

Συνδυασμένη καύση (σύγκαυση) άνθρακα και βιομάζας

Ιωάννα Παπαμιχαήλ
Τμήμα βιομάζας, ΚΑΠΕ

Ορισμός

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

- Πιθανές θετικές συνέργειες (πχ μείωση SO₂).
- Εφόσον μειώνεται η ποσότητα εξόρυξης λιγνίτη, μειώνεται και το περιβαλλοντικό κόστος της εξόρυξης.
- Η διαδικασία εγκατάστασης είναι πολύ γρήγορη (μερικοί μήνες) και δεν απαιτεί ειδικές άδειες.
- 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.

Βασικοί Παράγοντες Κερδοφορίας

- 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 σύγκραση 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 σύγκρασης > 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



Πρόγραμμα
διά βίου
μάθησης

Παρούσα κατάσταση

CleanCOALtech
2012-1-RO1-LE005-21035

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



Πρόγραμμα
διά βίου
μάθησης

Παρούσα κατάσταση

CleanCOALtech
2012-1-RO1-LE005-21035

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 μικρο-κρυσταλλική 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.



Βιομάζα – ενεργειακή αξιοποίηση

- Η θερμοχημική μετατροπή της βιομάζας μπορεί να επιτευχθεί μέσω καύσης, αεριοποίησης, πυρόλυσης ή υγροποίησής της.
- Από τις τεχνολογίες αυτές, η καύση είναι μακράν η συχνότερα εφαρμοζόμενη, καθώς βρίσκεται σε προχωρημένο στάδιο ανάπτυξης. Έως και 40% καθαρή ηλεκτρική απόδοση.

Υπολείμματικές μορφές:

- κλαδέματα δέντρων, υπολείμματα δασικών εργασιών
- άχυρο σιτηρών, υπολείμματα καλλιεργειών
- υπολείμματα επεξεργασίας γεωργικών προϊόντων (ξηροί καρποί, ελιές, ρύζι, φρούτα,),
- υπολείμματα επεξεργασίας δασικών προϊόντων (ροκανίδια, πριονίδια, απόβλητα χαρτιού),
- ξύλο που προέρχεται από τις κατασκευές (χωρίς κόλλες, χρώματα),
- οργανικό κλάσμα των αστικών αποβλήτων,
- χρησιμοποιημένα φυτικά έλαια και ζωικά λίπη,
- λυματολάσπη
- Κοπριές, υπολείμματα σφαγείων

Ξύλο

Ενεργειακές καλλιέργειες:

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

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

□ Ετήσιες (αροτραίες) καλλιέργειες:

- ηλίανθος, ελαιοκράμβη, ρετινολαδιά ...
- ζαχαροτεύτλα, γλυκό σόργο, ζαχαροκάλαμο ...



Ενεργειακές καλλιέργειες Τελικές χρήσεις

• Παραδοσιακές

- σιτηρά,
- αραβόσιτος,
- ηλίανθος, κ.ά.

• Νέα είδη

- ελαιοκράμβη,
- Γλυκό σόργο,
- μίσχανθος,
- αγριαγκινάρα,
- καλάμι
- Ευκάλυπτος, κ.ά

