

Универзитет у Београду  
Машински факултет  
**ПРИРУЧНИК ЗА ЛАБОРАТОРИЈСКЕ ВЕЖБЕ ИЗ  
ПОГОНСКИХ МАТЕРИЈАЛА**

**1. издање**

Рецензенти:

проф. др Драгослава Стојиљковић

проф. Др Александар Јововић

Издавач:

*Универзитет у Београду*

**МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ**

Ул. Краљице Марије бр.16, Београд

тел. (011) 3370-760

фах. (011) 3370-364

[www.mas.bg.ac.rs](http://www.mas.bg.ac.rs)

За издавача:

Декан, проф. др Радивоје Митровић

Уредник:

др Милан Лечић, ред. проф.

Председник комисије за издавачку делатност

Машинског факултета у Београду

Тираж: 400 примерака

Штампање одобрила:

Комисија за издавачку делатност

Машинског факултета у Београду

и

Декан Машинског факултета

Одлуком бр. 32/2021

од 30.09.2021. године

Штампа: "Планета-принт", 11000 Београд

[www.planeta-print.rs](http://www.planeta-print.rs)

Београд, 2021. године

ISBN 978-86-6060-095-2

---

© Сва права задржавају аутори. Није дозвољено да, без претходне писмене дозволе аутора, било који део овог практикума буде снимљен, емитован или репродукован, укључујући али не и ограничавајући се на фотокопирање, фотографију, магнетни или било који други вид записа.

Универзитет у Београду

Владимир В. Јовановић

# ПРИРУЧНИК

ЗА ЛАБОРАТОРИЈСКЕ ВЕЖБЕ  
ИЗ ПОГОНСКИХ МАТЕРИЈАЛА

Машински факултет,  
Београд, 2021.

## Предговор

Платон је давно рекао „Почетак је најважнији део сваког посла.“ Наравно, био је у праву. Додуше није напоменуо колико времена прође од тог почетка до завршетка. Први редови овог Приручника су написани пре пет година и он је полако, али сигурно „растао“ из године у годину, као и његов аутор. Стандарди на којима се заснивају методе испитивања које су описане у њему су се мењали и мењаће се и даље, али принципи остају исти.

Ауторова основна идеја је била да студентима Машинског факултета приближи тематику испитивања квалитета торива, мазива и индустријске воде, онако како се то ради у оквиру лабораторијских вежби предмета које слушају, али и да инжењерима који раде у пракси открије „мале тајне“ лабораторија који обављају испитивања која инжењери наручују.

У приручнику су детаљно описане методе испитивања кључних карактеристика торива (чврстих и течних), а за мазива и индустријску воду су дате само методе за основне карактеристике на основу којих се описује њихова погодност за примену у пракси. Свака метода је приказана у складу са важећим српским и међународним стандардима који су свуда референцирани тако да читаоци могу да дојуне своје знање увидом у оригиналне и најновије верзије тих стандарда.

Поједине методе су илустриране рачунским примером ради лакшег разумевања традива за лабораторијске вежбе.

Аутор

У Београду, 2021.

Мојој породици, онима којих више нема на овом свету и онима који и даље иду кроз животи са мном...

## САДРЖАЈ

1	УВОД.....	1
2	УЗИМАЊЕ УЗОРАКА И ОБРАДА УЗОРАКА ЗА ИСПИТИВАЊЕ .....	3
2.1	Узимање узорака чврстих горива .....	4
2.2	Узимање узорака течних горива.....	5
2.3	Узимање узорака гасовитих горива.....	6
3	Елементарна и техничка анализа, топлотна моћ .....	7
3.1	Елементарна анализа (ISO 17247) .....	7
3.2	Техничка (приближна) анализа (SRPS ISO 17246).....	10
3.3	Топлотна моћ .....	12
3.3.1	Дефиниција и значај.....	12
3.3.2	Експериментално одређивање топлотне моћи .....	14
3.3.2.1	Калориметар с бомбом.....	14
3.3.2.2	Експериментално одређивање горње топлотне моћи помоћу калориметра с бомбом по изопериболичком поступку .....	16
3.3.2.3	Експериментално одређивање горње и доње топлотне моћи помоћу <i>Junkers</i> -овог калориметра .....	24
4	ЧВРСТА ГОРИВА .....	31
4.1	Одређивање садржаја влаге .....	31
4.1.1	Одређивање садржаја укупне влаге.....	32
4.1.2	Одређивање садржаја хигроскопске (аналитичке) влаге.....	37
4.1.3	Одређивање садржаја грубе влаге .....	40
4.2	Одређивање садржаја пепела .....	41
4.3	Одређивање садржаја волатила (горивих испарљивих материја) и коксног остатка према ISO 5071-1 .....	44
5	ТЕЧНА ГОРИВА .....	51
5.1	Безоловни моторни бензини.....	52
5.1.1	Одређивање криве испаравања.....	55
5.1.2	Одређивање притиска (напона) паре.....	68
5.1.3	Одређивање индекса парног чепа (VLI – Vapor Lock Index).....	74
5.2	Гасна уља (дизел горива).....	75

