



Погонски материјали 2

предавања



Врсте горива

Према агрегатном стању	Према степену прераде	
	Природна	Прерађена
Чврсто	Дрво, тресет, угаљ, гориви шкриљци	Дрвени угаљ, брикети, пелети, полукокс, кокс
Течно	Нафта	Бензин, петролеј, дизел, уља за ложење
Гасовито	Природни земни гас	Рафинеријски, дестилациони, генераторски, биогаз



Чврста горива

- Кључне карактеристике – техничка анализа чврстих горива:
 - влага,
 - пепео,
 - гориве испарљиве материје (волатили),
 - коксни остатак.

- топлотна моћ,
- понашање пепела на повишеним температурама,
- дужина и боја пламена,
- изглед и структура коксног остатка.



Пепео - понашање пепела на повишеним температурама

- Пепео се топи и лепи на грејне површине котла.
- Смањени пролаз топлоте.
- Критеријуми за оцену понашања пепела:
 - температура топљења,
 - индекс топљивости,
 - метода промене геометрије узорка пепела.



Гориве испарљиве материје

- Настају термичким разлагањем угља:
 - у процесима сагоревања
 - у различитим процесима трансформација угља – добијање кокса, течних и гасовитих горива.
- Садржај волатила утиче на процес сагоревања.
- Состав:
 - према елементарној анализи $\rightarrow C_{isp}, H, O, N$
 - стварни састав $\rightarrow CH_4, CO, CO_2$ (додатно $H_2, C_mH_n, S, тер$)
- **Количина и састав волатила зависе од:**
 - Врсте угља
 - Брзине загревања
 - Максималне температуре при загревању
 - Времена излагања максималној температури.



Гориве испарљиве материје

- Са старошћу угља смањује се садржај волатила, а у волатилима опада садржај CO и CO₂, а повећава C_mH_n.
- Са повећањем садржаја волатила расте количина топлоте која се добија њиховим сагоревањем, процес сагоревања се лакше одвија.



Значај података техничке анализе

- Свака од карактеристика има много шире значење и утиче на целокупан систем у коме се гориво користи:
 - складиштење угља,
 - транспортни уређаји,
 - млинови,
 - горионици,
 - ложиште,
 - прегрејач паре и загрејач воде,
 - загрејач ваздуха,
 - вентилатор димних гасова,
 - филтер,
 - димњак.



Значај података техничке анализе

	Складиште угља	Транспортни уређаји	Млин	Горлоник	Ложиште	Прегрејач паре	Загрејач воде	Загрејач ваздуха	Дувачи чађи	Вентилатор за димне гасове	Вентилатор за ваздух	Електрофилтер	Димњак	Депонија пепела
Топлотна моћ														
Гориве испарљиве материје														
Влага														
Пепео														
Састав пепела														
Топљивост пепела														
Сортиман сировог угља														
Тврдоћа														
Сумпор														

Погонски материјали 2, школска 2025/26
2. предавање



Значај података техничке анализе

- Свака од карактеристика (податак техничке анализе) има много шире значење и утиче на целокупан систем у коме се гориво користи (пример: термоелектране)

- Складиштење угља
- Транспортни уређаји
- Млинови
- Горионици
- Ложиште
- Прегрејач паре и загрејач воде
- Загрејач ваздуха
- Вентилатор димних гасова
- Филтер
- Димњак

пепео

сумпор



Природна чврста горива

■ Обновљива:

- алге,
- дрво,
- пољопривредни остаци.

■ Необновљива:

- тресет,
- угаљ,
- гориви шкриљци.



Тресет

- Прва фаза трансформације биљне праматерије.
- **Врсте:**
 - **влакнасти** – још увек се састоји од нераспаднутих остатака биљног растиња,
 - **земљасти** – највећи део се трансформисао у тресетну масу.
 - **смоласти** – хомогена тресетна маса.



Угаљ

- Потиче од биљне праматерије и само делом од остатака живих организама.
- Органска теорија настанка угља, 19. век, Гимбел.
- **Подела према времену настанка** (од најстаријих до најмлађих):
 - антрацит,
 - камени угаљ,
 - мрки угаљ,
 - лигнит.



