

Συνδυασμένη καύση (σύγκραυση) άνθρακα και βιομάζας

Ιωάννα Παπαμιχαήλ
Τμήμα βιομάζας, ΚΑΠΕ

Ορισμός

- καύση βιομάζας μαζί με ορυκτά καύσιμα, συχνότερα άνθρακα αλλά και φυσικό αέριο, στον ίδιο σταθμό ηλεκτροπαραγωγής

- χρήση βιομάζας για αντικατάσταση μέρους του ορυκτού καυσίμου και της θερμικής ισχύος που παρέχει ή για αύξηση της θερμικής ισχύος
- απορρόφηση μεγάλων ποσοτήτων βιομάζας

- ❑ Μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου που εκλύονται από τους ΑΗΣ (βασικά CO₂) → μείωση εξαγοράς δικαιωμάτων CO₂ → πιθανή μείωση μοναδιαίου κόστους παραγωγής για κάθε kWh σε ΑΗΣ.
- ❑ Πιθανές θετικές συνέργειες (πχ μείωση SO₂).
- ❑ Η διαδικασία εγκατάστασης είναι πολύ γρήγορη (μερικοί μήνες) και δεν απαιτεί ειδικές άδειες.
- ❑ Εφόσον μειώνεται η ποσότητα εξόρυξης λιγνίτη, μειώνεται και το περιβαλλοντικό κόστος της εξόρυξης.

- ❑ Μετατροπή της βιομάζας με υψηλή απόδοση και υπό ελεγχόμενες περιβαλλοντικές συνθήκες.
- ❑ Αρχική επένδυση σημαντικά χαμηλότερη από αυτήν των μονάδων ηλεκτροπαραγωγής με βιομάζα.
- ❑ Αντιμετώπιση των εποχικών διακυμάνσεων (εγγενείς στα βιοκαύσιμα) και της απόστασης μεταφοράς. Η αναλογία βιομάζας αλλάζει εύκολα κάτω από τη μέγιστη τιμή.
- ❑ Λιγότερο περίπλοκη από άλλες μεθόδους μετατροπής βιομάζας, δυνητικά οικονομικά συμφέρουσα.

- Αύξηση της χρήσης **τοπικών καυσίμων**.
- Η οργάνωση και υποδομή για την τροφοδοσία καυσίμου μπορεί να δημιουργήσει **νέες θέσεις εργασίας**.
- Η καύση βιομάζας σε ΑΗΣ μπορεί να θεωρηθεί ότι τροφοδοτεί **φορτίο βάσης**, εφόσον ο ΑΗΣ λειτουργεί ως μονάδα βάσης.
- Δεν απαιτεί την επέκταση ή αναβάθμιση **δικτύων** μεταφοράς/διανομής ηλεκτρικής ενέργειας.

Πιθανά μειονεκτήματα

- Πρέπει να υπολογιστεί το κόστος επιπλέον εξοπλισμού και διεργασιών.
- Πιθανές αρνητικές επιδράσεις στην μονάδα από το καινούργιο καύσιμο.
- Πιθανές αρνητικές συνέργειες λόγω ακραίων ιδιοτήτων του επιπλέον καυσίμου ή λόγω ατυχούς συνδυασμού καυσίμων.
- Έλλειψη εμπειρίας.

- Κόστη αγοράς και μεταφοράς της βιομάζας.
- Απαιτείται η ύπαρξη οικονομικά προσιτών και σταθερών αποθεμάτων βιομάζας - υπολείμματα δασοπονίας, γεωργίας, βιομηχανίας χαρτιού/ πολτού, βιομηχανίας ζάχαρης ή ενεργειακές καλλιέργειες (π.χ. δενδρώδεις καλλιέργειες μικρού περιόδου χρόνου).
- Όταν δεν υπάρχουν τοπικές πηγές μπορεί να αγοραστεί προεπεξεργασμένη βιομάζα με υψηλή ενεργειακή πυκνότητα (pellets).
- Πολύ σημαντική είναι η οικονομική επίπτωση της εφοδιαστικής αλυσίδας (logistics) και της μεταφοράς σε μεγάλες αποστάσεις.

- Η βιομάζα στη σύγκαυση με άνθρακα έχει τεράστιο δυναμικό όσον αφορά τη μείωση των εκπομπών CO₂, λαμβάνοντας υπόψη το γεγονός ότι μπορεί να αντικαταστήσει το 10-50% του άνθρακα.
- Η μείωση των εκπομπών CO₂, καθώς και άλλων ρύπων, εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το είδος των αποθεμάτων βιομάζας και την αλυσίδα εφοδιασμού.
- Η αντικατάσταση μόνο του 10% του C στις υπάρχουσες ανθρακικές μονάδες ηλεκτροπαραγωγής → 150 GW εγκατεστημένης ισχύος με βάση τη βιομάζα, 2,5 x ήδη εγκατεστημένη ισχύ σε μονάδες καύσης βιομάζας, παγκόσμια.
- Μεταβατική μέθοδος σε έναν τομέα ενέργειας 100% χωρίς άνθρακα.