5.2.1	Нискотемпературске карактеристике гасних уља .....	79
5.2.1.1	Одређивање тачке филтрабилности према SRPS EN 116 .....	79
5.2.1.2	Одређивање тачке течења (температуре стињавања) према SRPS EN ISO 3016.....	89
5.2.2	Карактеристике гасних уља при загревању.....	94
5.2.2.1	Одређивање тачке (температуре) паљења према SRPS B.H8.047/DIN 51 755 (Abel-Pensky) или EN ISO 13736 (Abel) .....	96
5.2.2.2	Одређивање тачке (температуре) паљења према SRPS EN ISO 2719 (Pensky–Martens).....	103
5.2.2.3	Одређивање тачке (температуре) паљења према SRPS EN ISO 2592 (Cleveland-ова метода отвореног суда).....	108
5.2.3	Вискозност гасних уља .....	113
5.2.3.1	Капиларни вискозиметри .....	117
5.2.3.2	Вискозиметри са падајућом куглом.....	124
5.3	Остале карактеристике течних горива .....	129
5.3.1	Густина течних горива.....	129
5.3.2	Садржај воде и механичких примеса.....	135
5.3.3	Садржај воде .....	141
5.3.4	Кородивно дејство .....	146
5.3.5	Оксидациона стабилност.....	154
5.3.5.1	Оксидациона стабилност бензина (SRPS ISO 7536) .....	155
5.3.5.2	Оксидациона стабилност гасних уља (дизел горива) (SRPS ISO 12205) .....	162
6	МАЗИВЕ МАСТИ .....	170
6.1	Одређивање пенетрације мазивих масти и вазелина конусом према SRPS ISO 2137.....	171
7	ИНДУСТРИЈСКА ВОДА.....	180
7.1	Тврдоћа воде .....	180
7.1.1	Одређивање укупне тврдоће воде (збир калцијума и магнезијума) – EDTA титриметријском методом (ISO 6059).....	182
7.1.2	Одређивање алкалитета – карбонатног алкалитета (SRPS EN ISO 9963-2).....	185
7.2	Активна реакција воде (киселост).....	189

7.2.1	Методе за одређивање активне реакције воде.....	191
7.2.1.1	Одређивање активне реакције воде помоћу индикаторских трака..... .....	191
7.2.1.2	Одређивање активне реакције воде помоћу рН метра (SRPS EN ISO 10523) .....	191

## 1 УВОД

Предмети чији план и програм прати овај Приручник обухватају карактеризацију различитих погонских материјала који се користе у свакодневној пракси и то горива, мазива и индустријску воду. С обзиром на значај ових материјала за поуздан рад постројења у којима се користе, њихова карактеризација је дефинисана великим бројем стандарда који прописују захтеве у погледу карактеристика које те материје морају да испуне да би се користиле за предвиђене намене.

Област стандардизације горива, мазива и индустријске воде је изузетно опширна и увелико превазилази границе оваквог Приручника тако да су у њему обрађени само најважнији стандарди којима су дефинисане кључне карактеристике погонских материјала које су предмет лабораторијских вежби из предмета чији план и програм обухватају ову област.

Градиво изложено у Приручнику је подељено у поглавља која покривају различите врсте погонских материјала, а затим у подпоглавља која покривају конкретне карактеристике.

## 2 УЗИМАЊЕ УЗОРАКА И ОБРАДА УЗОРАКА ЗА ИСПИТИВАЊЕ

Први и најважнији корак при карактеризацији било којег материјала је узорковање. Према дефиницији Акредитационог тела Србије (АТС) Узимање узорака је „утврђена процедура узимања дела супстанце, материјала или производа, као репрезента целине за потребе испитивања/контролисања.“ Значи Узимање узорака мора да обезбеди репрезентативност узетог узорка у односу на целину из које је он узет. У том смислу чин узимања узорака се састоји од два основна дела:

- Дефинисање плана узорковања
- Примена договореног плана у стварној ситуацији.

Ове две активности су прилично раздвојене и често их обавља различито особље. План узимања узорака мора да узме у обзир не само начин узимања узорка, време и место, већ и све касније поступке припреме пре анализе у лабораторији.

**Главни кораци процеса узимања узорака и анализе су:**

1. Дефинисање плана узорковања.
2. Узимање узорка из основног материјала.
3. Смањивање и припрема једног или више лабораторијских узорака.
4. Анализа узорка.
5. Доношење одлуке.

Редослед чинилаца који морају бити укључени у дефинисање програма узимања узорака је следећи:

1. Дефинисање циљева и сврхе мерења.
2. Избор саставних делова (аналита) и аналитичких метода.
3. Одређивање места узорковања.
4. Утврђивање броја појединачних узорака и метода узорковања.
5. Избор метода за очување узорка и претходну обраду (припрему).
6. Припремање коначног плана (протокола), преглед на основу искуства.

На основу програма и плана узимања узорака дефинише се хијерархија узорака, од изворне материје до узорка на којем се непосредно врши анализа. Ова хијерархија је приказана у *Табели 2.1*.

Део плана узимања узорака ће бити одговори на питања:

1. Колико се појединачних узорака мора узети?
2. Колико ће велики бити сваки појединачни узорак?
3. Како ће се добити узорци у погледу коришћене опреме, места узорковања, времена узорковања?



