



Погонски материјали

лабораторијске вежбе



Техничка и елементарна анализа чврстих горива ✓

- Техничка анализа се врши термичким разлагањем горива и:
 - Заснива се на 2 критеријума:
 - испарљивости,
 - горивости.
 - Даје податке о особинама горива битним за примену.
- Елементарна анализа даје податке о хемијском саставу горива (колико у њему има C, H, O, N, S)



Узорковање горива

- Према дефиницији Акредитационог тела Србије (АТС) узорковање је:
 - „утврђена процедура узимања дела супстанце, материјала или производа, као репрезента целине за потребе испитивања/контролисања.“
- Значи узорковање мора да обезбеди **репрезентативност** узетог узорка у односу на целину из које је он узет. У том смислу чин узорковања се састоји од два основна дела:
 - дефинисање плана узорковања,
 - примена договореног плана у стварној ситуацији.



Хијерархија узорака горива

Назив узорка	Опис
Појединачни узорци – incremental samples	Мали део производа узет уређајем за узорковање
Збирни (комполитни) узорак – aggregate sample	Неколико појединачних узорака помешаних заједно
Смањени узорак – reduced sample	Збирни узорак подељен на један или више истих делова
Лабораторијски узорци – laboratory samples	Припремљени од збирног узорка или смањеног узорка дељењем на један или више истих делова за достављање продавцу, купцу и референтној лабораторији
Испитни узорак – test sample	Припремљен од лабораторијског узрока млевењем, просејавањем, мешањем, сушењем или другим одговарајућим поступком припреме
Део испитног узорка – test portion	Део испитног узорка коришћен при појединачном испитивању или одређивању