Угаљ од најмлађег до најстаријег





Подела (класификација) угљева



- Постоје више начина поделе угљева.
- **Међународна** (International Codification System) је усвојена 1956. године од стране Комитета за угаљ Европске економске комисије Организације уједињених нација (UN/ECE).
- **ISO** је 2005. године усвојио стандард 11760 под називом **Classification of coals** (Класификација угљева) који је на снази и у Србији.



Поступци припреме чврстих горива



1. **Одстрањивање грубих механичких примеса – флотација**
2. **Уситњавање (дробљење и млевење)**
3. **Просејавање и раздвајање по величини**
4. **Делимично ослобађање од влаге**

Прва два (грубо дробљење код уситњавања) се обично изводе по вађењу угља, а остали зависно од намене.

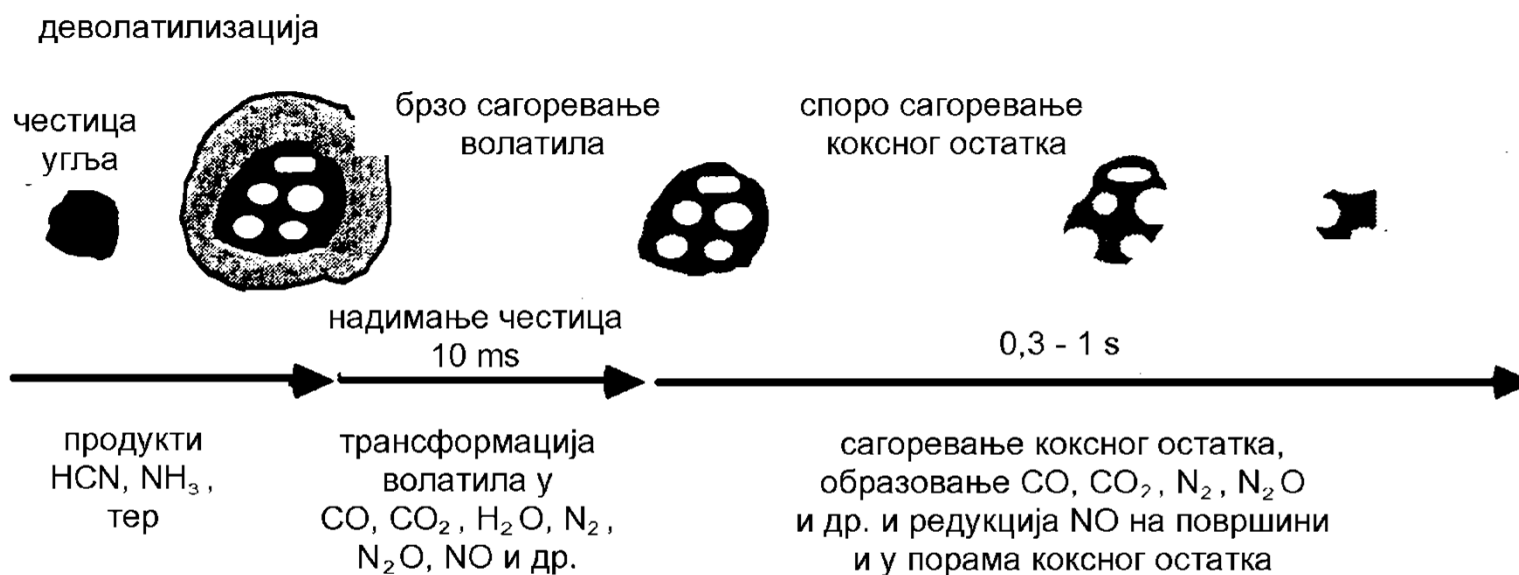


Сагоревање честице угља

- **I фаза** – период закашњења паљења волатила – временски период од увођења честице угљеног праха у ложиште до појаве видног паљења волатила.
- **II фаза** – период сагоревања волатила – временски период од паљења волатила до краја сагоревања волатила.
- **III фаза** – период закашњења паљења коксног остатка.
- **IV фаза** – период сагоревања коксног остатка – временски период од почетка сагоревања па до краја сагоревања коксног остатка.