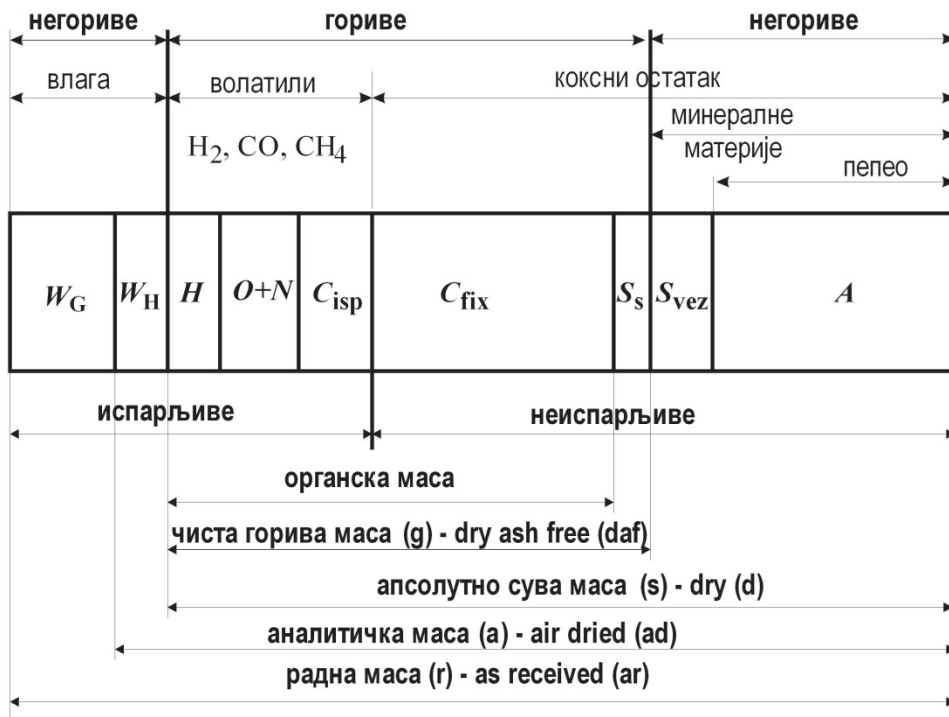
Речник - Део 2: Појмови који се односе на узимање узорака, испитивање и анализу)

- ISO 11722, Solid mineral fuels — Hard coal — Determination of moisture in the general analysis test sample by drying in nitrogen (Чврста минерална горива – Камени угаљ - Одређивање влаге у испитном узорку за опште анализе сушењем у азоту).

Основни принцип на којем се заснива техничка анализа је термичко разлагање испитног узорка (горива). Термичко разлагање горива се посматра на основу два критеријума:

- **испарљивости** (испарљиве и неиспарљиве материје) и
- **горивости** (гориве и негориве материје).

Графички приказ техничке анализе на основу наведених критеријума је дат на *Слици 3.1.*

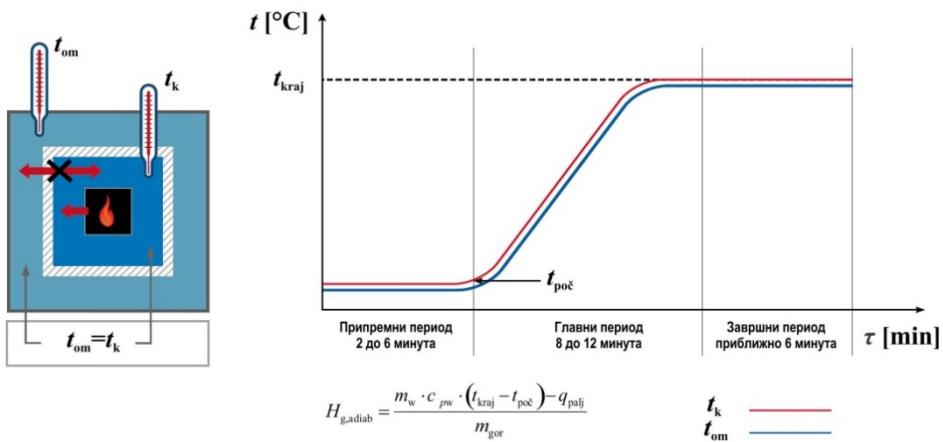


*Слика 3.1: Графички приказ техничке анализе и условне масе горива*

Негориве материје у гориву се једним именом зову спољашњи БАЛАСТ, при чему је ВЛАГА испарљиви баласт, а МИНЕРАЛНЕ МАТЕРИЈЕ су неиспарљиви баласт.

складу с овим поступцима разликују се три главне врсте калориметара с бом-бом: адијабатски, изопериболички и динамички.

**Адијабатски поступак** подразумева да је температура у спољашњој посуди – омотачу калориметра ( $t_{om}$ ) једнака температури у унутрашњој посуди – калориметарској посуди ( $t_k$ ) током целог експеримента. Ово је, колико је год могуће, блиско „савршеној топлотној изолацији“. Утицај околине мора се свести на најмању могућу меру коришћењем уређаја за климатизацију како би се температура просторије одржала колико је могуће константном. **Нема потребе за корекцијом температуре!** Илустрација овог принципа је приказана на [Слици 3.2](#).



**Слика 3.2: Принцип рада адијабатској ћосћућка**

**Изопериболички поступак** подразумева да се температура у омотачу калориметра током експеримента одржава сталном (константном). Ово не дозвољава „савршену изолацију“. Постоје мале промене температуре (услед размене топлоте с околином). Утицај околине мора се свести на најмању могућу меру коришћењем уређаја за климатизацију како би се температура просторије одржала колико је могуће константном. После завршетка поступка мерења биће израчунат **корекциони фактор** (Regnault-Pfaundler =  $\xi$ ) којим се **узимају у обзир ове промене температуре**. Илустрација овог принципа је приказана на [Слици 3.3](#).

**Динамички поступци** су у ствари краће верзије оригиналних адијабатских и/или изопериболичких поступака. Резултати мерења су често још увек у складу са захтеваном релативном стандардном девијацијом (РСД) званичних стандарда.

Корекција температуре за припремни период је:

$$\Delta t_p = \frac{t_{0p} - t_{5p}}{6} = \frac{22,3843 - 22,4151}{6} = -0,0051 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Корекција температуре за завршни период је:

$$\Delta t_z = \frac{t_{0z} - t_{5z}}{6} = \frac{24,8860 - 24,8890}{6} = -0,0050 \text{ } ^\circ\text{C}$$

На основу њих израчунава се укупна корекција по методи Langbein-a:

$$\Delta t = (n-1)\Delta t_z + \frac{\Delta t_z + \Delta t_p}{2} = (10-1) \cdot (-0,0050) + \frac{-0,0050 - 0,0051}{2} = -0,0500 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Графички приказ измерених температура и периода мерења током испитивања дат је на [Слици 3.5](#).