- έργα σύγκαυσης > μονάδες βιομάζας.
- 230 μονάδες όπου έχει δοκιμαστεί ή χρησιμοποιείται ήδη (Β.Ευρώπη/ ΗΠΑ). Μεταξύ 50 και 700 MW_e.
- Η πιο ανταγωνιστική μέθοδος ΣΗΘ βιομάζας
- Ιδιαίτερα ανεπτυγμένη στις Σκανδιναβικές χώρες (χαρτιού/πολτού) - "αντίστροφη συγκαύση" (άνθρακας πλούσιος σε S προστίθεται σε βιομάζα πλούσια σε Cl για αποφυγή διάβρωσης του υπερθερμαντήρα)



- Κόστος επένδυσης: 130-650 €/kW_e
 - (~ καύσιμο, τεχνολογία καύσης)
 - λόγω βέλτιστης χρήσης της διαθέσιμης υποδομής (υψηλής P ανθρακικές μονάδες ηλεκτροπαραγωγής) και υψηλής απόδοσης παραγωγής ενέργειας,
 - ≠ μονάδες βιομάζας μικρής P



H	Χώρα	# μονά-δων	Τύπος διαμόρφωσης	Λέβητας	Παρ. Ηλεκτρισμού (MWe)	Παρ. Θερμότητας (MWth)	Καύσιμα συνδυασμένης καύσης
Ευρώπη	Αυστρία	1	N	CFB		38	λιγνίτης, αέριο, πετρέλαιο, ξύλο
	Δανία	2	N	εσχάρας	92	207	άχυρα, ροκανίδια
	Φινλανδία	16	Άμεσες, 1 Έμμεση	3 εσχάρας, 2 CFB, 4 BFB, 7 PF	1366	2633	τύρφη, ασφαλτούχος άνθρακας, απόβλητα ξυλείας, ΦΑ, βιομάζα, ελαφρύ μαζούτ
	Γερμανία	1	N	N			ξύλο
	Ιταλία	3	N	PF	676		N
	Νορβηγία	1	Άμεση	CFB		26	ξύλο, καύσιμα απόβλητα
	Ισπανία	1	Άμεση	CFB		50	απόβλητα άνθρακα, απόβλητα ξυλείας
	Σουηδία	7	Άμεση	CFB	84,6	490	ξύλο, τύρφη, φλοιοί, απόβλητα ξυλείας, πετρέλαιο
	HB	3	Άμεση	2 CFB, PF	398	43	ξύλο, πετρέλαιο, εύφλεκτα απόβλητα χαρτιού και πλαστικών, γεωργικά προϊόντα

H	Χώρα	# μονά-δων	Τύπος διαμόρφωσης	Λέβητας	Παρ. Ηλεκτρισμού (MWe)	Παρ. Θερμότητας (MWth)	Καύσιμα συνδυασμένης καύσης
Ασία	Ινδονησία	2	N	BFB		373	τύρφη, ροκανίδια, φλοιοί, πετρέλαιο
	Ταϊβάν	1	Άμεση	CFB	N	N	λυματολάσπη
Αμερική	ΗΠΑ	10	Άμεση	4 εσχάρας, 5 CFB, BFB	253	834 και ατμό	ξύλο, λάστιχα, ροκανίδια, ανθρακίτης, στρωτήρες σιδηροδρομικών γραμμών, λυματολάσπη, πετρέλαιο, εύφλεκτα απόβλητα

Βιομάζα – τι είναι?

- Υπολείμματα/ απόβλητα βιολογικής προέλευσης που προέρχονται από τη γεωργία (φυτικά και ζωικά)/ τη δασοκομία/ τις συναφείς βιομηχανίες/ την αλιεία/ τις υδατο-καλλιέργειες, και το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα των βιομηχανικών και αστικών αποβλήτων, όπως κωδικοποιούνται σύμφωνα με τις ισχύουσες νομικές διατάξεις
- μορφή διατήρησης της ηλιακής ενέργειας σε χημική μορφή
- από τους πιο δημοφιλείς και καθολικούς πόρους στη Γη



Βιομάζα – χημική σύνθεση

- Φυτά: 50-80% (σε ξηρή βάση) υδατάνθρακες (κυτταρίνη 40-60%, ημικυτταρίνη 20-40%: πολυμερή σακχάρων με 5 ή 6 άνθρακες), 10-25 % λιγνίνη
- Κυτταρίνη:** γραμμικό πολυμερές κελλοβιόζης (300 - 2.500 μονάδες). Δέσμες μορίων → μικρο-ίνες → ίνες → κυτταρινικές ίνες. Δεσμοί H → ανθεκτική μικροκρυσταλλική δομή.
- Ημικυτταρίνη:** άμορφη ετερογενής ομάδα διακλαδωμένων πολυσακχαριτών, περιβάλλει τις κυτταρινικές ίνες και παρεισφρύει στην κυτταρίνη μέσω πόρων.
- Λιγνίνη:** πολύπλοκο πολυμερές φαινυλοπροπανόλης, μπορεί να αξιοποιηθεί ως καύσιμο.