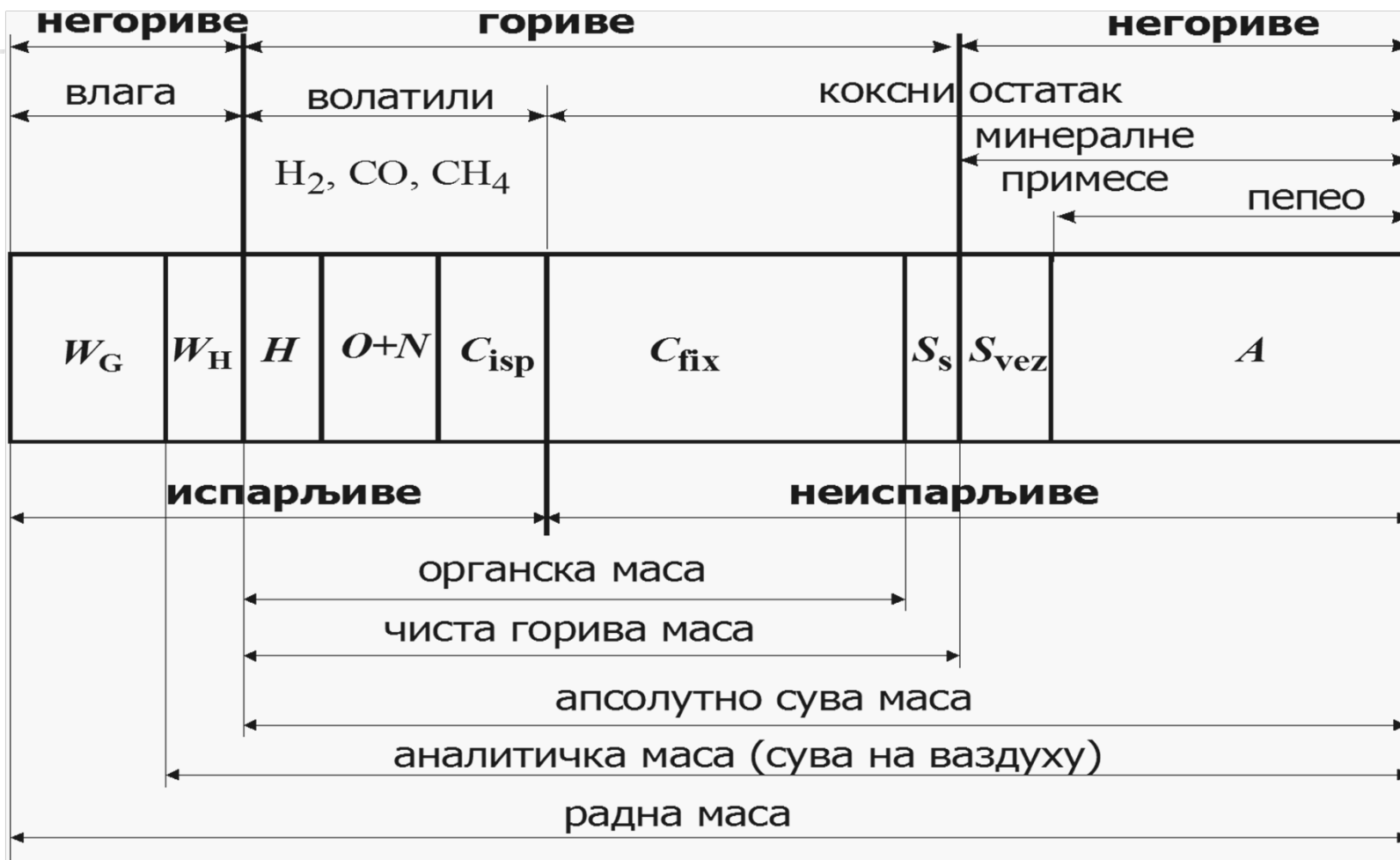


Стандарди за елементарну и техничку анализу

- Елементарна - ISO 17247:2005 (Ultimate analysis)
- Техничка – SRPS ISO 17246:2010 (Proximate analysis)



Техничка анализа чврстих горива





Основни подаци техничке анализе

- садржај укупне влаге,
- садржај грубе (равнотежне) влаге,
- садржај хигроскопске (аналитичке) влаге,
- садржај волатила,
- садржај коксног остатка,
- садржај минералних примеса,
- горња и доња топлотна моћ,
- боја и дужина пламена,
- понашање пепела на повишеним температурама.



Влага

- баласт у гориву, крајње непожељна,
- смањује топлотну моћ,
- отежава паљење,
- повећава трошкове превоза и складиштења.



Влага – врсте и порекло

- врсте:
 - груба,
 - хигроскопска,
 - конституциона.
- порекло:
 - при настанку горива,
 - за време процеса производње,
 - складиштење,
 - транспорт.



Груба влага

- површинска, видљива голим оком,
- одстрањује се сушењем на ваздуху,
- други назив: равнотежна влага,
- доспева у гориво у свим фазама, од производње, преко транспорта, до складиштења.



Хигроскопска влага

- налази се у порама горива, невидљива голим ОКОМ,
- одстрањује се загревањем на температуру преко 100 °C,
- други назив: аналитичка влага.



✓...

Методе за одређивање садржаја влаге у угљу (лигниту)

■ гравиметријске

- укупна влага (ISO 5068-1:2007),
- хигроскопска влага (SRPS ISO 5068-2:2014).

■ волуметријске

- садржај влаге (ISO 1015, повучен 1992.)



Одређивање садржаја укупне влаге

- опрема: плитка посуда, вага тачности до 0,1 g.
- поступак: описан у приручнику
- израчунавање:

$$W_{\text{uk}} = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} \cdot 100 \quad (\% m / m)$$

где су:

m_1 (g) –	маса празне посуде
m_2 (g) –	маса посуде са узорком пре сушења
m_3 (g) –	маса посуде са узорком после сушења



Одређивање садржаја хигроскопске влаге

- опрема: стаклена посуда са поклопцем, вага тачности до 0,0001 g, сушница (температуре 105-110 °C), ексикатор.
- поступак: описан у приручнику
- израчунавање:

$$W_{\text{Ha}} = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} \cdot 100 \quad (\% m / m)$$

где су:

m_1 (g) – маса празне посуде

m_2 (g) – маса посуде са узорком
пре сушења

m_3 (g) – маса посуде са узорком
после сушења



Одређивање садржаја грубе влаге

- Груба влага се одређује као разлика укупне и хигроскопске влаге у посматраној маси горива (радна маса):

$$W_G = W_{uk} - W_{H_r} \quad (\% m / m)$$

$$W_{H_r} = \frac{100 - W_{uk}}{100 - W_{H_a}} W_{H_a} \quad (\% m / m)$$

где су:

W_{H_a} ($\% m / m$)

–

хигроскопска влага у аналитичкој маси

W_{H_r} ($\% m / m$)

–

хигроскопска влага у радној маси



Пепео – минералне материје

- баласт у гориву, крајње непожељан,
- смањује топлотну моћ,
- повећава трошкове превоза и складиштења,
- утиче на ефикасност сагоревања,
- изазива зашљакивање и прљање површина за размену топлоте.



Пепео (А) – минералне материје ✓ (ММ)

- Појмови пепео и минералне материје се користе као синоними.
- **Пепео \neq минералне материје!**
- Минералне материје су неиспарљиви, негориви део горива.
- Пепео је остатак од ММ после сагоревања, није исти ни по саставу, ни по количини.



Пепео – понашање на високим температурама ✓

1. ИНДЕКС ТОПЉИВОСТИ (F):

$$F = \frac{\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3}{\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{MgO} + \dots}$$

2. температура топљења (t_{top}),
3. визуелна метода (промена облика узорка у облику цилиндра/конуса).