Све измерене и израчунате вредности се сада смене у израз за израчунавање горње топлотне моћи:

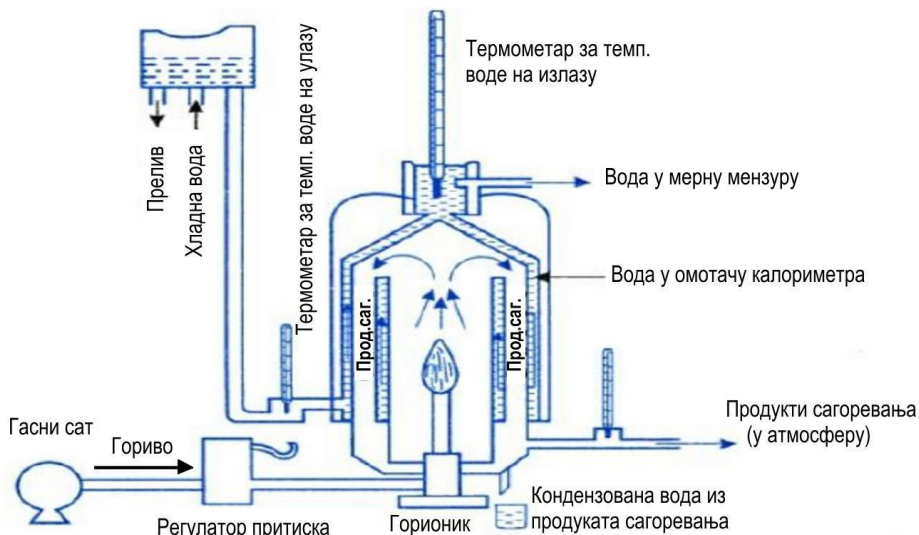
$$H_{g,a} = \frac{(1,872 + 0,005 + 0,408) [\text{kg}] \cdot 4,182 \left[ \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \right] \cdot [(24,8860 - 22,4151) + (-0,05)] [^\circ\text{C}] - 0,105 [\text{kJ}]}{0,0009521 [\text{kg}]} =$$

$$= 24.187,381 \left[ \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \right] = 24.187 \left[ \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \right]$$

На основу овако израчунате вредности горње топлотне моћи и датих података техничке и елементарне анализе, доња топлотна моћ се израчунава из израза за израчунавање доње топлотне моћи:

$$H_{d,a} = 24.187 \left[ \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \right] - 25 \left[ \frac{\text{kJ}}{\text{kg H}_2\text{O}} \right] \cdot (9 \cdot 2,04 \% (m/m) + 15,46 \% (m/m)) \frac{\text{kg H}_2\text{O}}{\text{kg}} =$$

$$= 23.342 \left[ \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \right]$$



Слика 3.6: *Схема рета Junkers-овог калориметра*

Из горионика излазе врели производи сагоревања горива које се испитује и природним струјањем пролазе кроз супротносмерни размењивач топлоте који чини сноп цеви кроз које протиче вода за хлађење. Охлађени производи сагоревања се одводе кроз одговарајући наглавак у околну средину при чему се њихова температура мери одговарајућим термометром.

Вода која протиче кроз размењивач топлоте струји у супротном смеру од произуката сагоревања и истиче кроз цево у мерну мензуром којом се мери запремина воде потрошене за хлађење произуката сагоревања током испитивања. Запремина мерне мензуре је 1 литар тако да број мензуре које су источене представља масу воде потрошене током испитивања (претпоставља се да је густина воде приближно  $1000 \text{ kg/m}^3$ ).

Температура воде се мери одговарајућим термометрима на улазу и на излазу калориметра. На излазу из калориметра је разводни вентил који омогућава преусмеравање воде у мерну мензуром или у канализацију.

Кључни елемент *Junkers*-овог калориметра који омогућава експериментално одређивање доње топлотне моћи је ОВЛАЖИВАЧ (није приказан на упрошћеној схеми). Кроз овај елемент калориметра пролази сав ваздух који се користи за сагоревање и при проласку кроз њега се потпуно засићује водом тако да релативна влажност унутар коморе за сагоревање буде 100 %. На тај начин се обезбеђује да вода настала сагоревањем водоника из горива и испаравањем евентуално присутне влаге из горива буде „вишак“ тј. да се при хлађењу произуката сагоревања до температуре околине кондензује и спроведе кроз одговарајућу цевчицу на калориметру у прихватну мензуром за кондензовану воду. Запремина кондензоване воде се мери мензуром у милилитрима тако да

На гасном сату је измерена запремина сагорелог гаса:  $V_{izm}=3,8 \text{ dm}^3$

За хлађење продуката сагоревања искоришћено је 11 пуних мензура воде и у дванаестој је измерено 200 ml тако да је:

Маса воде за хлађење продуката сагоревања:  $m_w=11,2 \text{ kg}$

У прихватној мензури за кондензовану воду из продуката сагоревања скупљено је 14 ml тако да је:

Маса кондензоване воде из продуката сагоревања:  $m_{kon}=14 \text{ g}$

Сада се врши прерачунавање запремине сагорелог гаса на STP:

$$V_{gas} = V_{izm} \cdot \frac{\bar{p}}{p} \cdot \frac{T}{\bar{T}} = 3,8 \cdot 10^{-3} \left[ \text{m}^3 \right] \cdot \frac{100,392 \text{ [kPa]} + 2,569 \text{ [kPa]}}{101,325 \text{ [kPa]}} \cdot \frac{273,15 \text{ [K]}}{(20,2 + 273,15) \text{ [K]}} = 3,6 \cdot 10^{-3} \left[ \text{m}^3 \right]$$