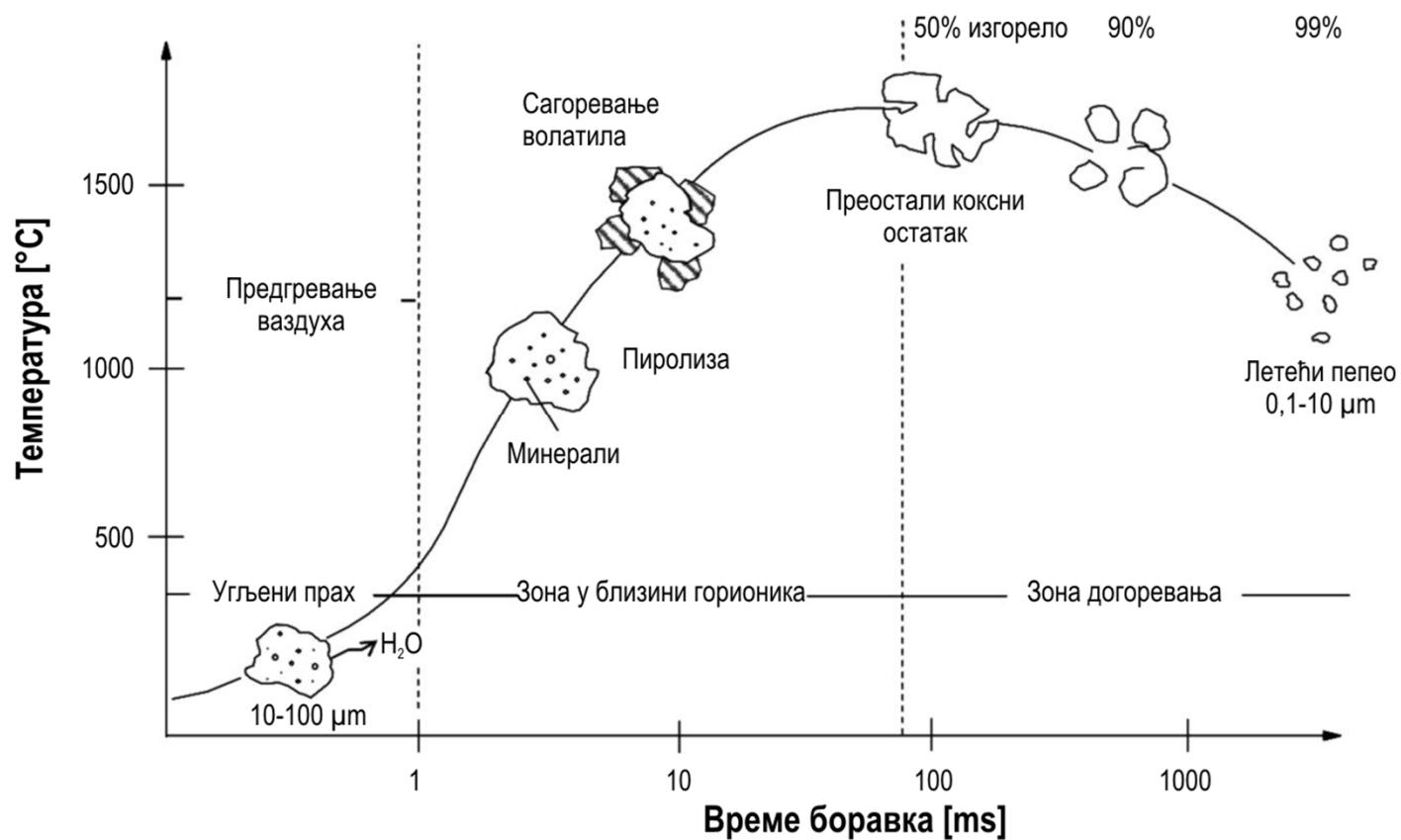


Сагоревање честице угља (схематски приказ)





