijných odboroch;
- pripravovať svojich absolventov tak, aby reprezentovali nielen najvyšší stupeň osobnej a profesionálnej kvality, ale i ľudskosti a humanizmu;
- prispievať k vedeckému a kultúrnemu rozvoju a hospodárskej prosperite spoločnosti.

Univerzita poskytuje vysokoškolské vzdelávanie univerzitného typu na 4 fakultách: Fakulte sociálno-ekonomických vzťahov; Fakulte špeciálnej techniky; Fakulte zdravotníctva; Fakulte priemyselných technológií a na celouniverzitnej Katedre politológie a spoločnom celouniverzitnom pracovisku Vitrum Laugaricio. Kvalitné vzdelávanie poskytujeme formou 3K, a to: Kvalitné študijné programy, Kvalitní učitelia a Kvalitné prostredie.

The mission of Alexander Dubček University in Trenčín, which is a part of the European Higher Education Area and the European Research Area, is to develop a harmonious personality, knowledge, wisdom, goodness and creativity in a man and to contribute to the development of education, science, culture and health for the welfare of the whole society and thereby contribute to the development of a new economy and society. Alexander Dubček University in Trenčín, as a university, has in its mission, which is in accordance with the Law on Higher Education, the Bologna process and international standards, to be an important center of education with the following development objectives:

- maintain and develop its identity as a scientific and educational institution in the system of higher education at home and abroad;
- create conditions for quality education in technical, economic, social and health fields of study;
- prepare its graduates to represent not only the highest grade of personal and professional quality, but also humanity and humanism;
- contribute to the scientific and cultural development and economic prosperity of the society.

The University provides higher education of university type at its 4 faculties: The Faculty of Social and Economic Relations, The Faculty of Special Technology, The Faculty of Health Care, The Faculty of Industrial Technologies, the university-wide Department of Political Science and joint university-wide workplace Vitrum Laugaricio. We provide quality education through 3Q: Quality curricula, Quality teachers and Quality environment.

Trenčianska univerzita Alexandra Dubčeka v Trenčíne má ambíciu stať sa permanentne inovujúcou vzdelávacou inštitúciou, ktorá je naklonená zmenám v obsahovom kontexte kultúrnych a motivačných zmien s akcentom na indikátory výstupu a kvality merané schopnosťou absolventa a jeho uplatnenia na integrovanom trhu práce a samozrejme reálnym využitím výskumného a inovačného potenciálu.

Veda, výskum a transfer získaných poznatkov z tejto oblasti do vzdelávania sú veľmi dôležitými aspektmi nášho neustáleho zdokonaľovania sa. V programovom období 2007 - 2013 sme úspešne uzatvorili niekoľko vedecko-výskumných projektov a v budúcnosti chceme v tomto trende pokračovať.

Spojenie vedy, vzdelávania a praxe je v súčasnosti nevyhnutnosťou v každej vzdelávacej inštitúcii, ktorá má ambíciu uskutočňovať transfer poznatkov do hospodárskej sféry. Sú to spojené nádoby, prepojenosť akcií, jedna bez druhej nemôžu napredovať.

Alexander Dubček University in Trenčín aspires to be a continuously innovating educational institution, which is inclined to the changes in the context of cultural and motivational changes with an emphasis on output and quality indicators measured by the ability of graduates and their application in the integrated labour market and the real use of research and innovation potential.

Science and research and the transfer of knowledge gained in this field to education are a very important aspect of our continuous improvement. In the programming period 2007 - 2013, we successfully concluded a number of research projects and we want to continue this trend in the future.

Linking science, education and practice is now a necessity in every educational institution that aspires to transfer knowledge into the economy. These areas are interconnected: one cannot advance without the other.

Vzdelávanie s perspektívou

Trenčianska univerzita Alexandra Dubčeka v Trenčíne poskytuje našim študentom kvalitné vzdelanie a spojením s praxou už počas štúdia im dokáže garantovať flexibilitu a uplatniteľnosť na trhu práce. Vedením pravidelných dialógov so zamestnávateľmi a umiestňovaním študentov do praxe nastavuje systém vzdelávania presne podľa ich potrieb, a tým zabezpečuje stály prísun kvalifikovanej pracovnej sily do podnikov a firiem.

Študent, ktorý už počas štúdia vykonáva odbornú prax u zamestnávateľa, má väčšiu šancu uplatniť sa na trhu práce. Nadobudnuté vzdelanie získané na našej univerzite efektívnejšie transformuje na zručnosti, ktoré sa od neho vyžadujú, a rýchlejšie sa adaptuje vo firemnom procese podniku. Samozrejmosťou je prispôsobovanie vzdelávania aktuálnym trendom a normám EÚ, a tým zvyšovanie uplatniteľnosti našich absolventov na trhu práce. Študijné materiály sa na našej univerzite inovujú, študijné programy sa prispôsobujú aktuálnemu dopytu a trhu práce a samozrejme vytvárame aj nové

Education with perspective

Alexander Dubček University in Trenčín provides students with a quality education. Moreover, studies are combined with a practical experience, thus guaranteeing flexibility and employability. The educational system is set up to meet exact needs of the labour market based on regular dialogues with employers as well as providing the students with work placements and thereby ensuring a steady supply of skilled labour to businesses and companies.

A student with a work experience in a company has a greater chance of success in the labour market. Knowledge acquired at our university effectively transforms into the required skills and helps a student to quickly adapt to the business processes. We continuously adapt to current educational trends and EU standards and so increase the success of our graduates in the labour market. Study materials are being innovated and study programs address the demand of the labour market. Naturally, we create new

programy prepojené s praxou. Cieľom odbornej praxe vrátane záverečnej správy je získanie praktických skúseností, ktoré absolventom zvýšia kredit a uplatnenie na trhu práce.

V oblasti vzdelávania má naša univerzita stanovené ciele a priority, ktoré umožňujú našim študentom skvalitňovať a zefektívňovať štúdium. V súlade s modernými trendmi vo vysokoškolskom vzdelávaní sme zaviedli digitalizáciu študijných predmetov. Študent sa dokáže vzdelávať na akomkoľvek mieste a z akéhokoľvek zariadenia v priamej interakcii s pedagógom. V príprave odborníkov kladieme dôraz na prepojenie štúdia s firemnou praxou, čomu prispôsobujeme obsahovú kvalitu študijných programov, edukačný proces aj študijné programy.

Okrem „klasických" možností edukácie a zapájania sa do riešenia študentských vedeckých a odborných prác sa študenti našej univerzity môžu realizovať i prostredníctvom novovytvoreného študentského centra, ktorého súčasťou je aj študentské rádio. Samotné študentské centrum má ambíciu spojiť pod jednou strechou mimoškolské aktivity orientované na študentské mobility. Študenti majú priestor na realizáciu neformálnych prednášok, na tieto účely môžu pozývať zaujímavých motivačných rečníkov, úspešných absolventov aj mladých podnikateľov. Je to tiež priestor pre študentské firmy a startup spoločnosti. Študentské centrum môžu využívať aj malé inovačné firmy vo forme coworkingu.

Trenčianska univerzita Alexandra Dubčeka v Trenčíne podľa svojho strategického zámeru budovania Centra transferu technológií TnUAD rozšírila a naďalej rozširuje svoj tím o mladých vysokokvalifikovaných pracovníkov. Centrum transferu technológií TnUAD má ambíciu zabezpečovať širokú škálu služieb v oblasti vyhľadávania, triedenia, riadenia, ako aj zhodnocovania inovačného potenciálu a ochrany výsledkov duševného vlastníctva Trenčianskej univerzity Alexandra Dubčeka v Trenčíne. Hlavnými prioritami centra bude pomoc pri vyhľadávaní partnerov a investorov z priemyselného a podnikateľského prostredia a prevádzkovania spin-off spoločností. Budovaním komunikácie medzi akademickou a súkromnou sférou bude plne schopná nastavovať podmienky na transfer technológií a znalostí do praxe,

programs linked with practice. The mission of professional experience including the final report is to provide to students practical experience so they will increase their credit and applicability on the labour market after graduation.

In the area of education, university sets objectives and priorities that help students to make their studies better and more efficient. In line with modern trends in higher education, we have introduced the digitisation of study subjects. The student can study at any place and on any device in direct interaction with teachers. We aim to bring up experts to the market by linking study with a corporate practice. Thus, we adapt the content of the studies, the educational process and types of study programs.

In addition to the "classical" education and participation in student scientific and technical work, students can realize themselves in the newly created student centre that also involves the student radio. The student centre aims to bring all extracurricular activities regarding student mobility under one roof. Students can organize informal lectures with invited motivational speakers, successful graduates and young entrepreneurs. It is also a space for student businesses and start-ups. Small innovative companies can also use the student centre as a co-working space.

In line with the strategy to build the Technology Transfer Centre TnUAD, the university has been expanding its team of highly skilled young workers.

Technology Transfer Centre TnUAD aims to provide a wide range of services in the field of searching, selection, management as well as boosting the innovation potential and protecting the intellectual property of Alexander Dubček University in Trenčín. The main priorities of the centre will be to help finding partners and investors in the industrial and business environment and management of spin-off companies. Due to ongoing communication building between academic and private sector, we will be fully able to set

chrániť a spravovať duševné vlastníctvo odborných pracovníkov Trenčianskej univerzity Alexandra Dubčeka v Trenčíne a poskytovať vedecko-výskumným pracoviskám, ale aj firmám profesionálnu podporu a servis vo všetkých súvisiacich oblastiach od nadviazania komunikácie, licencovania až po implementáciu nových technologických procesov do výroby.

Trenčianska univerzita Alexandra Dubčeka v Trenčíne podľa svojho strategického zámeru budovania kompetenčného centra na transfer odbornosti do praxe v oblasti materiálov výrazne rozširuje svoj tím o mladých vysokokvalifikovaných pracovníkov, ktorí tak môžu nájsť uplatnenie na spoločnom pracovisku Vitrum Laugaricio a na Fakulte priemyselných technológií v Púchove. Vedecko-výskumné pracovisko Vitrum Laugaricio je špičkovo vybavené pracovisko orientujúce sa na výskum a aplikovaný vývoj v oblasti skla, silikátových materiálov a keramiky. Má štatút excelentného pracoviska v Európskej únii. Fakulta priemyselných technológií v Púchove patrí medzi desiatku najlepších technických fakúlt na Slovensku. Je výnimočná predovšetkým priamou väzbou na výrobnú prax a prípravou odborníkov pre jej potreby. Svojím zameraním predstavuje unikát v rámci Slovenskej republiky.

conditions for the transfer of technology and knowledge into practice, protect and manage intellectual property of professionals at Alexander Dubček University in Trenčín and provide professional support and service in all related areas from establishing communication, licensing to implementation of new technological processes into production.

In line with the strategy to build the Technology Transfer Centre TnUAD, the university has been expanding its team of highly skilled young workers, who may thus find a work placement in joint workplace Vitrum Laugaricio and at the Faculty of Industrial Technologies in Púchov. Vitrum Laugaricio is high-end workplace specializing in research and applied development in the glass studies, silicate materials and ceramics. It has the status of excellence in the European Union. Faculty of Industrial Technologies in Púchov ranks as one of the best engineering colleges in Slovakia thanks to its connection with a production facilities and the education of the experts based on the market needs. It presents a unique achievement in the Slovak Republic due to its field of study.

CENTRUM KOMPETENCIE SKLA VITRUM LAUGARICIO (VILA)

GLASS COMPETENCE CENTRE VITRUM LAUGARICIO (VILA)

CENTRUM KOMPETENCIE SKLA VITRUM LAUGARICIO (VILA)
GLASS COMPETENCE CENTRE VITRUM LAUGARICIO (VILA)

Centrum kompetencie skla Vitrum Laugaricio (VILA) je spoločným pracoviskom TnUAD, Ústavu anorganickej chémie SAV Bratislava, Fakulty chemickej a potravinárskej technológie STU Bratislava a sklárne RONA, a.s., Lednické Rovne lokalizovaným v priestoroch TnUAD. Predstavuje jediné slovenské pracovisko zamerané na základný a aplikovaný výskum v oblasti skla, od roku 2012 je nositeľom Centra excelentnosti pre keramiku, sklo a silikátové materiály (CEKSIM), ktoré je spoločným pracoviskom ÚACH SAV BA, TnUAD a ÚACH SAV Košice. VILA má neprerušenú kontinuitu s trenčianskym Výskumným a vývojovým ústavom sklárskym (VVUS), na ktorom pracovisko vzniklo ako Spoločné laboratórium pre základný výskum skla Centra chemického výskumu SAV a VVUS už v apríli 1983. Z tohto pohľadu má pracovisko už viac ako štvrťstoročnú tradíciu v oblasti základného a aplikovaného sklárskeho výskumu.

V súčasnosti je pracovisko vybudované komplexne, disponuje širokou škálou špičkových prístrojov v medzinárodnom meradle ako kompletné laboratórium materiálového výskumu, ktoré zabezpečuje celý proces vývoja, prípravy a charakterizácie materiálov nielen v oblasti bezprostredného objektového zamerania centra, teda skla a keramiky, ale aj materiálov všeobecne, či už kovov, polymérov alebo iných typov materiálov. Spojením spolupracujúcich partnerov vzniklo na Slovensku unikátne výskumno-vývojové centrum, ktoré zabezpečuje všestranne prospešnú kooperáciu akadémie, univerzít aj priemyselnej sféry. Jej prínosom ako vzdelávacej inštitúcie je hlavne to, že je zdrojom študentov. VILA TnUAD totiž pravidelne ponúka miesto vybraným doktorandom TnUAD, ktorých v rámci svojej výskumnej práce vedie k riešeniu špecializovaných úloh týkajúcich sa výskumu a vývoja nekovových anorganických materiálov, predovšetkým skla a pokročilých keramických materiálov a kompozitov.

Do fungovania VILA TnUAD sa v rámci projektových aktivít zapájajú univerzitné pracoviská nielen z vysokých škôl na Slovensku, ale aj

Glass competence centre Vitrum Laugaricio (VILA) is a joint department of TnUAD, Institute of Inorganic Chemistry of Slovak Science Academy Bratislava, Faculty of Chemical and Food Technology STU Bratislava and glassworks RONA a.s. Lednické Rovne. The centre is localized on premises of TnUAD and is the only Slovak institution focused on basic and applied research of glass. Since 2012 it comprises the Centre of Excellence for ceramics, glass and silicate materials (CEKSIM), CEKSIM being a joint department of the Institute of Inorganic Chemistry of Slovak Science Academy Bratislava, TnUAD and the Institute of Inorganic Chemistry of Slovak Science Academy Košice. VILA continues the tradition of Trenčín Research and Development Glass Institute (VVUS), where the department was established as The joint laboratory for fundamental research of Glass Center of Chemical Research of Slovak Science Academy and VVUS already in April 1983. From this perspective, the department has more than a quarter-century tradition of basic and applied glass research.

Currently, the workplace is built complexly, has a wide range of high-tech apparati at its disposal. It is a complete laboratory for materials research, and provides the entire process of development, preparation and characterization of materials not only in the immediate subject of its studies, namely glass and ceramic materials, but all material in general - metals, polymers or other types of materials. By cooperation of partners, a unique research and development center, which provides mutually benefitting cooperation of academy, universities and industrial sector was established in Slovakia. The importance of it, as an educational institution, is mainly that it is a source of students. VILA TnUAD regularly offers a place for selected doctorals of TnUAD, which in the course of its research work leads to finding solutions of specialized tasks related to research and development of non-metallic inorganic materials, especially glass and advanced ceramics and composites.

VILA TnUAD cooperates in various projects with

v Česku, Nemecku alebo Veľkej Británii. VILA TnUAD v rámci svojich aktivít rieši vedecko-výskumné úlohy na báze výmeny skúseností, výsledkov a aplikácie do vzdelávacej činnosti a pre priemyselných partnerov.

Predstavuje jediné slovenské pracovisko zamerané na základný a aplikovaný výskum v oblasti skla a súčasne aj na univerzitné vzdelávanie vrátane doktorandského štúdia v tejto oblasti. Študijný program Anorganické technológie a materiály (anglický názov Inorganic Technology and Materials) sa poskytuje na treťom stupni vysokoškolského štúdia (PhD.).

university departments not only from Slovakia, but also from the Czech Republic, Germany and the UK. VILA TnUAD conducts scientific research based on the exchange of experience, results and application into educational activities and industrial partners.

It represents the only Slovak workplace focused on basic and applied research in the field of glass, and at the same time, on higher education including doctoral studies in this field. University program Inorganic Technology and Materials is provided in the third higher education degree (PhD.).

Optický emisný spektrometer s indukčne viazanou plazmou Vista MPX(Varian)
Optical emission spectometer with indukctively coupled plasma Vista MPX (Varian)

STANOVENIE CHEMICKÉHO ZLOŽENIA ANORGANICKÝCH NEKOVOVÝCH MATERIÁLOV

DETERMINATION OF THE CHEMICAL COMPOSITION OF INORGANIC NON-METALLIC MATERIALS

Metodika č. 1:
Transformácia anorganických látok na zlúčeninu rozpustnú v kvapalných roztokoch pomocou systému speedwave 4 (mikrovlnné rozkladné zariadenie). Analýza kvapalných roztokov sa realizuje na optickom emisnom spektrometri s indukčne viazanou plazmou (ICP OES) v súlade s STN EN ISO 11885/Stanovenie 33 prvkov atómovou emisnou spektroskopiou s indukčne viazanou plazmou. Pracovisko je zamerané na rozkladné postupy sklárskych a keramických materiálov, prípadne surovín na prípravu anorganických nekovových materiálov.

Špecifikácia vzoriek:
Pevné vzorky v kusovej (metodika si nevyžaduje požiadavku na rozmer a tvar vzorky materiálu) zrnitej forme, prachovej alebo práškovej homogénnej forme.

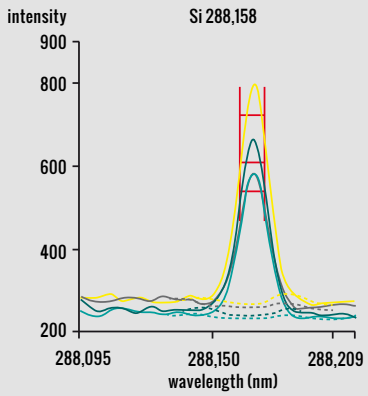
Analytické využitie:
- kvalitatívna analýza - umožňuje identifikáciu spektrálnych čiar neznámeho prvku

Methodology No.1:
Transformation of inorganic substances into compound soluble in aqueous solutions using speedwave 4 (microwave digestion system). Liquid solutions are analysed with an optical emission spectrometer with inductively coupled plasma (ICP OES) in accordance with STN EN ISO 11885/Determination of 33 elements by atomic emission spectroscopy with inductively coupled plasma. The workplace is focused on decomposition processes of glass and ceramic materials, or materials for the preparation of inorganic non-metallic materials.

Sample specification:
Solid samples in chunks (methodology does not require specific dimensions or shapes of the sample material) or grains, homogeneous dust or powder form.

Analytic use:
- Qualitative analysis - allows the identification of spectral lines of an unknown element

CENTRUM KOMPETENCIE SKLA VITRUM LAUGARICIO (VILA)
GLASS COMPETENCE CENTRE VITRUM LAUGARICIO (VILA)



v analyzovanom materiáli vo vzorke a ich porovnanie s atlasom čiar, semikvantitatívna analýza - poskytuje informácie o tom, ktoré prvky sa nachádzajú v analyzovanom materiáli a navyše aj o tom, aká je ich približná koncentrácia.

- Kvantitatívna analýza - poskytuje informácie o množstve jednotlivých prvkov vo vzorke alebo o ich vzájomnom pomere, t. j. o ich koncentrácii vo vzorke.

Prístrojové vybavenie:
Rozkladné zariadenie speedwave 4: dosahuje max. 230 °C (krátkodobo až 300 °C) a tlak max. 100 bar (v závislosti od typu používaných rozkladných nádob).

Optický emisný spektrometer s indukčne viazanou plazmou Vista MPX (Varian): sa využíva v chemickej prvkovej analýze na analýzu kvapalných roztokov. Vertikálne (radiálne) orientovaná plazma umožňuje analyzovať aj vysoko zasolené roztoky.

- Rozsah vlnových dĺžok 175 - 785 nm.
- Simultánna detekcia minoritných a majoritných prvkov počas jednej analýzy.
- Minimalizácia spektrálnych interferencií výberom alternatívnej vlnovej dĺžky.
- Korekcia spektrálneho pozadia.

Oblasti využitia:
- Prvková analýza vzoriek:

- Anorganického pôvodu - kovy, zliatiny, rudy a horniny, prachy a popolčeky, stavebné materiály, sklá a sklárske suroviny, ťažko rozložiteľné keramické materiály.

- Organického pôvodu - vzorky potravín a potravinárskych surovín, celulóza a papier.

- Zmiešaného pôvodu - pôdy, sedimenty, kaly.

Prípadové štúdie:
- OSRAM Slovakia, a.s., Nové Zámky, Stanovenie chemického zloženia amber skla.

in the material analysed in the sample and comparing them with line atlas.

- Semi-quantitative analysis - provides information about elements found in the analysed material and in addition, their approximate concentration.

- Quantitative analysis - Provides information about the individual elements in the sample or their mutual ratio, that means the concentration in the sample.

Instrumentation:
Decomposing device speedwave 4: reaches max. 230 °C (short term up to 300 °C) and pressure max. 100 bar (depending on the type of decomposition vessels).

Optical emission spectrometer with inductively coupled plasma Vista MPX (Varian) is used in chemical elemental analysis for the analysis of liquid solutions. Vertical (radial) oriented plasma allows analysing the highly saline solutions.

- Wavelength range of 175-785 nm.
- Simultaneous detection of minor and major elements within a single analysis.
- Minimization of spectral interferences by choosing alternative wavelength.
- Correction of spectral background.

Areas of application:
- Elemental analysis of samples:

- Inorganic origin - metals, alloys, ores and rocks, dust and ashes, construction materials, glass and glass materials, ceramic materials with long degradation.

- Organic origin - samples of foodstuffs and food ingredients, pulp and paper.

- Mixed origin - soil, sediments, sludges.

Case studies:
- OSRAM Slovakia, a.s. Nové Zámky: Determination of the chemical composition of amber glass.

- EVPU Nová Dubnica, Stanovenie obsahu vápnika a horčíka vo vzorkách dolomitu.
- Octopus Habitat, Posúdenie zdroja znečistenia skiel na objekte Octopus Habitat ako dôsledku korózie a zvetrávania fasádneho materiálu.
- AMEC Nuclear Slovakia, s.r.o., Stanovenie chemického zloženia sklených frít.
- RONA Lednické Rovne, Stanovenie chemického zloženia bárnatého kryštáľového skla.

- EVPU Nová Dubnica: Determination of calcium and magnesium content in dolomite samples.
- Octopus Habitat: Assessment of the source of glass pollution on the object Octopus Habitat as a result of corrosion and weathering of facade material.
- AMEC Nuclear Slovakia s.r.o.: Determination of the chemical composition of the glass frit.
- RONA Lednické Rovne: Determination of the chemical composition of barium crystal glass.

Prípravovňa vzoriek mletím, tavením a lisovaním

Metodika č. 2:
Röntgenová fluorescenčná spektrometria je multiprvková nedeštrukčná forma testovania a stanovenia zloženia materiálov. V porovnaní s ICP OES časovo menej náročná, avšak nie je možné kvantitatívne stanoviť lítium a berýlium, nevýhodou sú zvýšené nároky na množstvo a homogénnosť vzorky (minimálne 100 g).

Špecifikácia vzoriek:
Vzorka môže byť analyzovaná ako tuhá, kvapalná, prášková, pastová alebo vo forme suspenzie, tenkého filmu.

Analytické využitie:
Kvalitatívna a kvantitatívna prvková analýza, možnosť stanoviť všetky prvky periodickej sústavy okrem plynov a prvkov ľahších ako bór. Citlivosť stanovenia je podstatne nižšia u ľahkých prvkov (B a F) zvyčajne prítomných a stanovovaných v skle a v surovinách. Prvky s relatívnou atómovou hmotnosťou nižšou ako bór nie je možné stanoviť.

Oblasti využitia:
Použitie metódy je univerzálne od metalurgie až po medicínske aplikácie. V praxi je využívaná na stanovenie hlavných, ako aj stopových prvkov v silikátoch vrátane skiel a v sklárskych surovinách. Pracovisko svojím zameraním je orientované na prvkovú analýzu vzoriek v rozsahu udávanom v metodike č. 1. Vzorky

Methodology No.2:
X-ray fluorescence spectrometry is a multielemental non-destructive method of testing and determining the composition of materials. It is time saving when compared to ICP OES, but it is not possible to quantitatively determine lithium and beryllium, the disadvantage is an increased demand on the amount and homogeneity of the sample (at least 100 g).

Sample specification:
The sample may be analysed as a solid, liquid, powder, paste, or in the form of suspension or a thin film.

Analytic use:
Qualitative and quantitative elemental analysis, ability to determine all elements of the Periodic Table excluding gases and lighter elements such as boron. The sensitivity is substantially lower for light elements B and F usually present and determined in glass and raw materials. Elements with atomic mass less than boron cannot be determined.

Areas of application:
This method is widely used, from metallurgy to medical applications. In practice, it is used for determination of the main and trace elements in silicates, including glasses and glass materials. Workplace focuses on elemental analysis of samples in the range given in the methodol-

Röntgenový fluorescenčný spektrometer S8 Tiger 4K (Bruker)
X - ray fluorescence spectrometer S8 Tiger 4K (Bruker)

CENTRUM KOMPETENCIE SKLA VITRUM LAUGARICIO (VILA)
GLASS COMPETENCE CENTRE VITRUM LAUGARICIO (VILA)

anorganického pôvodu - kovy, zliatiny, horniny, popolčeky, sklá a sklárske suroviny.

Prístrojové vybavenie:
- Tavička (VULCAN 2MA fy FLUXANA): príprava vzoriek tavením s tetraboritanom lítnym.
- Lis (HTP 40 fy HERZOG): hydraulický programovateľný lis na prípravu vzoriek lisovaním s voskom.
- Vlnovo disperzný röntgenový fluorescenčný spektrometer S8 TIGER 4K (Bruker) - zariadenie umožňujúce sledovanie sekundárnej emisie röntgenového žiarenia. Výhodou metódy röntgenovej fluorescencie je, že tuhé vzorky sa analyzujú bez prevedenia do roztoku. Minimalizácia počtu prípravných operácií zvyšuje presnosť výsledkov a znižuje pravdepodobnosť vzniku systematických chýb.

Prípadové štúdie:
- Vetropack, a.s, Nemšová, Analýza zloženia odprachov zo sklárskej prevádzky.
- Amec Slovakia, s.r.o., Jaslovské Bohunice, Analýza perlitov a zeolitov.
- RONA, a.s., Lednické Rovne, Analýza zloženia kryštálového skla.
- Johns Menville, a.s., Trnava, Analýza zloženia Eu vlákien.

ogy No. 1. Samples of inorganic origin - metals, alloys, rocks, ashes, glass and glass materials.

Instrumentation:
- Melting tool (VULCAN 2MA from FLUXANA): sample preparation by melting with lithium tetraborate.
- Press (HTP 40 from HERZOG): programmable hydraulic press for sample preparation by moulding with wax.
- Wavelength dispersive X-ray fluorescence spectrometer S8 TIGER 4K (Bruker) - a device enabling the monitoring of secondary emission of X-rays. The advantage of X-ray fluorescence is that the solid samples are analysed without being mixed in a solution. Minimizing the number of preparatory operations increases the accuracy of the results and reduces the likelihood of systematic errors.

Case studies:
- Vetropack a.s. Nemšová: Analysis of the composition of the dust from the glass production.
- Amec Slovakia s.r.o. Jaslovské Bohunice: Analysis of perlites and zeolites.
- RONA a.s. Lednické Rovne: Analysis of the composition of crystal glass.
- Johns Manville a.s., Trnava: Analysis of the composition of Eu fibres.

STANOVENIE OBSAHU ROZPUSTENÝCH PRVKOV VO VODÁCH
DETERMINATION OF THE CONTENT OF DISSOLVED ELEMENTS IN WATER

Základom metódy je meranie atómovej emisie technikou optickej spektroskopie. Technika korekcie pozadia sa používa na kompenzovanie variabilných vplyvov pozadia pri stano-

This method is based on the measurement of atomic emission by optical spectroscopy. Background correction is used to compensate for variable effects of the background when deter-

vovaní stopových prvkov. Prvková analýza sa realizuje na optickom emisnom spektrometri s indukčne viazanou plazmou (ICP OES) v súlade s normou STN EN ISO 11885/Stanovenie 33 prvkov atómovou emisnou spektroskopiou s indukčne viazanou plazmou.

Špecifikácia vzorky:
Laboratórne sklo vrátane fliaš na odber vzoriek sa musí pred použitím opláchnuť kyselinou dusičnou a následne deionizovanou vodou. Vzorka pred analýzou musí byť prefiltrovaná a stabilizovaná prídavkom koncentrovanej kyseliny dusičnej (pH < 2).

Analytické využitie:
- Kvalitatívna analýza - umožňuje identifikáciu spektrálnych čiar neznámeho prvku v analyzovanom roztoku a ich porovnanie s atlasom čiar.
- Semikvantitatívna analýza - poskytuje informácie o tom, ktoré prvky sa nachádzajú v analyzovanom roztoku a navyše aj o tom, aká je ich približná koncentrácia.
- Kvantitatívna analýza - poskytuje informácie o množstve jednotlivých prvkov vo vzorke alebo o ich vzájomnom pomere, t. j. o ich koncentrácii v roztoku.

Oblasti využitia:
Stanovenie obsahu rozpustených prvkov v surovej vode, pitnej vode a odpadovej vode, vo vodách pochádzajúcich z chladiacich okruhov (vodárne, čistiarne odpadových vôd, jadrový a energetický priemysel).

Prístrojové vybavenie:
Optický emisný spektrometer s indukčne viazanou plazmou Vista MPX (Varian): sa využíva v chemickej prvkovej analýze na analýzu kvapalných roztokov. Vertikálne (radiálne) orientovaná plazma umožňuje analyzovať aj vysoko zasolené roztoky. Rozsah vlnových dĺžok 175 - 785 nm. Simultánna detekcia minoritných a majoritných prvkov počas jednej analýzy. Minimalizácia spektrálnych interferencií výberom alternatívnej vlnovej dĺžky. Korekcia spektrálneho pozadia.

mining the trace elements. Elemental analysis is performed using optical emission spectrometer with inductively coupled plasma (ICP OES) in compliance with STN EN ISO 11885/Determination of 33 elements by atomic emission spectroscopy with inductively coupled plasma.

Sample specification:
Laboratory glass including bottles for sampling must be rinsed before using in nitric acid and then in deionized water. Samples before analysis have to be filtered and stabilized by the addition of concentrated nitric acid (pH < 2).

Analytical use:
- Qualitative analysis - allows the identification of spectral lines of an unknown element in the sample analysed and comparing them with line atlas.
- Semi-quantitative analysis - provides information about elements found in the analysed material and in addition, their approximate concentration.
- Quantitative analysis - Provides information about the individual elements in the sample or their ratio, that means their concentration in the sample.

Areas of application:
Determination of content of dissolved elements in raw water, drinking water and waste water, waters from the cooling circuits (water treatment plants, sewage treatment plants, nuclear and energy industries.

Instrumentation:
Optical emission spectrometer (OES) with inductively coupled plasma Vista MPX (Varian) is used in chemical elemental analysis of liquid solutions. Vertically (radially) oriented plasma allows analysing highly saline solutions. OES has wavelength range is 175-785 nm and allows simultaneous detection of minor and major elements within a single analysis, minimisation of spectral interferences by choosing an alternative wavelength and correction of spectral background.

CENTRUM KOMPETENCIE SKLA VITRUM LAUGARICIO (VILA)
GLASS COMPETENCE CENTRE VITRUM LAUGARICIO (VILA)

Prípadové štúdie:
Vypracovanie metodiky na stanovenie bária a vanádu v odpadových vodách pomocou optickej emisnej spektroskopie s indukčne viazanou plazmou.

Case studies:
Developing a methodology for the determination of barium and vanadium in waste waters using optical emission spectroscopy with inductively coupled plasma.

STANOVENIE CHEMICKEJ ODOLNOSTI KREMIČITANOVÝCH SKIEL

DETERMINATION OF THE CHEMICAL RESISTANCE OF SILICATE GLASSES

Metóda zahŕňa testovanie chemickej odolnosti skla vo forme sklenej drviny proti vode pri 98 °C. Metóda určuje rozdelenie skla do tried podľa odolnosti proti vode stanovenej skúškou v súlade s postupmi uvedenými v norme „Odolnost skleněné drti proti vodě při 98 °C“ (ČSN 70 0531, ST SEV 1569-79).

Špecifikácia vzorky:
Hustota skla musí byť v rozsahu (2,4 ± 0,2) g/cm^3, pre samotné testovanie sa použije 10 g sklenej drviny s veľkosťou častíc ≥ 300 µm < 500 µm.

Oblasti využitia:
Testovanie odolnosti sklenej drviny je zaujímavé najmä pre sklársky priemysel orientovaný na produkciu úžitkového skla.

Odolnosť skla proti vode pri 98 °C sa vyjadrí spotrebou odmerného roztoku kyseliny chlorovodíkovej.

The method includes testing of the chemical resistance of glass, in the form of glass grains, to water at 98 °C. The method determines the division of glass into classes according to its water resistance test measured in accordance with the procedures set out in the standard “Resistance of crushed glass to water at 98 °C“ (ČSN 70 0531, ST SEV 1569-79).

Sample specification:
glass density must be within the range (2,4 ± 0,2) g/cm^3, for the testing itself 10 g of glass grains with a particle size ≥ 300 µm < 500 µm is used.

Areas of application:
Testing the resistance of glass grains is of particular interest for the glass industry focused on the production of household glass.

Resistance of glass to water at 98 °C is expressed by the consumption of hydrochloric acid solution.

Hraničné hodnoty spotreby kyseliny chlorovodíkovej pri titrácii v cm^3 /g Thresholds of hydrochloric acid consumption in the titration in cm^3 /g	Trieda odolnosti proti vode Water resistance class
do 0,1 Up to 0.1	1/98
nad 0,1 do 0,20 from 0.1 to 0.20	2/98
nad 0,20 do 0,85 from 0.20 to 0.85	3/98
nad 0,85 do 2,00 from 0.85 to 2.00	4/98
nad 2,00 do 3,50 from 2.00 to 3.50	5/98

Prístrojové vybavenie:
- Váhy s presnosťou na ± 5 mg.
- Termostat s možnosťou regulácie teploty v rozsahu 90 - 110 °C s presnosťou ± 0,2 °C.

Instrumentation:
- Scales with accuracy to ± 5 mg.
- Thermostat with temperature control in the range from 90 to 110 °C with accuracy to ± 0.2 °C.

Prípadové štúdie:
RONA, a.s., Lednické Rovne, Stanovenie odolnosti bárnatého krištáľového skla proti vode.

Case studies:
RONA, a.s., Lednické Rovne: Determination of resistance of barium crystal glass to water.

Termostat s možnosťou regulácie teploty v rozsahu 90 - 110 °C s presnosťou ± 0,2 °C
Thermostat with temperature control in the range from 90 - 110 °C with accuracy to ± 0,2 °C

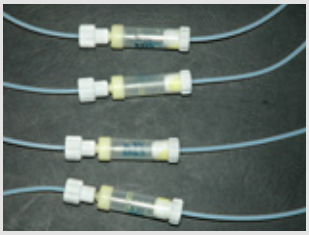
KORÓZNE SKÚŠKY A SLEDOVANIE CHEMICKEJ ODOLNOSTI ANORGANICKÝCH MATERIÁLOV

CORROSION TESTING AND MONITORING OF CHEMICAL RESISTANCE OF INORGANIC MATERIALS

Korózna, respektíve chemická odolnosť sa posudzuje na základe množstva zložiek testovaného materiálu vylúhovaných do korózneho média v závislosti od času jeho pôsobenia. Korózne testy uskutočňované na materiáloch môžeme z hľadiska hydrodynamických podmienok rozdelit' na testy statické a prietokové. Množstvo materiálu prevedeného do roztoku sa stanovuje pomocou optickej emisnej spektrometrie s indukčne viazanou plazmou (ICP OES), prípadne hmotnostného úbytku testovaného materiálu, taktiež sa sledujú mikroštruktúrne zmeny povrchu korodovanej vzorky po pôsobení korózneho roztoku.

Corrosion or chemical resistance is assessed on the basis of the quantity of components of the test material that is extracted in corrosive medium, depending on the time of exposure. In terms of hydrodynamic conditions, corrosion tests carried out on materials can be divided into static and dynamic. The amount of material transferred into the solution is determined by optical emission spectrometry with inductively coupled plasma (ICP OES), or weight loss of tested material,; microstructural changes of the corroded surface of the sample after exposure to corrosion solution are also observed.

CENTRUM KOMPETENCIE SKLA VITRUM LAUGARICIO (VILA)
GLASS COMPETENCE CENTRE VITRUM LAUGARICIO (VILA)

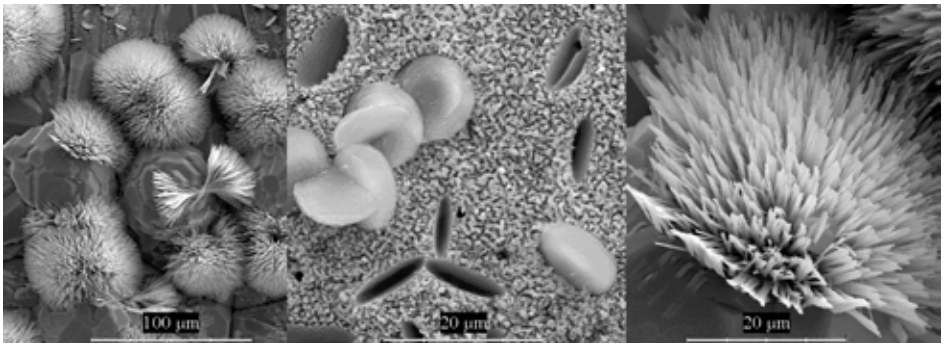


Špecifikácia vzorky:
Testy sa uskutočňujú so vzorkami celistvými alebo s drvinou (prietokové testy sa uskutočňujú najmä s drvinou), prípadne s vláknami. Materiály sú testované proti vodným roztokom kyselín, zásad, prípadne solí.

Oblasti využitia:
Testy sú vypracované a odskúšané na sledovanie chemickej odolnosti skiel a keramiky, prípadne biomateriálov (sklársky priemysel, jadrový priemysel, medicínske aplikácie).

Sample specification:
Tests are carried out on solid or ground samples (dynamic tests are performed usually with pulp), or with fibres. Materials are tested with aqueous solutions of acids, bases, or salts.

Areas of application:
Tests are developed and tested for monitoring chemical resistance of glasses and ceramics, or biomaterials (glass industry, nuclear industry, medical applications).



Korózna vrstva a produkty korózie analyzované na povrchu vápenato-hlinitokremičitanovom skle po korózii vo vodnom roztoku chloridu sodného.
The corrosion layer and corrosion products analysed on the surface of calcium aluminosilicate glass after corrosion in aqueous sodium chloride solutions.

Prístrojové vybavenie:

- Termostaty (Memmert) s možnosťou regulácie teploty maximálne 95 °C ± 1 °C.
- Klimatická komora (Discovery DY 110) - nastaviteľná teplota a kontrola teploty počas simulácie klimatických podmienok, pričom max požadovaná teplota 150 °C ± 0,5 °C, a nastaviteľná vlhkosť a kontrola vlhkosti až do teploty 90 °C.
- Optický emisný spektrometer s indukčne viazanou plazmou Vista MPX (Varian) - umožňuje chemickú prvkovú analýzu kvapalných roztokov.
- Elektrónový mikroskop (JEOL JSM-7600 F/EDS/WDS/EBSD) - umožňuje detailnú chemickú a mikroštruktúrnu analýzu materiálov.

Instrumentation:

- Thermostats (Memmert) - with temperature regulation at a maximum of 95 °C ± 1 °C.
- Climatic Chamber (DY 110 Discovery) - adjustable temperature and temperature control during a simulation of climatic conditions, the maximum set temperature is 150 ± 0.5 °C, and adjustable moisture and humidity control up to the temperature of 90 °C.
- Optical emission spectrometer with inductively coupled plasma Vista MPX (Varian) - allows elemental chemical analysis of liquid solutions.
- Electron microscope (JEOL JSM-7600 F/EDS/WDS/EBSD) - allows detailed chemical analysis and microstructure analysis of materials.

- Röntgenový difraktometer (Panalytical Empyrean DY1098) - umožňuje kvalitatívnu a semikvantitatívnu analýzu fázového zloženia materiálov, koróznych produktov na povrchu skiel a keramík, analýzu tenkých vrstiev.

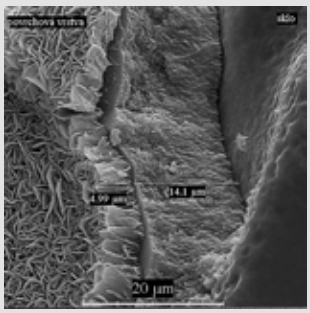
Prípadové štúdie:

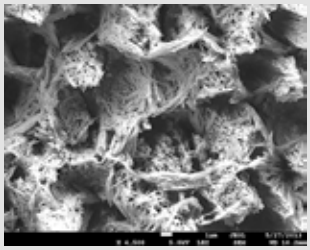
- VUEZ Levice, Sledovanie chemickej odolnosti Eu sklených vlákien používaných ako tepelná izolácia v jadrových reaktoroch vo vodnom roztoku kyseliny boritej a hydroxidu sodného.
- RONA, a.s., Lednické Rovne, Porovnanie chemickej odolnosti bárnatého a bezbárnatého krištáľového skla.
- RONA, a.s., Lednické Rovne, Posúdenie vplyvu vlhkosti a soľného prostredia na chemickú odolnosť bárnatého krištáľového skla.
- RONA, a.s., Lednické Rovne, Sledovanie a identifikácia korózneho účinku vlhkosti a soľných roztokov na chemickú odolnosť bárnatého krištáľového skla.

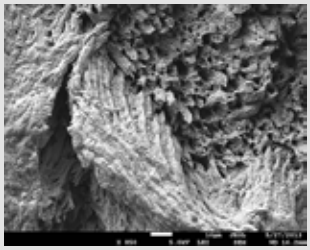
- X-ray diffractometer (Panalytical Empyrean DY1098) - allows qualitative and semi-quantitative analysis of the phase composition of materials, corrosion products on the surface of the glass and ceramics, analysis of thin films.

Case studies:

- VUEZ Levice: Monitoring the chemical resistance of the Eu glass fibres used as thermal insulation in nuclear reactors in an aqueous solution of boric acid and sodium hydroxide.
- RONA a.s. Lednické Rovne: Comparison of chemical resistance of barium and barium-free crystal glass.
- RONA a.s. Lednické Rovne: Assessment of the impact of moisture and salt environment on the chemical resistance of barium crystal glass.
- RONA a.s. Lednické Rovne: Monitoring and identification of corrosion effects of moisture and salt solutions on the chemical resistance of barium crystal glass.







KORÓZNE SKÚŠKY S POKROČILÝMI KERAMICKÝMI MATERIÁLMI ZA HYDROTERMÁLNYCH PODMIENOK

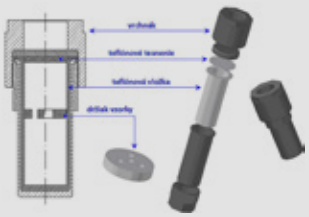
CORROSION TESTS WITH ADVANCED CERAMIC MATERIALS UNDER HYDROTHERMAL CONDITIONS

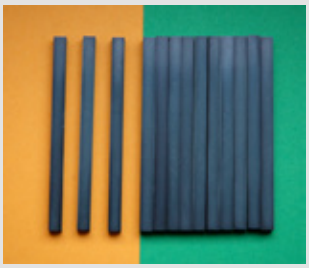
Testy uskutočnené v statických podmienkach za vysokých teplôt a tlakov v uzatvorených reaktoroch alebo v autokláve. Význam týchto testov spočíva v tom, že je možné za relatívne krátky čas vytvoriť výrazne agresívne podmienky. Jedným z najrozšírenejších testov sledujúcich korózne správanie keramických materiálov využívajúcich podobné usporiadanie je korózia v superkritickej vode a korózia vo vodnej pare (hydrothermal corrosion).

Tests carried out under static conditions at high temperatures and pressures in a closed reactor or in an autoclave. Such tests are important due to the possibility to create substantially aggressive conditions in a relatively short time. One of the most widely used test for corrosion behaviour of ceramic materials using a similar arrangement is supercritical water corrosion and corrosion in water vapour (hydrothermal corrosion).

CENTRUM KOMPETENCIE SKLA VITRUM LAUGARICIO (VILA)
GLASS COMPETENCE CENTRE VITRUM LAUGARICIO (VILA)

Autokláv Limbo li (Büchi Glas Uster)
Pressure Autoclave Limbo li (Büchi Glas Uster)





Špecifikácia vzorky:
Na umiestnenie vzorky do držiaka vysokotlakového reaktora sú požadované rozmery trámčeka 3 x 4 x max. 50 mm.

Analytické vyjadrenie:
Hodnotenie a rozsah korózneho účinku sa vyjadrí na základe chemickej analýzy korózneho roztoku a časovej závislosti množstva prvku vylúhovaného z materiálu spolu s hodnotením mikroštruktúrnych zmien povrchu vzorky, prípadne fázovou analýzou koróznych produktov.

Oblasti využitia:
Testy sú vypracované a odskúšané na sledovanie koróznej odolnosti pokročilej konštrukčnej keramiky (automobilový, letecký priemysel, metalurgia, chemický priemysel, likvidácia toxických odpadových materiálov, priemyselné odvetvia zamerané na využívanie a získavanie geotermálnych zdrojov), všeobecne v priemyselných odvetviach, kde sú materiály dlhodobo vystavované agresívnym koróznym podmienkam (vodné roztoky kyselín, zásad, prípadne solí).

Prístrojové vybavenie:
- Autokláv Limbo li (Büchi Glas Uster): nastavenie a kontrola teploty (max. 400 °C), kontrola tlaku (max. 350 bar), miešanie média v rozsahu otáčok 100 - 3 000 min^{-1}. Zariadenie je konštruované z vysokoodolnej HASTELLOY ocele.
- Vysokotlakové korózne reaktory s teflónovou vložkou - do teploty 250 °C.
- Optický emisný spektrometer s indukčne viazanou plazmou Vista MPX (Varian) - umožňuje chemickú prvkovú analýzu koróznych roztokov.
- Elektrónový mikroskop (JEOL JSM-7600 F/EDS/WDS/EBSD) - umožňuje detailnú chemickú a mikroštruktúrnu analýzu materiálov a produktov korózie.
- Röntgenový difraktometer (Panalytical

Sample specification:
In order to place a sample into the sample holder of a high-pressure reactor, the required dimensions of sample are 3 x 4 x max. 50 mm.

Analytical expressions:
The evaluation and the extent of the corrosion effect is expressed based on chemical analysis of corrosive solution and the time dependence of the element content of leached material together with an assessment of microstructural changes in the surface of the sample, or the phase analysis of corrosion products.

Areas of application:
Tests are developed and tested for monitoring of corrosion resistance of advanced structural ceramics (automotive, aerospace, metallurgy, chemical industry, disposal of toxic waste, industries focused on geothermal energy), generally in industries where materials are exposed to aggressive corrosive environment (aqueous solutions of acids, bases, or salts).

Instrumentation:
- Pressure Autoclave Limbo li (Büchi Glas Uster) with Programmable PID temperature controller (max. 400°C), pressure control (max. 350 bars), and medium stirrer in the range from 100-3000 min^{-1}. The pressure vessel is made of high-resistance HASTELLOY alloy.
- High pressure corrosion reactors with Teflon liner - for temperatures up to 250°C.
- Optical emission spectrometer with inductively coupled plasma Vista MPX (Varian) - allows elemental chemical analysis of corrosive solutions.
- Electron microscope (JEOL JSM-7600 F/EDS/WDS/EBSD) - allows detailed chemical analysis and microstructure analysis of materials and corrosion products.
- X-ray diffractometer (Panalytical Empyrean

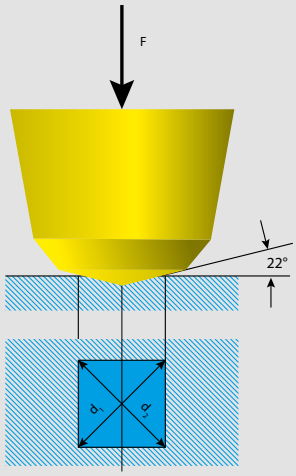
Empyrean DY1098) - umožňuje kvalitatívnu a semikvantitatívnu analýzu fázového zloženia materiálov.

Prípadové štúdie:
Sledovanie chemickej odolnosti na nasledujúcich vybraných keramických materiáloch: nitrid kremičitý spekaný s prídavkom Y_2O_3, sialon, polykryštalický korund spekaný bez spekacích prísad, polykryštalický korund spekaný s prídavkom prísady na podporu spekania so zložením $CaO{\cdot}5SiO_2$, keramika pripravená na báze polymérneho prekurzora (SiOC, SiHfOC, SiZrOC).

DY1098) - allows qualitative and semi-quantitative analysis of the phase composition of materials.

Case studies:
Monitoring the chemical resistance of the following selected ceramic materials: silicon nitride sintered with the addition of Y_2O_3, sialon, sintered polycrystalline corundum without sintering additives, sintered polycrystalline corundum with sintering promoting additives ($CaO{\cdot}5SiO_2$), ceramics prepared on polymeric precursor base (SiOC, SiHfOC, SiZrOC).

STANOVENIE TVRDOSTI MATERIÁLOV PODĽA VICKERSA
VICKERS HARDNESS TEST



Skúška tvrdosti materiálu podľa Vickersa patrí medzi statické skúšky tvrdosti materiálu. Princíp spočíva vo vtlačení indentoru do skúmaného materiálu a následného zisťovania miery deformácie materiálu. Namerané hodnoty tvrdosti sú veľmi presné, okrem toho indenty sú pomerne malé, takže sa naleštená plocha príliš nepoškodzuje. Spôsob prevedenia a vyhodnocovania skúšky sa realizuje v súlade s normou ČSN EN ISO 6507-1.

Špecifikácia vzorky:
Povrch vzorky musí byť opracovaný leštením na požadovanú drsnosť.

Oblasti využitia:
Vickersova skúška je univerzálna, a môže sa použiť na stanovenie tvrdosti tvrdých, ako aj mäkkých materiálov.

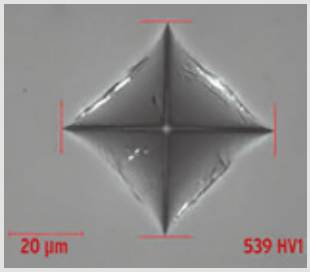
Predbežné hodnotenie tvrdosti keramických materiálov, najmä keramických kompozitov, ale aj skiel v systémoch s obmedzenou sklotvornosťou a očakávanými výnimočnými mechanickými vlastnosťami.

The Vickers hardness test belongs to static hardness tests. The principle is the pressing an indenter into the examined material and subsequent detection of the degree of material's deformation. The measured hardness values are very precise, indentata are relatively small, and so the polished surface is not damaged excessivelly. The process of performing and evaluating of this test is in compliance with ČSN EN ISO 6507-1.

Sample specification:
Surface samples must be processed by polishing to the desired roughness.

Areas of application:
The Vickers hardness test is universal, and can be used to determine the hardness of hard and soft materials.

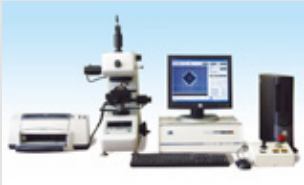
Preliminary assessment of the hardness of ceramic materials, mostly ceramic composites, and also glass in systems with limited glass formation and expected exceptional mechanical properties.



CENTRUM KOMPETENCIE SKLA VITRUM LAUGARICIO (VILA)
GLASS COMPETENCE CENTRE VITRUM LAUGARICIO (VILA)

Elekrónový mikroskop (JEOL JSM -7600 F/EDS/WDS/EBSD)
Scanning electron microscope (JEOL JSM -7600 F/EDS/WDS/EBSD)

Vickersov tvrdomer (WIKI 200)
Vickers Microhardness Tester (WIKI 200)



Hodnotenie vplyvu niektorých technologických operácií na mechanické vlastnosti výrobkov úžitkového skla (najmä tvrdených ústnych okrajov).

Prístrojové vybavenie:
Vickersov tvrdomer, (WIKI 200) - umožňuje meranie mikrotvrdosti a tvrdosti materiálov pri zaťaženiach od 10 g do 10 kg, zariadenie je vybavené CCD kamerou s vysokým rozlíšením, automatickým zaostrením a vyhodnotením indentu.

Prípadové štúdie:
- Stanovenie mikromechanických vlastností zubnej skloviny a syntetických dentálnych materiálov.
- Zhodnotenie korózneho účinku kyslých roztokov na mikrotvrdosť zubnej skloviny a syntetických dentálnych materiálov.

Impact assessment of some technological operations onto the mechanical properties of commercial glass products (primarily hardened rims).

Instrumentation:
Vickers Microhardness Tester, (WIKI 200) - allows measurement of material micro and macro hardness by loads from 10g to 10kg, tester is equipped with a high resolution CCD camera, auto focus and auto reading measurements.

Case studies:
- Determination of micro-mechanical properties of dental enamel and synthetic dental materials.
- Evaluation of corrosion effects of acidic solutions on microhardness of enamel and synthetic dental materials.

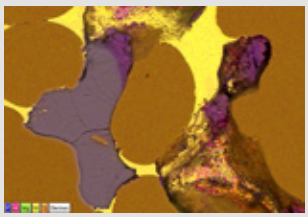
MIKROŠTRUKTÚRNA ANALÝZA ANORGANICKÝCH NEKOVOVÝCH MATERIÁLOV
MICROSTRUCTURAL ANALYSIS OF INORGANIC NON-METALLIC MATERIALS

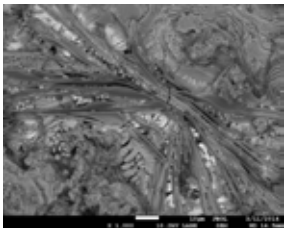
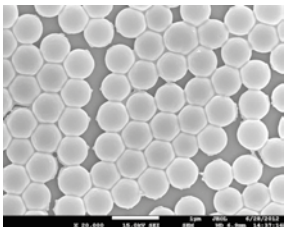
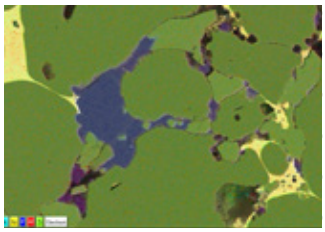
Počas mikroštruktúrnej analýzy povrchu materiálu na každé miesto vzorky dopadá úzky zväzok elektrónov. Interakciou dopadajúcich elektrónov s materiálom vzorky vznikajú rôzne detekovateľné zložky. Úroveň signálu v detektore sa mení podľa charakteru povrchu, z ktorého je potom zostavený výsledný obraz. Zväzok elektrónov dopadajúci na vzorku spôsobí emisiu sekundárnych a spätne odrazených elektrónov a RTG žiarenia, ktoré sú detektormi analyzované.

Oblasti využitia:
- Topografia a morfológia povrchu materiálov (kovy, anorganické materiály).

During the microstructural analysis of the surface of material a narrow beam of electrons hits every part of the surface.The interaction of the incident electrons with material of samples generates various detectable components. The signal level in the detector varies with the nature of the surface, from which the final image is made. The electron beam incident on the sample causes emission of secondary and backscattered electrons and X-ray radiation that are analysed by detectors.

Areas of application:
Topography and morphology of the surface of materials (metals, inorganic materials).



- Identifikácia distribúcie sekundárnych fáz v keramických kompozitoch.

- Identifikácia a charakterizácia korodovaných povrchov a koróznych produktov skla a keramických materálov.

Analýza nehomogenít v skle
Charakterizácia produktov kryštalizácie pri štúdiu mechanizmov kryštalizácie skiel.

Prístrojové vybavenie:
- Iónová naprašovačka (JEOL JFC-1300 „AUTO Sputter Coater“, JEOL JEC-520 „Carbon Coater“) - zariadenie je komplementárnym vybavením k elektrónovému mikroskopu a zabezpečuje nevyhnutnú prípravu nekovových nevodivých vzoriek na analýzu.

- Elektrónový mikroskop (JEOL JSM-7600 F/EDS/WDS/EBSD) - prístroj na detailnú chemickú a mikroštruktúrnu analýzu materiálov. Pri meraní dosahuje rozlíšenie minimálne 2 - 4 nm. Zároveň je vybavený analytickými modulmi WDS detektorom, EDS detektorom, EBSD detektorom vrátane databázového softvéru na vyhodnocovanie EBSD spektier.

Prípadové štúdie:
- RONA, a.s., Lednické Rovne, Identifikácia a analýza nehomogenít vo forme šlír vo vzorkách bárnatého krištáľového skla.

- RONA, a.s., Lednické Rovne, Analýza chemického zloženia korodovaného AZS materiálu.

Identification of the distribution of secondary phases in ceramic composites.

Identification and characterization of corroded surfaces and corrosion products of glass and ceramic material.

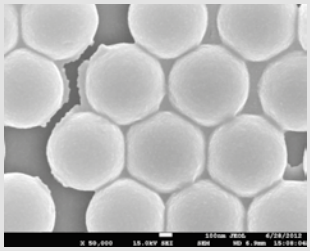
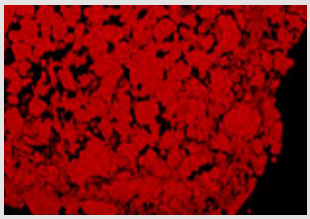
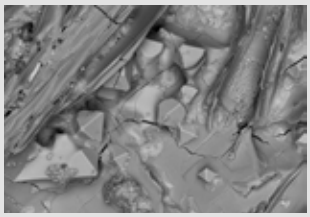
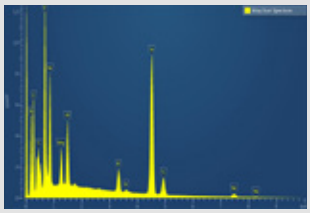
Analysis of inhomogeneities in the glass.
Characterization of crystallization products in the study of glasses crystallization mechanisms.

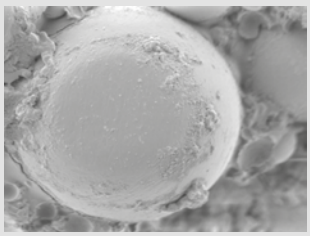
Instrumentation:
- Ionic coaters (JEOL JFC-1300 „AUTO Sputter Coater“, JEOL JEC-520 „Carbon Coater“) these devices are complementary to the scanning electron microscope and provide necessary preparation of non-metallic non-conductive specimens for analysis on the SEM.

- Scanning electron microscope (JEOL JSM-7600 F/EDS/WDS/EBSD) - scanning electron microscope is designed for detailed chemical and microstructural analysis of materials. Image resolution is 2-4 nm at minimum. SEM is equipped with analytical modules WDS detector, SDD detector, EBSD detector, including database software for evaluation of EBSD spectra.

Case studies:
- RONA a.s. Lednické Rovne: Identification and analysis of inhomogeneities in the form of strings and stones in samples of barium crystal glass.

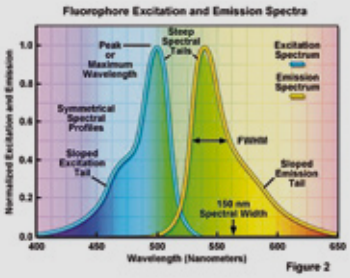
- RONA a.s. Lednické Rovne: Identification of phase modification ZrO2 in AZS refractory material with the use of high-temperature chamber.

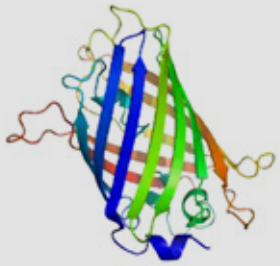







CENTRUM KOMPETENCIE SKLA VITRUM LAUGARICIO (VILA)
GLASS COMPETENCE CENTRE VITRUM LAUGARICIO (VILA)

Fluorescenčný spektrometer Fluorolog-3-FL21 (Horiba Scienfitic)
Fluorolog - 3 Modular Spectrofluometer (Horiba Scienfitic)





OPTICKÉ A SPEKTRÁLNE VLASTNOSTI MATERIÁLOV
OPTICAL AND SPECTRAL PROPERTIES OF MATERIALS

Fluorescenčná spektroskopia:
Fluorescenčná spektroskopia je spektroskopická metóda, ktorá monitoruje rôzne fotofyzikálne deje nasledujúce po excitácii (vybudení) častice elektromagnetickým žiarením (napr. fluorescenciu, fosforescenciu, transfer energie) a poskytuje cenné kvalitatívne a kvantitatívne informácie o študovanom systéme. Umožňuje nasledujúcu charakterizáciu vzoriek:

- meranie emisných, excitačných spektier v pravouhlom a „front-face“ usporiadaní (kvapalné a pevné vzorky)
- meranie fosforescencie
- meranie doby života (kinetika zhášania) excitovaného stavu
- anizotropia, časovo rozlíšená anizotropia
- absolútne kvantové výťažky a určenie farebných súradníc emitovaného svetla
- meranie spektrálnych charakteristík vzoriek pri zvýšenej teplote

Špecifikácia vzoriek:
Kvapalné látky a roztoky (aj zakalené), pevné vzorky (kusové, prášky, pasty) - vzorky anorganického, organického a biologického pôvodu.

Oblasti využitia:
- Materiálový výskum (napr. fosfory na aplikácie v pevno-látkových energiu šetriacich svetelných zdrojoch - LED diódy, fosfory s dlho pretrvávajúcou emisiou žiarenia - značenia ciest, informačné a výstražné značenie, quantum dots atď.).
- Chemický výskum (napr. chemické a biochemické senzory, fluorescenčné markery, sondy).
- Biochemický a biomedicínsky výskum (napr. štruktúra a interakcie proteínov, fluorescenčné proteíny, fluorescenčné markery).

Fluorescence spectroscopy:
Fluorescence spectroscopy is a spectroscopic method which monitors various photophysical processes following the excitation of particles by electromagnetic radiation (e.g. fluorescence, phosphorescence, energy transfer), and provides valuable qualitative and quantitative information on the system analysed. This method allows following characterization of samples:

- measurement of emission, excitation spectra in right angle and front-face arrangement (liquid and solid samples)
- measurement of phosphorescence
- measurement of the excited state lifetime (kinetic quenching)
- anisotropy, time-resolved anisotropy
- absolute quantum yields and determination of colour coordinates of the emitted light
- measurement of the spectral characteristics of the samples at increased temperatures

Sample specification:
Liquid substances and solutions (including opaque), solid samples (chunks, powders, pastes) - samples of inorganic, organic or biological origin.

Areas of application:
- materials research (e.g. phosphors for application in solid-state energy saving light sources - LEDs, long persistence phosphors with radiation emission - road signs, information and warning signs, quantum dots etc.)
- chemical research (e.g. chemical and biochemical sensors, fluorescent markers, probes)
- biochemical and biomedical research (e.g. the protein structure and interactions, fluorescent proteins, fluorescent markers).

- Environmentálne analýzy (napr. vody na polyaromatické látky), klinické a farmaceutické analýzy (napr. analýza liečiv), analýza potravín, súdne analýzy.

Prístrojové vybavenie:

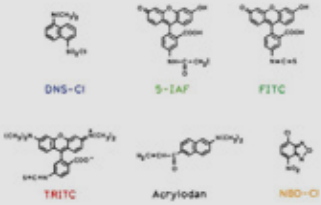
- Fluorescenčný spektrometer Fluorolog-3-FL21 (Horiba Scientific) s možnosťou merania časovo nerozlíšených spektier v spektrálnom rozsahu 200 - 3 000 nm; spektrálne rozlíšenie < 1 nm.
- Meranie v pravouhlej konfigurácii (roztoky) alebo v tzv. „front face" konfigurácii (pevné látky, zakalené vzorky).
- Modul na meranie časovo rozlíšenej fluorescencie metódou TCSPC (Time Corelated Single Photon Counting) s možnosťou merania doby života excitovaného stavu od 200 ps.
- Excitácia: Xe lampa (450W) a záblesková Xe lampa na meranie fosforescencie, súprava pulzných LED diód pre TCSPC.
- Integračná sféra na meranie absolútneho kvantového výťažku.
- Polarizátory na meranie anizotropie.

- Environmental analysis (e.g. water for polyaromatic compounds), clinical and pharmaceutical analysis (e.g. drug analysis), food analysis, forensic analysis

Instrumentation:

- FluoroLog-3 Modular Spectrofluorometer from HORIBA Scientific allowing measurement of steady-state spectra in the wavelength range of 200-3000 nm with wavelength accuracy of less than 1nm.
- Measurement in right angle configuration (solutions) or in front face configuration (highly concentrated, opaque, or solid samples).
- Module for time-resolved fluorescence measurement using TCSPC method (Time Correlated Single Photon Counting) with the possibility to measure lifetime decay from 200 ps.
- Excitation source: Xenon short arc (450W) and pulsed lamp for phosphorescence measurements, and spark sources and diodes for pulsed lifetime-acquisitions.
- Integrating sphere for measurement of absolute quantum yields.
- Polarizers for anisotropy measurements

UV-VIS-NIR spektrometer Cary 5000 (Agilent Technologies)
UV-VIS-NIR spectrophotometer Cary 5000 (Agilent Technologies)

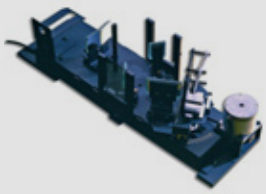


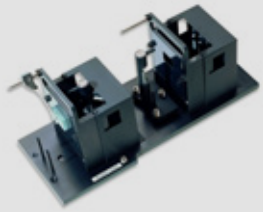
UV-VIS-NIR (ABSORPČNÁ) SPEKTROSKOPIA
UV-VIS-NIR (ABSORPTION) SPECTROSCOPY

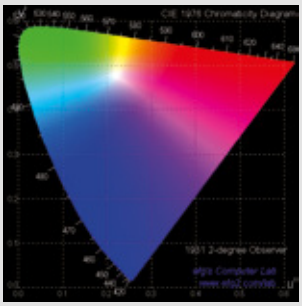
UV-VIS-NIR spektroskopia patrí medzi spektroskopické metódy monitorujúce interakciu elektromagnetického žiarenia s látkou, predovšetkým s jej elektrónovou štruktúrou, a poskytuje cenné kvalitatívne a kvantitatívne informácie o študovanom systéme (anorganické a organické látky, materiály, biochemické systémy). Umožňuje nasledujúcu charakterizáciu vzoriek:

UV-VIS-NIR spectroscopy is one of the spectroscopic methods of monitoring the interaction of electromagnetic radiation with matter, primarily with its electronic structure. It provides valuable qualitative and quantitative information on the analyte (inorganic and organic substances, materials, biochemical systems). This method allows following characterization of samples:

CENTRUM KOMPETENCIE SKLA VITRUM LAUGARICIO (VILA)
GLASS COMPETENCE CENTRE VITRUM LAUGARICIO (VILA)







- Merania absorpčných, transmisných a reflexných spektier (difúznych) v ultrafialovej, viditeľnej a blízkej infračervenej oblasti spektra, ďalej reflektancie pod variabilným uhlom (variable angle specular reflectance) a absolútnej reflektancie (absolute reflectance) vzorky v závislosti od vlnovej dĺžky žiarenia.
- Merania chemickej kinetiky (záznam absorbancie v závislosti od času) aj scanovacej kinetiky (záznam spektier vzorky v čase).
- Meranie a vyhodnocovanie farebnosti, farebných súradníc kvapalných aj tuhých vzoriek.
- Meranie a vyhodnocovanie (kvantitatívna analýza) koncentračných závislostí absorbancie vzorky.
- Meranie reflexných materiálov, zrkadiel, tenkých vrstiev, antireflexných vrstiev; určenie hrúbky tenkých vrstiev, indexu lomu, farebnosti pri rôznom uhle.

Špecifikácia vzoriek:
Kvapalné látky a roztoky (aj zakalené), pevné vzorky (kusové, prášky, pasty, tenké filmy/vrstvy) - vzorky anorganického, organického a biologického pôvodu.

Oblasti využitia:
- Materiálový výskum (napr. spektrálne charakteristiky rôznych materiálov, tenké vrstvy, antireflexné vrstvy).
- Chemický výskum.
- Biochemický a biomedicínsky výskum.
- Environmentálne analýzy, klinické a farmaceutické analýzy, analýza potravín, súdne analýzy.

Prístrojové vybavenie:
- UV-VIS-NIR spektrometer Cary 5000 (Agilent Technologies) s možnosťou merania v spektrálnom rozsahu 175 - 3 3300 nm.
- Fotometrický rozsah: max. 8 Abs.

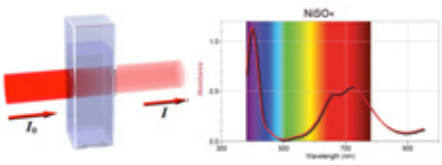
- measurement of absorption, transmission and reflection spectra in the ultraviolet, visible and near infrared range. It further allows measurement of variable angle specular reflectance and absolute reflectance of analyte depending on the wavelength of the radiation
- chemical kinetics measurements (recording absorbance changes as a function of time) and spectrum changes (recording changes of the sample's spectrum over time)
- measurement and evaluation of colour and the degree of colouring of liquid and solid samples
- measurement and evaluation (quantitative analysis) of concentration dependence of the absorbance values
- measuring the reflectance of materials at various angles and wavelengths, characterizing mirrors, determining the refractive index and thickness of thin films and anti-reflection coating, and measuring colour at different viewing angles

Sample specification:
Liquid substances and solutions (including opaque), solid samples (chunks, powders, pastes, thin films/layers) - samples of inorganic, organic or biological origin.

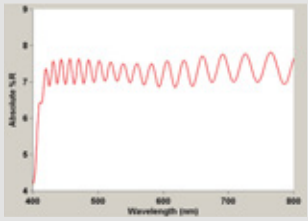
Areas of application:
- materials research (e.g. characterizing various materials, thin films, anti-reflection coating)
- chemical research
- biochemical and biomedical research
- environmental analysis, clinical and pharmaceutical analysis, food analysis, forensic analysis

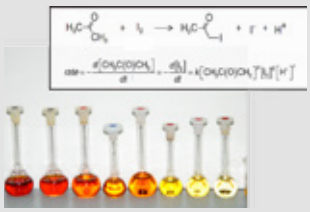
Instrumentation:
- UV-VIS-NIR spectrophotometer Cary 5000 from Agilent Technologies allowing measurement in wavelength range of 175-3300 nm.

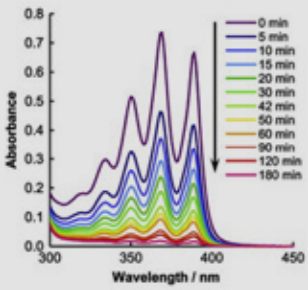
- Spektrálne rozlíšenie: ≤ 0,05 nm pre UV-VIS oblasť, ≤ 0,2 nm pre NIR oblasť.
- Modul na meranie difúzne reflexných spektier v rozsahu vlnových dĺžok 200 - 2 500 nm.
- Modul VASRA na meranie spekulárnej (zrkadlovej) reflektancie v závislosti od uhla, a to v rozsahu 20 - 70°. Súčasťou tohto modulu je aj polarizátor typu Glan-Taylor (kalcitový hranol) a depolarizátor.
- Modul VW na meranie absolútnej spekulárnej reflektancie (odrazivosti) zrkadlových povrchov vzoriek a lesklých náterov, umožňujúci meranie hrúbky filmov a povrchových vrstiev, stupňa vyleštenia optických povrchov.
- Termostatovaný držiak kyviet, rozsah nastavenia teplôt v intervale 0 - 100 °C s nastavením teploty s presnosťou <1 °C, s možnosťou ohrevu s teplotným gradientom 1 °C/s a kontinuálnym miešaním kvapalnej vzorky v kyvete.

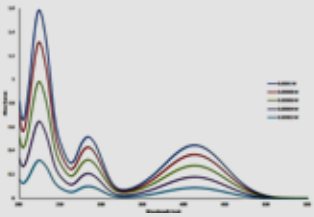


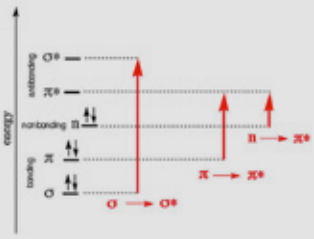
- Photometric range: max. 8 Abs.
- Spectral resolution: ≤ 0.05 nm for UV-VIS range, ≤ 0.2 nm for NIR range.
- Module designed to measure diffuse reflectance of samples in the wavelength range of 200-2500 nm.
- Variable Angle Specular Reflectance Accessory (VASRA) which provides the ability to automatically measure the specular reflectance of a sample surface at angles of incidence ranging from 20 to 70 degrees. This accessory comprises polarizer (Glan-Taylor polarizing prism) and depolarizer (two crystalline quartz wedges).
- VW Specular Reflectance Accessory (SRA) designed to measure the direct (specular) reflectance of light from smooth solid materials at near normal incidence. This accessory allows measurement of the thickness of thin films and coatings, the characterization of mirrors and refractive index determination
- Temperature-controlled cuvette holder, temperature range in the interval of 0-100 °C, temperature precision of <1 °C, with temperature ramping capability (rate of 1 °C/s) and continuous mixing of the liquid sample in the cuvette.











RAMANOVA SPEKTROSKOPIA
RAMAN SPECTROSCOPY

Ramanova spektroskopia je nedeštruktívna spektrálna analytická metóda štruktúrnej charakterizácie molekúl a látok umožňujúca identifikáciu čistých látok a jednotlivých zložiek analyzovanej sústavy. Prístrojové vybavenie nášho laboratória umožňuje merania nasledujúceho typu:

Raman spectroscopy is a non-destructive analytical spectral method for structural characterization of molecules and substances, enabling the identification of pure substances and individual components of the analyte. Instrumentation in our laboratory allows following measurements:

CENTRUM KOMPETENCIE SKLA VITRUM LAUGARICIO (VILA)
GLASS COMPETENCE CENTRE VITRUM LAUGARICIO (VILA)

Renishaw inVia Reflex Ramanov mikrospektrometer
Renishaw inVia Reflex Ramanov mikrospectrometer

- meranie ramanových spektier (bodový scan s možnosťou automaticky vytvárať rektangulárne Ramanovské mapy/mapovanie povrchu)
- meranie infračervených spektier
- meranie spektier pri laboratórnej teplote a teplotách až do 1 500 °C

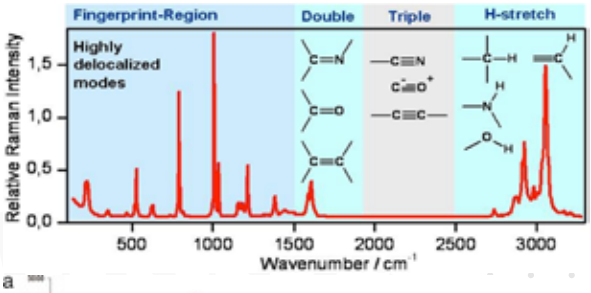
Špecifikácia vzoriek:
Pevné vzorky (kusové, prášky, pasty, tenké filmy/vrstvy) - vzorky anorganického, organického a biologického pôvodu.

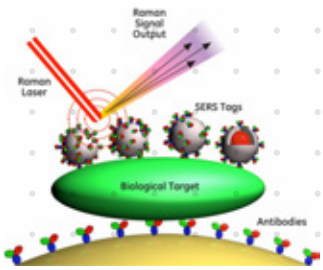
Oblasti využitia:
- Materiálový výskum (napr. spektrálna a štruktúrna charakterizácia materiálov - polovodiče, minerály, sklá, keramické materiály, polyméry, kovy, korózne produkty, nanomateriály, analýza povrchov sorbentov, senzorov, atď.).
- Chemický výskum (spektrálna a štruktúrna charakterizácia anorganických a organických látok).
- Biochemický a biomedicínsky výskum (analýza biologických systémov od biomolekúl až po organizmy).

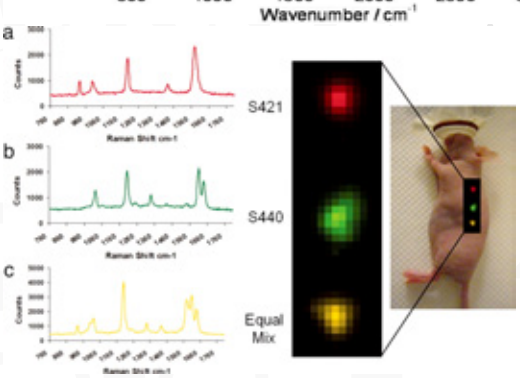
- Raman spectra (point-mapping with automated rectangular Raman mapping/surface mapping)
- infrared spectra
- spectra at ambient temperature and temperatures up to 1500 °C

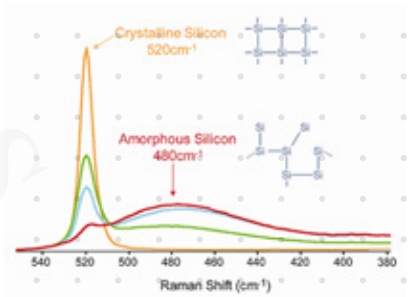
Sample specification:
Solid samples (chunks, powders, pastes, thin films and coatings) - samples of inorganic, organic or biological origin.

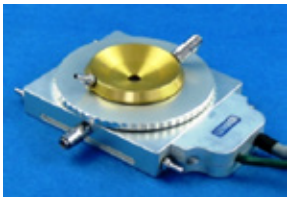
Areas of application:
- materials research (e.g. spectral and structural characterization of materials - semiconductors, minerals, glass, ceramics, polymers, metals, corrosion products, nanomaterials, sorbent surface analysis, sensors, etc..)
- chemical research (spectral and structural characterization of the inorganic and organic substances)
- biochemical and biomedical research (analysis of biological systems from biomolecules to organisms)











- Environmentálne analýzy (napr. stanovenie kontaminujúcich látok a zlúčenín), klinické a farmaceutické analýzy (napr. analýza liečiv), analýza potravín, súdne a forenzné analýzy (napr. drogy fixované v rôznych matriciach, toxické látky).

Prístrojové vybavenie:

- Renishaw inVia Reflex Ramanov mikrospektrometer s možnosťou merania v spektrálnom rozsahu 50 - 10 000 cm^{-1}, spektrálne rozlíšenie ≤ 1 cm^{-1}
- FT-IR modul pre kombináciu s Ramanovým spektrometrom umožňujúci meranie infračervených spektier v spektrálnom rozsahu 50 - 10 000 cm^{-1}
- Mikroskop Leica DM2500 s objektívmi so zväčšením 5 x, 20 x, 50 x, 100 x, umožňujúci konfokálne meranie
- Laserové excitačné zdroje: Argónový vysokovýkonný laditeľný laser Spectra Physics STABILITE 2017 (458 nm/200 mW, 488 nm/1,5 W, 514 nm/2 W), HeNe laser (633 nm/17 mW)
- Teplotná komora DSC600 (Linkam) umožňuje meranie Ramanovských spektier vzoriek v teplotnom intervale 196 - 600 °C a snímanie kalorimetrických dát
- Teplotná komora TS1500 (Linkam) umožňuje meranie Ramanovských spektier vzoriek až do 1 500 °C

Prípadové štúdie:

- VÚEZ, a.s., Levice - štúdium koróznych produktov na sklených vláknach
- Johns Manville Slovakia, a.s., Trnava - štúdium defektov v kompozitnom materiáli

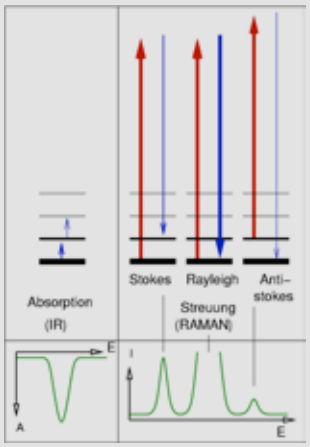
- environmental analysis (e.g. determination of contaminants and compounds), clinical and pharmaceutical analysis (e.g. active pharmaceutical ingredients), food analysis, forensic analysis (e.g. drugs fixed in various matrices, toxic substances)

Instrumentation:

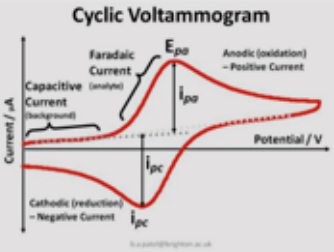
- Renishaw inVia Reflex Raman microspectrometer allowing measurement in the spectral range 50-10000 cm^{-1}, spectral resolution ≤ 1 cm^{-1}
- FT-IR module for Raman spectrometer, allowing measurement of infrared spectra in the spectral range 50-10000 cm^{-1}
- Leica DM2500 microscope allowing confocal measurements with 5x, 20x, 50x and 100x objectives
- Excitation laser sources: adjustable Ar+ argon laser (STABILITE 2017, Spectra Physics, 458 nm/200mW, 488 nm/1.5W, 514 nm/2W), HeNe laser (633 nm/17mW)
- Heating stage DSC600 (Linkam) allowing Raman spectra measurement of samples in the temperature interval 196-600 °C and monitoring calorimetric data
- Heating stage TS1500 (Linkam) allowing Raman spectra measurement of samples in the temperature up to 1500 °C

Case studies:

- VÚEZ a.s. Levice: A study of corrosion products on glass fibres
- Johns Manville Slovakia a.s. Trnava: A study of defects in the composite material



Modulárny elektrochemický systém - potenciostat a frekvenčný analyzátor Modulab ESC-MTS (Solartron Analytical)
Modular electrochemical system - a potentiostat and a Frequency Response Analyser Modulab ESC-MTS (Solartron Analytical)



ELEKTRICKÉ A ELEKTROCHEMICKÉ VLASTNOSTI MATERIÁLOV

ELECTRICAL AND ELECTROCHEMICAL PROPERTIES OF MATERIALS

Elektrochemické metódy sú metódy založené na meraní elektrických vlastností vzoriek spojených s transportom voľných aj viazaných nosičov elektrického náboja, ako aj elektrochemických dejov, ktoré prebiehajú na fázovom rozhraní elektróda - roztok/tavenina. Prístrojové vybavenie nášho laboratória umožňuje merania nasledujúceho typu:

- Potenciostat: všetky bežné potenciostatické/galvanostatické elektrochemické techniky (napr. linear sweep voltametria, cyklická voltametria, square-wave voltametria, chronoampérometria, chronocoulometria, potenciometria, cyklická potenciometria, chronopotenciometria, kombinované DC techniky a pod.)

- Frekvenčný analyzátor: techniky v časovej doméne - I-V charakteristiky, konštantné, pulzné, rampové, techniky vo frekvenčnej doméne (AC techniky) - impedancia, kapacitancia, permitivita, C-V charakteristiky, Mott-Schottky charakteristiky s možnosťou merania nielen pri laboratórnej teplote, ale aj pri teplotách do 1 500 °C.

Špecifikácia vzoriek:
Kvapalné roztoky anorganických a organických látok (vodné aj nevodné), taveniny (sklotvorné taveniny aj taveniny solí), pevné kusové vzorky.

Oblasti využitia:
- Materiálový výskum (napr. elektrické vlastnosti polymérov, sklených a keramických materiálov, dielektrík, polovodičov, nanomateriálov, biomateriálov, mikroelektródy, korózia materiálov, palivové články, solárne panely, displeje).

Electrochemical methods are based on measuring the electrical properties of samples associated with the transport of free and bound charge carriers and the electrochemical processes occuring at the phase interface electrode-solution (melt). Instrumentation in our laboratory allows following measurements:

- potentiostat: All common potentiostatic / galvanostatic electrochemical methods (e.g. Linear sweep voltammetry, cyclic voltammetry, square-wave voltammetry, chronoamperometry, chronocoulometry, potentiometry, cyclic potentiometry, chronopotentiometry, combined DC methods, etc.)

- frequency response analyser: time-domain techniques (I-V characterization, constant DC level, pulse, ramp); frequency-domain methods (AC tests) - C-V, Mott-Schottky, impedance, permittivity, capacitance characterization. System components allow sample temperatures control and measurements at temperatures ranging from ambient temperature up to 1500 °C.

Sample specification:
Liquid solutions of inorganic and organic materials (aqueous and non-aqueous), the melt (glass-forming melts and salt melts), solid chunks.

Areas of application:
- materials research (e.g. electrical properties of polymers, glass and ceramic materials, dielectrics, semiconductors, nanomaterials, biomaterials, microelectrodes, corrosion studies, fuel cells, solar panels, displays)

- Chemický výskum (napr. chemické a biochemické senzory, sondy).
- Biochemický a biomedicínsky výskum (napr. mikroelektródy pre medicínske aplikácie, biosenzory).
- Environmentálne analýzy, klinické a farmaceutické analýzy, analýza potravín.

Prístrojové vybavenie:

- Modulárny elektrochemický systém - potenciostat a frekvenčný analyzátor Modulab ESC-MTS (Solartron Analytical)

  Potenciostat:
  - 2-, 3- alebo 4- zapojenie
  - IR kompenzácia
  - Rýchlosť zmeny napätia na elektródach (potenciostaticky): 1 µV/s - 10 MV/s,
  - (galvanostaticky): 200 µA/s - 400 kA/s
  - Rozsah polarizácie elektród: ± 100 V
  - Rozlíšenie napätia (referenčná elektróda): 1 µV
  - Najmenší prúdový rozsah (pracovná elektróda): 3 pA
  - Prúdový rozsah: ± 2 A
  - Prúdové rozlíšenie (pracovná elektróda): 0,15 fA

  Frekvenčný analyzátor:
  - 2- a 4- elektródové zapojenie
  - Analyzátor umožňuje multisine/FFT (FTT-Fast Fourier Transform) analýzu na rýchlejšie meranie pri nižších frekvenciách
  - Analyzátor umožňuje meracie techniky v časovej doméne - I-V, konštantné, pulzné, rampové charakteristiky a techniky vo frekvenčnej doméne (AC techniky) - impedancia, kapacitancia, permitivita, C-V charakteristiky, Mott-Schottky charakteristiky

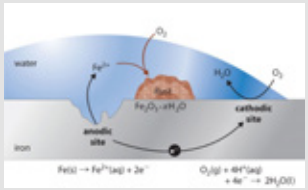
- chemical research (e.g. chemical and biochemical sensors and probes)
- biochemical and biomedical research (e.g. microelectrodes for medical applications, biosensors)
- environmental analysis, clinical and pharmaceutical analysis, food analysis

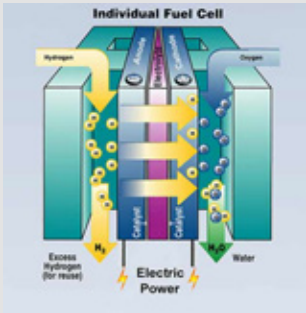
Instrumentation:

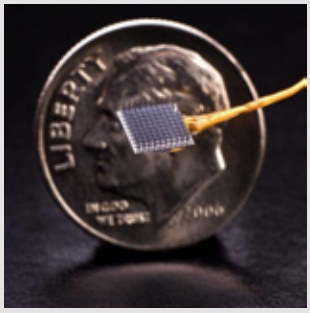
- Modular electrochemical system - a potentiostat and a Frequency Response Analyser Modulab ESC-MTS from Solartron Analytical

  Potentiostat:
  - 2-, 3- or 4- terminal measurement mode
  - iR compensation
  - Voltage sweep rate, potentiostatic: 1 µV/s - 10 MV/s, galvanostatic: 200 µA/s - 400 kA/s
  - Maximum voltage: ± 100 V
  - Voltage resolution (reference electrode): 1 µV
  - Minimum current range (working electrode): 3pA
  - Current range: ± 2 A
  - Maximum resolution (working electrode): 0.15 fA

  Frequency response analyser:
  - 2- and 4- terminal measurement mode
  - the analyser allows Multi-sine /FFT (FTT-Fast Fourier Transform) analysis for faster measurement at low frequencies
  - the analyser allows time-domain measurement techniques: I-V characterization, constant DC level, pulse, ramp and frequency-domain methods (AC tests) - C-V, Mott-Schottky, impedance, permittivity, capacitance characterization

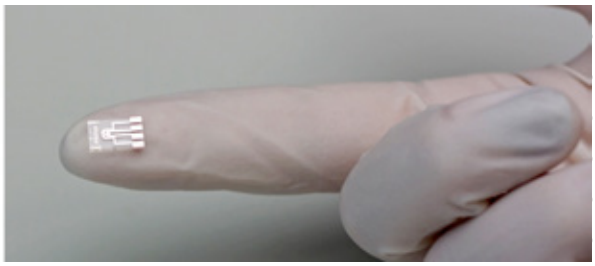




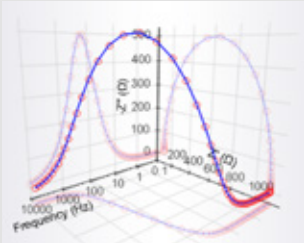


ELECTROCHEMICAL SENSORS
Think & Innovate

Thin-film (microelectrodes for developing applications in electroanalysis field.



CENTRUM KOMPETENCIE SKLA VITRUM LAUGARICIO (VILA)
GLASS COMPETENCE CENTRE VITRUM LAUGARICIO (VILA)



- Aplikovateľné napätie na vzorku: ±8 V
- Rýchlosť zmeny napätia: 1 µV/s - 1,6 MV/s
- Maximálny prúdový rozsah: ±100 mA
- Najmenší prúdový rozsah (pracovná elektróda): 3 pA
- Prúdové rozlíšenie (pracovná elektróda): 0,15 fA
- Frekvenčný rozsah impedančného analyzátora: 10 µHz - 1 MHz

- Maximum voltage: ±8 V
- Voltage sweep rate: 1 µV/s - 1.6 MV/s
- Maximum output current: ±100 mA
- Minimum current range (working electrode): 3pA
- Maximum resolution (working electrode): 0.15 fA
- Frequency range of impedance analyser: 10 µHz - 1 MHz

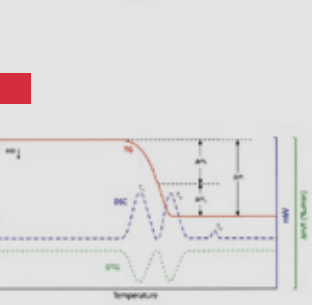
Netzsch STA 449 F1 Jupiter TG/DTA/DSC simultánny analyzátor
Netzsch STA 449 F1 Jupiter TG/DTA/DSC simultaneous analyser

- Vysokoteplotná kalibračná pec (Lenton LTF15/50/450) na vyhrievanie vzorky materiálu (skleného, keramického alebo sklokeramického) do teploty 1 500 °C.

- High temperature tube furnace (Lenton LTF15/50/450) to heat samples of material (glass, ceramic or glass ceramic) up to temperatures of 1500 °C.

- Špeciálny držiak vzoriek pre vysokoteplotné merania impedančných charakteristík pevných vzoriek (Probostat) do 1 500 °C.

- Special sample holder for high-temperature impedance properties measurements of solid materials (Probostat) up to the temperature of 1500 °C.



TERMICKÉ VLASTNOSTI MATERIÁLOV
THERMAL PROPERTIES OF MATERIALS

Termická analýza zahrňuje vo všeobecnosti experimentálne metódy, pri ktorých je vlastnosť vzorky monitorovaná s časom alebo teplotou pri programovanom tepelnom zaťažení vzorky (dynamickom - ohrev/chladenie alebo statickom - konštantná teplota). V priebehu tepelného zaťaženia vzorky dochádza k vyvolaniu alebo zmene intenzity procesu (fyzikálne a chemické zmeny), napr. chemickej reakcie, rozkladu, dehydratácie, fázovej premene, ktoré môžu byť sprevádzané zmenou hmotnosti, objemu, uvoľňovaním alebo spotrebovaním energie, zmenou vodivosti, deformáciou vzorky. Patria sem termoanalytické metódy (DTA, DSC, TG) a termomechanická analýza (TMA). Tieto metódy umožňujú nasledujúcu charakterizáciu vzoriek:

- Simultánne meranie TG/DTA alebo TG/DSC až do teplôt cca 2 000 °C.

Thermal analysis generally involves experimental methods determining changes of analyte properties as a function of time or changing temperature under a defined thermal load of samples (dynamic - heating/cooling or static - constant temperature). Heat loading of samples leads to induction or change in process intensity (physical and chemical changes), for example chemical reaction, decomposition, dehydration, or phase transition, which may be accompanied by a change in weight, volume, release or consumption of energy, changes in conductivity, or deformation of the sample. Methods include thermoanalytical (DTA, DSC, TG), and thermomechanical analysis (TMA). These methods allow the following sample characterization:

- simultaneous TG/DTA or TG/DSC measurement up to temperatures of ca. 2000°C

- Štúdia všetkých fyzikálnych a termických dejov v materiáloch spojených s tepelným efektom (kryštalizácie, topenia, vyparovania, rozkladných dejov, chemických reakcií medzi komponentmi skúmaného systému, oxidačnej stability materiálov atď.).

- Stanovenie teploty skleného prechodu a teploty mäknutia materiálu, koeficientu tepelnej roztažnosti v určitom teplotnom intervale.

- Štúdium objemovej a štruktúrnej relaxácie nekryštalických materiálov.

- Dilatometrické skúmanie priebehu spekania materiálov a kompozitov v kontrolovaných atmosférach.

Špecifikácia vzoriek:
Pevné látky (kusové, prášky).

Oblasti využitia:
- Materiálový výskum (napr. termické a termomechanické vlastnosti rôznych materiálov, polymérov, skiel, organických a anorganických látok, fázové premeny).

- Chemický výskum (napr. štúdium chemických reakcií, rozkladných dejov látok).

- Environmentálne analýzy, farmaceutické analýzy (termické vlastnosti liečiv), analýza potravín (termické vlastnosti potravín).

Prístrojové vybavenie:
TG/DTA/DSC simultánny analyzátor:
- Netzsch STA 449 F1 Jupiter TG/DTA/DSC simultánny analyzátor - zariadenie na vysokoteplotnú simultánnu termickú analýzu vzoriek, ktoré v rámci jedného prístroja kombinuje možnosť merania DTA a TG v rozsahu do cca 2 000 °C a DSC v rozsahu do cca 1 600 °C; alternatívne využitie dvoch vysokoteplotných piecok do 2 000 °C a do 1 650 °C.

- Možnosť merania v kontrolovanej atmosfére a vo vákuu, obsahuje integrovaný hmotnostný prietokomer plynov a možnosť

- the study of all physical and thermal processes in materials that relate to thermal effects (crystallization, melting, evaporation, decomposition behaviour, chemical reactions between components of the system examined, the oxidative stability of materials, etc.)

- determination of the glass transition temperature and softening temperature of materials, determination of thermal expansion coefficient in a certain temperature range

- study of volume and structural relaxation of non-crystalline materials

- dilatometric study of sintering mechanisms for materials and composites in controlled atmosphere

Sample specification:
Solid materials (chunks, powdered).

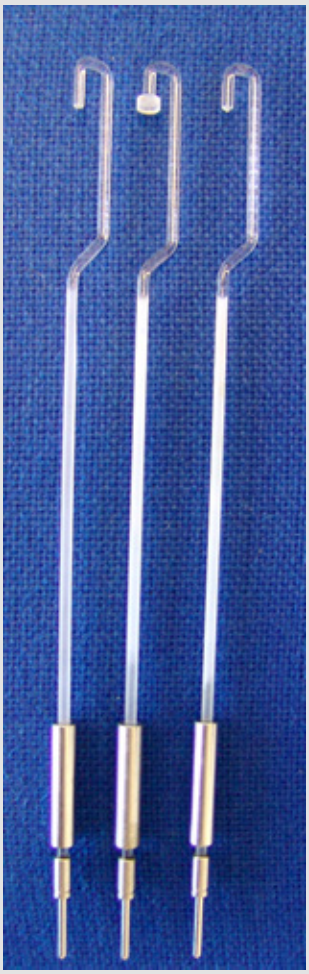
Areas of application:
- materials research (e.g. thermal and thermomechanical properties of various materials, visco-elastic properties of polymers, analysis of glass transition and softening point, organic and inorganic substances, phase transitions)

- chemical research (e.g. studying chemical reactions and decomposition processes)

- environmental analysis, pharmaceutical analysis (thermal properties of drugs), foodstuff analysis (thermal properties of food)

Instrumentation:
TG/DTA/DSC Simultaneous analyser:
- Netzsch STA 449 F1 Jupiter TG/DTA/DSC simultaneous analyser - a device for simultaneous high-temperature thermal analysis of samples in a single device provides the possibility of combining DTA (differential thermal analysis) and TG (thermogravimetric analysis) in the range up to ca. 2000°C and DSC in the range up to ca. 1600°C; alternatively the use of two high-temperature furnaces up to 2000°C and up to 1650°C

CENTRUM KOMPETENCIE SKLA VITRUM LAUGARICIO (VILA)
GLASS COMPETENCE CENTRE VITRUM LAUGARICIO (VILA)



modulárneho pripojenia hmotnostného spektrometra na analýzu plynov.

- Grafitová piecka: 25 °C - 2 000 °C, „S“ termočlánok, rýchlosť ohrevu 0,1 K/min. - 50 K/min., chladiaci čas (voľné chladenie): z 1 490 °C na 100 °C/40 min.
- Platinová piecka 25 °C - 1 500 °C, „W“ termočlánok, rýchlosť ohrevu 0,1 K/min. - 50 K/min., chladiaci čas (v He): z 1 900 °C na 100 °C/45 min.
- Držiaky: TG („S“ termočlánok), TG-DSC („S“ termočlánok), TG („W“ termočlánok) a TG-DTA („W“ termočlánok).
- Materiál téglikov: Al_2O_3, Pt/Rh, sklený C a W.

Termomechanický analyzátor Netzsch TMA 402 F1 Hyperion

- Oceľová piecka: -150 °C - 1 000 °C, „K“ termočlánok, rýchlosť ohrevu 0,1 K/min. - 50 K/min., chladiaci čas (voľné chladenie): z 1 490 °C na 100 °C 40 min.
- SiC piecka: 25 °C - 1 600 °C, „S“ termočlánok, rýchlosťohrevu 0,1 K/min. - 50 K/min., chladiaci čas: z 1 540 °C na 100 °C 60 min.;
- Držiaky: tlakový, penetračný, 3-bodový ohyb a ťahový.
- Materiál držiakov: SiO2 a Al2O3;
- Max. veľkosť vzoriek na tlak: 30 mm (L) x 12 mm (D) x 12 mm (W);
- Max. veľkosť vzoriek na ťah: 30 mm (L) x 1 mm (T)x 8 mm (W);
- Silový rozsah: od 1 mN do 3 N / krok 0,2 mN;
- Frekvencia: max. 1 Hz (mód dynamickej termomechanickej analýzy).

Prípadové štúdie:

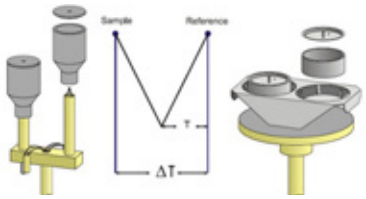
- Knauf Insulation - štúdium termických vlastností skiel

- the possibility to perform measurements in controlled atmosphere or in vacuum
- analyser comprises an integrated mass flow controller and the possibility of coupling to a mass spectrometer for gas analysis
- graphite furnace: 25°C - 2 000°C, type S thermocouple, heating rate 0.1K/min. - 50K/min., cooling rate: from 1490°C to 100°C in 40 min.
- platinum furnace 25°C - 1 500°C, „W“ thermocouple, heating rate 0.1K/min. - 50K/min., cooling rate (in He): from 1900°C to 100°C in 45 min.
- holders: TG (type S thermocouple), TG-DSC (type S thermocouple), TG (type W thermocouple) and TG-DTA (type W thermocouple)
- crucibles material: Al_2O_3, Pt/Rh, glass C and W

Thermomechanical analyser Netzsch TMA 402 F1 Hyperion

- steel furnace: range from -150°C to 1 000°C, type K thermocouple, heating rate 0.1 K/min - 50 K/min, cooling rate from 1 490°C to 100°C in 40 min.
- SiC furnace: range from 25°C to 1 600°C, type S thermocouple, heating rate 0.1 K/min - 50 K/min, cooling rate from 1540°C to 100°C in 60 min
- holders: compression, penetration, 3-point bending, tension
- holder material: SiO2 a Al2O3
- maximum sample dimensions for compression: 30 mm (L) x 12 mm (D) x 12 mm (W)
- maximum sample dimensions for tension: 30 mm (L) x 1 mm (T)x 8 mm (W)
- force range: from 1 mN to 3 N / in step of 0.2 mN

- VUJE, a.s., Trnava - výskum uvoľňovania CO_2 počas reakcií prebiehajúcich v taviacej nádobe



- frequency: max. 1 Hz (dynamic thermomechanical analysis mode)

Case studies:

- Knauf Insulation: A study of thermal properties of glass.
- VUJE a.s. Trnava: A study of CO_2 release during reactions in the melting vessel.

TAVENIE SKLOTVORNÝCH TAVENÍN V LABORATÓRNYCH PODMIENKACH

MELTING OF GLASS-FORMING MELTS UNDER LABORATORY CONDITIONS

Na pracovisku v laboratórnych podmienkach prebieha tavenie skla v platinoródiovom tégliku v rôznych elektrických peciach. K dispozícii sú pece s výhrevným elementom superkantal až do teplôt 1 800 °C.

Špecifikácia vzorky:
Samostatné tavenie skla je možné zrealizovať z analyticky čistých surovín, z črepov, ako aj z dodanej vzorky vo forme sklárskeho kmeňa, ktoré boli pripravené v sklárskych priemysloch.

Oblasti využitia:
Tavenie modelových skiel pri optimalizácii, resp. pri vývoji nového zloženia skla pre rôzne oblasti výroby skiel (úžitkové, obalové, ploché, optické, sklenené vlákna, tesnenie zo skla pre tuhé palivové články atď.).

Prístrojové vybavenie:
Vysokoteplotné elevátorové superkantalové pece

- Tavenie väčších množstiev skla (cca 500 g).
- Pece sú vybavené programovateľným regulátorom teploty do 1 800 °C.
- Maximálna rýchlosťohrevu 15 °C za minútu.

Different high-temperature electric furnaces can be used to melt glass in a platinum-rhodium crucible under laboratory conditions. The laboratory is equipped with high-temperature furnaces with superkanthal heating elements and programmable temperature regulation up to 1800°C.

Sample specification:
Glass melting is possible from pure raw materials of required purity, from cullet and from supplied specimen of glass batch, prepared in the glass production facility.

Areas of application:
Melting glass when optimizing or developing a new composition of glass batch used in the production of various glasses (commercial, packaging, flat, optical, glass fibres, glass seals for solid fuel cells, etc.).

Instrumentation:
High-temperature elevator superkanthal furnaces

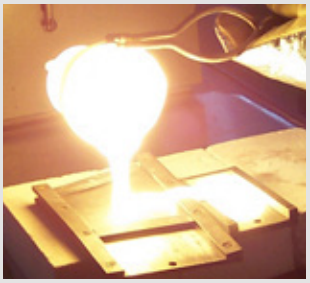
- Melting of larger amount of glass (ca. 500g).
- Furnaces are equipped with programmable temperature regulation up to 1800°C

Vysokoteplotná elevátorová pec - I
Elevator furnace - I

Vysokoteplotná elevátorová pec - II
Elevator furnace - II

CENTRUM KOMPETENCIE SKLA VITRUM LAUGARICIO (VILA)
GLASS COMPETENCE CENTRE VITRUM LAUGARICIO (VILA)

Vysokoteplotná komorová superkantalová pec
High-temperature superkanthal furnace



- Pece sú vybavené PtRh miešadlom na zabezpečenie automatického miešania skloviny s nastaviteľnou rýchlosťou otáčok.

Vysokoteplotná komorová superkantalová pec
- Tavenie skiel do hmotnosti cca 500 g.
- Pec je vybavená programovateľným regulátorom teploty do 1 700 °C.
- Maximálna rýchlosť ohrevu 10 °C za minútu.

Prípadové štúdie:
- Johns Manville Slovakia, a.s., Trnava, Tavenie modelových skiel
- RONA, a.s., Vývoj zloženia skla so zvýšenou chemickou odolnosťou a riešenie úlohy výskumu „Vývoj krištáľového úžitkového skla bez obsahu toxického oxidu bárnatého“
- Zahraničný sklársky priemysel, Vývoj nového zloženia skla

- The maximum heating rate 15°C per minute
- Furnaces are equipped with PtRh stirrer for automatic molten glass stirring with adjustable rotation speed

High-temperature superkanthal furnace
- melting of glass up to weight of ca. 500g
- furnace is equipped with programmable temperature regulation up to 1700°C
- the maximum heating rate 10°C per minute.

Case studies:
- Johns Manville Slovakia, a.s. Trnava: Melting of prototype glass.
- Rona a.s.: Development of glass composition with improved chemical resistance.
- Rona a.s.: A research study “Development of commercial crystal glass free of toxic barium oxide.”
- Foreign glass industry, Development of new glass batch formula.

MERANIE FYZIKÁLNYCH VLASTNOSTÍ SKLOTVORNÝCH TAVENÍN A SKIEL
MEASUREMENT OF PHYSICAL PROPERTIES OF GLASS-FORMING MELTS AND GLASSES

Medzi najdôležitejšie fyzikálne vlastnosti, ktoré výrazne ovplyvňujú technologický proces výroby, patria dynamická viskozita, hustota taveniny a skla, povrchové napätie taveniny, teplota likvidus, transformačná teplota a koeficienty lineárnej teplotnej rozťažnosti skla a metastabilnej taveniny.

Dynamická viskozita
V sklárskej technológii a pri vývoji skla je viskozita, resp. jej teplotná závislosť, najvýznamnejšou fyzikálnou veličinou. Dynamická viskozita skloviny v závislosti od teploty dosahuje

The most important physical properties that significantly affect manufacturing process include dynamic viscosity, density of melt and glass, surface tension of the melt, liquidus temperature, transformation temperature and a coefficient of linear thermal expansion of glass and of metastable melt.

Dynamic viscosity
Viscosity, or its temperature dependence, is the most important physical parameter in the glass industry and glass development. Dynamic viscosity of the glass in relation to the temper-

určité hodnoty vyplývajúce z charakteru príslušného stupňa technologického procesu výroby skla. Viskozita v kombinácii s hustotou determinuje prúdenie, a tým aj homogenizáciu skloviny v sklárskej vani. Viskozitu je na pracovisku možné zmerať:

- Vo vysokoteplotnej oblasti pomocou rotačného viskozimetra v rozsahu 10^1 - $10^{7,5}$ dPa.s.
- V nízkoteplotnej oblasti pomocou termomechanického analyzátora (TMA) v rozsahu 10^8 - 10^{12} dPa.s.

Oblasti využitia:

- Stanovenie viskozity modelových skiel pri optimalizácii, resp. pri vývoji nového zloženia skla pre rôzne oblasti výroby skiel (úžitkové, obalové, ploché, optické, sklenené vlákna, tesnenie zo skla pre tuhé palivové články atď.).
- Znalosť údajov o viskozite skloviny a jej teplotnej závislosti je dôležitá pre optimálne nastavenie taviaceho a tvarovacieho procesu v priemysle, ako aj pre štúdium prúdenia vo vaňových taviacich peciach.

Špecifikácia vzorky:

- Rotačný viskozimeter - minimálny objem vzorky 14 cm^3.
- Termomechanický analyzátor (TMA) - vzorka v tvare hranolčeka s rozmerom 5 x 5 x 20 mm

Prístrojové vybavenie:

Na meranie viskozity taveniny vo vysokoteplotnej oblasti

- Rotačný viskozimeter BAHR - VIS 403.
- Meranie viskozity v rozsahu 101 - 107,5 dPa.s až do maximálnej teploty 1 500 °C.
- Vzorka natavená v platinovom tégliku je umiestnená vo vertikálnej rúrovej peci
- Presnosť prístroja je overená a následne kalibrovaná pomocou štandardného skla
- Namerané hodnoty sa vyjadrujú v tabuľke aj v grafickej forme.

ature reaches certain levels resulting from the nature of the respective step of glass production process. Viscosity in combination with density determines the flow, and thereby the level of glass homogenization in the glass bath. Viscosity is the laboratory can be measured:

- In the high-temperature region using a rotation viscometer in the range 10^1 - $10^{7,5}$ dPa.s.
- In the low-temperature region using a thermomechanical analyser (TMA) in the range 10^8 -10^{12} dPa.s.

Areas of application:

- Determining viscosity of prototype glass when optimizing or developing a new composition of glass batch used in the production of various glasses (commercial, packaging, flat, optical, glass fibres, glass seals for solid fuel cells, etc.).
- Sufficient and adequate glass viscosity data and viscosity temperature dependence is important for the optimal adjustment of the melting and the forming process in the industry, as well as for the study of flows in glass furnaces.

Sample specification:

- Rotation Viscometer - minimum sample of 14cm^3.
- Termomechanic Analyser (TMA) - rectangular prism shaped sample with dimensions of 5x5x20 mm.

Instrumentation:

For melt viscosity measurement in the high-temperature region

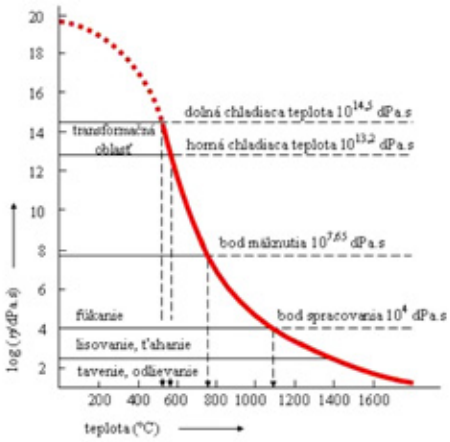
- Rotation Viscometer BAHR - VIS 403.
- Viscosity measurement in range of 101 - 107.5 dPa.s up to maximum temperature of 1500°C.
- The sample melted in a platinum crucible is placed in a vertical tube furnace.
- Device accuracy is checked and calibrated using a standard glass.
- Measured values are shown in tables and graphics.

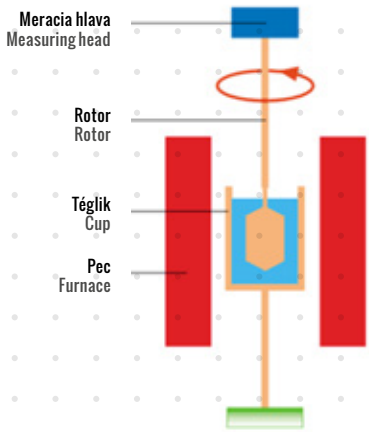
Prístroj - BAHR - VIS 403
Apparatus - BAHR - VIS 403

Téglik s natavenou vzorkou
Cup with molten sample

CENTRUM KOMPETENCIE SKLA VITRUM LAUGARICIO (VILA)
GLASS COMPETENCE CENTRE VITRUM LAUGARICIO (VILA)

Rotor po ukončení merania viskozity
Rotor after viscosity measurement



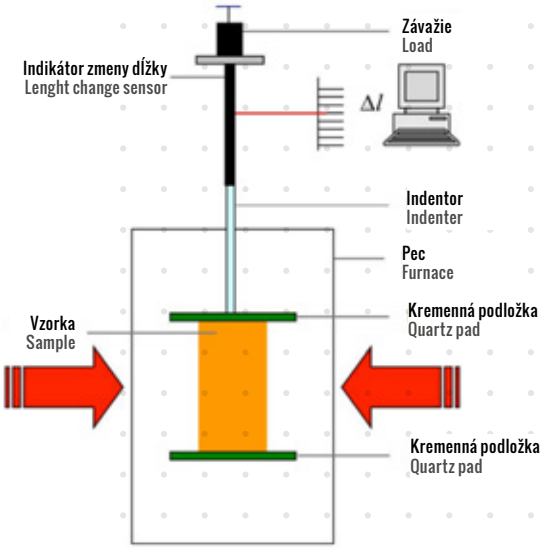


Na meranie viskozity skla v nízkoteplotnej oblasti

- Termomechanický analyzátor TMA 402
- Meranie viskozity v rozsahu 10^8 - 10^{12} dPa.s až do maximálnej teploty 1 100 °C

For melt viscosity measurement in the low-temperature region

- Termomechanic Analyser TMA 402
- Viscosity measurement in the range 10^8 - 10^{12} dPa.s up to the maximum temperature of 1100°C.



Prípadové štúdie:

- RONA, a.s., Vývoj zloženia skla so zvýšenou chemickou odolnosťou a riešenie úlohy výskumu
- RONA, a.s., Vývoj krištáľového úžitkového skla bez obsahu toxického oxidu bárnatého"
- Zahraničný sklársky priemysel, Vývoj nového zloženia skla

Case studies:

- Rona a.s.: Development of glass composition with improved chemical resistance.
- Rona a.s.: A research study "Development of commercial crystal glass free of toxic barium oxide.
- Foreign glass industry: Development of new glass batch formula.

Koeficient teplotnej rozťažnosti a transformačná teplota

Termodilatometrické meranie koeficientu teplotnej rozťažnosti spočíva v sledovaní priebehu závislosti zmeny axiálneho rozmeru vzorky od teploty. Teplotná rozťažnosť patrí k najdôležitejším tepelným vlastnostiam skla. V praxi sa nepriaznivo prejavuje objemovými zmenami skla a závisí od nej tiež odolnosť proti prudkým zmenám teploty.

Oblasti využitia:

Stanovenie koeficientu teplotnej rozťažnosti skiel pri optimalizácii, resp. pri vývoji nového zloženia skla pre rôzne oblasti výroby skiel (úžitkové, obalové, ploché, optické, sklenené vlákna, tesnenie zo skla pre tuhé palivové články atď.)

Prístrojové využitie:

- Koeficient teplotnej rozťažnosti sa stanovuje na termomechanickom analyzátore TMA NETZSCH 402.
- Vzorka skla v tvare hranolčeka je uložená vo vertikálnej rúrovej peci vybavenej teplotnou reguláciou umožňujúcou pracovať do teploty 1 100 °C.

Špecifikácia vzorky:

Meranie sa uskutočňuje na pripravenej vzorke v tvare hranolčeka s rozmermi 5 x 5 x 20 mm.

Prípadové štúdie:

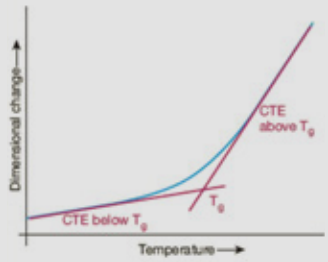
- Rona, a.s., Vývoj zloženia skla so zvýšenou chemickou odolnosťou
- Rona, a.s., Riešenie úlohy výskumu „Vývoj kryštáľového úžitkového skla bez obsahu toxického oxidu bárnatého“
- Johns Manville Slovakia, a.s., Trnava, Meranie fyzikálnych vlastnosti modelových skiel

Hustota

Znalosť priebehu hustoty skiel v závislosti od teploty a od chemického zloženia má veľký

Coefficient of thermal expansion and glass transition temperature

Thermal dilatometry measurement of the coefficient of thermal expansion is based on the observation of the dependence of sample's axial dimensions on temperature changes. Thermal expansion is one of the most important thermal properties of glass as it results in volumetric changes and influences the heat resistance of glass to rapid temperature changes.



Areas of application:

Determining the coefficient of thermal expansion of glasses when optimizing or developing a new composition of glass batch used in the production of various glasses (commercial, packaging, flat, optical, glass fibres, glass seals for solid fuel cells, etc.).

Instrumentation:

- Coefficient of thermal expansion is determined on a thermomechanic analyser TMA NETZSCH 402.
- Glass sample, shaped as a rectangular prism, is placed into a vertical tube furnace with temperature regulation allowing working temperatures up to 1100°C.

Sample specification:

The measurement is performed on a prepared rectangular prism shaped sample with dimensions of 5x5x20 mm.

Case studies:

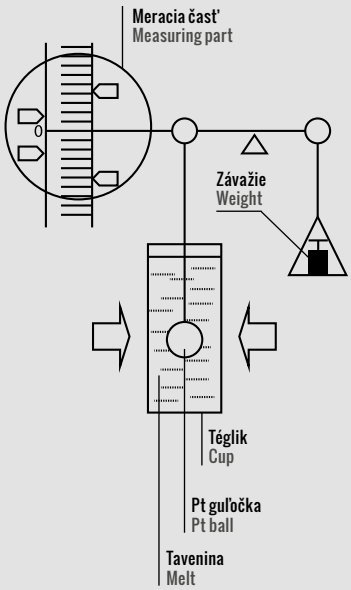
- Rona a.s.: Development of glass composition with improved chemical resistance.
- Rona a.s.: A research study "Development of commercial crystal glass free of toxic barium oxide.
- Johns Manville Slovakia, a.s. Trnava: Measurement of physical properties of prototype glass.

Density

Knowing the density of glass as a function of both temperature and chemical composition is impor-

CENTRUM KOMPETENCIE SKLA VITRUM LAUGARICIO (VILA)
GLASS COMPETENCE CENTRE VITRUM LAUGARICIO (VILA)

Zariadenie - KOM
Apparatus - KOM



význam tak pre technológiu tavenia, ako aj pre základný výskum štruktúry skiel a sklotvorných tavenín.

Oblasti využitia:
- Metodika stanovenie hustoty skla je vhodná na rýchle kontrolné overenie správnosti výrobného procesu.
- Znalosť údajov o hustote skloviny a jej teplotnej závislosti je dôležitá pri štúdiu prúdenia vo vaňových taviacich peciach.

Prístrojové vybavenie na stanovenie hustoty skla:
Pomocou analytických váh používaním hydrostatickej metódy sa stanovuje hustota skla.

Špecifikácia vzorky:
Pevná kusová vzorka v tvare obdĺžnika s hmotnosťou minimálne 5 g.

Prístrojové využitie na stanovenie hustoty taveniny:
Základným zariadením na stanovenie hustoty taveniny je zariadenie KOM, ktoré je vybavené programovateľným regulátorom teplôt do 1 500 °C.

Špecifikácia vzorky:
Meranie sa uskutočňuje natavenou vzorkou v tégliku s objemom minimálne 70 cm^3.

Prípadové štúdia:
- Rona, a.s., Vývoj zloženia skla so zvýšenou chemickou odolnosťou a riešenie úlohy výskumu
- Rona, a.s., Vývoj kryštáľového úžitkového skla bez obsahu toxického oxidu bárnatého"
- Johns Manville Slovakia, a.s., Trnava, Meranie fyzikálnych vlastnosti modelových skiel

Teplota likvidus
Metóda je založená na stanovení prvého kryštálu. Vzorka skla je natavená v platinovej lodičke, ktorá je vložená do horizontálnej rúrovej

tant for melting technology and for basic research of structure of glass and glass forming melts.

Areas of application:
- The methodology for determining the density of glass is suitable for quick checks of the correctness of the production process.
- Sufficient and adequate glass density data and its temperature dependence are important for the optimal adjustment of the melting and the forming process in the industry, as well as for the study of flows in glass furnaces.

Instrumentation for determination of glass density:
The density of the glass is determined by analytical scales using a hydrostatic weighing technique.

Sample specification:
Rectangular prism shaped sample with weight of at least 5 g.

Use of instrumentation for determination of melt density:
Apparatus KOM is the basic device used to determine melt density. KOM includes programmable temperature regulation up to 1500 °C.

Sample specification:
The measurement is performed with a sample melted in a crucible with capacity of at least 70 cm^3.

Case studies:
- Rona a.s.: Development of glass composition with improved chemical resistance.
- Rona a.s.: A research study "Development of commercial crystal glass free of toxic barium oxide.
- Johns Manville Slovakia, a.s. Trnava: Measurement of physical properties of prototype glass.

Liquidus temperature
This method is based on the determination of the first crystal. A sample of the glass is melted in a platinum boat that is inserted into a horizontal tube furnace with temperature

pece s teplotnou reguláciou umožňujúcou pracovať do teploty 1 500 °C. Vzorka je zahrievaná počas 24 hodín a následne je pozorovaný prvý vytvorený kryštál. Zo zmeraného teplotného profilu pece a polohy kryštálu v lodičke je určená teplota likvidus skúmanej vzorky skla. Pri stanovení teploty likvidus pomocou optického mikroskopu je možné identifikovať rôzne kryštalické fázy.

Oblasti využitia:
Teplota likvidus je dôležitý parameter pri určení najnižšej teploty na temperáciu taviaceho agregátu, ako aj pri ťahaní sklenených vlákien.

Prístrojové vybavenie:
Základným zariadením na určenie teploty likvidus je elektrická spádová piecka do teplôt 1 500 °C.

Špecifikácia vzorky:
Pevná kusová vzorka, resp. črepy s veľkosťou viac ako 5 mm.

Prípadové štúdie:
- Rona, a.s., Stanovenie teploty likvidus
- Johns Manville Slovakia, a.s., Trnava, Stanovenie teploty likvidus

Povrchové napätie
Z technologického hľadiska má povrchové napätie najväčší význam pri homogenizácii a čerení skloviny. Veľký vplyv má veľkosť povrchového napätia skloviny aj na koróziu žiaruvzdorného materiálu. Vplyv povrchového napätia sprevádza proces výroby skla od vzniku skloviny cez čírenie až po tvarovanie výrobku.

Na pracovisku bola vyvinutá štatisticky robustná metóda na stanovenie povrchového napätia tavenín z profilu kvapky ležiacej na podložke zo skleného uhlíka a z profilu kvapky visiacej na prstenci z platinového drôtu.

Oblasti využitia:
Znalosť údajov o povrchovom napätí skloviny

gradient control allowing working temperatures up to 1500 °C. The sample is heated for 24 hours and then first formed crystal is observed. From the measured temperature profile of the furnace and the position of the crystal in the boat, liquidus temperature of the sample glass is determined. Observation of the sample by polarised-light optical microscopy allows determination of the liquidus temperature of the glass and identification of the various crystalline phases.

Areas of application:
Liquidus temperature is an important parameter when determining the lowest temperature for tempering of melting unit, as well as pulling glass fibres.

Instrumentation:
A temperature gradient furnace with working temperatures up to 1500 °C is used for determination of liquidus temperature.

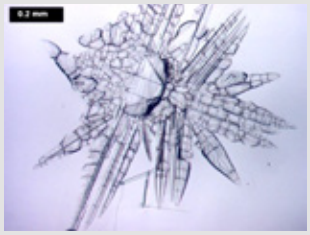
Sample specification:
Solid chunk samples or cullet with grain diameter larger than 5 mm.

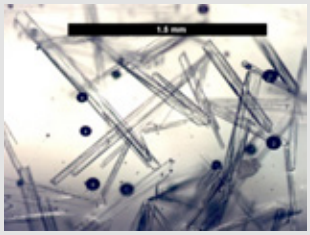
Case studies:
- Rona a.s.: Determination of liquidus temperature.
- Johns Manville Slovakia, a.s. Trnava: Determination of liquidus temperature.

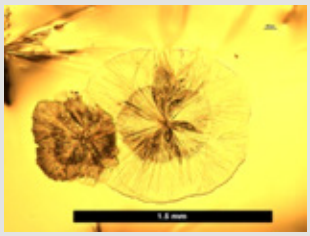
Surface tension
From a technological point of view, the surface tension has the greatest importance during glass homogenisation and refining. The magnitude of the surface tension of the molten glass has a great influence on corrosion of refractories. The whole glass production process from formation of glass through refining until final product forming is influenced by the effect of surface tension.

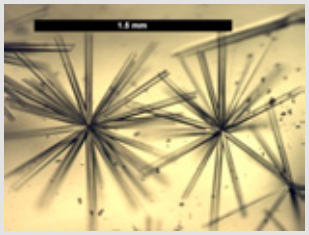
In our workplace, we developed a statistically robust method for the determination of the surface tension of melts from a profile of a drop placed on a carbon glass mat and from a profile of a drop hanging from a platinum wire ring.

Základným zariadením na určenie teploty likvidus je elektrická spádová piecka do teplôt 1 500 °C
A temperature gradient furnace with working temperatures up to 1500 °C is used for determination of liquidus temperature.



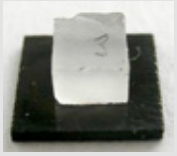




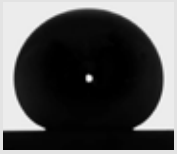


CENTRUM KOMPETENCIE SKLA VITRUM LAUGARICIO (VILA)
GLASS COMPETENCE CENTRE VITRUM LAUGARICIO (VILA)

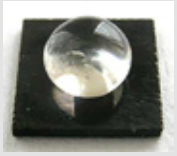
Ležiaca kvapka
Sessing drop



Vzorka skúmaného skla
Sample of analysed glass



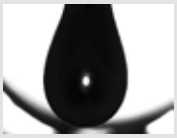
Profil kvapky
Profile of a drop



Profil kvapky po experimente
Post experiment profile of a drop

Visiaca kvapka
Hanging drop

Vzorka skúmaného skla
Sample of analysed glass



Profil kvapky
Profile of a drop

Profil kvapky po experimente
Post experiment profile of a drop

a jej teplotnej závislosti je dôležitá na optimálne nastavenie výrobného procesu

Prístrojové vybavenie:

- Základným zariadením na stanovenie povrchového napätia je žiarový mikroskop.
- Prístroj je vybavený programovateľným regulátorom teplôt do 1 450 °C.
- Profil kvapky je zosnímaný digitálnou kamerou uEye s využitím softvéru QuickPhOTO Industrial.
- Zosnímaný profil ležiacej, resp. visiacej kvapky sa spracuje softvérom na obrazovú analýzu LUCIA G v4.82.
- Pomocou výpočtového programu KVAREG metódou nelineárnej regresnej analýzy sa vypočíta povrchové napätie sklotvornej taveniny a jeho smerodajná odchýlka.

Špecifikácia vzorky:
Pevná kusová vzorka, resp. črepy s veľkosťou väčšou ako 10 x 10 x 5 mm.

Výsledky a prípadové štúdie:
Johns Manville Slovakia, a.s., Trnava, Meranie povrchového napätia modelových skiel

Areas of application:
Sufficient and adequate glass surface tension data and its temperature dependence is important for the optimal adjustment of the production process.

Instrumentation:

- The basic device for determination of surface tension is a heating microscope.
- The apparatus is equipped with a programmable temperature controller up to 1450 °C.
- The profile of a drop is scanned by a digital camera uEye and analysed by software QuickPHOTO Industrial.
- A scanned profile of a sessing or a hanging drop was treated with image analysis software LUCIA G v4.82
- Surface tension of glass-forming melt and its standard deviation is calculated using KVAREG software and nonlinear regression analysis.

Sample specification:
Solid chunk samples or cullet with grains larger than 10x10x5 mm.

Results and Case studies:
Johns Manville Slovakia, a.s. Trnava: Measurement of surface tension of prototype glass.

EXPERIMENTÁLNE SLEDOVANIE PRIEBEHU TAVENIA SKLÁRSKEHO KMEŇA A ŠTÚDIUM STABILITY PRIMÁRNEJ A PNEUMATICKEJ PENY VYTVORENEJ NA HLADINE SKLOTVORNEJ TAVENINY

EXPERIMENTAL OBSERVATION OF THE BATCH MELTING PROGRESSION AND STABILITY STUDY OF PRIMARY AND PNEUMATIC FOAM FORMED ON THE SURFACE OF GLASS-FORMING MELT

Tvorba peny na povrchu roztavenej skloviny v sklárskej taviacej vani v značnej miere ovplyvňuje energetickú efektívnosť, ekologické dosahy a kvalitu finálneho produktu v celom sklárskom priemysle. Problematika skúmania faktorov ovplyvňujúcich vznik a stabilitu peny je tak v súčasnosti mimoriadne aktuálna tak v domácich, ako aj v celosvetových súvislostiach.

Oblasti využitia:

Na optimalizovanie taviaceho a čeriaceho procesu, pretože pomocou tejto metodiky je možné:

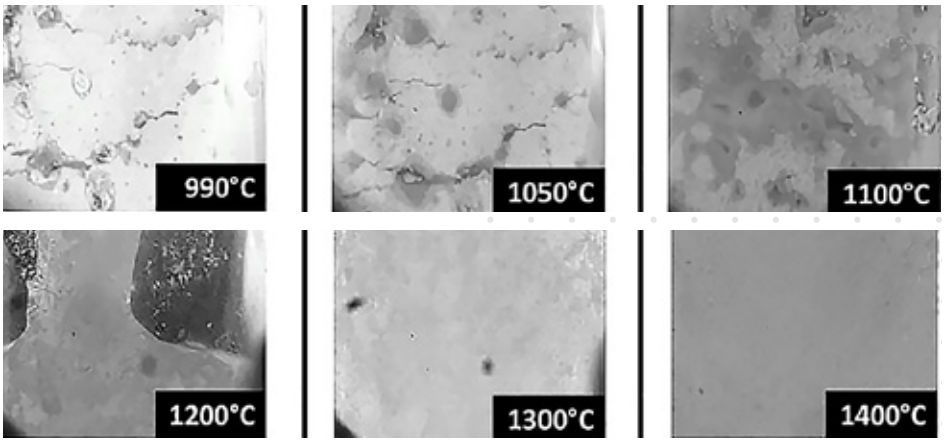
- Sledovanie rýchlosti rozpúšťania surovín v kmeni (resp. vsádzky).
- Sledovanie priebehu tavenia pri zmene surovín, pri zmene veľkosti častíc jednotlivých vstupných surovín.

Foam formation on the surface of molten glass in a glass furnace largely affects energy efficiency, environmental impact and the quality of final product in the whole glass industry. Studies focusing on factors causing foam formation and stability are highly actual at present both in domestic and global context.

Areas of application:

For the optimization of melting and refining process, by using this method, it is possible to:

- Monitor the rate of melting of materials in glass batch.
- Monitor the progress of melting when changing raw materials or changing grain size of individual raw materials.



Priebeh tavenia pri rôznych teplotách/Melting progress at different temperatures

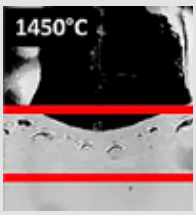
Vysokoteplotná pozorovacia pec
High-temperature superkanthal photography furnace

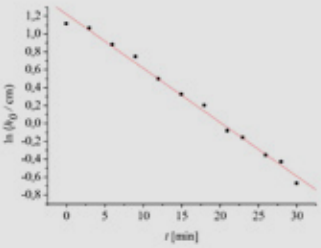
Pred experimentom pripravená kremenná kyveta so sklárskym kmeňom
Quartz cuvette with glass batch prepared before experiment

Po experimente kremenná kyveta so sklovinou
Quartz cuvette with glass after experiment

CENTRUM KOMPETENCIE SKLA VITRUM LAUGARICIO (VILA)
GLASS COMPETENCE CENTRE VITRUM LAUGARICIO (VILA)

Stanovenie časového vývoja výšky peny
Determination of foam height over time





Mikroskop typu Nikon LV 100 UDM (Universal Design Microscope). Mikroskop je vybavený farebnou CCD kamerou s 5 Mpix osvetlením v dopadajúcom i odrazenom polarizovanom svetle
Nikon LV 100 UDM (Universal Design Microscope) microscope. The microscope is equipped with colour 5 Mpix CCD camera with illumination in incident and reflected polarized light..

Prístrojové vybavenie:
- Vysokoteplotná superkantalová pozorovacia pec so zabudovateľným prierezom
- Zariadenie je vybavené programovateľným regulátorom teploty do 1 650 °C.
- Obraz je snímaný digitálnou kamerou Pixelink s využitím softvéru na obrazovú analýzu LUCIA G v4.82 (Laboratory Imaging, a.s., Praha)

Prípadové štúdie:
Johns Manville Slovakia, a.s., Trnava, Sledovanie priebehu tavenia a vyhodnotenie primárnej aj sekundárnej peny pri optimalizácii chemického zloženia sklárskeho kmeňa.

Instrumentation:
- High-temperature superkanthal photography furnace
- Apparatus is equipped with programmable temperature regulation up to 1650 °C
- Images are recorded by a digital Pixelink camera using image analysing software LUCIA G v4.82 (Laboratory Imaging, a.s. Praha)

Case studies:
Johns Manville Slovakia, a.s. Trnava: Monitoring of melting progress and evaluation of primary and secondary foam in optimizing the chemical composition of glass batch.

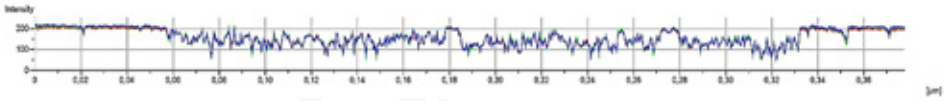
OBRAZOVÁ ANALÝZA POMOCOU OPTICKEJ MIKROSKOPIE
IMAGE ANALYSIS USING OPTICAL MICROSCOPY

Na obrazovú analýzu sa používa univerzálny optický mikroskop s maximálnym množstvom doplňujúceho vybavenia pre rôzne aplikácie v priemysle a materiálovom výskume.

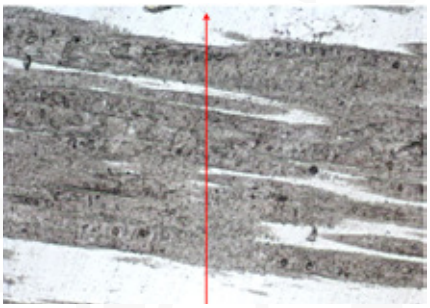
Oblasti využitia:
- Obrazová analýza pomocou optickej mikroskopie patrí do skupín základných metód na identifikáciu chýb v skle.

A universal optical microscope with a maximum amount of supplementary equipment for various applications in industry and material research is used for image analysis.

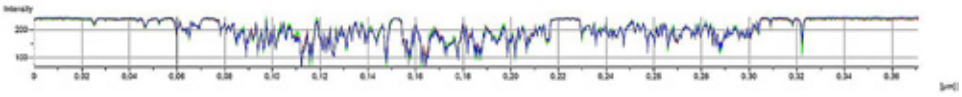
Areas of application:
- Image analysis using optical microscopy is one of the basic methods for identifying defects in glass.

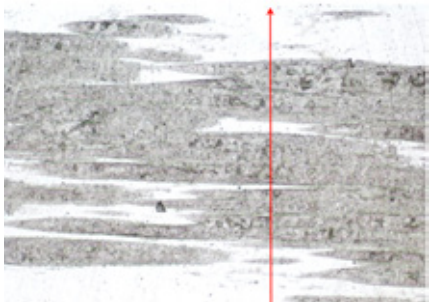


Profil snímania podľa vyznačeného smeru na obrázku
Profile scanning in a direction indicated in the picture



Identifikácia mechanického poškrabania povrchu skla v umývačke riadu
Identification of mechanical scratching of glass surface in a dishwasher





Profil snímania podľa vyznačeného smeru na obrázku
Profile scanning in a direction indicated in the picture

Identifikácia mechanického poškrabania povrchu skla v umývačke riadu
Identification of mechanical scratching of glass surface in a dishwasher

- S mikroskopom je možné meranie a hodnotenie pnutí v sklených výrobkoch
- Používanie na základnú morfologickú charakterizáciu materiálov
- Pomocou výhrevných stolčekov online sledovanie priebehu kryštalizácie v sklách pri zvýšenej teplote a na meranie bodových NIR spektier pri laboratórnej, ako aj pri zvýšenej teplote
- Sledovanie morfologických zmien materiálov, ako napr.: štúdia korózie skla a keramiky

- The microscope can measure and evaluate stresses in glass products.
- Used for basic morphological characterization of materials.
- Online observation of crystallization progress in glass at increased temperature and for measuring single point NIR spectra at ambient room and at increased temperature with the use of heating stools.
- Monitoring of morphological changes in materials such as the study of corrosion of glass and ceramics.

Prístrojové vybavenie:

- Mikroskop typu Nikon LV 100 UDM (Universal Design Microscope).
- Mikroskop je vybavený farebnou CCD kamerou s 5 Mpix osvetlením v dopadajúcom i odrazenom polarizovanom svetle.
- Nastavenie polohy vzorky je zabezpečené plne automaticky ovládateľným motorizovaným stolčekom v smere XYZ.
- Výhrevné stolčeky s regulačnou jednotkou.

Instrumentation:

- Nikon LV 100 UDM (Universal Design Microscope) microscope.
- The microscope is equipped with colour 5 Mpix CCD camera with illumination in incident and reflected polarized light.
- Sample position is adjusted by a fully automatically controlled motorized stool in xyz directions.
- Heating stools with regulation unit.

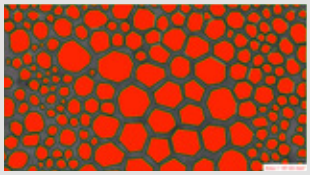
Prípadové štúdie:

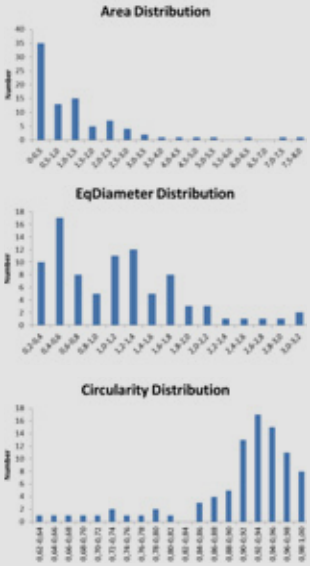
- RONA, a.s., Lednické Rovne, Identifikácia a analýza nehomogenít vo forme šlír, kamienkov vo vzorkách bárnatého kryštáľového skla

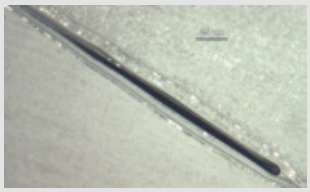
Case studies:

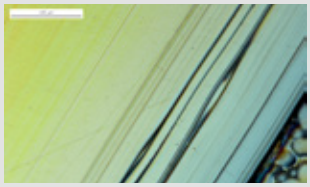
- RONA a.s. Lednické Rovne: Identification and analysis of inhomogeneities in the form of strings and stones in samples of barium crystal glass.

Obrazová analýza pomocou optického mikroskopu pri vyhodnotení kinetiky čírenia taveniny
Image analysis by an optical microscope during evaluation of melt refining kinetics



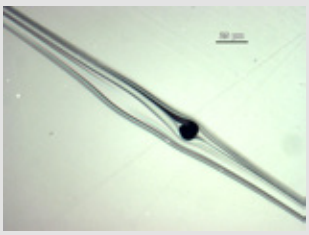


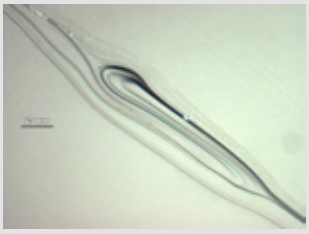




CENTRUM KOMPETENCIE SKLA VITRUM LAUGARICIO (VILA)
GLASS COMPETENCE CENTRE VITRUM LAUGARICIO (VILA)

Obrazová analýza pri identifikácii šlír v kalichu
Image analysis during identification of streaks in a chalice





Komorová pec do 1 800 °C
Chamber furnace up to 1800°C

- Johns Manville Slovakia, a.s., Trnava, Obrazová analýza pri vyhodnotení priebehu tavenia, sklárskeho kmeňa
- RONA, a.s., Lednické Rovne, Identifikácia mechanického poškrabania povrchu skla v umývačke riadu

- Johns Manville Slovakia, a.s. Trnava: Image analysis during evaluation progression of melting of glass batch.
- RONA a.s. Lednické Rovne: Identification of mechanical scratching of glass surface in a dishwasher.

OBRAZOVÁ ANALÝZA POMOCOU OPTICKEJ MIKROSKOPIE
IMAGE ANALYSIS USING OPTICAL MICROSCOPY

Spekanie je významný proces, ktorý prebieha pri výpale keramiky na zabezpečenie hutného materiálu s požadovanými vlastnosťami.

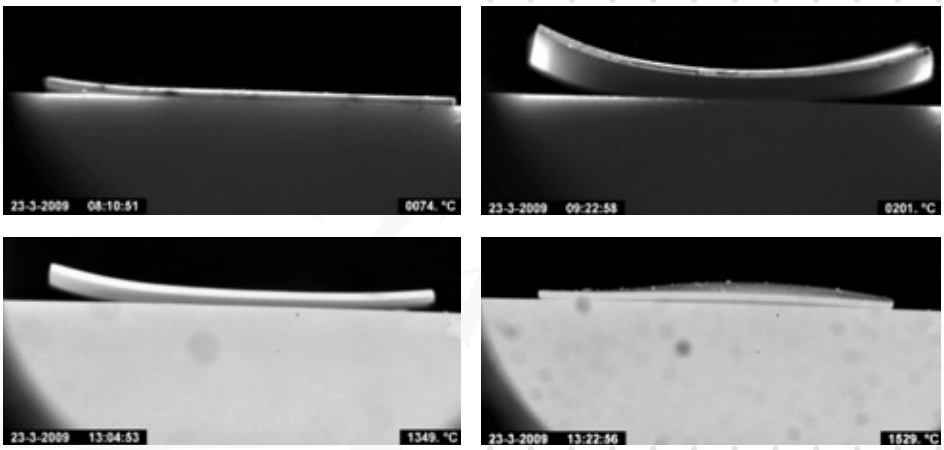
Oblasti využitia:
- Keramický priemysel
- Príprava a optimalizácia stability keramických suspenzií a hlín a pod.
- Príprava tenkých keramických platní (rôzneho zloženia) metódou tape casting.

Špecifikácia vzoriek:
Vzorky vo forme suspenzie alebo čerstvo vytvarované polovýrobky, resp. cestá.

Sintering is an important process taking place during ceramic firing process that ensures compact material with desired properties.

Areas of application:
- Ceramic industry.
- Preparation and optimization of stability of ceramic suspensions and clays etc.
- Preparation of thin ceramic plates of different composition by tape casting method.

Sample specification:
Samples in form of suspensions, freshly formed semi-products, or slurries.



Priebeh spekacieho procesu tenkého keramického pásu pripravený pomocou metódy Tape-Casting
Sintering process of thin ceramic tapes prepared using Tape-Casting method

Prístrojové vybavenie:
Na spekanie keramických materiálov sa používajú vysokoteplotné pece rôzneho typu:

- Komorová pec do 1 800 °C
- Horizontálna rúrová pec s možnosťou práce v kontrolovanej atmosfére alebo vo vákuu pri teplotách do1 800 °C
- Vertikálna pozorovacia pec s možnosťou sledovania priebehu spekacieho procesu až do teplôt 1 650 °C

Prípadové štúdie:
CCN Group Castings, s.r.o., Považská Bystrica, Spekanie keramických téglikov

Experimentálne je možné vytvorenie videozáznamu samotného spekacieho procesu.

Instrumentation:
Various types of high-temperature furnaces are used for sintering of ceramic materials:

- Chamber furnace with working temperatures up to 1800 °C.
- Horizontal tube furnace with controlled atmosphere mode or vacuum mode at temperatures up to 1800 °C.
- Vertical photography furnace allowing observation of sintering process with working temperatures up to 1650 °C.

Case studies:
CCN Group Castings, s.r.o. Považská Bystrica: Sintering of ceramic pots.

There is a possibility to record video of sintering process during experiments.

Rúrová pec do 1 800 °C
Tube furnace up to 1800°C

Pozorovacia pec do 1 650 °C
Photograpfy furnace up to 1650°C

RTG DIFRAKTOMETRIA
THE X-RAY DIFFRACTOMETRY

RTG difrakcia (XRD) je vysoko vyspelá nedeštruktívna technika na analýzu širokého rozsahu materiálov: kovov, minerálov, farmaceutických materiálov, tenkých vrstiev, povlakov, keramiky, slnečných článkov a polovodičov. RTG difrakcia sa stala nenahraditeľnou metódou na skúmanie a charakterizáciu materiálov a kontrolu kvality vo všetkých priemyselných a výskumných oblastiach.

Oblasti využitia:

- Kvalitatívna a semikvantitatívna analýza fázového zloženia materiálov.
- Na identifikáciu kryštalických fáz (keramických materiálov, kompozitov, fázového zloženia koróznych produktov na povrchu skiel a keramík).
- Štúdium kinetiky kryštalizácie skiel pri vysokých teplotách.

X-ray diffraction (XRD) is a highly advanced non-destructive technique for analysing a wide range of materials: metals, minerals, pharmaceutical materials, thin films, coatings, ceramics, solar cells and semiconductors. X-ray diffraction has become an indispensable method for investigation and characterization of materials and quality control in all industrial and research fields.

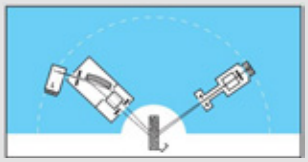
Areas of application:

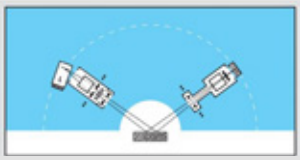
- Qualitative and semi-quantitative analysis of the phase composition of materials.
- Identification of crystalline phases (ceramics, composites, phase composition of corrosion products on the surface of glass and ceramic).
- Study of glass crystallization kinetics at high temperatures.

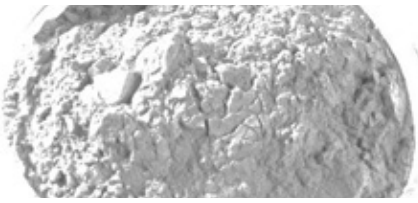
RTG difraktometer (Panalytical Empyrean DY1098)
RTG diffractometer (Panalytical Empyrean DY1098)

CENTRUM KOMPETENCIE SKLA VITRUM LAUGARICIO (VILA)
GLASS COMPETENCE CENTRE VITRUM LAUGARICIO (VILA)

Meranie v transmisnom a v reflexnom móde
Measurement in transmission and reflection mode







- Štúdium kryštalických defektov v materiáloch.
- Na stanovenie koróznych produktov vznikajúcich pri korózii žiaromateriálov.
- Na stanovenie mriežkových parametrov (stanovenie kryštalickej modifikácie).
- Na analýzu tenkých vrstiev.
- Na analýzu napätí v tenkých vrstvách.
- Na meranie veľkosti častíc v polykryštalických a práškových systémoch.

Špecifikácia vzoriek:
Práškové aj kusové vzorky

Prístrojové vybavenie:
- RTG difraktometer (Panalytical Empyrean DY1098).
- Detektor Pixel 3D, ktorý umožňuje použitie ako klasicky bodový detektor, lineárny detektor alebo plošný detektor.
- Vysokoteplotná cela Anton Paar s maximálnou pracovnou teplotou 1 600 °C s možnosťou merania vo vákuu, resp. pri bežných atmosférických podmienkach.
- Kryogénna a vlhkostná cela Anton Paar s pracovnou teplotou od -180 do 400 °C a s možnosťou regulácie relatívnej vlhkosti v rozmedzí od 0 do 95 %.

Prípadové štúdie:
- RONA, a.s., Lednické Rovne, Identifikácia novej neznámej fázy vytvorenej koróziou žiaruvzdorného materiálu v sklovine
- RONA, a.s., Lednické Rovne, Identifikácia fá-

- Study of crystalline defects in materials.
- Determination of the corrosion products formed during corrosion of refractories.
- Determination of matrix parameters (determination of crystal modifications).
- Analysis of thin films.
- Analysis of stresses in thin films.
- Measurement of particle size in a polycrystalline powder system.

Sample specification:
Powder and solid samples.

Instrumentation:
- X-ray diffractometer (Panalytical Empyrean DY1098)
- Pixel 3D detector with following modes - classic point detector, line detector or area detector.
- High-temperature chamber Anton Paar with maximum working temperature of 1600 °C with possibility to perform measurements in vacuum or ambient conditions.
- Cryo & Humidity chamber Anton Paar with working temperature from -180 to 400°C controlled humidity regulation in the range from 0 to 95 %.

Case studies:
- RONA a.s. Lednické Rovne: Identification of new unknown phase formed by corrosion of refractories in glass.
- RONA a.s. Lednické Rovne: Identification of phase modification ZrO_2 in AZS refractory

zovej modifikácie ZrO_2 v AZS žiaruvzdornom materiály pomocou vysokoteplotnej cely

material with the use of high-temperature chamber.

STANOVENIE REOLOGICKÝCH VLASTNOSTÍ
DETERMINATION OF RHEOLOGICAL PROPERTIES

Cieľom je meranie tokových vlastností tekutín (kvapaliny, suspenzie, kalov a pod.) so zameraním na meranie viskozít, tokových kriviek, stanovenie medze toku, viskoelastických vlastností, tixotropie a bodu gelácie. Umožňuje štúdium stability a testovanie starnutia vzoriek, teplotných vplyvov na mechanické a reologické vlastnosti materiálov, relaxácie vzoriek pri definovanom zaťažení a pod.

Špecifikácia vzoriek:
Tekuté vzorky, vzorky vykazujúce viskoelastické vlastnosti, krémy, pasty, kaly, suspenzie. Vzorky, ktoré pod vplyvom šmykového napätia „tečú".

Prístrojové vybavenie:
Rotačný reometer HAAKE™ MARS III - Thermo Scientific.
- od 1 mPas pri uhlovej rýchlosti 50 1/s a vyššej
- geometria plate - plate, plate - cone, cylinder
- rozsah teplôt od -20 do 200 °C
- optický mikroskop Reoskop
  - progresívny-scan CCD kamerou s rozlíšením 1 024 x 768 pixelov
  - rozlíšenie 1 µm,
  - hĺbka ostrosti 5 µm
  - 30 obrázkov za sekundu.
  - teploty od -5 do 120 °C

Oblasti využitia:
- Chemický priemysel, polyméry, taveniny polymérov, plasty a gumy
  - meranie viskoelastických vlastností v závislosti od šmykového napätia, rýchlosti, času, frekvencie, teploty, teploty trans-

The aim is to measure the flow properties of fluids (liquids, suspensions, sludge, etc.), focusing on measuring viscosity, flow curves, determination of flow limits, viscoelastic properties, thixotropy and gel point. It allows the study of stability and tests of sample aging, temperature effects on mechanical and rheological properties of materials, relaxation of samples at defined load etc.

Sample specification:
Fluid samples, samples showing viscoelastic properties, creams, paste, sludge, suspensions. Samples that seem to flow under shear stress.

Instrumentation:
- **Rotational and dynamic rheometer HAAKE™ MARS III - Thermo Scientific.**
- from 1 mPas at angular velocity 50 1/s and higher
- geometry plate - plate, plate - cone, cylinder
- temperature range from -20 to 200 °C
- Rheoscope module (optical microscope)
  - progressive-scan CCD camera with resolution 1024 x 768 pixels
  - resolution 1 µm (at 20x focus)
  - field depth. 5 µm
  - 30 images per second
  - temperatures from -5 to 120 °C

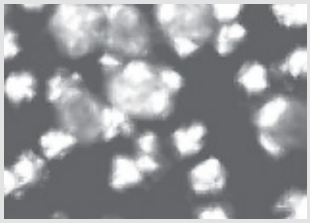
Areas of application:
- Chemical industry, polymers, polymer melt, plastics and rubber
  - measurement of viscoelastic properties as function of shear stress, velocity, time, frequency, temperature, transition tem-

Rotačný reometer HAAKE™ MARS III - Thermo Scientific
Rotational and dynamic rheometer HAAKE™ MARS III - Thermo Scientific

Mikroskopický obrázok roztaveného tuku (a) a to isté po kryštalizácii (b).
The microscopic image of molten fat a) and the same after crystallization (b).

a)

b)



formácie T_g polymérnych látok v danom teplotnom rozsahu

- Petrochémia
  - motorové, mazacie a hydraulické oleje, pri rôznym teplotách a tlakoch

- Farmácia a kozmetika, tlačiarenské farby, nátery, povlaky, tuše, pigmenty
  - zámena bežných organických rozpúšťadiel za vodu či iné aditívum pri zachovaní pôvodných tokových vlastností
  - znalosť reologických charakteristík umožňuje navrhnúť značné úspory pri tlači

- Potravinárstvo
  - optimalizácia miešania, prepravy do dávkovacích zariadení, termická stabilita v čase - oleje

Prípadové štúdie:

- Meranie viskozity motorových olejov v závislosti od teploty (0 - 120 °C) pre priemyselných partnerov.

- Stanovenie optimálneho obsahu disperzantu Darvan a času stabilizácie suspenzie Al_2O_3 pre plazmou opracované a neopracované prášky Al_2O_3. - Masarykova univerzita v Brne.

perature T_g of polymer materials in the given temperature range

- Petrochemistry
  - motor, lubricating and hydraulic oils, at various temperatures and pressures

- Pharmaceutics and cosmetics, printing inks, paints, coatings, inks, pigments:
  - switching from conventional organic solvents for water or other additive while maintaining original flow properties
  - knowing rheological characteristics allows to develop significant savings in printing

Food industry:

- optimization of mixing, transportation to the dispensing equipment, thermal stability over time - oil

Case studies:

- Measurement of motor oil viscosity depending on the temperature (0 -120°C) for industrial partners.

- Masarykova univerzita Brno: Determination of the optimum Darvan dispersant content and stabilization time of Al_2O_3 suspensions for plasma treated and untreated Al_2O_3.

MERANIE VEĽKOSTI ČASTÍC A ZETA POTENCIÁLU
MEASUREMENT OF PARTICLE SIZE AND ZETA POTENTIAL

Meranie veľkosti častíc a polydisperzity nám hovorí o stabilite koloidného systému. V prípade zeta potenciálu ide o nameranie hodnoty potenciálu elektrického náboja na teoretickom rozhraní medzi elektrickou difúznou dvojvrstvou, ktorá vzniká v okolí častice a roztoku.

Špecifikácia vzoriek:
Vzorka musí byť analyzovaná v kvapalnom médiu, takže suspenzie, emulzie, ale aj práškové materiály.

The measurement of particle size and polydispersity describes the stability of colloidal dispersions. The zeta potential is the electrokinetic potential on a theoretical interfacial double layer formed around the dispersed particle and dispersion.

Sample specification:
The sample must be analysed in a liquid medium, hence suspension, emulsion, and powders.

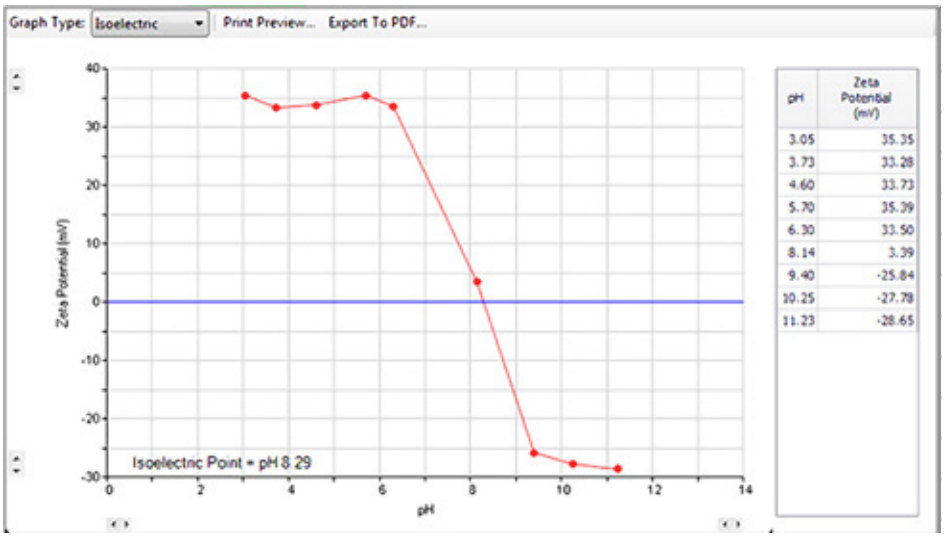
Oblasti využitia:

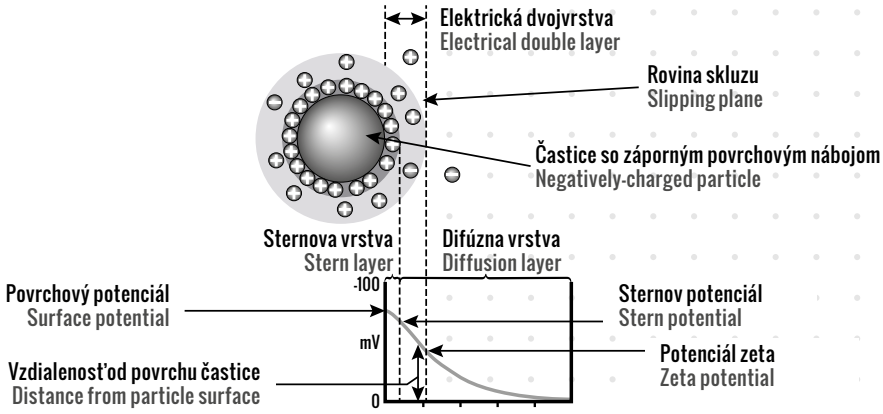
- Elektronický priemysel
  - leštiace a brúsne suspenzie používané pri leštení wafrov alebo LCD displejov
  - nanočastice - farbiace materiály vo farebných displejoch z tekutých kryštálov
- Potravinársky priemysel
  - optimalizácia veľkosti častíc v emulziách
  - veľkosť častíc farbiacich emulzií do nápojov
  - sedimentácia častíc v emulziách, používaných v nápojoch, v mliečnych výrobkoch
  - vznik zrazenín
- Stavebný priemysel
  - cementy, optimalizácia mletia, pevnosti, charakterizácia tvaru častíc cementu
  - uhlie

Areas of application:

- Electronic industry
  - polishing and grinding suspensions used for polishing wafers or LCD displays
  - nanoparticles - colouring matter in colour liquid crystal displays
- Food industry
  - optimization of particle size in emulsions
  - particle size in colouring emulsions used as beverage colorants
  - sedimentation of particles in emulsions used in beverages and in dairy products
  - clot formation
- Construction industry
  - cements, optimization of milling, strength, particle shape characterization of cement
  - coal

Zariadenie na meranie veľkosti častíc a zeta potenciálu





CENTRUM KOMPETENCIE SKLA VITRUM LAUGARICIO (VILA)
GLASS COMPETENCE CENTRE VITRUM LAUGARICIO (VILA)

Klimatická komora Angelantoni Discovery DY110
Climatic Chamber Angelantoni Discovery DY110

Planétový mlyn Fritch Pulversiette 5
Planetary Mill Fritch Pulversiette 5

- Oleje a petrochémia
  - stabilita emulzií - tuky a mazacie látky
- Výrobné procesy
  - frézovanie a brúsenie, veľkosť častíc brúsnych materiálov a vplyv na opracovanie, minimalizácia odpadu
- Špeciálne chemikálie
  - čistiace prostriedky, charakterizácia práškových detergentov, vplyv pH
- Pigmenty a tonery
  - disperzia pigmentu, aglomeráty, náboj pigmentových materiálov, laserové tlačiarne - rozlíšenia tlače

Prístrojové vybavenie:
Prístroj 90Plus Brookhaven
- veľkosť častíc od 2 nm do 3 µm s odchýlkou ± 2 %
- zdroj laserového svetla s vlnovou dĺžkou 658 nm s výkonom 35 mW
- od 5 do 75 °C, krok 0,1 °C
- rozsah merania zeta potenciálu je -150 mV až +150 mV
- teplota 6 až 74 °C, krok 0,1 °C
- veľkosť detekovaných častíc od 10 nm do 30 µm s presnosťou ± 2 %
- automatický autotitrátor BI-ZTU, zmena pH od 2 do 12

- Oils and petrochemistry
  - Emulsion stability - fats and lubricants
- Production processes
  - milling and grinding, the particle size of abrasive materials and the effect on treatment, waste minimization
- Special chemicals
  - cleaning products, characterization of powder detergents, influence of pH
- Pigments and toners
  - pigment dispersion, agglomerates, charge of pigment materials, laser printers - print resolution

Instrumentation:
90Plus Brookhaven Particle Size Analyser with a laser source (wavelength of 658 nm, power 35 mW) and Zeta Potential Analyser.
- Particle sizing
  - range from 2 nm to 3 µm, deviation of ± 2%
  - temperature control: 5 - 75°, step of 0.1°C
- Zeta potential
  - range measurement from -150 mV to +150 mV
  - temperature 6°C to 74°C, step of 0.1°C
  - detected particles size range from 10 nm do 30 µm, accuracy of ± 2%
  - autotitrator BI-ZTU, change of pH from 2 to 12

OPTIMALIZÁCIA STABILITY A SUŠENIA KERAMICKÝCH SUSPENZIÍ, ÍLOV A HLÍN
OPTIMIZING STABILITY AND DRYING OF CERAMIC SUSPENSIONS, CLAYS AND SOILS

Optimalizácia suspenzií sa uplatňuje hlavne v keramickom priemysle. Tie sa potom odlievajú na rôzne povrchy (voskované formy, teflón, sadra a pod.). Veľmi dôležité je optimalizovať proces sušenia (v závislosti od teploty a vlhkosti vzduchu), resp. navrhnúť vhodnú krivku

Suspensions optimization is mainly applied in the ceramics industry. Suspensions are cast onto various surfaces (waxed mould, Teflon, plaster and similar). It is essential to optimize the drying process (depending on air temperature and humidity) or to identify a suitable

sušenia. Suspenzie sa pripravujú z práškov, ílov a iných surovín. Optimálny postup stabilizácie suspenzie či inej výrobnej zmesi s potrebnou charakterizáciou, bez vzniku aglomerátov a problémov pri sušení je kľúčový pre výrobné procesy.

Špecifikácia vzoriek:
Suspenzie pripravené v organických alebo vodných rozpúšťadlách, prášky, resp. zmesi práškov s rôznou veľkosťou častíc a špecifickým povrchom.

Oblasti využitia:
- Výroba tehiel, sanitárnych produktov, izolátorov na stĺpy elektrického vedenia, úžitkové produkty, pálená strešná krytina, dlažba, obkladačky
- Špeciálne výrobky z oxidovej a zirkoničitej keramiky
- Keramické kompozity
- Keramické izolátory pre elektronický priemysel

Prístrojové vybavenie:
- Rotačný reometer MARS III
- Particle size analyzátor 90PLUS s autotitrátorom
- Planétový mlyn Fritsch Pulversiette 5
  - štvormiestny s maximálnou kapacitou 4 x 250 ml a možnosťou použitia mlecích nádob s objemom 2 x 250 a 4 x 80 ml
  - príslušenstvo (mlecie nádobky a telesá): Al_2O_3 (99,7 %)
- Vibračný mlyn Fritsch Analysette 3 Spartan
  - plynule nastaviteľná amplitúda vibrácií
  - príslušenstvo (mlecie nádobky a telesá): Al_2O_3 (99,7 %), achát
- Klimatická komora Angelantoni Discovery DY110
  - regulácia teploty v rozmedzí od -40 do 190 °C, s teplotnou odchýlkou ±0,5 °C

drying curve. Suspensions are prepared from the powders, clays and other raw materials. The optimal method of stabilizing suspensions or other production mixture with necessary characterization, without agglomerates forming and without problems during drying is crucial for manufacturing processes.

Sample specification:
Suspensions prepared in organic or aqueous solvents, powders, mixtures of powders with different particle size and specific surface.

Areas of application:
- production of bricks, sanitary products, insulators for electricity towers, commercial products, clay tiles, floor tiles, wall tiles
- special products from oxide and zirconium ceramics
- ceramic composites
- ceramic insulators for the electronics industry

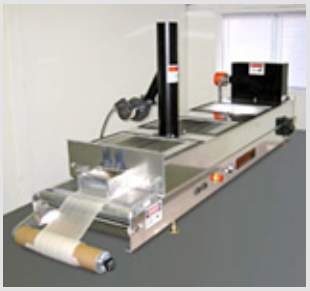
Instrumentation:
- Rotational Rheometer MARS III
- Particle Size Analyser 90PLUS with autotitrator
- Planetary Mill Fritsch Pulversiette 5
  - the maximum capacity 4x250ml and possible use of 2x250 a 4x80 ml grinding bowls
  - accessories (grinding bowls and balls): Al_2O_3 (99,7 %)
- Vibratory Micro Mill Fritsch Analysette 3 Spartan
  - adjustable vibration amplitude
  - accessories (grinding bowls and balls): Al_2O_3 (99,7 %), agate
- Climatic Chamber Angelantoni Discovery DY110
  - temperature regulation ranging from 40 to 190°C, with accuracy of ±0.5°C

Vibračný mlyn Fritch Analysette 3 Spartan
Vibratory Micro Mill mlyn Fritch Analysette 3 Spartan

Laboratórna sušiareň
High Temperature Oven

CENTRUM KOMPETENCIE SKLA VITRUM LAUGARICIO (VILA)
GLASS COMPETENCE CENTRE VITRUM LAUGARICIO (VILA)

Tape Caster Lab - Cast Model TC-71LC
Tape Caster Lab - Cast Model TC-71LC



- simultánna kontrola relatívnej vlhkosti v teplotnom intervale od 5 do 95 °C s regulátorom teploty a vlhkosti
- minimálny vnútorný objem 50 l a maximálny vnútorný objem 150 l
- nastaviteľná rýchlosť ohrevu < 5 °C/min. a nastaviteľná rýchlosť chladenia < 3 °C/min.

- simultaneous control of relative humidity in the temperature interval between 5 and 95°C with temperature and humidity regulation
- minimum inner volume 50 l and maximum inner volume 150 l
- adjustable heating rate < 5°C/min and adjustable cooling rate < 3°C/min

- Laboratórna sušiareň GHIBLI GH60
  - nastaviteľná teplota a kontrola teploty, pričom max. požadovaná teplota je +350 °C, s teplotnou odchýlkou ±1,5 °C
  - minimálny vnútorný objem 50 l
  - maximálny vnútorný objem 100 l

- High Temperature Oven GHIBLI GH60
  - regulation and control of the temperature, max. temperature +350°C, accuracy of ±1.5°C
  - minimum inner volume 50 l
  - maximum inner volume 100 l

- Ultrazvuková sonda BANDELIN SONOPLUS
  - max. výkon 2 200 W, regulácia výkonu

- Ultrasonic homogenizer BANDELIN SONOPULS
  - max. power 2200 W, power regulation control

PRÍPRAVA TENKÝCH KERAMICKÝCH PLATNÍ METÓDOU TAPE CASTING
PRODUCTION OF THIN CERAMIC TAPES USING TAPE CASTING METHOD

Tenké keramické platne (hrúbka od 250 µm do 1 000 µm) sa pripravujú odlievaním z keramických suspenzií rôzneho zloženia pomocou zariadenia tape casting. Keďže ide o veľmi tenké materiály, tieto suspenzie obsahujú okrem keramického prášku, rozpúšťadla a disperzanta aj plastifikátor a pojivo. Tieto dve zložky zabezpečujú dostatočné mechanické vlastnosti na manipuláciu s odliatou a vysušenou surovou páskou. Šírka pásky je obmedzená na 200 mm. V prípade potreby je možná optimalizácia nielen prípravy, ale aj proces sušenia, vyhárania organických prísad a vypaľovania.

Špecifikácia vzoriek:
Ide o prášky, ktoré majú byť hlavnou spekacou prísadou, resp. suspenzie, ktoré zabezpečujú kompaktnosť materiálu po odliatí, sušení a spekaní.

Thin ceramic tapes (thickness of 250 µm to 1000 µm) are prepared by casting from ceramic suspensions of various compositions by tape casting equipment. As tapes produced are very thin, suspensions contain beside ceramic powder, solvent and dispersant, also plasticizer and binder. These two components provide adequate mechanical properties for handling with cast and dried raw tape. Width of the tape is limited to 200 mm. If necessary, it is possible to optimize not only preparation, but also the processes of drying, burning out of organic compounds and firing.

Sample specification:
Powders that are to be the main sintering additive or suspensions providing compactness of the material after casting, drying and sintering.

Oblasti využitia:

- Tenké keramické substráty - nosiče elektrických obvodov v elektronickom priemysle
- Viacvrstvové keramické platne, buď z rovnakých materiálov, alebo materiálov kombinovaných
- Viacvrstvové keramické izolátory na báze TiO_2 a BaO
- Palivové články na výrobu elektrickej energie
- Keramicko-kovové komponenty
- Polymérne batérie do telefónov, notebookov a pod.
- Dielektriká pre kondenzátory

Prístrojové vybavenie:

Tape Caster Lab-Cast Model TC-71LC

- Dávkovacia hlava single a dual doctor blade
- Sušenie zhora suchým vzduchom s teplotou max. 120 °C
- Sušenie zdola, max. teplota 120 °C
- Rozmery odlievaných pások 30 x 200 cm

Areas of application:

- thin ceramic substrates - carriers of electrical circuits in the electronics industry
- multilayer ceramic plates, either of the same materials, or combined materials
- multilayer ceramic insulators on base TiO_2 and BaO
- fuel cells for electricity generation
- ceramic - metal components
- polymer batteries in laptops, phones, laptops etc.
- dielectrics for capacitors.

Instrumentation:

Tape Caster Lab-Cast Model TC-71LC

- dispensing head, single and dual doctor blade
- top drying max. temperature 120°C
- bottom drying max. temperature 120°C
- cast tape size 30x200 cm.

Trenčianska univerzita
Alexandra Dubčeka v Trenčíne
Fakulta priemyselných technológií v Púchove

FAKULTA PRIEMYSELNÝCH TECHNOLÓGIÍ V PÚCHOVE

THE FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGIES IN PÚCHOV

FAKULTA PRIEMYSELNÝCH TECHNOLÓGIÍ V PÚCHOVE
THE FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGIES IN PÚCHOV

Fakulta priemyselných technológií v Púchove Trenčianskej univerzity Alexandra Dubčeka v Trenčíne (FPT TnUAD) svojím zameraním v rámci SR pôsobí vo výchove odborníkov v oblasti kovových a nekovových materiálov, najmä gumy, silikátových materiálov a textilu. Je výnimočná predovšetkým priamou väzbou na výrobnú prax, a to tak prípravou odborníkov pre jej potreby, ako i štruktúrou štúdia špecializovanou v rámci akreditovaných študijných programov, čím je plne kompatibilnou s modelmi vzdelávania na popredných univerzitách v krajinách EÚ.

Nosným smerom na FPT TnUAD je príprava odborníkov v oblasti materiálov v súlade s požiadavkami priemyselnej praxe vo všetkých troch stupňoch. Fakulta disponuje špičkovým technickým vybavením a kvalitným laboratórnym zázemím. Vedecko-výskumná činnosť je prioritne smerovaná do dvoch oblastí - experimentálnej diagnostiky rôznych druhov priemyselne významných materiálov, kompozitov a nanomateriálov a numerickej analýzy a simulácie technologických procesov.

Základný a aplikovaný výskum na fakulte je smerovaný do týchto oblastí:
- kovy a fyzikálne inžinierstvo materiálov so zameraním na oblasť fyzikálnej metalurgie a medzných stavov materiálov so zameraním na vzájomný súvis mikroštruktúrnych, fraktografických a mechanických vlastností kovových materiálov v závislosti od aplikovanej technológie výroby strojných súčastí,

- makromolekulové materiály so zameraním na vývoj a modifikáciu gumárenských zmesí; nové postupy prípravy elastomérov na netradičnej surovinovej báze a ich aplikácia v praxi; vývoj chemických a fyzikálnych modifikácií prírodných a syntetických polymérov; výskum textilných vlákien, analýza vplyvu štruktúry materiálov na vlastnosti výrobkov určených pre technické a odevné textílie, problematiku štruktúry priadzí a ich vplyv na vlastnosti dĺžkových a plošných textílií, kompozitné materiály, elastoméry z pohľadu experimentov - mechanických skúšok a MKP výpočtov,

The Faculty of Industrial Technologies in Púchov of Alexander Dubček University of Trenčín (FPT TnUAD) actively focuses on educating professionals in fields of metallic and non-metallic materials, especially rubber, silicate materials and textiles. The faculty is exceptional by creating a direct connection to production practice; both by preparing future professionals to the specific industry needs and by the structure of education specialized in various study programs. This makes the education model fully compatible with education models of the leading universities in the EU countries.

The main goal of FPT TnUAD is to prepare professionals in the field of materials in accordance with the requirements of industry practice in all three levels. The faculty has state of art technology equipment and advanced laboratory facilities at its disposal. Research activities focuse primarily on two areas - experimental diagnosis of various types of materials of industrial importance, composites and nanomaterials and numerical analysis and simulation of technological processes. Basic and applied research at the faculty is focused on the following areas:

- metals and physical engineering of materials - with the focus on physical metallurgy and limit states of materials, primarily the mutual correlation of microstructural, phractographic and mechanical properties of materials depending on the applied technology of machine parts production,

- macromolecular materials - focusing on the development and modification of rubber mixtures; new procedures for the preparation of elastomers based on non-conventional raw materials and their application in practice; development of chemical and physical modification of natural and synthetic polymers; research of textile fibres, analysis of the impact of the structure of materials on the properties of products for technical textiles and apparel. Analysis of the structure of yarns and their influence on the properties of fibre textile and fabrics. Experiments with composite materials, elastomers - mechanical tests and FEM cal-

degradačných procesov s orientáciou na autoplášte osobných a nákladných automobilov a ich materiálové parametre, kvantitatívna termografická diagnostika konštrukčných materiálov, najmä materiálov na báze polymérov, na výskum tepelných a viskoelastických vlastností polymérov a polymérnych nanokompozitov, ako aj na štúdium vplyvu ionizujúceho žiarenia na ich fyzikálne vlastnosti,

- anorganické materiály so zameraním na skúmanie vzťahov medzi vlastnosťami anorganických materiálov a ich zložením; vývoj nových druhov skiel; výskum v oblasti sol-gel metód (vrstvy, kompozity, katalýza); modifikácia zloženia anorganických materiálov,

- environmentálne inžinierstvo so zameraním na ekologizáciu výroby polymérnych materiálov; skúmanie možností ekologizácie výroby anorganických materiálov; skúmanie vplyvov priemyselných technológií na zložky životného prostredia; výskum v oblasti využitia prírodných anorganických materiálov na detoxikáciu zložiek životného prostredia, biodegradácia materiálov, vývoj progresívnych materiálov na likvidáciu škodlivín zo životného prostredia,

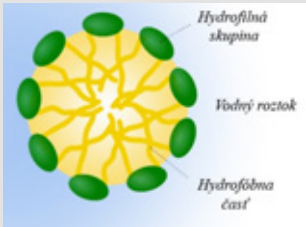
- numerická analýza a simulácia technologických procesov s využitím špecializovaných výkonných simulačných softvérov, ako sú ADINA, COSMOS, NASTRAN, ADAMS, MATLAB a pod.

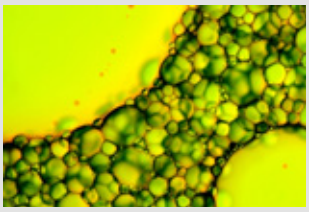
culations, degradation processes with a focus on tires for passenger and commercial cars and their material parameters. Quantitative thermographic diagnostics of construction materials, in particular polymer-based materials, the research of thermal and viscoelastic properties of polymers and polymer nanocomposites, and the study of effects of ionizing radiation on their physical properties.

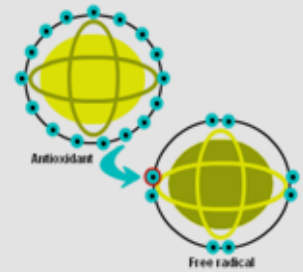
- Inorganic materials - with a focus on analysing relationships between the properties of inorganic materials and their composition; development of new types of glass; research in the field of sol-gel methods (layers, composites, catalysis); modification of the composition of inorganic materials,

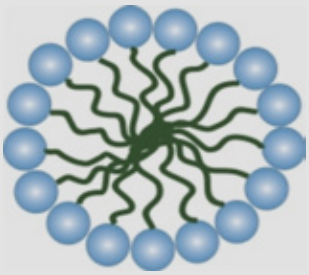
- environmental engineering - focusing on ecologisation of polymeric materials production; exploring the possibility of ecologisation of inorganic materials production; studying the effects of industrial technology on environmental issues; research in areas of application of natural inorganic materials to detoxification of environmental components, biodegradation of materials, development of advanced materials for disposal of pollutants from the environment,

- numerical analysis and simulation of technological processes - with the use of specialized simulation software such as ADINA, COSMOS, NASTRAN, ADAMS, MATLAB, etc.









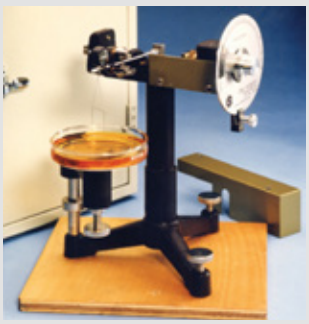
LABORATÓRIUM ORGANICKÝCH MATERIÁLOV
ORGANIC MATERIALS LABORATORY

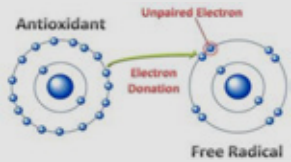
Činnosť laboratória je zameraná na izolácie farbív a iných organických látok z prírodných zdrojov, extrakcie, farbenie prírodných a syntetických vlákien, potlač textílií a na modifikáciu biopolymérov, syntézu nových organických látok, biopolymérov s dôrazom na povrchovoaktívne látky, zahusťovadlá, tenzidy a vychy-

The laboratory focuses on the isolation of dyes and other organic substances from natural sources, extraction, dying of natural and synthetic fibres, textile printing and modification of biopolymers, synthesis of new organic compounds, biopolymers with emphasis on surfactants, thickeners, tensids and free radical

FAKULTA PRIEMYSELNÝCH TECHNOLÓGIÍ V PÚCHOVE
THE FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGIES IN PÚCHOV

Tenziometer DuNouy
Tensiometer DuNouy





Vákuová odparka RVO 200 BUCHI
Vaccum Evaporator RVO 200 BUCHI

UV - VIS
UV - VIS

távače voľných radikálov. Zaoberáme sa aj prípravou a výberom polysacharidov, ich derivátov ako vhodných aditív do polymérnych zmesí.

Prístrojové vybavenie:
- Homogenizátor DIAX 900 230 VAC Heidolph-Instruments
- Miešadlá RZR 20050 Heidolph, IKA RW 16 basic, magnetické EKT 3001 K s nástavcom a kontaktným teplomerom so sondou
- PH konduktometer OK 117 Radelkis
- Tenziometer DuNouy
- Vákuová odparka RVO 200 BUCHI
- Spektrofotometer spektroFlex 6600

Skúšobné metódy:
- Štúdium povrchovo-aktívnych vlastností:
  - stanovenie povrchového napätia a kritickej micelárnej koncentrácie
  - stanovenie emulgačnej účinnosti
  - stanovenie zmáčacej účinnosti
- Štúdium funkčných vlastností:
  - stanovenie pracej účinnosti
  - stanovenie antiredepozičnej účinnosti
  - stanovenie penivosti
  - stanovenie antioxidačných vlastností
- Stanovenie pH a bodu topenia
- Meranie UV-VIS spektier roztokov v rozsahu 190 - 1 100 nm

Výsledky a štúdie:
Cieľom výskumných prác bolo nájsť polymérne biosurfaktanty, ktoré by mohli znížiť vysokú spotrebu nedegradovateľných tenzidov na báze ropných produktov. Výskum bol obsahovou náplňou a súčasťou riešenia výskumných prác realizovaných na pracovisku v rámci riešenia projektov typu **VEGA**, **APVT** a **CUGA** v oblasti polymérnych materiálov v spolupráci s **CHÚ SAV** a **fy Procter & Gamble**. Výskum bol aj súčasťou riešenia výskumných prác realizovaných na pracovisku v rámci riešenia úloh pre **Výskumný ústav zeleninársky, s.r.o.**, a **CHEMOSVIT, a.s.**, z hľadiska izolácie farbív z rastlinných zdrojov a farbenia textilných substrátov.

scavengers. We also prepare and select polysaccharides and their derivatives as suitable additives in polymer blends.

Instrumentation:
- Homogeniser DIAX 900 230 VAC Heidolph Instruments
- Blenders RZR 20050 Heidolph, IKA RW 16 basic, magnetic EKT 3001 K with accessory and contact probe thermometer
- pH conductivity meter OK 117 Radelkis
- Tensiometer DuNouy
- Vaccum Evaporator RVO 200 BUCHI
- Spectral Photometer SpektroFlex 6600

Test methods:
- the study of surface-active properties:
  - determination of the surface tension and critical micelle concentration
  - determination of the emulsifying efficiency
  - determination of the wetting force
- the study of functional properties:
  - determination of the washing performance
  - determination of the effectiveness of anti-redeposition
  - determination of the foamability
  - determination of the antioxidative properties
- determination of pH and melting point
- measurement of UV-VIS spectra of solutions in range 190-1100 nm

Results and case studies:
The aim of the research work was to find polymeric biosurfactants, which could reduce the high consumption of non-degradable surfactants based on oil products. The research was a part of the research work undertaken within projects **VEGA, APVT a CUGA** in the field of polymeric materials in cooperation with the **CHÚ SAV** (Slovak Academy of Sciences) and the company **Procter & Gamble**. The research was also part of the research work conducted in addressing challenges for **Výskumný ústav zeleninársky, s.r.o.** and **CHEMOSVIT, a.s** in terms of isolation of dyes from plants and dyeing of the textile substrate.

LABORATÓRIUM SPEKTRÁLNYCH METÓD
SPECTRAL METHODS LABORATORY

Činnosť laboratória je zameraná na stanovenie fyzikálnych vlastností materiálov, základné rozbory pôd, vôd a iných zložiek životného prostredia, semikvantity prvkov, identifikáciu textilných výstužných materiálov, štúdium emulzií v rozlíšení 20 - 1 000 x, meranie remisie hladkých, nelesklých povrchov, absorbanciu, resp. transmitanciu kvapalných látok v kyvetách. K dispozícii je možnosť merať transmisné a absorpčné spektrá v UV a VIS oblasti, meranie belosti vlákien a tkanín.

Prístrojové vybavenie:
- Leukometer - (Carl Zeiss Jena)
- Specord UV VIS
- Spekol 10 s nástavcom EK 1 (Carl Zeiss Jena); s nástavcom R 45/0 (Carl Zeiss Jena)
- Mikroskop KAPA 3000 M
- Atómový absorpčný spektrofotometer AAS3, Carl Zeis Jena s dvoj- a jednolúčovým režimom s kompenzáciou pozadia UV/VIS a emisným režimom
- Nis -Elements AR 2.30 - svetelný mikroskop Nicon, CCD kamera s detektorom s rozlíšením 1 392 x 1 040 pixelov, softvér Nis -Element a PC

Skúšobné metódy:
- Stanovenie absorbancie vôd pri 254 nm a iné
- Stanovenie obsahu pigmentov v polyméroch a prírodných substrátoch
- Meranie remisie hladkých, nelesklých povrchov
- Atómové a emisné stanovenie nasledujúcich prvkov: Na, K, Cu, Co, Cr, Fe, Mn, Ni, B, Ca, Ti, Ge, Zr, Al, Ba, Si, D_2HK, Pb, Mg, Zn, Ag, D_2
- Sledovanie, snímanie a archivovanie hrubej povrchovej štruktúry vlákna, priadze, tkaniny, pleteniny a netkanej textílie v prechádzajúcom a dopadajúcom svetle
- Ručné alebo automatické meranie priemeru vlákien kruhového prierezu

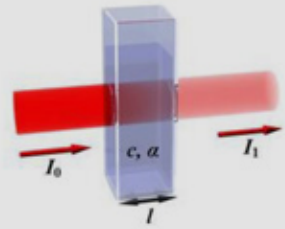
The laboratory focuses on the determination of the physical properties of materials, basic analyses of soil, waters and other environmental components, the semiquantity of elements, the identification of textile reinforcing materials, the emulsion study in resolution 20-1000x, the measurement of the remission of smooth, matte surfaces, the measurement of the absorbance and transmittance of liquids in cuvettes. It is possible to measure transmission and absorption spectra in the UV-VIS region, measuring the brightness of fibre textile and fabrics.

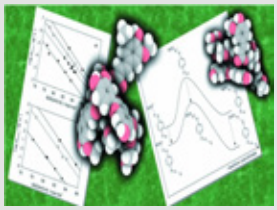
Instrumentation:
- Leukometer - (Carl Zeiss Jena)
- Specord UV VIS
- Spekol 10 with accessory EK 1 (Carl Zeiss Jena); with accessory R 45/0 (Carl Zeiss Jena)
- Microscope KAPA 3000 M
- Atomic absorption spectrophotometer AAS3, Carl Zeiss Jena with single and dual beam mode, background compensation UV/VIS and emission mode
- Nis -Elements AR 2.30 - optical microscope Nikon, CCD camera with detector with resolution of 1392x1040 pixels, software Nis -Element and a PC

Test methods:
- determination of water absorbency at 254 nm and other
- determination of content of pigments in polymers and natural substrates
- measurement of remission of smooth, matte surfaces
- atomic and emission detection of the following elements: Na, K, Cu, Co, Cr, Fe, Mn, Ni, B, Ca, Ti, Ge, Zr, Al, Ba, Si, D_2HK, Pb, Mg, Zn, Ag, D_2
- monitoring, recording and archiving of rough surface structure of fibres, yarns, fabrics, knitted fabrics and nonwovens in transmitted and incident light

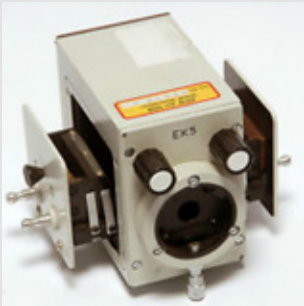
Leukometer (Carl Zeiss Jena)
Leukometer (Carl Zeiss Jena)

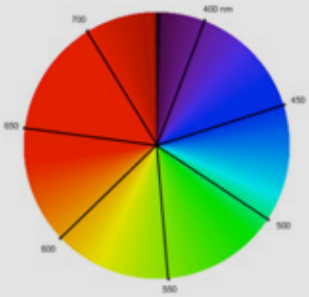
Specord UV VIS
Specord UV VIS





Spekol 10 (Carl Zeiss Jena)
Spekol 10 (Carl Zeiss Jena)



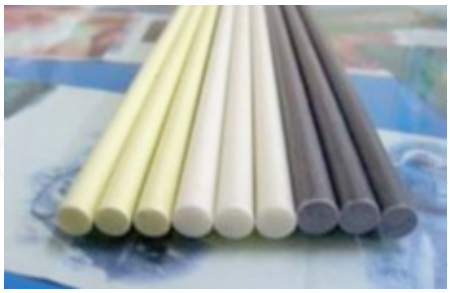


- Ručné alebo automatické meranie priemeru priadze
- Merania plochy pórov v tkanine
- Určenie zmesovacieho pomeru dĺžkových a plošných textílií pre zmesové komponenty rozpoznateľné na základe povrchovej štruktúry
- Analýza odpadových, technologických a úžitkových vôd a iných environmentálnych zložiek

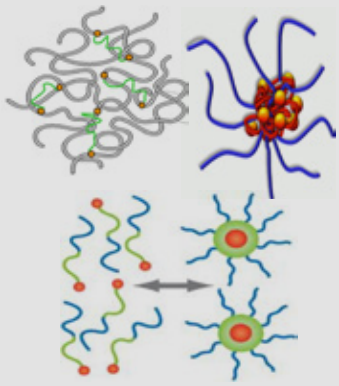
Výsledky a štúdie:
Stanovenie kolority skla s využitím rovnomerného farebného priestoru CIELAB meraním transmisného spektra sa uskutočnilo pre **RONA, a.s., Lednické Rovne**. Optimalizácia procesu výroby porézneho SiO_2 z Mikrosilica-Sioxidu s cieľom dosiahnuť produkty vhodné na prípravu gumárenských zmesí plnených SiO_2 sa realizovalo pre **Matador Holding, a.s., Istebné**. Stanovenie spektrálnych vlastností nových komplexov na báze ťažkých kovov - adhezíva, urýchľovače sírnej vulkanizácie sa realizovalo pre potreby **Matador, a.s., Púchov**. Možnosti ekologizácie výroby olovnatého kryštáľu recykláciou prachu zo spalinových filtrov boli riešené pre **Slovglass, a.s., Poltár**. Chemická analýza vzorky kondenzátu z termickej analýzy, stanovenie Na_2O, K_2O, Fe_2O3, Al_2O_3, CaO, MgO pre **Skloplast: A Johns Manville Company, a.s., Trnava**. Meranie priemeru polyesterových vlákien a zmesovacieho pomeru na výplnkových materiáloch určených do vankúšov a paplónov pre **Áčko, a.s., Ružomberok**, meranie pórovitosti, snímanie obrazov vlákien, nití a pletenín pre **Fibrochem Svit, a.s.** Stanovenie spektrálnych vlastností vybraného adhezíva bolo realizované pre potreby **Continental Matador Truck Tires, s.r.o., Púchov.**

- manual or automatic measurement of fibre diameter of a circular cross section
- manual or automatic measurement of yarn diameter
- measurement of the surface of pores in the fabric
- determination of the mixing ratio of fibre textile and fabrics for mixed components recognizable on the basis of their surface structure
- analysis of waste, technological and industrial waters and other environmental components

Results and case studies:
Determination of glass colouring using a uniform colour space CIELAB by measuring the transmission spectrum was performed for **RONA, a.s. Lednické Rovne**. Optimization of the production process of a porous SiO_2 from microsilica-Sioxide to achieve products suitable for the preparation of rubber mixtures filled with SiO_2 was performed for **Matador Holding, a.s. Istebné.** Determination of the spectral properties of new complexes based on heavy metals - adhesives, sulphur vulcanization accelerators was performed for **Matador a.s. Púchov.** Ecologisation options of lead crystal production by recycling dust from the flue gas filters was performed for **Slovglass, a.s. Poltár**. Chemical analysis of condensate sample from thermal analysis, determination of Na_2O, K_2O, Fe_2O_3, Al_2O_3, CaO, MgO for **Skloplast: A Johns Manville Company, a.s. Trnava**. Measuring the diameter of polyester fibres and mixing ration for pillow and quilt filling material for **Áčko a.s. Ružomberok**, porosity measurement, fibre, yarn and knitted fabric image recording for **Fibrochem Svit, a.s.** Determination of the spectral properties of the selected adhesive was performed for **Continental Matador Truck Tires, s.r.o. Púchov.**



LABORATÓRIUM POLYMÉROV
SPECTRAL METHODS LABORATORY



Činnosť laboratória je zameraná na **prípravu syntetických polymérov** a polymérnych zmesí zložených zo syntetických alebo prírodných polymérov rôznymi technikami a spôsobmi v laboratórnom meradle (cca do 200 g). Zameriavame sa na **výskum** a **vývoj** procesov prípravy **chemických látok, nových polymérnych látok** a ich formulácií, výskum **kompozícií gumárenských zmesí, kompatibilizačných** a **väzbových činidiel** pre kompozitné polymérne výrobky, **optimalizácie** chemicko-technologických procesov.

Prístrojové vybavenie:
- Mechanické miešadlá s reguláciou otáčok IKA RW
- Variče s reguláciou
- Laboratórna sušiareň s reguláciou teploty (40 - 120 °C)
- Vodný kúpeľ Julabo s objemom 8 l a reguláciou teploty (5 - 120 °C)
- Výveva dvojkomorová elektrická
- Vodný/olejový termostat

Skúšobné metódy:
- stanovenie základných vlastností polymérov a surovín potrebných na prípravu zmesí (hustota, mólová hmotnosť, brómové číslo, jódové číslo, viskozita)
- základná charakteristika polymérov a organických zlúčenín (stanovenie obsahu kryštalického podielu, stanovenie obsahu aktívnej látky)
- čistenie kvapalných zmesí destiláciou (za atmosférického tlaku, za zníženého tlaku)

Výsledky a štúdie:
Cieľom prác bolo nájsť účinnejšie a ekologicky priateľné komponenty do gumárskych zmesí alebo riešiť proces výroby kyseliny dusičnej bez amoniaku. Výskum bol obsahovou náplňou a súčasťou

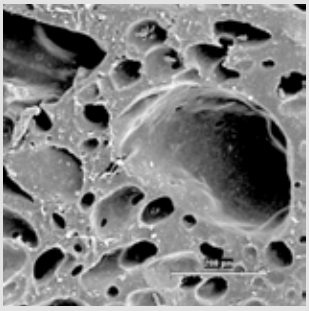
The laboratory focuses on **preparation of synthetic polymer** and **polymer mixtures** made of synthetic or natural polymers by various techniques and methods in a laboratory scale (up to ca. 200g). We focus on the **research** and **development** of processes for preparation of **chemicals, new polymeric substances** and their formulas, research of **rubber mixtures compositions, compatibilisers** and **coupling agents** for composite polymer products, **optimization** of chemical-technological processes.

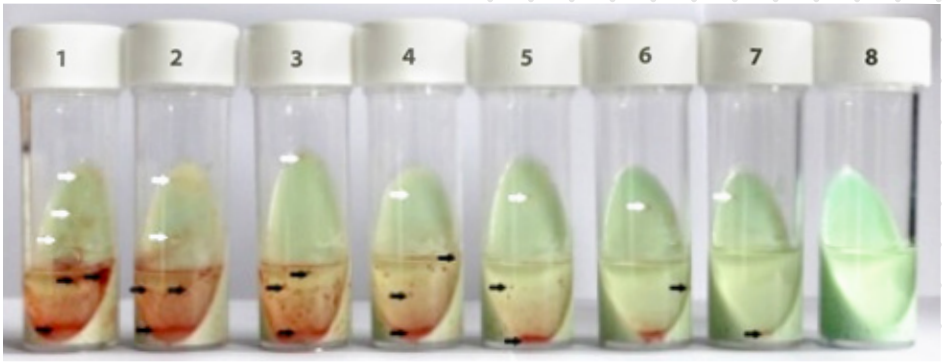
Instrumentation:
- mechanical stirrer with speed control IKA RW
- cookers with regulation
- laboratory oven with temperature control (40 - 120 ° C)
- Julabo water bath with a volume of 8 l and temperature control (5-120 ° C)
- dual-chamber electrical vacuum pump
- water / oil thermostat

Test methods:
- determination of the basic properties of the polymers and materials needed for the preparation of mixtures (density, molar mass, bromine value, iodine value, viscosity)
- basic characterization of polymers and organic compounds (determination of the crystallization rate, determination of the active substance content)
- cleaning of liquid mixtures by distillation (atmospheric pressure, under reduced pressure)

Results and case studies:
The goal was to find a more effective and environmentally more acceptable components in rubber mixtures, or to address the process of ammonia free nitric acid production. The research was

FAKULTA PRIEMYSELNÝCH TECHNOLÓGIÍ V PÚCHOVE
THE FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGIES IN PÚCHOV





riešenia výskumných prác realizovaných na pracovisku v rámci riešenia projektov typu **VEGA, APVT, VTP** v oblasti polymérov a organických látok v spolupráci s **ÚP SAV** a **fy BorsodChem MCHZ , s.r.o., Ostrava., Slovnaft, a.s., Vegum, a.s.**

a part of work within the project type **VEGA, APVT, VTP** in the field of polymers and organic matter in cooperation with **ÚP SAV** and companies **BorsodChem MCHZ s.r.o. Ostrava., Slovnaft, a.s., Vegum, a.s.**

LABORATÓRIUM GUMY A PLASTOV
RUBBER AND PLASTICS LABORATORY

Laboratórium je zamerané na vývoj gumárenských receptúr a prípravu vybraných polymérnych zmesí a kompozitov s predpokladanými dobrými úžitkovými vlastnosťami so zameraním na materiály určené pre spotrebiteľský priemysel. Na prípravu zmesí sa používajú rôzne technologické postupy - jednostupňový alebo viacstupňový, na rôznych zariadeniach (v uzavretej komore, na otvorenom dvojvalci) pri rôznych teplotách (cca 50 - 150 °C) a testovanie ich fyzikálno-mechanických, reologických vlastností.

Prístrojové vybavenie:

- Laboratórny dvojvalec 300 x 300 mm
- Hydraulický vulkanizačný lis dvojetážový BUZULUK a vulkanizačné formy
- Miešací prístroj Plasti-corder PLV 151-Brabender s reguláciou otáčok a teploty do 200 °C
- Reometer Monsanto 100 s digitálnym prevodníkom (digitálny výstup)
- Hrúbkomery
- Zariadenie na meranie odrazovej pružnosti

The laboratory is focused on the development of rubber mixture formulas and preparation of selected polymer blends and composites with the anticipated suitable performance characteristics with a focus on materials intended for consumer industry. For preparation of compositions, various technological processes are used - one-stage or multi-stage, on different devices (in a closed chamber, the open two-roll mill) at different temperatures (approximately 50 - 150 °C) and the testing of their physical-mechanical, rheological properties.

Instrumentation:

- two-roll mill 300 x 300 mm
- hydraulic vulcanization two-storey BUZULUK press and vulcanizing moulds
- mixing device Plasti-Corder PLV-151 Brabender with rotation control and temperatures up to 200 °C
- Monsanto 100 rheometer with a digital converter (digital output)
- Thickness measurement apparati

- Mechanická, ručná vysekávačka skúšobných telies a matrica na vysekávanie vzoriek pre skúšku na trhačke
- Sušička elektrická s reguláciou teploty od ±5 °C do 250 °C s možnosťou vákua do -0,1 MPa
- Ručný tvrdomer IRHD
- Trhačka Zwick do 2,5 kN
- Trhačka Zwick do 5 kN
- Instron 4466 do 10 kN s digitálnym výstupom

- device for measuring the resilience
- mechanical, hand cutter of testing specimens and a matrix for cutting out samples for shredder testing
- electric dryer with temperature regulation ± 5 °C to 250 °C with vacuum option to -0.1 MPa
- handheld hardness tester IRHD
- Zwick shredder to 2.5 kN
- Zwick shredder to 5 kN
- Instron 4466 to 10 kN with digital output

Skúšobné metódy:

- Stanovenie vulkanizačných charakteristík gumárenských zmesí
- Stanovenie základných fyzikálnych a mechanických vlastností vulkanizátov (tvrdosť, pevnosť, ťažnosť, odrazová pružnosť)
- Stanovenie špeciálnych vlastností vulkanizátov
- stanovenie termo-oxidačného starnutia

Test methods:

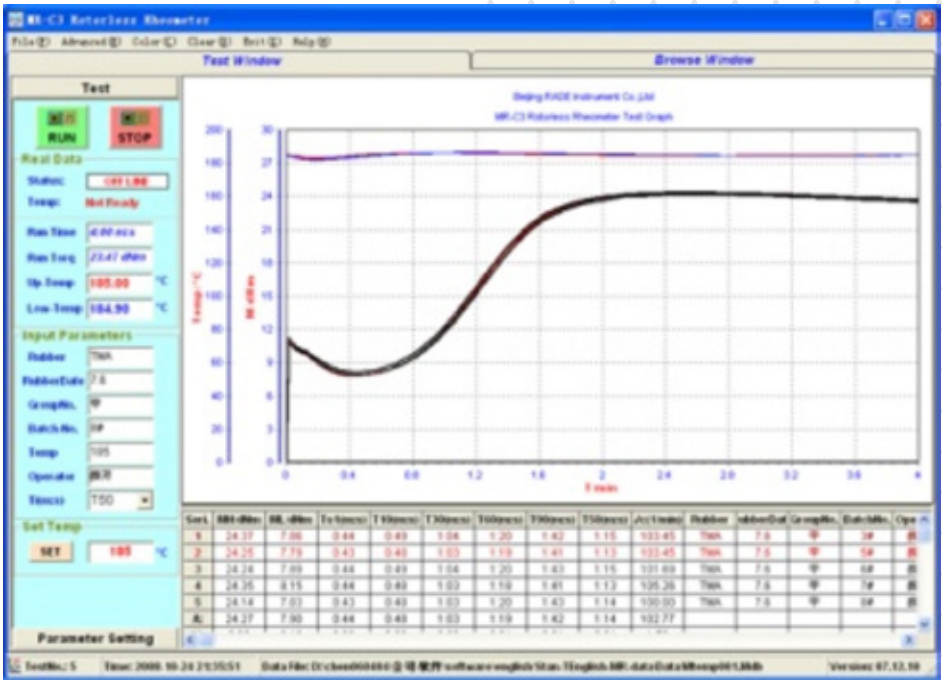
- determination of vulcanization characteristics of rubber mixtures
- determination of basic physical and mechanical properties of vulcanisates (hardness, strength, elongation, resilience)
- determination of the special properties of vulcanisates
- determination of thermo-oxidative aging

Výsledky a štúdie:

Zámerom výskumných prác bolo hlavne pre-

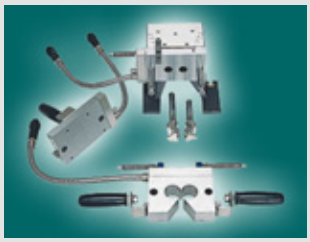
Results and case studies:

The goal of the research work was to study

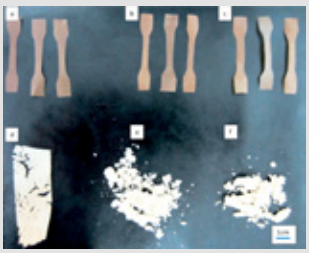


Reometer Monsato 100 s digitálnym prevodníkom

Monsato 100 rheometer with a digital converter

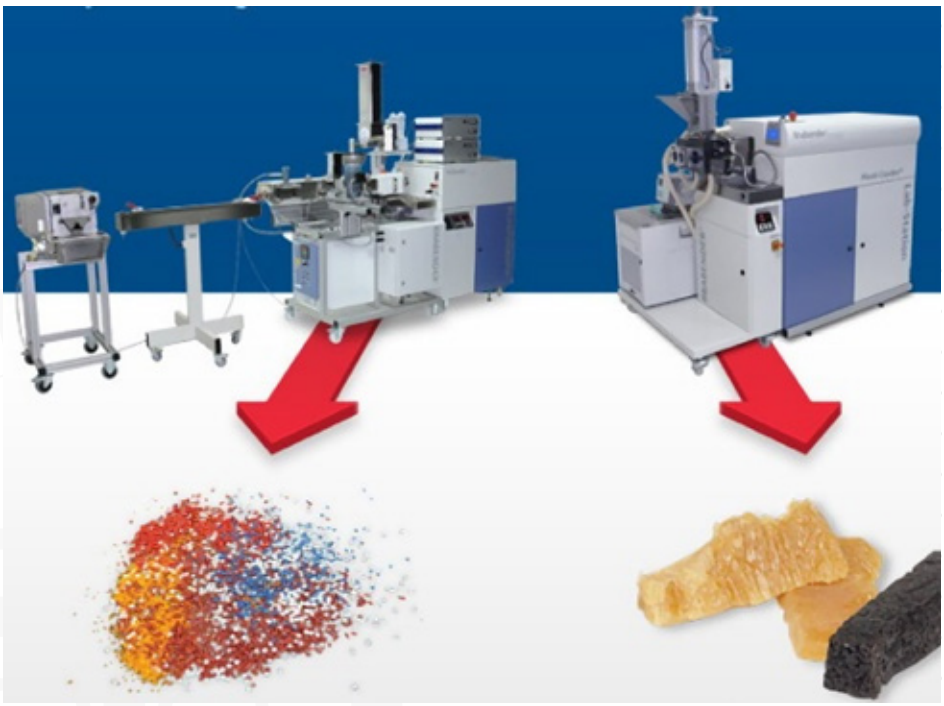


FAKULTA PRIEMYSELNÝCH TECHNOLÓGIÍ V PÚCHOVE
THE FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGIES IN PÚCHOV



študovanie spracovateľských vlastností, vulkanizačných charakteristík, mechanických vlastností pripravených elastomérnych zmesí v spolupráci s **ÚP SAV a Continental Matador Truck Tires, s.r.o.**, alebo overiť opätovné použitie recyklátu TPE vo výrobe, pomocou skúmania fyzikálno-mechanických, reologických vlastností v spolupráci so **SaarGummi Slovakia, s.r.o.**, laboratórne skúšky gumy - vulkanizačné charakteristiky pre **Delta Electronics, s.r.o.**, lisovanie pogumovanej textílie sa realizovalo v spolupráci s **Univerzitou Pardubice**. Možnosti ekologizácie výroby nánosových zmesí pre nákladné autoplášte boli riešené v spolupráci s firmou **Continental Matador Truck Tires, s.r.o.** Hodnotenie spracovateľských, mechanických, termických vlastností a optimalizácia podmienok a zloženie na prípravu EPDM zmesí sa riešili v spolupráci so **SaarGummi Slovakia, s.r.o.** Miešanie a vývoj nových zmesí pre automobilové tesnenia sa uskutočnilo v spolupráci s **Dongil rubber belt Slovakia, s.r.o.** Vývoj nových zmesí na tesnenia leteckých motorov v spolupráci s **Leteckou fakultou TU Košice**.

the particular processing properties, vulcanisation characteristics, mechanical properties of prepared elastomeric compounds in partnership with **ÚP SAV a Continental Matador Truck Tires s.r.o.**, or to verify the re-use of TPE recycled material in the production process by examining the physical and mechanical properties, rheological properties, in cooperation with **SaarGummi Slovakia s.r.o.**, laboratory tests of rubber - vulcanisation characteristics for **Delta Electronics, s.r.o.**, pressing of rubber coated fabric was performed in partnership with **Univerzita Pardubice**. Options of ecologisation of truck tire coating mixtures production has been addressed in collaboration with company **Continental Matador Truck Tires s.r.o.** Evaluation of processing, mechanical, thermal properties and optimization of conditions and the composition for the preparation of EPDM mixtures were addressed in partnership with **SaarGummi Slovakia s.r.o.** Stirring and development of new mixtures for automotive sealings was conducted in collaboration with **Dongil rubber belt Slovakia s.r.o.** The development of new mixtures for aircraft engines sealings in cooperation with **Letecká fakulta TU Košice**.



LABORATÓRIUM FYZIKÁLNYCH METÓD
PHYSICAL METHODS LABORATORY

Činnosť laboratória je zameraná na meranie Littletonovho bodu mäknutia skiel a štúdium termickej stability látok, termickej degradácie a rozkladu anorganických, organických látok, polymérov s prihliadnutím k použitým finálnym metódam analýz a k štatistickému spracovaniu dát. Analýza sklovitých materiálov a surovín pre ich výrobu je zameraná do oblasti silikátov, skiel a surovín.

Activities in this laboratory are focused on measurement of Littleton softening point of glass and the study of thermal stability of substances, thermal degradation and decomposition of inorganic, organic compounds, polymers, considering methods of final analysis used and statistical data processing. Analysis of vitreous materials and raw materials for their production is focused on silicates, glass and raw materials.

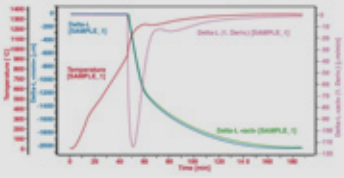
Prístrojové vybavenie:
- Zariadenie na meranie Littletonovho bodu mäknutia KZ-35
- Dilatometer Chevenard
- Derivatograf MOM

Skúšobné metódy:
- Meranie Littletonovho bodu mäknutia skla
- Meranie dilatometrickej transformačnej teploty skla
- Meranie DTA a TG
- Degradačné procesy, zmeny hmotnosti

Instrumentation:
- apparatus for measuring Littleton softening point KZ-35
- dilatometer Chevenard
- derivatograph MOM

Test methods:
- measurement of Littleton softening point of glass
- measurement of dilatometric glass transformation temperature
- measurement of DTA and TG
- degradation processes, changes in weight

Dilatometer Chevenard
Dilatometer Chevenard

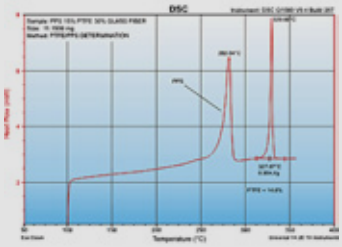


FAKULTA PRIEMYSELNÝCH TECHNOLÓGIÍ V PÚCHOVE
THE FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGIES IN PÚCHOV

Výsledky a štúdie:
Výskumné práce boli zamerané na chemickú analýzu vzoriek kondenzátu z TA, stanovenie obsahu SiO_2, B_2O_3, F^-, SO_4^{2-}, Na_2O, K_2O, Fe_2O_3, Al_2O_3, CaO, MgO, vlhkosti a stanovenie Littletonovho bodu mäknutia skla pre **Skloplast: A Johns Manville Company, a.s., RONA**. Rozklady skiel na stanovenie zloženia skloviny pre sklárne, rozklady sklenených korálikov na stanovenie zloženia v spolupráci s **Archeologickým ústavom SAV Nitra**, stanovenie fluoridov v sklovine pre sklársky priemysel.

Results and case studies:
The research work focused on the chemical analysis of samples of condensate from TA, determination of SiO_2, B_2O_3, F^-, SO_4^{2-}, Na_2O, K_2O, Fe_2O_3, Al_2O_3, CaO, MgO contents, humidity and determination of Littleton softening point of glass for **Skloplast: A Johns Manville Company, a.s. RONA**. Decomposition of glasses to determine the composition of the glass for glassworks, decomposition of glass beads to determine their composition in cooperation with **Archeologický ústav SAV Nitra**, determination of fluoride in glass for glass industry.

LABORATÓRIUM TERMICKEJ ANALÝZY
THERMAL ANALYSIS LABORATORY



Činnosť laboratória je zameraná na skúmanie termoanalytických vlastností širokej škály materiálov a kompozitov v rozsahu teplôt 30 - 600 °C v inertnej atmosfére. Experimenty umožňujú študovať kinetiku procesov (kinetiku kryštalizácie polymérov, kinetiku vulkanizácie elastomérov a pod.), tepelnú vodivosť a degradáciu materiálov. Step-scan umožňuje sledovať fázové prechody polymérov. Metódu DSC možno použiť na meranie teplotných a entalpických veličín materiálov, stanovenie oxidačných stabilít a čistoty materiálov.

Prístrojové vybavenie:
- Pyris Diamond DSC, presnosť ± 0,1 °C/± 0,01 °C

Skúšobné metódy:
- Stanovenie termických charakteristík tuhých látok a zmesí
- Štúdium fázových prechodov materiálov
- Testovanie kvality materiálov
- štúdium charakteristických teplôt materiálov

Výsledky a štúdie:
Výskum bol zameraný na meranie termickej

The activities of this laboratory are focused on examination of the thermoanalytical characteristics of a wide range of materials and composites in the temperature range of 30 - 600 °C in an inert atmosphere. Experiments allow studying kinetics of processes (crystallization kinetics of polymers, elastomers vulcanization kinetics, etc.), thermal conductivity and degradation of materials. Step-scan allows monitoring the phase transitions of polymers. DSC method may be used to measure the temperature and enthalpy values of materials, and determination of oxidation stability and purity of materials.

Instrumentation:
- Pyris Diamond DSC, accuracy of ± 0.1 °C/± 0,01 °C

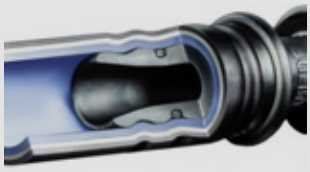
Test methods:
- determination of thermal characteristics of solid substances and mixtures
- study of phase transitions of materials
- quality testing of materials
- study of characteristic temperatures of materials

Results and case studies:
The research was aimed at the measurement of

stability elastomérnych zmesí plnených silikou, charakteristických teplôt pre rezorcinol a montmorillonity pre Continental Matador Truck Tires, s.r.o., zisťovanie charakteristických teplôt pre elastomérne zmesi s obsahom plniva na báze uhlíkových nanorúrok v spolupráci s DANUBIA Nanotech, s. r. o., pobočka MAX PLANCK Institut Stuttgart., zisťovanie termickej stability autotextílií v spolupráci s VW Nemecko, meranie charakteristických teplôt fólií, hadíc, textílií, prímesí do gúm pre Vipotest, s.r.o. Taktiež bol skúmaný vplyv zloženia adhezívneho systému na kinetiku vulkanizácie v spolupráci s Matador, a.s., Púchov a riešený predohrev sklárskej vsádzky pre potreby RONA, a.s., Lednické Rovne a Slovglass, a.s., Poltár.

the thermal stability of silica-filled elastomeric compounds, characteristic temperatures for resorcinol and montmorillonites for Continental Matador Truck Tires, s.r.o., detection of characteristic temperatures for elastomeric mixtures containing fillers based on carbon nanotubes in partnership with DANUBIA Nanotech, s. r. o., branch of MAX PLANCK Institut Stuttgart., detection of thermal stability of automotive textiles in collaboration with VW Germany, measurement of the characteristic temperatures of foils, hoses, fabrics, rubber additives for Vipotest, s.r.o. We also studied the impact of adhesive system composition on the kinetics of vulcanization in partnership with Matador, a.s. Púchov and addressing the glass batch preheating for RONA, a.s. Lednické Rovne a Slovglass, a.s. Poltár.

Dilatometer Chevenard
Dilatometer Chevenard



ŤAŽKÁ SKÚŠOBŇA
MECHANICAL & TECHNOLOGICAL LABORATORY

Laboratórium umožňuje realizovať testovanie fyzikálnych a mechanických vlastností elastomérov, plastov, kovových materiálov a kompozitov, ako aj Creep testy rôznymi metódami.

Prístrojové vybavenie:
- Trhací stroj FP 10/1 - maximálna skúšobná kapacita: 10 KN
- Trhací stroj TIRATEST 2300 - maximálna skúšobná kapacita: 100 KN
- Trhací stroj HOUNSFIELD H20K-W - maximálna skúšobná kapacita: 20 KN
- Trhací stroj INSTRON 6020 - maximálna skúšobná kapacita: 100 KN
- Creepove jednotky 3/3- tri pecné agregáty do 800 °C, 30 KN
- Stroj pre únavové skúšky SCHENCK - meranie únavových charakteristík v ohybe za rotácie
- Tvrdomer LUCZNIK - meranie tvrdosti kovov metódou ROCKWELL
- Tvrdomer WALLACE - meranie tvrdosti gumy v jednotkách IRHD
- Tvrdomer ZWICK - meranie tvrdosti gumy

This laboratory allows testing of physical and mechanical properties of elastomers, plastics, composites, metal materials, as well as various methods of creep tests.

Instrumentation:
- Tensile tester FP 10/1 - maximum test capacity: 10KN
- Universal testing machine TIRATEST 2300 - maximum test capacity: 100KN
- Tensile tester HOUNSFIELD H20K-W - maximum test capacity: 20KN
- Tensile tester INSTRON 6020 - maximum test capacity: 100KN
- Creep units 3/3- three furnaces up to 800°C, 30 KN
- Fatigue tester SCHENCK - measuring the bending fatigue characteristics with rotation
- Hardness Tester LUCZNIK - measurement of metal hardness by ROCKWELL method
- Hardness Tester WALLACE - measurement of rubber hardness in IRHD units
- Hardness Tester ZWICK - measurement of

v jednotkách SHORE A
- Prístroje na meranie rozmerov skúšobných vzoriek

Skúšobné metódy:
- Skúška ťahom kovových materiálov
- Stanovenie ťahových vlastností gumy, plastov, tupých zvarových spojov
- Skúška ťahom zvarového kovu tavných zvarových spojov v pozdĺžnom smere
- Skúška ťahom plechov, pásov a pruhov hrúbky od 0,1 - 0,5 mm
- Skúška rúrok ťahom
- Metódy skúšania cementu. Stanovenie pevnosti
- Skúšky tečenia za vyšších teplôt
- Skúšky únavy kovov. Metodiky
- Meranie tvrdosti podľa ROCKWELLA - stupnica A,B,C
- Stanovenie tvrdosti gumy vtláčaním hrotu vreckových tvrdomerov (meranie tvrdosti v jednotkách IRHD)
- Stanovenie tvrdosti gumy, plastov, ebonitu vtlačovaním hrotu tvrdomera (meranie tvrdosti tvrdomera v jednotkách SHORE A)
- Skúšanie plastov. Stanovenie modulu pružnosti zo skúšky ťahom, tlakom a ohybom
- Deštruktívne skúšky zvarov kovových materiálov
- Skúšky lámavosti

Výsledky a štúdie:
Zámerom výskumných prác bolo stanoviť mechanické vlastnosti vzoriek ocele pre Siemens automobilové systémy, s.r.o., vplyv orientácie výstužného materiálu na pevnosť dlhovláknitých kompozitov a lepených spojov z polykarbonátu pre FORM, s.r.o., skúšku ťahom azbestových pásov a tesnení HDU pre letecký motor DV2 pre PS Letecké motory, a.s., pevnosť v ťahu a pevnosť v ohybe pre dodané vzorky elektrografitov pre Elektrokarbon Topoľčany, a.s., hodnotenie mechanických vlastností lepených spojov pre rôzne lepidlá a rôzne typy adhezív pre IMC SLOVAKIA, s.r.o., stanovenie pevnosti v šmyku pri namáhaní v ťahu na dodaných vzorkách lepených spojov plastov a kompozitov pre UNI-TECH, s.r.o.

rubber hardness in SHORE A units
- Apparati for measuring the dimensions of test specimens

Test methods:
- tensile testing of metallic materials
- determination of tensile properties of rubber, plastics, butt welded joints
- tensile test of melt weld metal of welded joints in the longitudinal direction
- tensile test of sheets, strips and bands of thickness from 0.1 to 0.5 mm
- tensile test of tubes
- methods of testing cement. Determination of strength
- creep test at higher temperatures
- fatigue testing of metals. Methodologies
- hardness measurement according to Rockwell - A, B, C scale
- determination of indentation rubber hardness by applying pressure with a tip of an indentor (hardness in IRHD units)
- determination of the hardness of rubber, plastic, ebonite by applying pressure with a tip of an indentor (hardness indentor on the Shore A)
- testing of plastics. Determination of modulus of tensile testing, compression and bending
- destructive tests of metallic materials welds
- brittleness tests

Results and case studies:
The aim of the research work was to determine the mechanical properties of steel samples for Siemens automobilové systémy s.r.o., the influence of the orientation of the reinforcing material on the strength of long-fibre composites and bonded polycarbonate joints for FORM s.r.o., tensile test of asbestos strips and HDU seals of DV2 aircraft engine for PS Letecké motory a.s., tensile strength and flexural strength of electrographite samples for Elektrokarbon Topoľčany a.s., evaluation of mechanical properties of bonded joints for different adhesives and different types of adhesives for IMC SLOVAKIA s.r.o., determination of shear strength under tension for the supplied samples of bonded joints of plastics and composites for UNI-TECH, s.r.o.

LABORATÓRIUM TEPELNÉHO SPRACOVANIA
HEAT TREATMENT LABORATORY

Činnosť laboratória je zameraná na tepelné spracovanie materiálov, hlavne žíhanie kovových a nekovových materiálov, tavenie skla a vypaľovanie s programovým režimom. Pri štúdiu sa zameriavame hlavne na určenie dotykového uhla na rozhraní podložka - zatuhnutá sklenená kvapka - plynná atmosféra.

Prístrojové vybavenie:

- Komorová pec KOII na tepelné spracovanie materiálov do 1 550 °C s programovateľným regulátorom rastu teploty a výdrže na zvolenej teplote - REMARK M
- Muflová pec na tepelné spracovanie materiálov do 900 °C s programovateľným regulátorom rastu teploty a výdrže na zvolenej teplote - REMARK M
- Rúrková pec na tepelné spracovanie materiálov do 1 450 °C s programovateľným regulátorom rastu teploty a výdrže na zvolenej teplote - REMARK M

Skúšobné metódy:

- Tavenie skla (teplota do 1 550 °C, výdrž na danej teplote do 48 h, nárast teploty 0,1- 25 °C.min^{-1}), chladenie skla zvoleným režimom
- Štúdium zmáčavosti sklovín, štúdium ich adhéznych vlastností
- Stanovenie objemu kvapky známej hmotnosti pri určitej teplote (metóda ležiacej kvapky)
- Stanovenie straty žíhaním
- Vypaľovanie vzoriek naprogramovaným režimom (teplota do 950 °C, výdrž na danej teplote do 48 h, nárast teploty 0,1-25 °C.min^{-1})

The activity of the laboratory is focused on heat treatment of materials, particularly annealing of metallic and non-metallic materials, glass melting and burning with a program mode. Our studies focus primarily on determining the contact angle at the interface - solidified glass drop - gaseous atmosphere.

Instrumentation:

- KOII chamber furnace for heat treatment of materials up to 1550 °C with a programmable temperature increase controller and temperature hold mode - REMARK M
- Muffle furnace for heat treatment of materials up to 900 °C with a programmable temperature increase controller and temperature hold mode - REMARK M
- Tube Furnace - the heat treatment of materials to 1450 °C with a programmable temperature increase controller and temperature hold mode - REMARK M

Test methods:

- glass melting (temperature up to 1550 °C, temperature hold on a selected temperature up to 48 h, temperature increase 0.1- 25 °C.min^{-1}), glass cooling in a selected mode
- study of wettability of glasses and their adhesion properties
- determination of the volume of a drop with a known mass at a specific temperature (sessing drop method)
- determination of annealing loss
- firing of samples in a programmed mode (temperature up to 950 °C, temperature hold on a selected temperature for 48 h, the temperature increase 0.1- 25 °C.min^{-1})

Komorová pec KOII
KOII chamber furnace

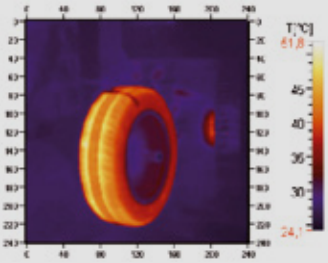
Muflová pec
Muffle furnace

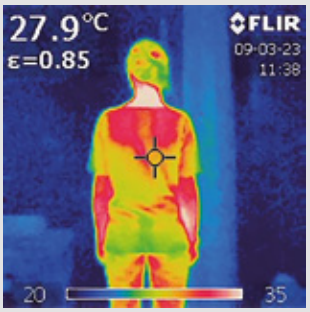
- tepelné spracovanie materiálov do uvedených teplôt

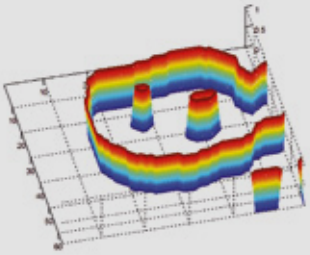
Výsledky a štúdie:
Zámerom výskumných prác bolo preštudovať tepelné spracovanie ocelí pre formy pre RONA, a.s., Lednické Rovne. Realizovala sa aj tepelná úprava odpadu z výroby ferosilícia v muflovej peci a pre Matador Holding, a.s., Istebné.

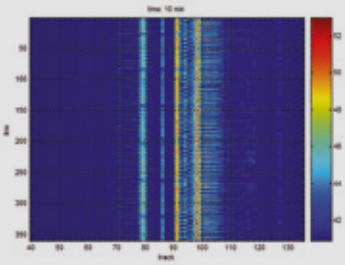
- heat treatment of materials up to the indicated temperatures

Results and case studies:
The aim of the research work was to study thermal treatment of mould steels for RONA, a.s. Lednické Rovne. We also realized thermal treatment of waste from the production of ferrosilicon in a muffle furnace for Matador Holding, a.s. Istebné.









LABORATÓRIUM TERMOFYZIKÁLNYCH MERANÍ A MATEMATICKÉHO MODELOVANIA
THERMO-PHYSICAL MEASUREMENT AND MATHEMATICAL MODELING LABORATORY

V laboratóriu možno vyšetrovať mechanické a tepelné vlastnosti konštrukčných materiálov a modelovať fyzikálne procesy v nich. Spektrum aplikácií je široké a výsledky sú aplikovateľné v priemysle, ale aj vo výskume. Dáta z DMA sa využívajú na testovanie mechanických vlastností polymérov za rôznych podmienok, napríklad zmena elasticity polymérov pri určitom type namáhania a deformácii alebo pri fluktuácii teplôt, miery zosieťovania polymérov ovplyvňujú viskozitu ich tavenín, stabilitu polymérov, alfa a beta relaxácie a ich aktivačné energie, postupnú zmenu rozmerov materiálu pri zaťažení, kinetiku chemických procesov, ako je vytvrdzovanie živíc, polymerizácie a sieťovanie, mechanické straty v materiály, relaxácie reťazcov polymérov.

Prístrojové vybavenie:
- PerkinElmer Diamond DMA (teplotný rozsah od -150 °C do 400 °C)
- Termovízny skener Vigo Systems (citlivosť 0,01 °C)
- Termovízna kamera FLIR Systems (ručná, citlivosť 0,1 °C)
- Experimentálna zostava RTL na meranie termofyzikálnych parametrov tuhých konštrukčných materiálov pulznou prechodo-

In this laboratory, it is possible to study mechanical and thermal properties of construction materials and to model physical processes in these materials. The range of applications is wide and the results are applicable in both industry and research. The DMA data are used to test the mechanical properties of polymers under various conditions, such as changes in the elasticity of polymers under a certain type of stress and deformation, or at fluctuating temperatures, the degree of crosslinking of polymers affects viscosity of their melts, polymer stability, alpha and beta relaxation, and their activation energies, step change of material's dimensions under load, kinetics of chemical processes, such as curing resins, polymerization and cross-linking, the mechanical losses in the material, relaxation of polymer chains.

- Instrumentation:
- PerkinElmer Diamond DMA (temperature range from - 150 °C to 400 °C)
- Thermal Imaging Scanner Vigo Systems (sensitivity 0,01 °C)
- Thermal Imaging camera FLIR Systems (hand held, sensitivity 0.1 °C)
- RTL experimental setup for measuring thermophysical parameters of solid construc-

vou metódou (teplotný rozsah od -20 °C do 70 °C)
- PC pracovná stanica so základným softvérovým vybavením (Windows 8, MS Office, Internet)

Skúšobné metódy:
- Meranie mechanických vlastností tuhých látok
- Meranie tepelných parametrov nízkovodivých materiálov
- Matematické modelovanie fyzikálnych procesov

Výsledky a štúdie:
Výskumné práce boli zamerané na preštudovanie dynamicko-mechanicko termických vlastností pripravených elastomérnych zmesí, elastomérnych zmesí plnených polysacharidmi v spolupráci s ÚP SAV, Continental Matador Truck Tires, s.r.o., a Leteckou fakultou TU Košice.

tion materials by pulse transient method (temperature range from -20 °C to 70 °C)
- PC workstation with basic software (Windows 8, MS Office, Internet)

Test methods:
- measurement of mechanical properties of solids
- measurement of thermal properties of low-conductive materials
- mathematical modelling of physical processes

Results and case studies:
Research work was aimed at the study of dynamic-mechanical thermal properties of the prepared elastomer mixtures, elastomeric mixtures filled with polysaccharides in cooperation with ÚP SAV, Continental Matador Truck Tires s.r.o. and Letecká fakulta TU Košice.

LABORATÓRIUM OBRÁBANIA
MACHINING LABORATORY

Základný strojový park umožňuje realizovať jednotlivé technológie z hľadiska delenia, obrábania a zvárania materiálov. V laboratóriu sa realizuje výskum obrábateľnosti materiálov, meranie zložiek reznej sily, monitorizácia obrábania, trvanlivosť reznej hrany, vznik a stav obrobeného povrchu, kontrola utvárania triesky.

Prístrojové vybavenie:
- Hrotový sústruh, typ: SV-18 -RA
- Fréza zvislá, typ: FSS 400-Y
- Vŕtačka stĺpová, typ: E 172 OF s maximálnym prierezom vŕtania 25 mm, maximálna vzdialenosť vŕtania od stola 640 mm, 16 rýchlostí
- Brúska stolová, dvojkotúčová, typ: BOSCH -GSM 200 D s brúsnym kotúčom Ø200 x 25, s priemerom upínacieho otvoru 32 mm
- Rozbrusovačka prenosná, typ: KDR 300

The basic machinery allows performing various technologies as cutting, machining and welding of materials. This laboratory conducts research of the machinability of materials, measurement of cutting force components, monitoring of machining, cutting edge durability, origin and condition of the machined surface, control of chip forming.

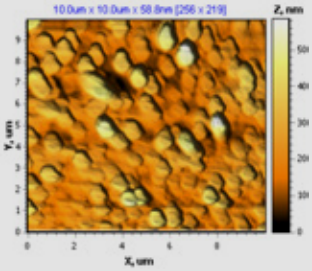
Instrumentation:
- Centre Lathe Type: TOS SV-18RA
- Vertical Milling Machine Type: FSS 400-Y
- Pillar Drilling Machine Type: E 172 OF with a maximum bore diameter of 25 mm, maximum drilling distance from the table 640 mm, 16 speed
- Double-wheeled Bench Grinder Type: BOSCH GSM 200 D with grinding wheel Ø200x25, with the grinding disc bore 32 mm
- Disc cutter Type: KDR 300TR with cutting

Vŕtačka stĺpová E 172 OF
Pillar Drilling Machine E 172 OF

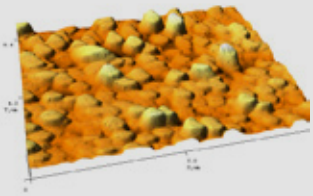
Fréza zvislá FSS 400 - Y
Vertical Milling Machine FSS 400 - Y

Atómový silový mikroskop NT - 206
Atomic force microscope NT - 206

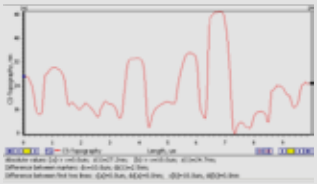
2d



3d



profil



TR s rezacími kotúčmi Ø300 x 32 x 3 mm, obvodová rýchlosť 80 m.s^{-1}
- Uhlová brúska, typ: BOSCH GWSP -125 CE s kotúčom priemeru 125 mm a otáčkami 2 800 - 11 000 min^{-1}
- Zváracia súprava na zváranie plameňom
- Zvárací agregát na zváranie elektrickým oblúkom v ochrannej atmosfére CO_2, typ: COMPAKT 141 AUTO

wheels Ø300x32x3 mm, circumferential speed 80 m.s^{-1}
- Angle Grinder Type: BOSCH GWSP -125 CE with a 125 mm diameter wheel and rotations 2800-11000 min^{-1}
- Gas welding kit
- Welding machine for electric arc welding with CO_2 gas shielding Type: COMPAKT 141 AUTO

LABORATÓRIUM ATÓMOVEJ MIKROSKOPIE
ATOMIC MICROSCOPY LABORATORY

Atómová silová mikroskopia (AFM) spolu s riadiacim programovým zabezpečením a prostriedkami spracovania je určená na meranie mikro a submikroreliéfu povrchov, objektov mikro a nanometrových rozsahov s vysokým rozlíšením. Oblasti použitia AFM sú fyzika pevných materiálov, tenkovrstvové technológie, nanotechnológie, mikro a nanotribológia, mikroelektronika, optika, výskum precíznej mechaniky, magnetické nahrávanie, vákuová technika atď. AFM je možné využiť vo vedeckých aj v priemyselných laboratóriách.

Prístrojové vybavenie:
- Atómový silový mikroskop NT-206
- Riadiaca jednotka
- PC

Skúšobné metódy:
- Skenovanie matrice - meranie vybranej plochy povrchu
- Dvojnásobné skenovanie - špeciálna SSM metodika umožňujúca skenovanie jednej plochy v dvoch smeroch na získanie najprv zobrazenia topografie a potom zobrazenia kontrastu
- Mnohovrstvové skenovanie - špeciálna metodika automatického merania súboru AFM slúžiaca na zobrazenie jednej plochy

Atomic force microscopy (AFM) together with the controlling software and processing tools focuses on measurement of micro and submicrorelief of surfaces, objects of micro- and nanometre ranges with high resolution. AFM can be applied in following areas: physics of solid materials, thin film technology, nanotechnology, micro and nanotribology, microelectronics, optics, research of precision mechanics, magnetic recording, vacuum technology etc. AFM can be used in academic as well as in industrial laboratories.

Instrumentation:
- Atomic force microscope NT-206
- Controlling unit
- PC.

Test methods:
- Mould scan - measuring a selected surface.
- Double scan - a special SSM methodology enabling scanning of one surface in two directions to obtain the topography first and then to display contrast.
- Multilayer scan - a special methodology of automatic measurement of AFM file serving to display one surface with different values of the parameter that determines the extent of console curvature.

s rôznymi hodnotami parametra určujúceho rozsah ohybu meracej konzolky

- Spektroskopia v bode - spektroskopické meranie vo vybranom bode meranej plochy. Funkcia silovej spektroskopie sa využíva na presné nastavenie meracieho systému (statická silová spektroskopia alebo meranie kriviek „sila - vzdialenosť") a tiež ako špeciálna metodika na získanie informácií o vlastnostiach a zložení povrchu vzorky (statická a dynamická silová spektroskopia)

Druhy zobrazenia:

- **Statický režim:**
  - Topography - topografia povrchu
  - Deflection - vychýlenie (ohyb) meracej sondy
  - Torsion - skrútenie (torzia) meracej sondy

- Dynamický režim:
  - Topography- topografia povrchu
  - Amplitude - amplitúda kmitov meracej sondy
  - Phase - fázový posuv meracej sondy

Výsledky a štúdie:

Výskumné práce boli zamerané na sledovanie morfológie, topografie - Rms drsnosť, priemerná výška nerovnosti, spektroskopie v bode - adhézna sila, tuhosť a vyšetrovanie modulov pružnosti v ťahu kaučukových zmesí s rôznymi plnivami (tmavé plnivá, svetlé plnivá, nanorúrky), plastov, ako sú polypropylén a polyetylén, TiO_2, SiO_2 a anorganicko-organických vrstiev pripravených zo sólov metódou sól-gél, kovových materiálov - meď, hliník, oceľ. Výskum bol obsahovou náplňou a súčasťou riešenia výskumných prác realizovaných na pracovisku v rámci riešenia projektov VEGA a APVT.

- Spectroscopy in point - spectroscopic measurements in the selected point of the measured surface. Force spectroscopy is used for precise adjustment of the measuring system (static force spectroscopy or curves measurements "force - distance"). Furthermore, it is used as a special methodology to obtain information about characteristics and composition of the sample surface (static and dynamic force spectroscopy).

Display modes:

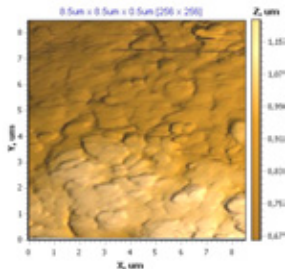
- Static mode:
  - Topography - surface topography
  - Deflection - bending of the measuring probe
  - Torsion - twisting (torsion) of the measuring probe

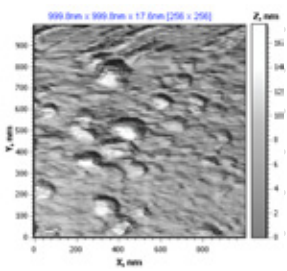
Dynamic mode:

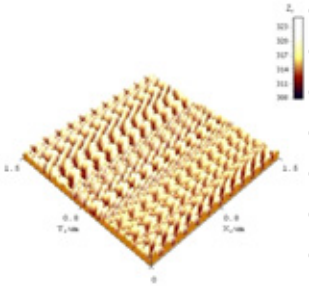
  - Topography- surface topography
  - Amplitude -oscillations' amplitude of the measuring probe
  - Phase - phase shift of the measuring probe

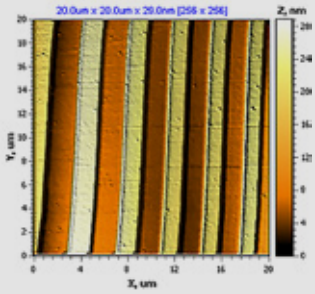
Results and case studies:

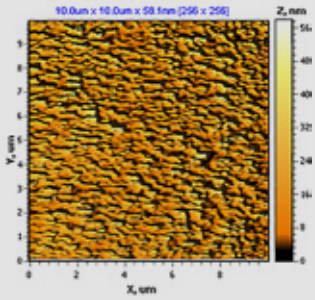
Research Studies aimed to examine the morphology, topography - RMS roughness, the roughness average, contact point spectroscopy - the adhesion force, rigidity, and analysis of the elasticity modules in rubber compounds with various fillers (dark fillers, white fillers, nanotubes), plastics such as polypropylene and polyethylene, TiO_2, SiO_2 and inorganic-organic layers prepared from sols based on sol-gel method, metal materials - copper, aluminium, steel. The research was a part of work within the projects VEGA and APVT.

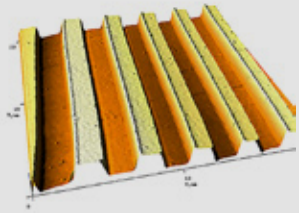


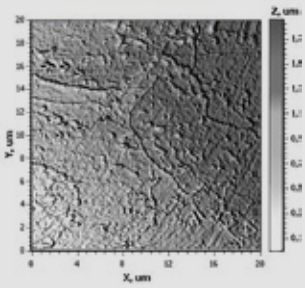


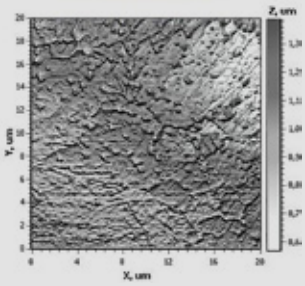






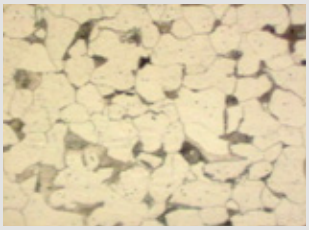


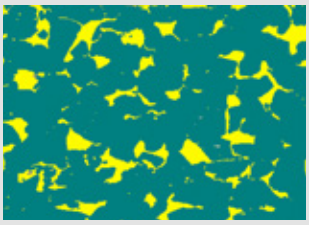


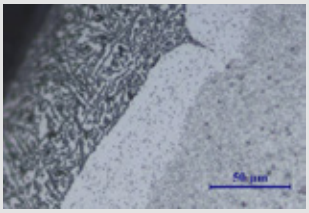


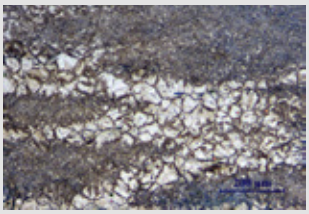
Vyhodnotenie percentuálneho obsahu jednotlivých fáz štruktúry
Determination of the content ratio of individual phases of a structure

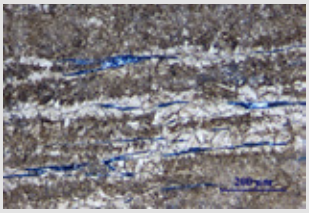
feriticko - perlitická štruktúra
ferritic - pearlitic structure











METALOGRAFICKÉ LABORATÓRIUM A METALOGRAFICKÁ PRÍPRAVOVŇA
METALLOGRAPHIC LABORATORY AND METALLOGRAPHIC PREPARATION ROOM

V metalografickom laboratóriu riešime problematiku kovových a nekovových materiálov, stavbu makro a mikroštruktúry, výskyt jednotlivých fáz všetkých typov ocelí až po antikorózne materiály, liatiny a rôzne typy farebných kovov. Zaoberáme sa aj hodnotením plastov, gumy, skla a textílií. Spracovávame analýzu vstupných materiálov pred výrobou súčastí, tepelne a chemicko-tepelne spracovaných materiálov, ochranných povlakov na jednotlivých materiáloch. Meriame hĺbky tepelne a chemicko-tepelne spracovaných povrchov, nanesených povlakov rôznych typov až po plazmové nástreky. Hĺbku ovplyvnenia mikroštruktúry určujeme metalograficky podľa zmeny mikroštruktúry jednotlivých fáz spôsobenej vplyvom tepelného a chemicko-tepelného spracovania a meraním priebehu tvrdosti podľa Vickersa pri rôznom zaťažení. Skúšky prebiehajú podľa európskych noriem. Určujeme percentuálny obsah jednotlivých fáz v mikroštruktúre.

Prístrojové vybavenie:

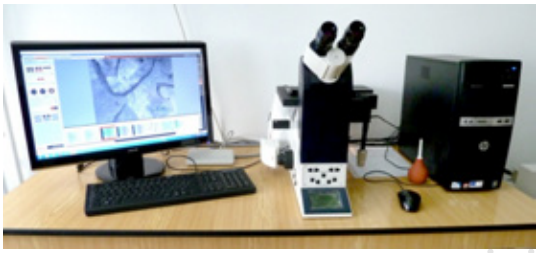
- Svetelný metalografický mikroskop DMI 5000 s programovým vybavením LAS 3.8 na prenose dát z mikroskopu do počítača
- Svetelné mikroskopy Jenaverty, mikroskop Neophot 21 a stereolupa binokulár do 45 x.
- Mikrotvrdomer V10 K/AQ na meranie tvrdosti metódou Vickers s príslušným softvérovým vybavením
- Prístrojové vybavenie na prípravu metalografických výbrusov
- Píla Mikron 3000/150 na rezanie metalografických vzoriek

The metallographic laboratory deals with metallic and non-metallic materials, macro and microstructure architecture, incidence of the individual phases of all steel types and corrosion resistant materials, cast iron and various types of ferrous metals. We evaluate plastics, rubber, glass and textiles. We analyse input materials before manufacturing of parts, heat and chemical-heat treated materials, protective coatings on various materials. We measure the depth of heat and chemical-heat treated surfaces, the different types of coatings and plasma injection. Using metallography, we determine the depth of the effect on microstructure based on changes in individual stages microstructure caused by the influence of thermal and chemical-thermal processing and by measuring the development of hardness at various loads according to Vickers at different loads. The tests are in line with European standards. We also determine the percentage content of individual phases in the microstructure.

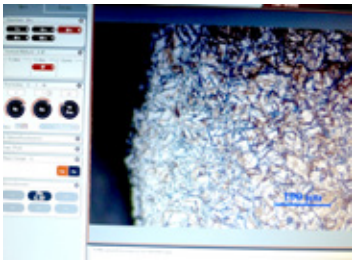
Instrumentation:

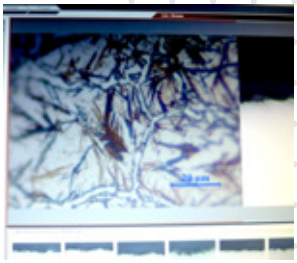
- Optical metallographic microscope DMI 5000 with software LAS 3.8 to transfer data from the a microscope into a computer
- Optical Microscopes Jenaverty, microscope Neophot 21 and stereomicroscope binoculars up to 45x.
- Vickers Microhardness Tester V10 K/AQ to perform Vickers hardness test with the necessary software.
- Instrumentation for preparation of metallographic cuts:

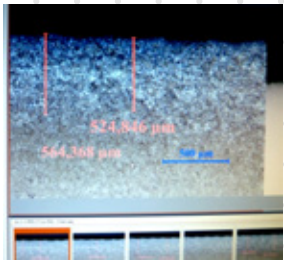
Metalografické laboratórium FPT - Tn UAD v Púchove
Metallographic laboratory FPT - Tn UAD in Púchov



Svetelný metalografický mikroskop DMI 5000 s programovým vybavením LAS 3.8
Optical metallographic microscope DMI 5000 with software LAS 3.8







Určovanie jednotlivých fáz a meranie povrchového ovplyvnenia cementovanej vrstvy metalograficky
Determination of individual phases and metallographic measurement of the surface effects of a cement layer

- Zalisovačka Standard 30 na zalisovanie metalografických vzoriek do bakelitu a dentakrylu
- Automatická brúska a leštička Mecotech 234

Skúšobné metódy:

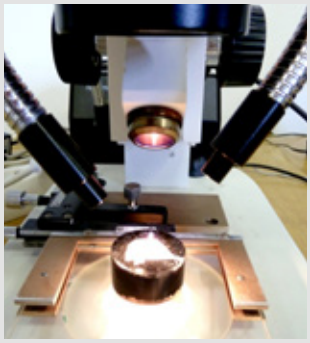
- Hodnotenie makroštruktúry (vnútorných a vonkajších chýb, riešenie problematiky porušovania súčastí)
- Hodnotenie mikročistoty a mikroštruktúry, určenie jednotlivých fáz rôznych typov kovových a nekovových (farebných kovov) materiálov

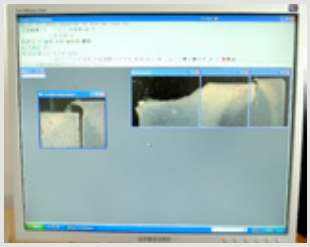
- Saw Mikron 3000/150 for cutting metallographic samples
- Press Standard 30 for pressing metallographic samples into bakelite and dentacryl
- Automatic grinder and polisher Mecotech 234

Test methods:

- Evaluation of macrostructure (internal and external flaws, addressing formation of manufacturing defects of parts).
- Evaluation of microclarity and microstructure, determination of the individual phases of different metal and non-metal (ferrous metals) materials.

Hodnotenie makroštruktúry Stereolupou pri rôznych zväčšeniach
Evaluation of macrostructure with stereomicroscope at different magnifications

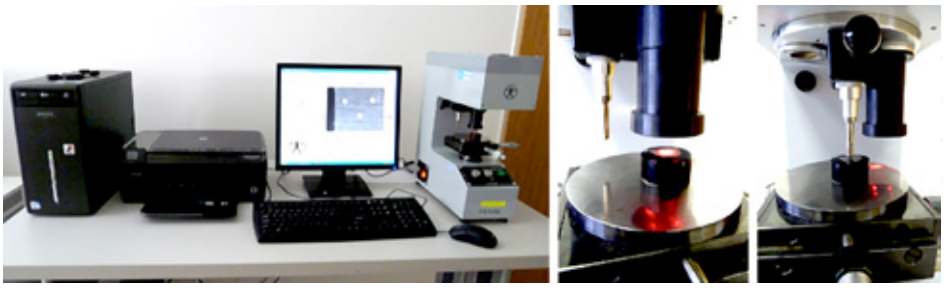




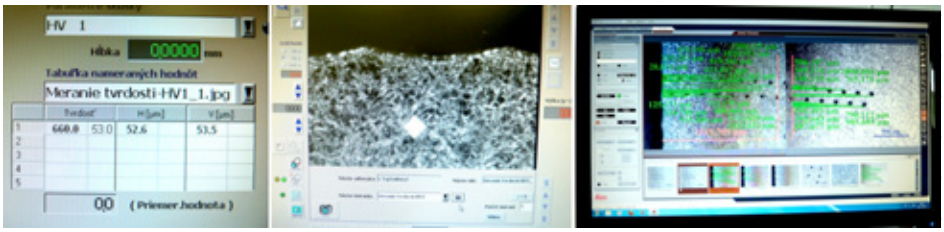
FAKULTA PRIEMYSELNÝCH TECHNOLÓGIÍ V PÚCHOVE
THE FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGIES IN PÚCHOV

Príprava metalografických výbrusov
Preparation of metallographic cuts

Pila MIKRON 3000/150
Saw MIKRON 3000/150



Mikrotvrdomer V 10 K/AQ na meranie priebehu tvrdosti metódou Vickers
Vickers Microhardness Tester V 10 K/AQ



Detail merania tvrdosti metódou Vickers pri zaťažení HV_1 a meranie vzdialenosti jednotlivých vtlačkov od povrchu metalografickej vzorky
Detail of Vickers hardness test at a HV_1 load and measurement of distance of individual indents from the surface of metallographic sample

Mikroskopy Jenavert a Neophot 21
Microscopes Jenavert a Neophot 21

- **Meranie nanesenej hrúbky na povrchu materiálu, ako aj ovplyvnenie mikroštruktúry po tepelnom spracovaní alebo po chemicko-tepelnom spracovaní (cementovaní, nitrocementovaní, nitridovaní a pod.) metalograficky a priebehom tvrdosti podľa Vickersa**
- **Určovanie veľkosti zŕn podľa príslušných noriem pre rôzne druhy materiálov**
- **Určovanie percentuálneho obsahu fáz v mikroštruktúre**
- **Expertízne riešenie rôznych príčin porušení pred a po tepelnom spracovaní ho-**

- Measurement of the coating thickness on the surface of material and the effect on microstructure after heat or chemical-heat treatment (hardening, carbonitriding, nitriding, etc.). Measurements are performed metallographically or by course of hardness by Vickers hardness test.
- Determination of grain size according to the standards for different types of materials.
- Determination of the content ratio of individual phases in the microstructure.
- Expert analyses of the various causes of de-

tových súčastí, po ich degradácii alebo havárii

Výsledky a štúdie:
V metalografickom laboratóriu sú hodnotené materiály, ktoré sú súčasťou riešenia grantových úloh, projektov KEGA, VEGA (európskych projektov) a úloh riešených v rámci HZ VTP. Spolupráca v rámci riešenia praktických problémov s firmami RONA, a.s, Lednické Rovne, Continental, a.s., Púchov, Kaliareň, a.s., Považská Bystrica.

fects before and after heat treatment of components after their degradation or failure.

Results and case studies:
In metallographic laboratory we evaluate materials that are a part of addressing tasks in grant projects KEGA, VEGA (European projects) and tasks executed within HZ VTP. Solution of practical problems in cooperation with the following companies: RONA, a.s. Lednické Rovne, Continental, a.s. Púchov, Kaliareň, a.s. Považská Bystrica.

LABORATÓRIUM ELEKTRÓNOVEJ MIKROSKOPIE
ELECTRON MICROSCOPY LABORATORY

Činnosť laboratória je zameraná na vyhodnocovanie mikromorfológie lomov, povrchov vzoriek a morfológie mikročastíc do veľkosti 1μm. Rastrovací elektrónový mikroskop je jeden z najdôležitejších nástrojov optickej analýzy povrchov využívajúci sekundárne elektróny na pozorovanie vyšetrovaného povrchu. Výhodou je veľká hĺbka ostrosti, ktorá je väčšia ako pri svetelnom mikroskope pri rovnakom zväčšení. Ďalšou výhodou je trojrozmerný obraz, ktorý je možno ľahko interpretovať.

Skúšobné metódy:
- Hodnotenie materiálových charakteristík kovových i nekovových materiálov vrátane hodnotenia mikroštruktúr a hodnotenia lomových plôch na REM
- Komplexné analýzy príčin havárií strojných súčastí
- Spolupráca pri optimalizácii výrobných technológií
- Optimalizácia režimov tepelného spracovania.

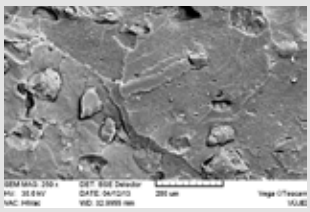
Výsledky a štúdie:
Výskumné práce boli zamerané v oblasti vývoja, výroby a exploatácií súčastí motocyklových reťazí pre ČZ Řetězy, a. s., Strakonice, oblasti identifikácie metalurgických chýb a optimali-

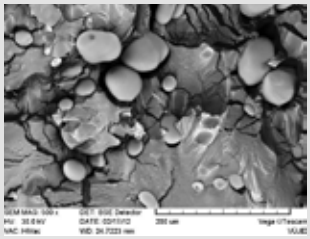
This laboratory is focused on the evaluation of micromorphology of fractures, surfaces of samples and the morphology of microparticles up to the size of 1μm. Scanning electron microscope is one of the most important tools of the optical analysis of surfaces using secondary electrons for the observation of the surface examined. The advantage is a large depth of field, which is larger than the optical microscope at the same magnification. Another advantage is the three-dimensional image, which can be readily interpreted.

Test methods:
- evaluation of material characteristics of metallic and non-metallic materials including evaluation of microstructures and evaluation of fracture surfaces on REM
- comprehensive analysis of the causes of machine parts failures
- cooperation in the optimization of production technologies
- optimization of heat treatment.

Results and case studies:
The research work focused on development, production and use of parts of motorcycle chains for Řetězy a. s., Strakonice, areas of identification of metallurgical defects and optimi-

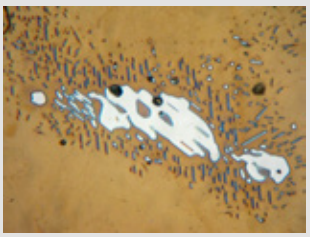
Zalisovačka STANDARD 30
Press STANDARD 30

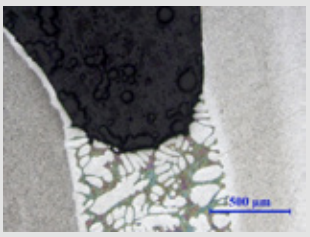




Makroštruktúra - lomy
Macrostructure - fractures

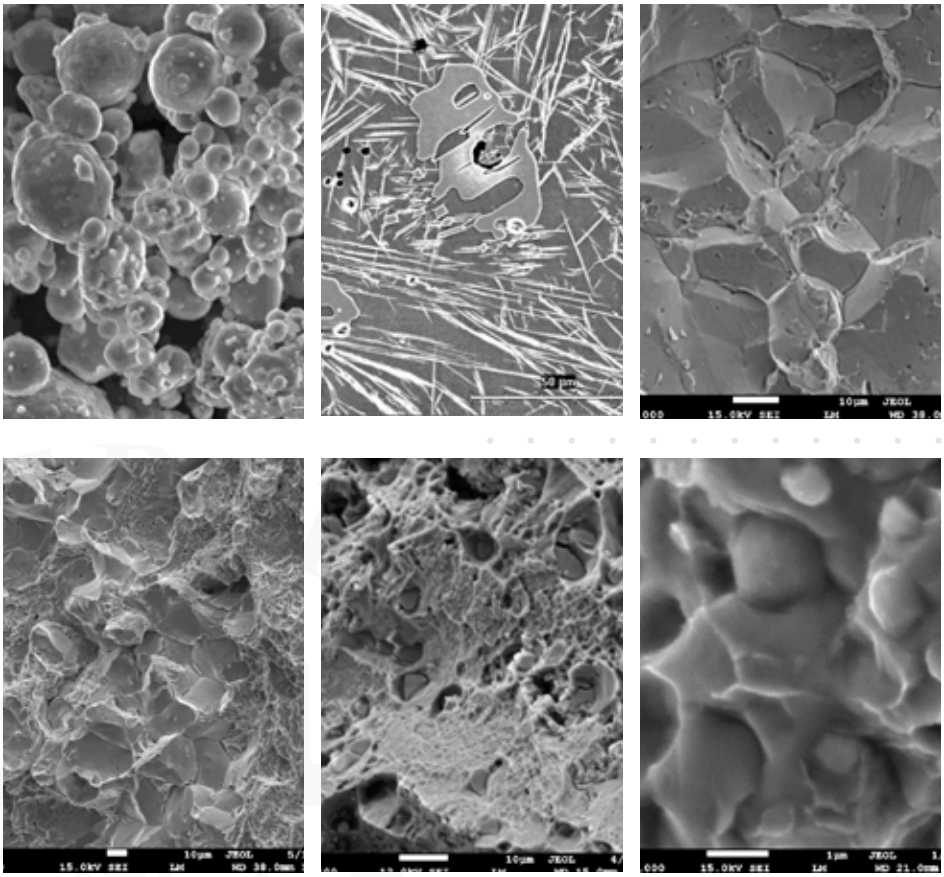
Mikroštruktúra - svetelný mikroskop
Microstructure - optical microscope





zácie technológie výroby pre Metalurg, Dubnica nad Váhom, optimalizácie technológie výroby skrutiek fosfátovanie, tepelné spracovanie pre RIBE Slovakia, Dubnica nad Váhom, v oblasti vývoja, výroby a exploatácií súčastí zubných vŕtačiek pre Chirana Medical, Stará Turá, materiálová analýza znečistenia skloviny oceľovými súčiastkami RONA, L. Rovne, materiálová expertíza havarovaných matíc pre Odenberg Engineering, s.r.o., Pezinok, materiálová expertíza havarovaných skrutiek a podložiek pre Schneider Electric, a. s., Písek, optimalizácia technológie výroby tvárnej liatiny pre Kovosvit Mas, ČR, hodnotenie kvality technologického procesu tepelného spájania povlakovaných hliníkových častí elektromotora pre HVCC, Ilava, spolupráca pri riešení aktuálnych operatívnych problémov - korózia parovodných trubiek kotla, praskania kordov pneumatík, vplyv pretavovania na štruktúru a vlastnosti zliatiny $AlMg_3$ pre Matador, Púchov.

zation of production technology for Metalurg, Dubnica nad Váhom, optimisation of technology of screws manufacturing, phosphate coating, heat treatment for RIBE Slovakia, Dubnica nad Váhom, in the development, production and use of components of dental drills for Chirana Medical, Stará Turá, Material analysis of glass pollution by steel components for RONA, L. Rovne, material expertise of crashed nuts for Odenberg Engineering, s.r.o. Pezinok, material expertise of damaged bolts and washers for Schneider Electric, a. s., Písek, optimization of technology of ductile iron production for Kovosvit Mas, ČR, quality assessment of the technological process of heat staking of coated aluminium parts of an electric motor for HVCC, Ilava, cooperation in solving current operational problems - corrosion of the steam boiler tubes, cracking of tire cords, the influence of remelting on the structure and properties of the $AlMg_3$ alloy for Matador, Púchov.



LABORATÓRIUM HOLOGRAFIE
HOLOGRAPHY LABORATORY

Činnosť laboratória je zameraná na nedeštruktívnu kontrolu výrobkov a ich častí metódou ESPI (Electronic Speckle Pattern Interferometry), umožňuje vyšetrovanie deformácie skúmaného objektu, vizualizáciu vibračných polí objektu, meranie jeho vlastných frekvencií a ďalšie holografické a interferometrické merania.

Prístrojové vybavenie:
- Holografický stôl
- He-Ne laser s výkonom 50 mW
- Polovodičový laser Nd-YAG
- Optická aparatúra (zrkadlá, šošovky, matnice, deliče zväzkov)
- Mechanické častí (stojany a držiaky)
- Elektroakustická aparatúra (generátor sinusoidálneho signálu, zosilňovač)
- CCD videokamera CB - 3803
- Riadiace PC spolu so špecializovaným hardvérom a softvérom (framegrabber KAPA LAB PCI, SW pre spracovanie obrazu IMPOR 4,5)
- Klimatizačná jednotka

Skúšobné metódy:
- Využitie vlastností laserových škvŕn (specklov) a digitálne spracovanie obrazu,
- ESPI a softvérovým vybavením aparatúry sa získajú obrazy deformácie meraného telesa v reálnom čase
- Možnosť merať statické zaťaženie, dynamické zaťaženie (meranie vibrácií telesa v reálnom čase)
- Určenie modulu pružnosti v ťahu, modul pružnosti v šmyku, Poissonovo číslo

Výsledky a štúdie:
Cieľom výskumných prác bolo sledovanie vlastných tvarov kmitania dosiek rôznych tvarov a rôznych materiálov (kovové materiály, kompo-

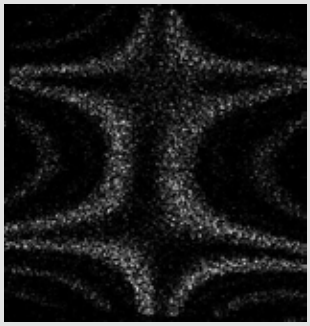
The laboratory focuses on non-destructive inspection of products and their parts using ESPI (Electronic Speckle Pattern Interferometry) method that allows investigation of deformation of the examined object, visualization of vibrational fields of the object, measurement of its natural frequencies and other holographic and interferometry measurements.

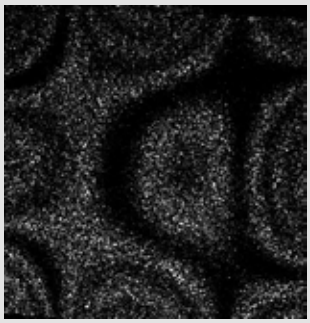
Instrumentation:
- holographic table
- He-Ne laser, output power of 50 mW
- semiconductor laser Nd-YAG
- optical accessories (mirrors, lenses, focusing screen, beam splitters)
- mechanical parts (racks and holders)
- electroacoustic accessories (sinusoidal signal generator, amplifier)
- CCD camcorder CB - 3803
- PC control with specialized hardware and software (KAPA LAB PCI frame grabber, image processing software IMPOR 4.5)
- air conditioning unit

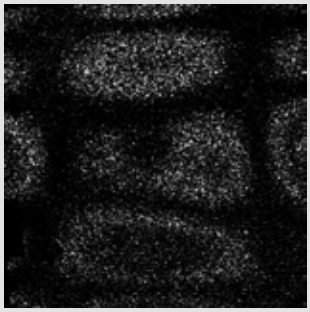
Test methods:
- use of laser spots (speckles) properties and digital image processing
- with ESPI and software it is possible to obtain images of deformations of the examined body in real time
- ability to measure static load, dynamic load (vibration measurement of body in real time)
- determining the tensile modulus, shear modulus, Poisson's ratio

Results and case studies:
The goal of the research work was to observe the vibration mode shapes of square plates of different shapes and different materials (met-

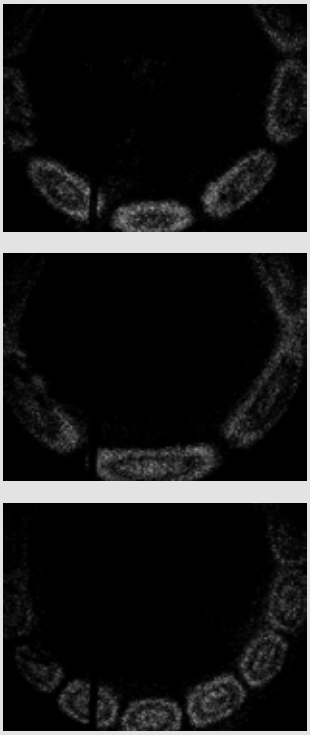
Ukážky vlastných tvarov kmitania štvorcových dosiek
Examples of vibration mode shapes of a square plate

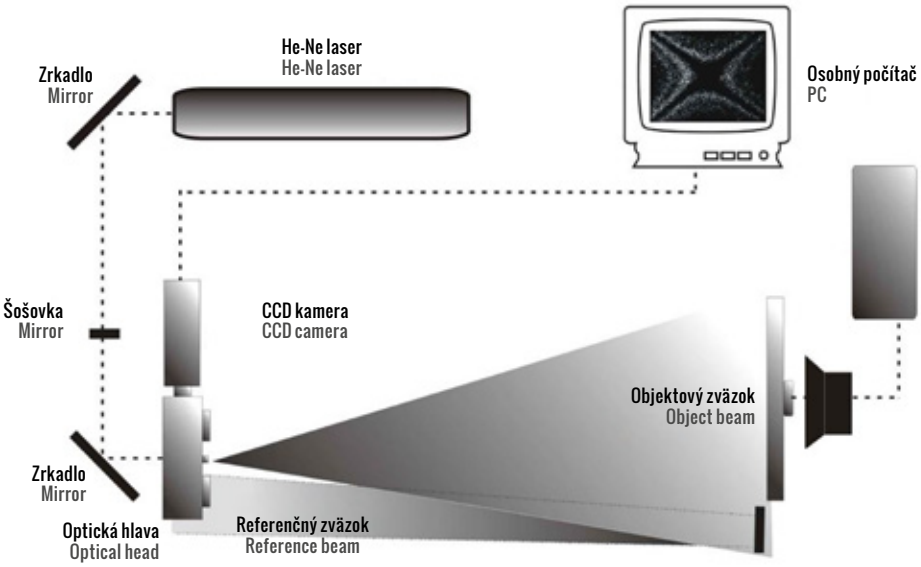






Ukážky vlastných tvarov kmitania osobných áut plášťov
Examples of vibration mode shapes of passenger car tires





zitné materiály), určenie rezonančných frekvencií meraného objektu, sledovanie vlastných tvarov kmitania autoplášťov. V rámci spolupráce s Matador, a.s., Púchov sa merali vlastné frekvencie vibrácií osobných plášťov a modálna analýza osobných plášťov pomocou speckle interferometrie a bodového snímača vibrácií. Výskum bol aj obsahovou náplňou a súčasťou riešenia výskumných prác realizovaných na pracovisku v rámci riešenia projektov VEGA a KEGA.

als, composites), determinations of resonance frequencies of the measured object, observe the vibration mode shapes of car tires. In cooperation with Matador, a.s. Púchov we measured natural frequencies of vibration of passenger tires and modal analysis of passenger car tires using speckle interferometry and point vibration sensor. The research was a part of work within the project type VEGA a KEGA.

PULSE 3560B
PULSE 3560B

LABORATÓRIUM APLIKOVANEJ MECHANIKY A NUMERICKEJ ANALÝZY

APPLIED MECHANICS AND NUMERICAL ANALYSIS LABORATORY

Činnosť laboratória je zameraná na riešenie problémov aplikovaného výskumu pre prax, rozvoja vedy a výskumu v odbore materiálové inžinierstvo a aplikovaná mechanika. Rovnako slúži na vzdelávanie hlavne na doktorandskom štúdiu, ale i pri výučbe odborných predmetov.

The laboratory focuses on solving problems of applied research for the practice, development of science and research in fields of Materials Science and Applied Mechanics. Moreover, the laboratory serves for education purposes, especially for doctoral studies, but also for regular vocational subjects' classes.

Prístrojové vybavenie:
- Meracie zariadenie PULSE 12
- Modálne kladivko typu 8206-002
- Piezoelektrické snímače zrýchlenia
- Softvér na meranie a vyhodnotenie merania

Softvérové vybavenie:
- COSMOS M, COSMOS MOUTION
- DESIGNER STAR
- MODEL 3D
- DYTRAN, PATRAN, MARC, ADAMS
- ADINA 9.0.1
- MATLAB
- PROENGINEER

Skúšobné metódy:
- Meranie vlastných a vybudených frekvencií objektov
- Numerická analýza a simulácia technologických procesov
- Experimentálne testovanie autoplášťov pre automobilový priemysel
- Numerická analýza kovových polymérnych a kompozitných materiálov

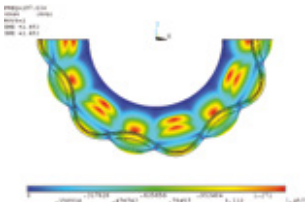
Výsledky a štúdie:
Meranie vlastných frekvencií objektov a konštrukcií v rozsahu do cca 20 kHz. Numerická analýza statického, dynamického a teplotného zaťaženia konštrukcií. Simulácia napäťovo-deformačných stavov konštrukcií. Experimentálne testovanie autoplášťov pre automobilový priemysel.

Instrumentation:
- Measuring apparatus PULSE 12
- Impact hammer Brüel & Kjær 8206-002
- Piezoelectric CCLD accelerometer
- Software for measurement and evaluation of measurement

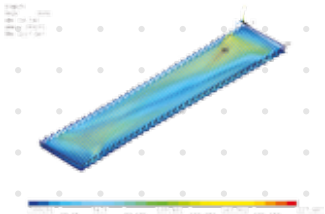
Software:
- COSMOS M, COSMOS MOUTION
- DESIGNER STAR
- MODEL 3D
- DYTRAN, PATRAN, MARC, ADAMS
- ADINA 9.0.1
- MATLAB
- PROENGINEER

Test methods:
- Measurement of natural and excited frequencies of objects
- Numerical analysis and simulation of technological processes
- Experimental testing of tires for the automotive industry
- Numerical analysis of metallic polymeric and composite materials

Results and case studies:
Measuring the natural frequencies of objects and structures in the range up to approximately 20 kHz. Numerical analysis of static, dynamic and thermal load of structures. Simulation of stress-strain states of structures. Experimental testing of tires for the automotive industry.

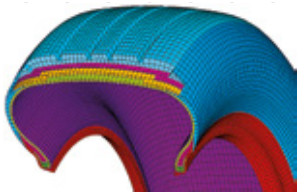


Modálna analýza autoplášťa
Modal analysis of a tire



Modálna analýza kompozitnej dosky
Modal analysis of a composite board

Numerická analýza napäťovo-deformačných stavov autoplášťov
Numerical analysis of stress-strain states of tires

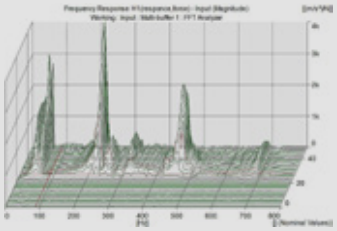


Modálne kladivko typ 8206-002
Impact hammer 8206-002

Akcelerometer typ 4507B
Piezoelectric accelerometer 4507B

Zostava experimentálneho merania
Experimental measurements setup

Graf frekvenčnej odozvy v 3D zobrazení
Frequency response graph in 3D



Projekt „Zvyšovanie kvality a kapacity ľudských zdrojov v oblasti výskumu a vývoja na TnUAD prostredníctvom vzdelávania, zahraničnej spolupráce a transferu odbornosti do praxe“ (ITMS: 26110230118) sa realizuje vďaka podpore z Európskeho fondu regionálneho rozvoja v rámci operačného programu Vzdelávanie Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu SR

CENTRATECH
CENTRUM TRANSFERU TECHNOLÓGIÍ

Trenčianska univerzita Alexandra Dubčeka v Trenčíne
Študentská 2
911 50 Trenčín

www.centratech.tnuni.sk
centratech@tnuni.sk

Tel.: +421 32 7400 111

9 788080 756857 >