Коначно, израчунава се горња топлотна моћ:

$$H_g = \frac{m_w \cdot c_{pw} \cdot (\bar{t}_{iz} - \bar{t}_{ul})}{V_{gas}} = \frac{11,2 \text{ kg} \cdot 4,182 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot (25,3 - 15,5) ^\circ\text{C}}{3,6 \cdot 10^{-3} \left[ \text{m}^3 \right]} = 127.217 \left[ \frac{\text{kJ}}{\text{m}^3} \right]$$

и доња топлотна моћ:

$$H_d = H_g - \frac{2450 \cdot m_{kon}}{V_{gas}} = 127.217 \left[ \frac{\text{kJ}}{\text{m}^3} \right] - \frac{2450 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \cdot 14 \cdot 10^{-3} \text{ [kg]}}{3,6 \cdot 10^{-3} \left[ \frac{\text{kJ}}{\text{m}^3} \right]} = 117.676 \left[ \frac{\text{kJ}}{\text{m}^3} \right]$$

Садржај заостале (инхерентне) влаге (residual moisture content) се израчунава на основу следећег израза:

$$M_{\text{inh}} = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} \times 100 \quad [\%]$$

где су:

- $m_1$  - маса посуде за мерење масе и њеног поклопца (g),
- $m_2$  - маса посуде за мерење масе, њеног поклопца и узорка сувог на ваздуха пре загревања/сушења (g),
- $m_3$  - маса посуде за мерење масе, њеног поклопца и узорка сувог на ваздуха после загревања/сушења (g),

Коначно, садржај укупне влаге (total moisture content) се израчунава на основу израза:

$$M_t = M_f + \left(1 - \frac{M_f}{100}\right) \times M_{\text{inh}} \quad [\%]$$

Коначни резултат испитивања је аритметичка средина резултата два поновљена мерења. Резултат се даје заокружен на прву децималу (0,1 %).

#### Рачунски пример

Резултати мерења добијени у првој фази одређивања укупне влаге дати су у Табели 4.1.

Табела 4.1: Резултати мерења у првој фази одређивања укупне влаге

Мерена величина	1. одређивање	2. одређивање
$m_1$ (g)	80,00	75,50
$m_2$ (g)	572,00	491,00
$m_3$ (g)	480,00	412,00

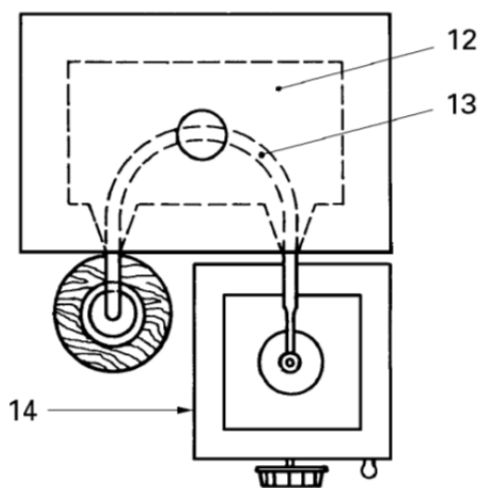
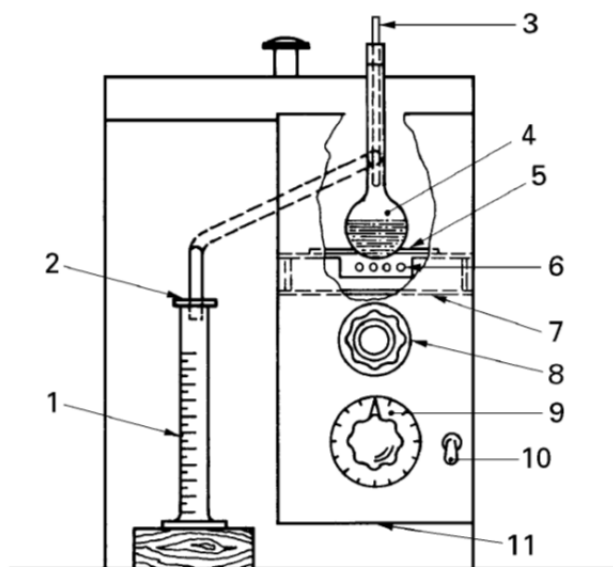
На основу ових резултата израчунава се губитак влаге сушењем на ваздуху за прво и друго одређивање:

$$M_{f1} = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} \times 100 = \frac{572,00 - 480,00}{572,00 - 80,00} \times 100 = \frac{92}{492} \times 100 = 18,7 \quad [\%],$$

$$M_{f2} = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} \times 100 = \frac{491,00 - 412,00}{491,00 - 75,50} \times 100 = \frac{92}{492} \times 100 = 19,0 \quad [\%]$$

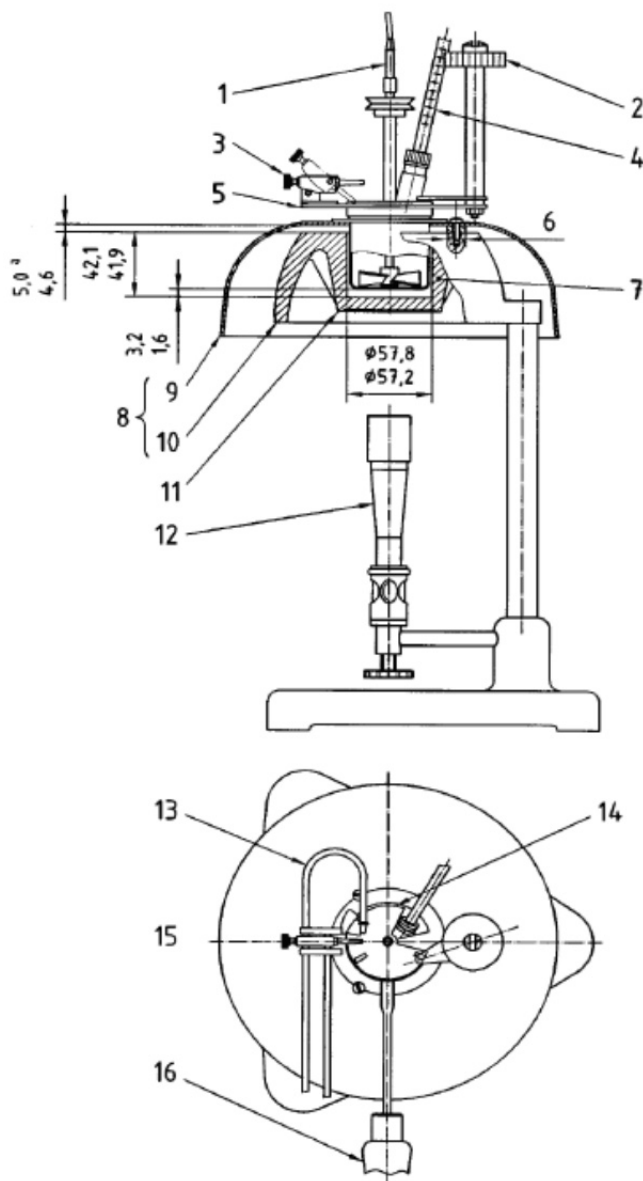
односно коначно:

$$M_f = \frac{M_{f1} + M_{f2}}{2} = \frac{18,7 + 19,0}{2} = 18,8 \quad [\%]$$



**Слика 5.1: Склој апарата када се користи електрични грејач**

1-прихватна мензура, 2-филтер папир, 3-термометар, 4-дестилациони балон, 5-плоча носача дестилационог балона, 6-електрични грејач, 7-платформа носача дестилационог балона, 8-ручица за подешавање положаја дестилационог балона, 9-точкић за подешавање снаге грејача, 10-прекидач електричног грејача, 11-штитник отвореног дна, 12-расхладно купатило, 13-кондензациона цев, 14-штитник



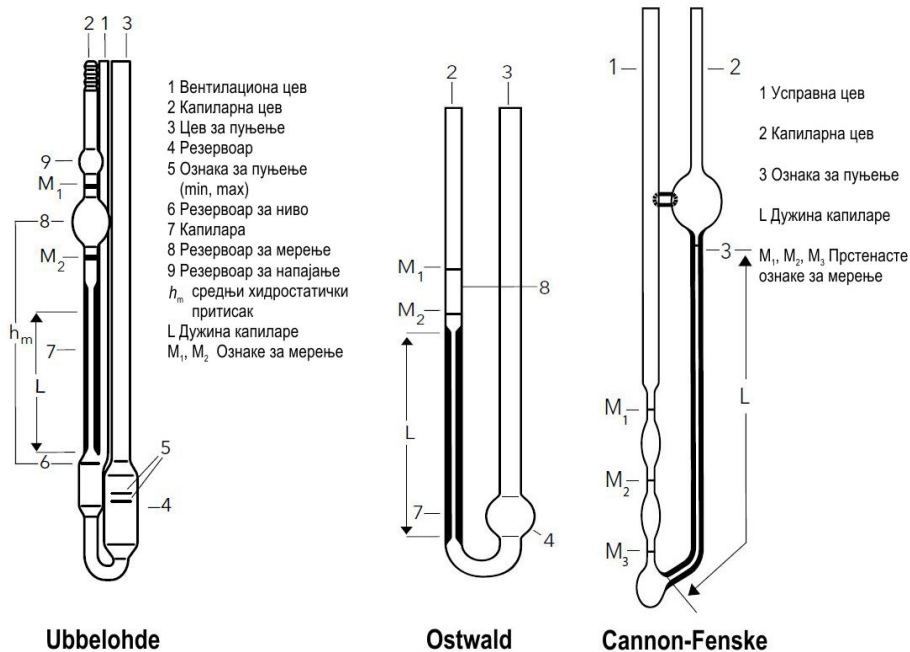
**Слика 5.20: Pensky-Martens апаратура са зашвореним судом**

1 - еластична осовина, 2 - дугме за померање засуна, 3 - уређај за паљење, 4 - термометар, 5 - поклопац, 6 - подлошка (највише  $\text{Ø } 9,5 \text{ mm}$ ), 7 - испитна посуда, 8 - комора за загревање, 9 - метални поклопац, 10 - ваздушно купатило, 11 - метална облога око суда, дебљине најмање 6,5 mm, 13 - помоћни пламеник, 12 - грејач, пламеник или електроотпорни грејач (приказан је пламеник), 14 - засун, 15 - пробни испитни пламеник, 16 - дршка (није обавезна), <sup>a</sup> ваздушни јастук.