Сагоревање честице угља



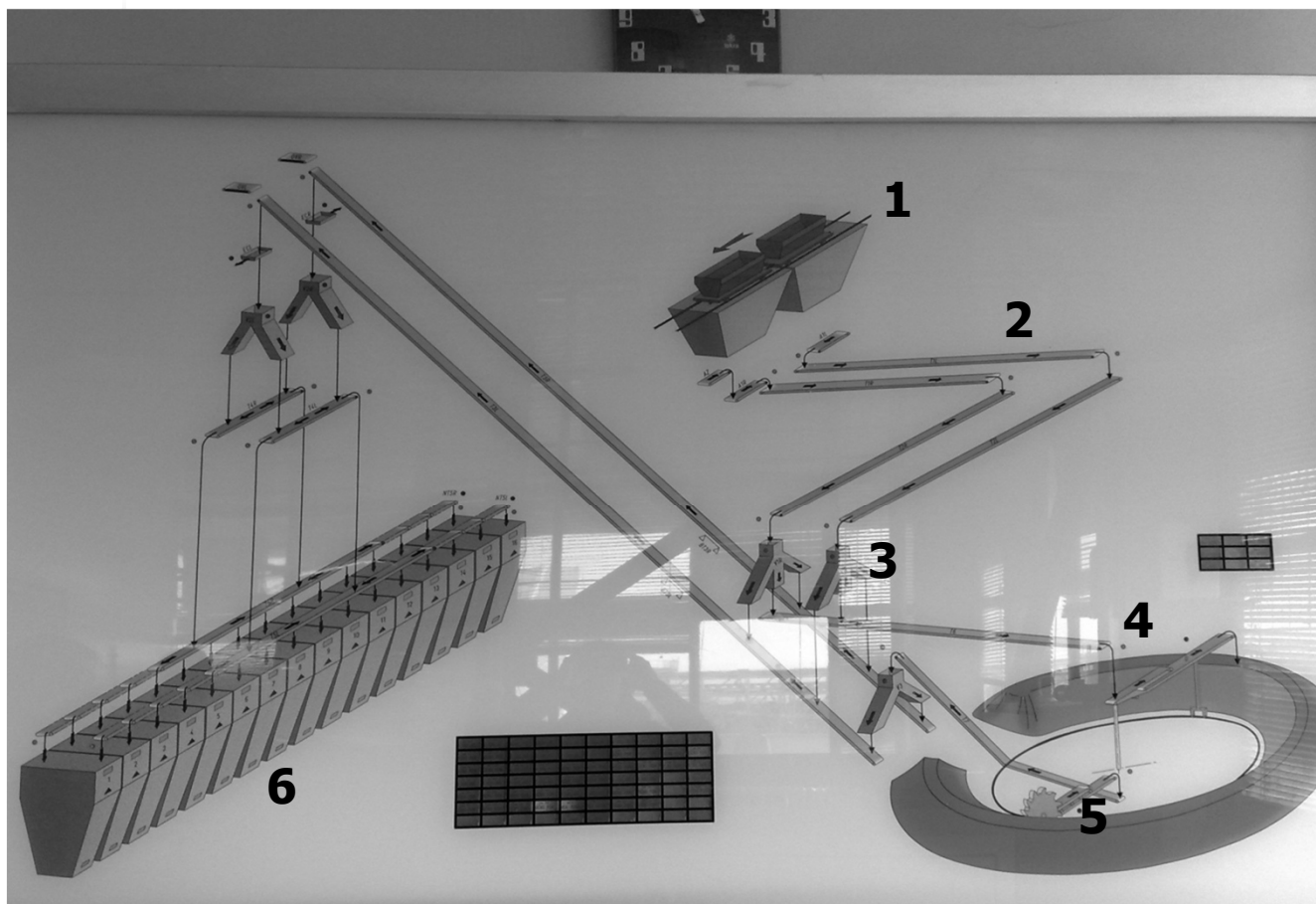


Депонија угља





Допрема угља до постројења за сагоревање



- 1 – железничка композиција
- 2 – систем транспортних трака
- 3 – пресипни уређаји
- 4 – складиште угља
- 5 – роторски претоваривач
- 6 – бункери





Произведена чврста горива

- Примарни процеси прераде – **брикетирање.**
- Секундарни процеси прераде – термохемијски:
 - **дубоко сушење и**
 - **сува дестилација.**



Брикетирање

- Процес којим се од ситнијих комада чврстих горива, углавном прашине, под притиском добијају комади правилног облика – брикети.