Βιομάζα – ενεργειακή αξιοποίηση

- Άμεση καύση με παραγωγή θερμότητας.
- Αεριοποίηση: παραγωγή αερίου σύνθεσης (syngas: CO + H₂).
- Ζύμωση: παραγωγή βιοαερίου (CH₄) που καίγεται άμεσα ή βιοαιθανόλης (CH₃-CH₂-OH) που αναμειγμένη με βενζίνη, καίγεται σε ΜΕΚ.
- Χημική μετατροπή φυτικών ελαίων (+ αλκοόλη και καταλύτη) για παραγωγή εστέρων (πχ μεθυλεστέρες = βιοντίζελ) και γλυκερίνη. Το βιοντίζελ καίγεται σε κινητήρες ντίζελ.
- Ενζυματική αποικοδόμηση της βιομάζας για παραγωγή βιοαιθανόλης ή βιοντίζελ.



Πρόγραμμα
διά βίου
μάθησης

CleanCOALtech
2012-1-R01-LE005-21035

Βιομάζα – ενεργειακή αξιοποίηση

- Από τις τεχνολογίες θερμοχημικής μετατροπής της βιομάζας (καύσης, αεριοποίησης, πυρόλυσης ...), η καύση είναι μακράν η συχνότερα εφαρμοζόμενη, καθώς βρίσκεται σε προχωρημένο στάδιο ανάπτυξης. Έως και 40% καθαρή ηλεκτρική απόδοση.

ΚΑΠΕ
CREAS

ΠΡΩΘΗΣΗ ΚΑΘΑΡΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΚΑΥΣΗΣ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ
27 – 28 ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΥ 2015

Υπολειμματικές μορφές (πρωτογενής τομέας):

- κλαδέματα δέντρων,
- υπολείμματα δασικών εργασιών,
- άχυρο σιτηρών,
- υπολείμματα άλλων καλλιεργειών
- κοπριές



Υπολειμματικές μορφές (βιομηχανία):

- υπολείμματα επεξεργασίας γεωργικών προϊόντων (ξηροί καρποί, ελιές, ρύζι, φρούτα,),
- υπολείμματα επεξεργασίας δασικών προϊόντων (ροκανίδια, πριονίδια, απόβλητα χαρτιού),
- υπολείμματα σφαγείων



Υπολειμματικές μορφές (κατανάλωση):

- Ξύλο που προέρχεται από τις κατασκευές (χωρίς κόλλες, χρώματα),
- οργανικό κλάσμα των αστικών αποβλήτων,
- χρησιμοποιημένα φυτικά έλαια και ζωικά λίπη,
- λυματολάσπη



Ξύλο: πρωτογενής πηγή

- Βέλτιστες ιδιότητες ως καύσιμο
- Καυσόξυλα, θρυμματισμένο ξύλο, σύμψηκτα (πελέτες) ξύλου
- Ανάλογη τιμή



Ενεργειακές καλλιέργειες:

□ Δενδρώδεις καλλιέργειες μικρού περιτροπού χρόνου: λεύκες, ιτιές, ευκάλυπτοι

□ Πολυετείς καλλιέργειες: καλάμι, αγριαγκινάρα, μίσχανθος, switchgrass, φαλαρίδα ...

□ Ετήσιες (αροτραίες) καλλιέργειες:

■ ηλίανθος, ελαιοκράμβη, ρετινολαδιά ...

■ ζαχαροτεύτλα, γλυκό σόργο, ζαχαροκάλαμο



Αγριαγκινάρα
(*Cynara cardunculus*)

Switchgrass
(*Panicum virgatum*
L.)





Μίσχανθος
(*Miscanthus x giganteus*)



Καλάμι
(*Arundo donax* L.)

Δασικές ενεργειακές καλλιέργειες μικρού περιόδου χρόνου (SRF)



Ευκάλυπτος (*Eucalyptus camaldulensis*
& *Eucalyptus globulus*)



Ψευδακακία
(*Robinia pseudacacia*)

ERROR: stackunderflow
OFFENDING COMMAND: ~

STACK: