

SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA V NITRE

Technická fakulta

Ústav poľnohospodárskej techniky,
dopravy a bioenergetiky

doc. Ing. Ivan Vitázek, CSc. – prof. Ing. Zdenko Tkáč, PhD.

TEPLOTECHNIKA A HYDROTECHNIKA

Laboratórne experimenty a príklady

Druhé prepracované vydanie

Nitra 2022

Vydala Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre
vo Vydavateľstve SPU

Autor: doc. Ing. Ivan Vitázek, CSc. (8,6 AH)
Ústav poľnohospodárskej techniky, dopravy a bioenergetiky
TF, SPU v Nitre

prof. Ing. Zdenko Tkáč, PhD. (1,27 AH)
Ústav poľnohospodárskej techniky, dopravy a bioenergetiky
TF, SPU v Nitre

Recenzenti: prof. Ing. Maroš Korenko, PhD.
Ústav konštruovania a strojárskych technológií
TF, SPU v Nitre

prof. Ing. Jan Mareček, DrSc., dr. h. c.
Mendelova univerzita v Brne

Schválila rektorka Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre dňa 30. 11. 2022
ako skriptá pre študentov SPU.

Táto publikácia bola vytlačená na ekologickom papieri.



© I. Vitázek, Z. Tkáč, Nitra 2022

ISBN 978-80-552-2551-7

OBSAH

1	Ú V O D	5
2	BEZPEČNOSTNÉ PREDPISY	6
3	MERANIE TECHNICKÝCH VELIČÍN	8
3.1	MERANIE TEPLoty	8
3.2	MERANIE TLAKU	11
3.3	MERANIE PRIETOKU	15
3.4	MERANIE VÝŠKY HLADÍN	17
4	SKÚŠANIE TLAKOVÝCH NÁDOB	19
4.1	ZÁKLADNÉ POJMY A ROZBOR MERANIA	19
4.2	ZADANIE ÚLOHY	21
4.3	VYUŽITIE V PRAXI	21
5	MERANIE PARAMETROV VLHKÉHO VZDUCHU	23
5.1	ZÁKLADNÉ POJMY A ROZBOR MERANIA	23
5.2	ZADANIE ÚLOHY	23
5.3	VYUŽITIE V PRAXI	26
6	MERANIE STAVU MIKROKLÍMY V AUTOMOBILOCH	27
6.1	ZÁKLADNÉ POJMY A ROZBOR MERANIA	27
6.2	ZADANIE ÚLOHY	27
6.3	VYUŽITIE V PRAXI	32
7	MERANIE PARAMETROV VYKUROVACIEHO TELESA	33
7.1	ZÁKLADNÉ POJMY A ROZBOR MERANIA	33
7.2	ZADANIE ÚLOHY	34
7.3	VYUŽITIE V PRAXI	35
8	TERMovÍZNE MERANIA	37
8.1	ZÁKLADNÉ POJMY A ROZBOR MERANIA	37
8.2	ZADANIE ÚLOHY	37
8.3	VYUŽITIE V PRAXI	41
9	MERANIE PARAMETROV TEPELNÉHO ČERPADLA	42
9.1	ZÁKLADNÉ POJMY A ROZBOR MERANIA	42
9.2	ZADANIE ÚLOHY	43
9.3	VYUŽITIE V PRAXI	47
10	MERANIE VLHKOSTI VYBRANÝCH MATERIÁLOV	48
10.1	ZÁKLADNÉ POJMY A ROZBOR MERANIA	48
10.2	ZADANIE ÚLOHY	50
10.3	VYUŽITIE V PRAXI	51
11	TERMOGRAVIMETRICKÁ ANALÝZA TUHÝCH BIOPALÍV	52
11.1	ZÁKLADNÉ POJMY A ROZBOR MERANIA	52
11.2	ZADANIE ÚLOHY	53
11.3	VYUŽITIE V PRAXI	55
12	MERANIE CHARAKTERISTIKY RADIÁLNEHO VENTILÁTORA	56
12.1	ZÁKLADNÉ POJMY A ROZBOR MERANIA	56
12.2	ZADANIE ÚLOHY	58
12.3	VYUŽITIE V PRAXI	61
13	MERANIE CHARAKTERISTIKY ODSREDIVÉHO ČERPADLA	64
13.1	ZÁKLADNÉ POJMY A ROZBOR MERANIA	64
13.2	ZADANIE ÚLOHY	65
13.3	VYUŽITIE V PRAXI	68
14	ZÁKLADNÉ VLASTNOSTI LÁTOK	69
	Príklady 1 ÷ 19	69
15	VRATNÉ ZMENY STAVU IDEÁLNEHO PLYNU	74
	Príklady 20 ÷ 31	74
16	TERMODYNAMIKA VODNEJ PARY	79
	Príklady 32 ÷ 42	79
17	PARAMETRE VLHKÉHO VZDUCHU	85
	Príklady 43 ÷ 54	85
18	PRENOS ENERGIE VO FORME TEPLA	90
	Príklady 55 ÷ 68	90

19 TERMOKINETIKA - VÝMENNÍKY TEPLA	97
Příklady 69 ÷ 74	97
20 OBEHY CHLADIACICH ZARIADENÍ	100
Příklady 75 ÷ 76	100
21 HYDROSTATIKA – TLAKOVÉ SILY	103
Příklady 77 ÷ 87	103
22 HYDRODYNAMIKA – PRÚDENIE TEKUTÍN	109
Příklady 88 ÷ 97	109
23 ČERPADLÁ A VENTILÁTORY	116
Příklady 98 ÷ 105	116
L I T E R A T Ú R A	121
P R Í L O H Y	123
TABULKY	124
Hodnoty fyzikálnych veličín ρ , c , λ pre vybrané stavebné materiály	124
Výhrevnosti vybraných druhov palív	125
Hodnoty koeficientov miestnych odporov ζ	125
Hodnoty skúšobných pretlakov pre tlakové nádoby	126
Stredná hodnota expanzného koeficientu ε	126
Hodnoty α_o pre normované clony a dýzy	126
Korekcia k_2 koeficientu prietoku α pre clony a dýzy	127
Dynamická a kinematická viskozita vody a vzduchu	127
Korekčný koeficient k_l	127
DIAGRAMY	128
i-s diagram vodnej pary	128
i-x diagram vlhkého vzduchu do 50 °C	129
p-i diagram chladiva	130

Ozajstná múdrosť je v poznaní vlastnej nevedomosti.

Sokrates

Nehovor vždy, čo vieš, ale vždy sa snaž vedieť, čo hovoríš.

Claudius Claudianus

Nič, čo by stálo za to, som neurobil náhodou. Vždy bola za tým poctivá robota.

Thomas Alva Edison

1 ÚVOD

Vydanie skript na cvičenia z predmetu Teplotníka a hydroteplotníka (TaH) s podtitulom „Laboratorné experimenty a príklady“, ktoré práve čítate, obsahuje zadania úloh a metodiky pre laboratorné experimentálne merania i príklady pre teoretické cvičenia. Skriptá sú určené pre študentov Technickej fakulty na bakalárskom stupni štúdia v dennej i v kombinovanej forme, ktorí majú tento predmet v študijných plánoch ako profilový, alebo si ho vybrali a sú vhodnou pomôckou pre absolvovanie cvičení z tohto predmetu i k príprave na skúšku.