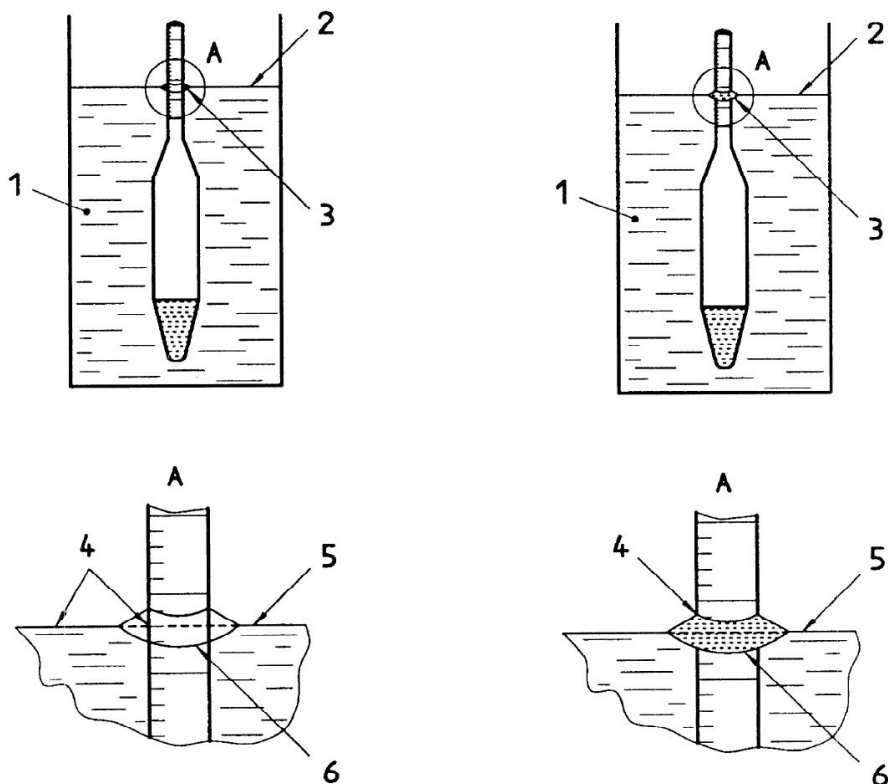
стакленим капиларним вискозиметрима креће се од 1 до 20 000  $\text{s}^{-1}$  (на основу времена истицања од 200 до 800 s).

Типови капиларних вискозиметара (у складу с наведеним групама) су приказани у *Табели 5.17* преузетој из Прилога А важећег стандарда SRPS EN ISO 3104 (Нафтни производи - Провидне и непровидне течности - Одређивање кинематске вискозности и израчунавање динамичке вискозности).



Слика 5.23: Типови капиларних вискозиметара

За потребе овог приручника и лабораторијских вежби из одговарајућих предмета у даљем ће бити описана метода за одређивање кинематске вискозности помоћу *Cannon Fenske* рутинског вискозиметра.



**Слика 5.25:** Очићавање скале ареометра за непрозрачне течности (лево), за непрозрачне течности (десно)

1 – течност, 2 – водоравна равна површине течности, 3 – дно мениска, 4 – очићајући скалу на овом месту, 5 – водоравна равна површине течности, 6 – менискус

ратура не постане стабилна унутар  $\pm 0,5$  °C. Ако се не може постићи стабилна температура, ставити мерну мензур и њен садржај у термостатско купатило са константном температуром и поновити поступак.

Ако је температура испитивања виша од 38 °C, пустити да се сви ареометри, типа оловне куглице у воску, оцеде и охладе у вертикалном положају.

### Израчунавање

Применити сваку корекцију термометра на забележено читавање температуре и забележите температуру на најближих 0,1 °C.

За непрозрачне течности применити одговарајућу корекцију мениска, као што је дато у Табели 5.20, на осмотрено читавање ареометра, јер су ареометри калибрисани тако да се читавају на главној површини течности.

Табела 5.26: Класификација стандарда корозије

Класификација	Ознака	Опис <sup>1)</sup>
Свеже исполирана трака	-	_2)
1	Благо потамнела	a Светло наранџаста, скоро иста као свеже исполирана трака b Тамно наранџаста
2	Умерено потамнела	a Бордо црвена b Лаванда c Шарена са лавандином плавом и/или сребрном пресвучено бордо црвеном d Сребрнаста e Месингана или златна
3	Јако потамнела	a Циклама црвена потамнела на месинганој траци b Шарена са црвеном и зеленом бојом (паун), али без сиве боје
4	Корозија	a Прозирна црна, тамно сива или смеђа са пауновозеленом једва видљивом b Графитна или црна без сјаја c Сјајна или тамно црна

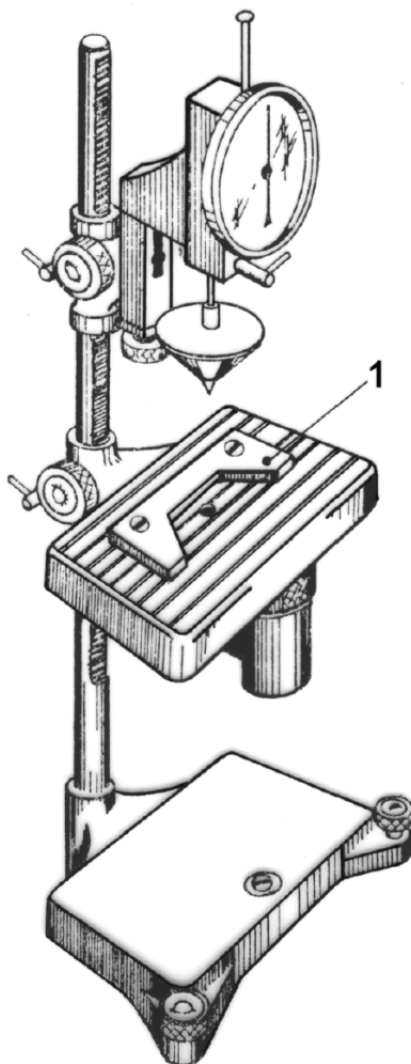
1) Стандард корозије је направљен од трака које имају карактеристике ових описа.  
2) Свеже исполирана трака је укључена у серију само као индикација изгледа правилно исполиране траке пре обављања испитивања. Није могуће поновити овакав изглед после обављања испитивања с потпуно некородивним узорком.



Слика 5.30: Класе и подкласе корозије према ASTM стандарду корозије

конуса треба да буде  $22,500 \text{ g} \pm 0,025 \text{ g}$ , а његових покретних додатака  $15,000 \text{ g} \pm 0,025 \text{ g}$ .

- Конус четвртине величине, који се састоји од конусног тела од пластике или другог материјала мале густине са врхом од каљеног челика тврдоће 45 Rockwell C до 50 Rockwell C. Осовина може да буде направљена од легуре магнезијума. Укупна маса конуса са његовим покретним додацима треба да буде  $9,380 \text{ g} \pm 0,025 \text{ g}$ .



Слика 6.1: Пенетрометар  
1 – уређај за центрирање

Табела 7.2: Фактори прерачунавања тврдоће воде за различите јединице мере

Држава / Јединица мере		–	Немачка	УК	Француска	САД
		mmol/L	°DH	°Clark	degree F	ppm
–	mmol/L	1	5,61	7,02	10	100
Немачка	°DH	0,178	1	1,25	1,78	17,8
УК	°Clark	0,143	0,80	1	1,43	14,3
Француска	degree F	0,1	0,56	0,70	1	10
САД	ppm	0,01	0,056	0,070	0,1	1

### 7.1.2 Одређивање алкалитета – карбонатног алкалитета (SRPS EN ISO 9963-2)

Овај међународни стандард наводи методу која користи титриметријско одређивање карбонатног алкалитета у природној и пијаћој води. Метода је намењена за узорке са карбонатним алкалитетом између 0,01 mmol/L и 4 mmol/L (као H<sup>+</sup> еквиваленте). За узорке који садрже веће концентрације алкалитета може се користити мањи узорак за испитивање. У овом контексту, карбонатни алкалитет се често зове укупни алкалитет и обично има скоро исту бројну вредност као метил оранж алкалитет (*m* алкалитет).

Детектовање крајње тачке коришћењем рН метра је мање подложно сметњама него употреба индикатора.

**За примену** овог стандарда неопходни су следећи стандарди:

- SRPS EN ISO 385, Лабораторијско посуђе од стакла — Бирете (Laboratory glassware — Burettes);
- SRPS EN ISO 5667, Water quality – Sampling) – Part 2: Guidance on sampling techniques (Квалитет воде - Узимање узорака Део 2: Смернице о техникама узорковања);
- ISO 3696, Water for analytical laboratory use — Specification and test methods (Вода за аналитичку лабораторијску употребу – Спецификације и методе испитивања);
- ISO 6107, Water quality — Vocabulary (Квалитет воде – Речник);
- SRPS EN ISO 9963-1, Квалитет воде - Одређивање алкалитета - Део 1: Одређивање укупног и композитног алкалитета (Water quality — Determination of alkalinity — Part 1: Determination of total and composite alkalinity);

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Радовановић М.: Горива, Машински факултет Београд, 1994.
- [2] Радовановић М.: Индустијска вода, Машински факултет, Београд, 1996.
- [3] \*\*\*, Visco handbook, Theory and application of viscometry with glass capillary viscometers, SI Analytics GmbH
- [4] Boyd Claude E.: Water Quality An Introduction 3rd Edition, Springer Science+Business Media New York, 2020.
- [5] SRPS, ISO, EN, ASTM - стандарди

CIP – каталогизација у публикацији

Народна библиотека Србије, Београд

662.75/.76(075.8)(076)

**ЈОВАНОВИЋ, Владимир, 1964-**

Приручник за лабораторијске вежбе из Погонских материјала /  
Владимир В. Јовановић. - 1. изд. - Београд : Универзитет, Машински  
факултет, 2021 (Београд : Планета принт). - III, 197 стр. : илустр. ; 24  
cm

Тираж 400.

ISBN 978-86-6060-095-2

а) Горива -- Вежбе

COBISS.SR-ID 48350985

проф. др Драгослава Стојиљковић

... Начин приказивања целокупне материје у потпуности одговара савременим принципима припреме уџбеничке литературе. Аутор је уложио велики напор да да приказ конкретних метода испитивања горива, мазива и индустријске воде значајних за инжењерску праксу, уз објашњења свих величина и мерних јединица, као и разматрања утицаја појединих величина на коначан резултат. С обзиром на садржај и квалитет на који је приказана разматрана материја, приручник могу користити и инжењери и стручњаци других струка за потребе решавања проблема у пракси и за потребе рада у струци, што овом приручнику даје још већи значај и указује на квалитет материјала који је аутор припремио.

Целокупни материјал је технички квалитетно припремљен. Припрема и прелом текста су квалитетно урађени, јасан је начин организације текста – поделе материје по поглављима, организације текста по пасусима и редовима. Извршена је лектура и коректура текста, што се посебно може похвалити. На тај начин омогућава се да студенти током студија стичу и навике о важности брижљивог неговања српског језика. Сlike су квалитетно припремљене и омогућавају јасан приказ свих потребних детаља и текста. Табеле омогућавају јасан преглед и детаљно сагледавање приказаних података. Визуелно-графички квалитет припреме приручника за штампу је изузетно висок.

проф. Др Александар Јововић

...Приручник је написан у складу с потребама наставних програма предмета за које је предвиђен, али се може користити и као стручни приручник за све инжењере који се баве погонским материјалима.

Обим Приручника је прилагођен обиму лабораторијских вежби из предмета за које је предвиђен.