Брикетирање





Поступци суве дестилације

- Заснивају се на тоplotној непостојаности чврстих горива, приликом загревања у условима недовољне количине или без ваздуха долази до распадања горива на низ нових горива – чврстих, течних и гасовитих.
- **Гасовити продукти – дестилациони гасови**
- **Течни продукти – тер и терна вода**
- **Чврсти продукти – кокс или полукокс.**



Поступци суве дестилације

- Према максималној температури која се постиже у току процеса, сува дестилација може бити:
 - **Примарна или нискотемпературска** (процес се изводи на 450 до 550 °C);
 - **Сува дестилација на средњим температурама** (процес се изводи на 600 до 800 °C);
 - **Високотемпературска дестилација** (процес се изводи на 900 до 1000 °C, а ређе на 1300 до 1350 °C).



Понашање угља на складишту

- На нижим температурама долази до његовог **уситњавања** – услед појаве леда, његовог ширења, долази до прскања и уситњавања.
- На повишеним температурама долази до **испаривања** влаге и дела горивих испарљивих материја, као и до оксидације – **САМОПАЉЕЊА**.
- Посебно је важна склоност угља ка самопаљењу
 - Мрки угљеви 150-160 °C
 - Антрацит > 220 °C



Обновљива / Биогорива

Горива из обновљивих извора (доминантно биомаса):

- Дрвна биомаса
- Пољопривредна биомаса
- Алге
- Сточни измет



Произведена биогорива

■ Чврста:

- дрвени угаљ (ћумур)
- брикети
- пелети
- торификована (блага пиролиза – на 200 до 320 °C)



Биомаса – појам

- Биомаса представља биоразградиви део производа, отпада или остатака из пољопривреде (укључујући материје биљног и животињског порекла), шумарства и сродних индустрија, као и биоразградиви део индустријског и градског отпада.



Сирова биомаса - врсте





Прерађена биомаса - врсте



Fraction	> 3,15 - 8	> 8 - 16	> 16 - 45	> 45 - 63	> 63	Total
Total mass (g)	6,0	105,8	1 318,1	194,4	79,3	1 703,6
Share of mass (%)	0,4	6,2	77,4	11,4	4,7	100,0
Number of particles	468	1 965	3 502	85	16	6 036

Погонски материјали 2, школска 2025/26
2. предавање



Биомаса – предности

- Обновљив извор енергије
- Смањење зависности од увоза горива
- Доприноси смањењу емисије ГХГ
- Доприноси смањењу загађења животне средине
- Доступност



Биомаса – недостаци

- Може да доведе до дефорестације
- Неопходне велике површине земљишта
- Захтева развој нових технологија
- Висока цена (зависи од могућности продаје нуспроизвода)
- Производња зависи од великог броја утицајних фактора, временски услови нпр.
- Мала запреминска топлотна моћ