Laboratorné experimenty obsahujú zadania a metodiky pre praktické laboratorné cvičenia na vybraných zariadeniach, rozdelené sú do desiatich samostatných úloh z oblasti termomechaniky a mechaniky tekutín. Obsahujú napríklad meranie parametrov vlhkého vzduchu, prostredia, v ktorom sa nachádzame celý život, a to vnútorného – tzv. mikroklima, napr. v obytných priestoroch vrátane kabín automobilov, tak i vonkajšieho. V súčasnej dobe rastúcich cien palív a požiadavke ich racionálneho využívania je osobitná pozornosť venovaná problematike šírenia tepla, meraniu výkonu vykurovacieho telesa a stanoveniu parametrov tepelných čerpadiel, a to od konštrukcie, merania parametrov, po poukázanie na výhody i prípadné komplikácie pri ich využívaní. Pri využívaní biopalív je nutné poznať okrem iného i obsah hlavných zložiek tuhých biopalív (popola, horľaviny a vlhkosti). Tieto podiely určujeme gravimetrickou metódou, kde sa využíva unikátne laboratorné zariadenie. Zaradené sú aj termovízne merania, kde je možnosť oboznámiť sa so stále nie celkom bežne využívanou termovíznou technikou a najmä s požiadavkami, ktoré je nevyhnutné poznať a dodržať pre jej úspešné zvládnutie.

Realizácia experimentálnych meraní umožní získanie základných zručností a potrebných návykov v tejto činnosti pri rešpektovaní platných technických noriem. Pri meraní rôznych parametrov sú využívané moderné kalibrované prístroje a snímače.

Uvedené príklady (v desiatich kapitolách) sú zamerané na praktickú aplikáciu teoretických vedomostí ako z termomechaniky, tak aj z hydromechaniky a umožňujú získanie skúseností pri riešení konkrétnych výpočtových úloh z danej problematiky. Riešené príklady poskytujú vzorové riešenia pre individuálne precvičovanie teoretických úloh a tiež riešenie vybraných technických problémov v praxi. Neriešené príklady umožňujú overenie získaných vedomostí a postupov. Študentom v kombinovanej forme štúdia umožnia skriptá podstatné skvalitnenie individuálnej prípravy a úspešné zvládnutie predmetu.

Tabuľky a diagramy, ktoré sú súčasťou týchto skript, umožňujú nielen riešenie príslušných príkladov a vyhodnocovanie experimentálnych meraní, ale napomôžu aj riešenie bežných technických problémov. Môže to byť napr. problematika úpravy vzduchu vo vnútorných priestoroch vrátane kabín automobilov (ohrev, ochladzovanie, vlhčenie, vysušanie, zmiešavanie), kondenzácia vlhkosti na stenách a oknách (i - x diagram vlhkého vzduchu do 50 °C), návrh kompresorového chladiaceho okruhu vrátane tepelného čerpadla a klimatizácie (p - i diagram chladiva), tepelné bilancie pri výrobe a využívaní rôznych druhov vodnej pary (i - s diagram vodnej pary), vlastnosti rôznych materiálov (tab. v prílohe) a pod.

Za dôslednú recenziu rukopisu, cenné odborné a didaktické pripomienky, ktoré prispeli ku skvalitneniu publikácie, úprimne ďakujeme skúseným odborníkom, a to prof. Ing. Marošovi Korenkovi, PhD a prof. Ing. Jánovi Marečkovi, DrSc., dr.h.c.

Srdečne ďakujeme spolupracovníkom na ústave a všetkým, ktorí prispeli k vydaniu tejto publikácie.

Autori	doc. Ing. Ivan Vitázek, CSc. prof. Ing. Zdenko Tkáč, PhD.
Názov	TEPLOTETNIKA A HYDROTECHNIKA Laboratórne experimenty a príklady
Určené	Pre študentov SPU
Vydavateľ	Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre
Vydanie	Druhé prepracované
Vytlačené	December 2022
Náklad	100 kusov
Počet strán	130
AH – VH	9,87 – 10,09
Tlač	Vydavateľstvo SPU v Nitre
ISBN 978-80-552-2551-7	Cena 4,50 €

Rukopis neprešiel redakčnou úpravou vo vydavateľstve.
Za odbornú náplň vydania zodpovedajú autori.