Пепео – понашање на високим температурама - индекс топлјивости

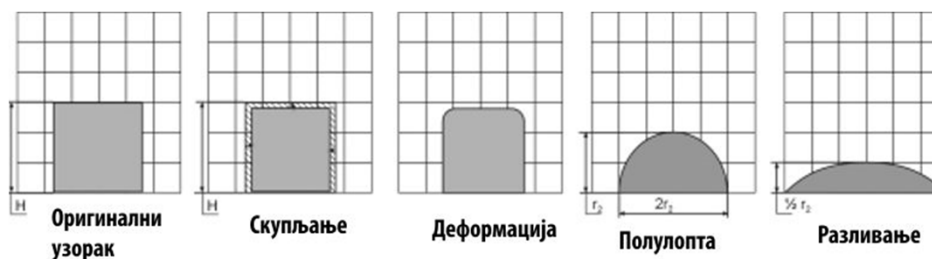
- Однос тешко и лако топлјивих оксида:

$$F = \frac{SiO_2 + Al_2O_3}{FeO + Fe_2O_3 + CaO + MgO + \dots} = \frac{\text{тешко топлјиви}}{\text{лако топлјиви}}$$

- Лако топлјив $F=0,2\div1,5$
- Средње топлјив $F=1,5\div2,5$
- Тешко топлјив $F=2,5$



Пепео – понашање на високим температурама – визуелна метода



T / °C	Sample	IDT	ST	HT	FT
400	 20	 1111	 1220	 1238	 1249
600	 20	 1134	 1221	 1228	 1241
815	 20	 1154	 1202	 1224	 1241
Difference	0	+43	-19	-14	-8

Погонски материјали, школска 2022/23
1. лаб. вежба



Одређивање садржаја пепела (SRPS ISO 1171)

- опрема: порцеланска посуда, аналитичка вага тачности до 0,0001 g, муфолна пећ (температуре до 1100 °C), ексикатор
- поступак: описан у приручнику
- израчунавање:

$$A = \frac{m_3 - m_1}{m_2 - m_1} \cdot 100 \quad (\% m / m)$$

где су:

m_1 (g) – маса празне посуде

m_2 (g) – маса посуде са узорком пре жарења

m_3 (g) – маса посуде са узорком после жарења



Волатили – гориве испариве материје



- који гасови: највише CO , H_2 , CH_4
- шта раде:
 - олакшавају паљење,
 - убрзавају сагоревање,
 - продужавају пламен.
- млађи угљеви имају већи садржај волатила него старији.



Одређивање садржаја волатила (ISO 5071-1)

- опрема: посуда од ватросталног стакла или порцеланска, аналитичка вага тачности до 0,0001 g, муфолна пећ (температуре до 900 °C), ексикатор
- поступак: описан у приручнику
- израчунавање:

$$V_a = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} \cdot 100 - W_{\text{Ha}} \quad (\% m / m)$$

где су:

m_1 (g) – маса празне посуде

m_2 (g) – маса посуде са узорком пре загревања

m_3 (g) – маса посуде са узорком после загревања



Коксни остатак

- неиспариви део горива,
- сагорева полако и дуго,
- ослобађа највећи део топлоте коју гориво садржи.



Одређивање садржаја коксног остатка (ISO 5071-1)

- опрема: посуда од ватросталног стакла или порцеланска, аналитичка вага тачности до 0,0001 g, муфолна пећ (температуре до 900 °C), ексикатор
- поступак: описан у приручнику
- израчунавање:

$$K = \frac{m_3 - m_1}{m_2 - m_1} \cdot 100 \text{ (\% } m / m \text{)}$$

где су:

m_1 (g) – маса празне посуде

m_2 (g) – маса посуде са узорком пре загревања

m_3 (g) – маса посуде са узорком после загревања



Резултати мерења

- на основу претходно датих формула и ових резултата, израчунати одговарајуће величине:

- укупна влага:

$$m_1 = 0,201 \text{ kg}, m_2 = 2,305 \text{ kg}, m_3 = 1,979 \text{ kg}$$

- хигроскопска влага:

$$m_1 = 23,6528 \text{ g}, m_2 = 24,6754 \text{ g}, m_3 = 24,6204 \text{ g}$$

- пепео:

$$m_1 = 14,6537 \text{ g}, m_2 = 15,6844 \text{ g}, m_3 = 14,8222 \text{ g}$$

- волатили и коксни остатак:

$$m_1 = 12,8001 \text{ g}, m_2 = 13,8022 \text{ g}, m_3 = 13,2744 \text{ g}$$