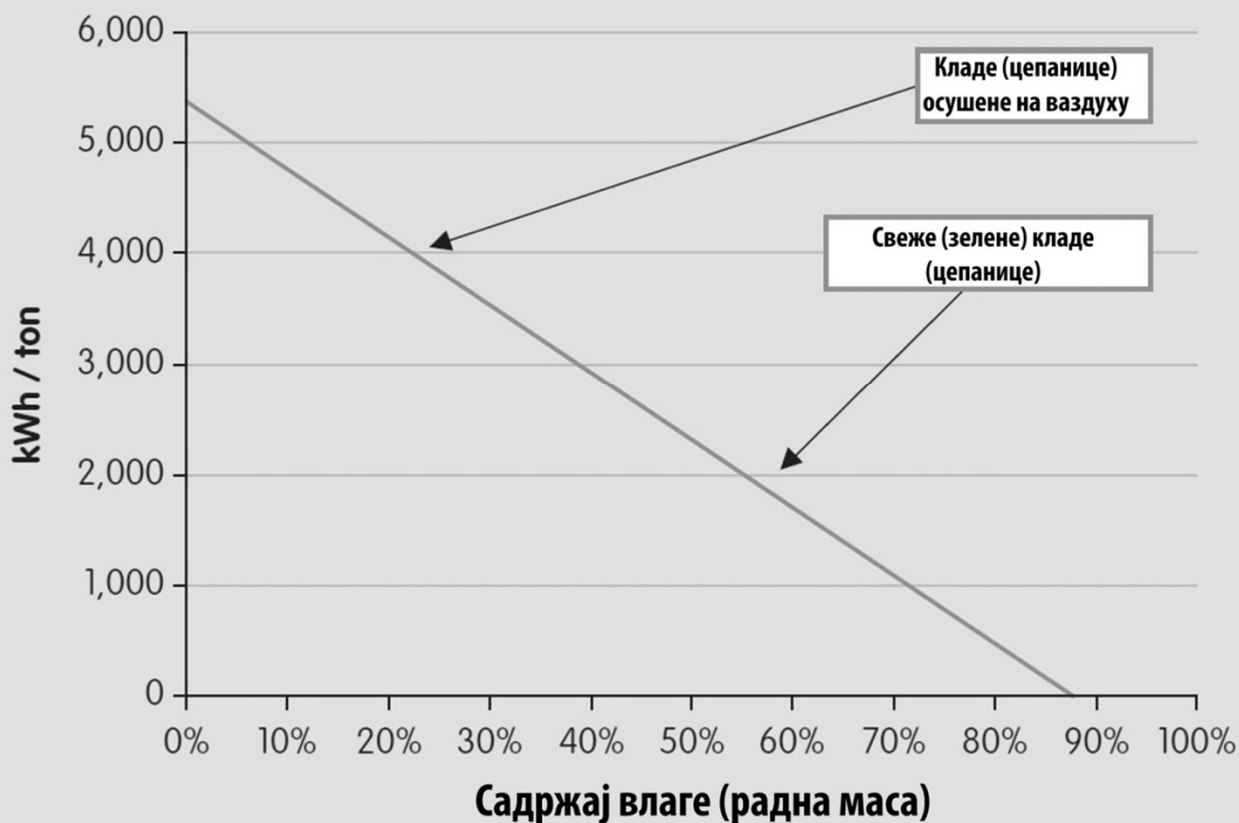
✓ ...

Дрво

- 75 % масе може да се користи као гориво.
- Састоји се од целулозе ($C_6H_{10}O_5$), лигнина и мале количине смоле, воска и масноће.
- Практично нема сумпора.
- Садржај пепела незнатан.
- Лако топљив пепео.
- Садржај влаге је од 45 – 65 %, а после 2 године складиштења на ваздуху смањује се на 18 – 20 %.
- Доња топлотна моћ органске масе износи 18,4 MJ/kg.



Дрво – утицај влаге на топлотну моћ





Упоредна запремина различитих облика дрвета

$$1 \text{ m}^3 = 1,4 \text{ просторни m}^3 = 2 \text{ насипна m}^3 = 3,03 \text{ насипна m}^3$$



Компактно
дрво
(дебло)



Цепане облице
(метарске)



Цепанице
(насупе)



Дрвна сечка
(насупа)



✓ ...

Пољопривредни остаци

■ Остаци од пољопривредних усева:

- слама
- стабљике
- кочанке кукуруза
- љуске

■ Остаци у воћарству, виноградарству и из прераде воћа:

- лишће
- грањевина
- коштице



Пољопривредни остаци

■ Проблеми:

- релативно велика запремина у односу на масу,
- мала запреминска топлотна моћ,
- пропадање кроз решетку ложишта.

■ Најпогоднији начин коришћења – превођење у погодније облике.



Бале



Погонски материјали 2, школска 2025/26
2. предавање

39