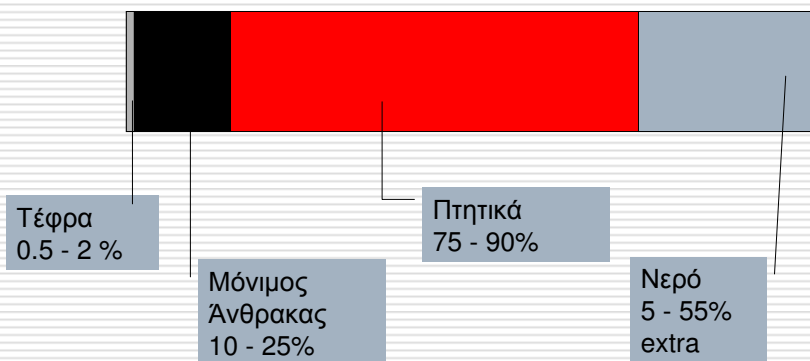
• Βιοντήζελ

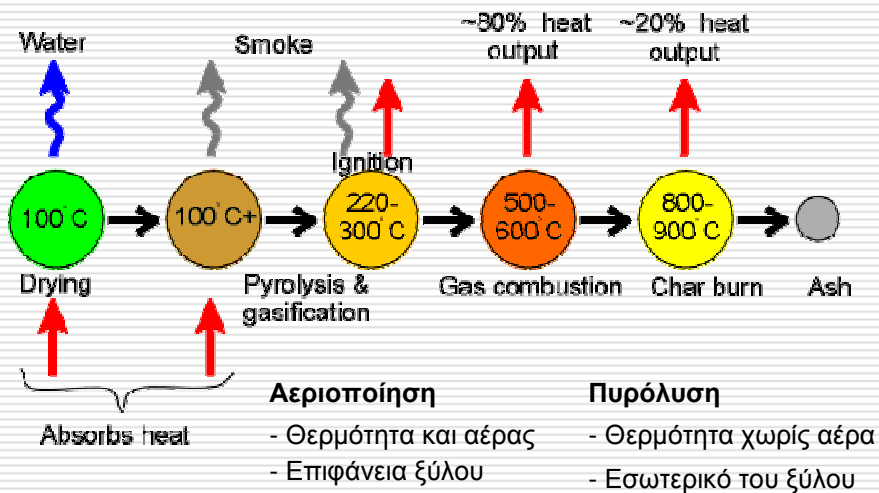
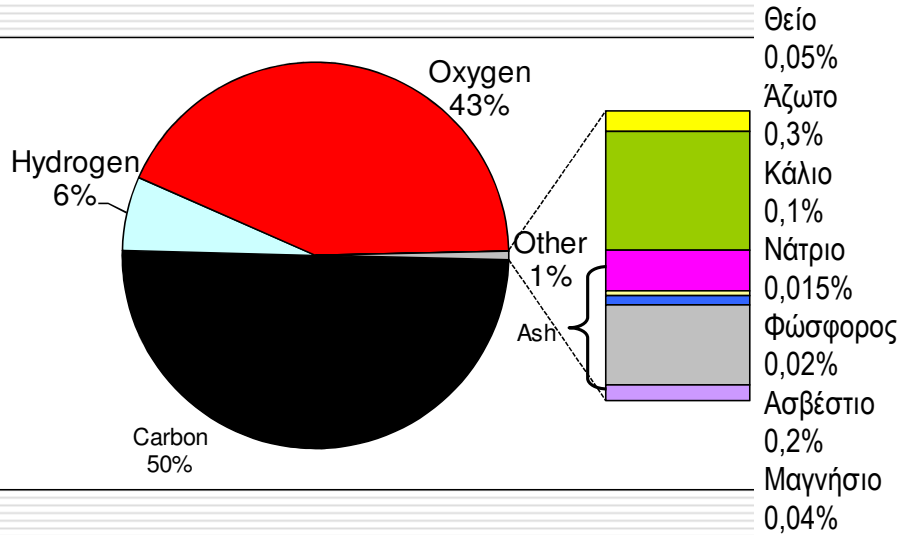
• Βιοαιθανόλη

• Θερμική &
ηλεκτρική
ενέργεια

Ιδιότητες	Άνθρα- -κας	Τύρ- -φη	Ξύλο	Φλοι- -ός	Κωνο- -φόρα	Ιτιά	Άχυρο	Καλά- -μι	Ελαιό- -δε- -ν- -δρα
Τέφρα [%]	8,5- 10,9	4-7	0,4- 0,5	2-3	1-3	1,1-4	5	6,2- 7,5	2-7
Υγρασία [%]	6-10	40-55	5-60	45-65	50-60	50-60	17-25	15-20	60-70
LHV [MJ/kg]	26- 28,3	20,9- 21,3	18,5- 20	18,5- 23	18,5- 20	18,4- 19,2	17,4	17,1- 17,5	17,5- 19
C, %	76-87	52-56	48-52	48-52	48-52	47-51	45-47	45,5- 46,1	48-50
H, %	3,5-5	5-6,5	6,2- 6,4	5,7- 6,8	6-6,2	5,8- 6,7	5,8- 6,0	5,7- 5,8	5,5- 6,5
N, %	0,8- 1,5	1-3	0,1- 0,5	0,3- 0,8	0,3- 0,5	0,2- 0,8	0,4- 0,6	0,65- 1,04	0,5- 1,5
O, %	2,8- 11,3	30-40	38-42	24,3- 40,2	40-44	40-46	40-46	44	34
S, %	0,5- 3,1	<0,05- 0,3	<0,05	<0,05	<0,05	0,02- 0,10	0,05- 0,2	0,08- 0,13	0,07- 0,17
Cl, %	<0,1	0,02- 0,06	0,01- 0,03	0,01- 0,03	0,01- 0,04	0,01- 0,05	0,14- 0,97	0,09	0,1
K, %	0,003	0,8- 5,8	0,02- 0,05	0,1- 0,4	0,1- 0,4	0,2- 0,5	0,69- 1,3	0,3- 0,5	
Ca, %	4-12	0,05- 0,1	0,1- 1,5	0,02- 0,08	0,2- 0,9	0,2- 0,7	0,1- 0,6		

Προσεγγιστική ανάλυση





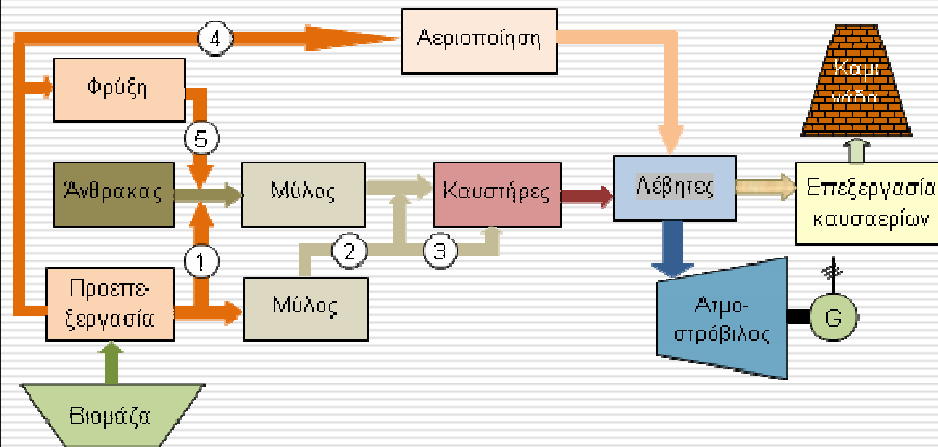
Βιομάζα – εκπομπές

- **CO:** όταν η καύση είναι ατελής
- **NO_x:** Παρόμοιο με του πετρελαίου, διπλάσιο του φυσικού αερίου. Ελέγχονται μέσω των τεχνικών καύσης.
- **SO_x:** Πολύ χαμηλό: ~ 20% του πετρελαίου. Δεν απαιτούνται μέτρα για την απομάκρυνση τους.
- **Ιπτάμενη τέφρα - σωματίδια:** Εξαρτάται από την ταχύτητα των καυσαερίων και την καύση. Μπορεί να απαιτηθούν πρόσθετα μέτρα.

Σύγκαυση άνθρακα - βιομάζας

- Για την καύση βιομάζας σε μια διαθέσιμη μονάδα κονιοποιημένου άνθρακα, τα βασικά πλεονεκτήματα προκύπτουν από τις οικονομίες κλίμακας και από τις υψηλές αποδόσεις της μονάδας.
- Η διαθεσιμότητα στην αγορά και η ευελιξία αυτών των μονάδων είναι υψηλές, ενώ το κόστος επένδυσης είναι σχετικά χαμηλό.
- Τα περισσότερα συστήματα συγκαύσης χρησιμοποιούν στερεά βιομάζα και προκύπτουν από την αλλαγή μεγέθους των διαθέσιμων μονάδων κονιοποιημένου άνθρακα.

Σύγκausη άνθρακα - βιομάζας

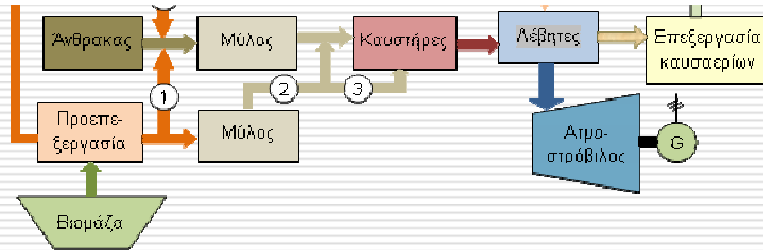


Σύγκausη - άμεση

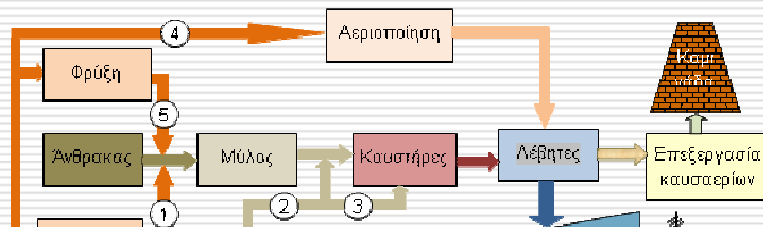


- Ανάμιξη άνθρακα και βιομάζας και συνθρυμματισμός τους σε κοινό μύλο (1).
- Απλούστερη, οικονομικότερη, ευρέως χρησιμοποιούμενη.
- Λιγότερο βελτιστοποιημένη, πιθανά προβλήματα.
- Βιομάζα που έχει υποστεί φρύξη (torrefaction) είναι εύκολα αλέσιμη και οι ιδιότητες καύσης της προσεγγίζουν περισσότερο αυτές του C. Τότε απευθείας τροφοδοσία στους ανθρακικούς μύλους (5). Όμως όχι αρκετή επεξεργασμένη βιομάζα.

- Θρυμματισμός άνθρακα και βιομάζας σε διαφορετικούς μύλους και ανάμιξη τους πριν τον καυστήρα (2).
- Κόστος νέων μύλων



- Θρυμματισμός/ καύση άνθρακα και βιομάζας σε διαφορετικούς μύλους/ καυστήρες (3).
- Κόστος νέων μύλων, καυστήρων



- Αεριοποίηση της βιομάζας, και καύση του παραγόμενου αερίου στον λέβητα (4).
- Πιο δαπανηρή (επένδυση σε τεχνολογία αεριοποίησης)
- Χρήση ενός ευρύτερου φάσματος τύπων βιομάζας
- Υψηλότερο ποσοστό υποκατάστασης με βιομάζα
- Απαιτούνται φίλτρα επεξεργασίας και καθαρισμού του αερίου (πριν από την καύση του), ενώ η τέφρα των δύο τύπων καυσίμων πρέπει να παραμένει διαχωρισμένη.

Σύγκαυση - παράλληλη

- Καύση της βιομάζας σε ξεχωριστό λέβητα, ο ατμός που παράγεται αναμιγνύεται στη συνέχεια με τον ατμό που παράγεται στους συμβατικούς λέβητες από τον άνθρακα.
- Χρήση υψηλού ποσοστού βιομάζας.
- Χρήση οποιουδήποτε τύπου βιομάζας.
- Ο λέβητας βιομάζας ίσως πρέπει να λειτουργεί σε χαμηλότερες θερμοκρασίες ατμού ώστε να μην υπάρχουν προβλήματα διάβρωσης.
- Χρησιμοποιείται συχνότερα στη βιομηχανία χαρτιού και πολτού, in situ προϊόντα προεπεξεργασίας, όπως φλοιοί και απόβλητα ξύλου.

Σύγκαυση

Όλες οι παραπάνω σχεδιασμοί έχουν ήδη δοκιμαστεί με επιτυχία - τουλάχιστον σε επιδεικτικό επίπεδο, εκτός από τη χρήση υλικών που έχουν υποβληθεί σε φρύξη (μη διαθέσιμα σε βιομηχανικές ποσότητες).

Μέγιστο ποσοστό της βιομάζας: εξαρτάται από τις ιδιότητες των καυσίμων και της τέφρας τους (άνθρακα/βιομάζας), την κατασκευή/ σχεδιασμό του λέβητα, τους τρόπους αξιοποίησης της τέφρας, τη διαθεσιμότητα και το κόστος της βιομάζας.

Γενικά σε υπάρχουσες μονάδες άνθρακα:

- Για ξυλώδη βιομάζα: υποκατάσταση $\leq 20\%$ χωρίς σημαντικά προβλήματα ή ανάγκη τροποποιήσεων
- Για αγροτώδη βιομάζα: υποκατάσταση $\leq 10\%$ (περιεκτικότητά σε χλώριο και αλκάλια).

% βιομάζα	Μέτρα
0-10%	Γενικά δεν απαιτούνται επιπλέον μέτρα.
10-50%	Απαραίτητη η βελτίωση της διεργασίας προεπεξεργασίας της βιομάζας και η προσαρμογή των ρυθμίσεων της μονάδας καύσης (π.χ. ρύθμιση αέρα καύσης). Μπορεί να υπάρχουν περιορισμοί σχετικά με το είδος της βιομάζας που μπορεί να καεί στην υπάρχουσα μονάδα.
50-100%	Προσαρμογή των διαθέσιμων μονάδων καύσης ή ακόμη και πλήρης αντικατάσταση αυτών με νέες μονάδες.

Επιπτώσεις – εκπομπές SO₂

- Οι περισσότερες μορφές βιομάζας έχουν πολύ χαμηλή περιεκτικότητα σε S. (\neq άνθρακα)
- Άρα μείωση των εκπομπών SO₂.
- Ελλάδα: οι ΘΗΣ δεν είναι εξοπλισμένοι με συσκευές δέσμευσης του S, ενώ ο λιγνίτης που χρησιμοποιείται έχει σχετικά υψηλή περιεκτικότητα σε S.
- Επίπτωση της σύγκausης σε μονάδες αποθείωσης με βάση τον ασβεστόλιθο/ γύψο (μονάδες FGD). Στην πράξη: όχι αρνητικές συνέπειες στις συνολικές επιδόσεις των ΘΗΣ, σε εργαστηριακές δοκιμές έχει αναφερθεί ελάττωση στην δραστητικότητα του ασβεστόλιθου. (έλεγχος για μακροπρόθεσμες επιπτώσεις).

Επιπτώσεις – εκπομπές NO_x

- Μπορεί να αυξηθούν, να μειωθούν ή να παραμείνουν ίδιες, ανάλογα με τον τύπο βιομάζας, τον τύπο καύσης και τις συνθήκες λειτουργίας της κάθε μονάδας.
- Ξύλο: σχετικά ↓ περιεκτικότητα σε N, γεωργικά υπολείμματα: λόγω καλλιέργειας, υψηλότερα επίπεδα N
- Ο τρόπος απελευθέρωσης του N κατά την καύση εξαρτάται από το σχεδιασμό και τη λειτουργία των μονάδων.
- Αλλαγές στη διαμόρφωση του λέβητα για να προσαρμοστεί στην καύση βιομάζας μπορεί να επηρεάσουν την απελευθέρωση των εκπομπών NO_x, ιδιαίτερα δε εάν χρησιμοποιηθούν ειδικοί λέβητες.



Επιπτώσεις – εκπομπές NO_x

- Η διαμόρφωση του καυστήρα έχει σημαντική επίδραση στο σχηματισμό των NO_x κατά τη σύγκausη.
- Η υψηλή περιεκτικότητα της βιομάζας σε πτητικά δίνει δυνατότητες για περιορισμό των NO_x μέσω μέτρων που σχετίζονται με την καύση. Η καλύτερη γενική πρακτική είναι η προσθήκη του άνθρακα στην υποστοιχειομετρική περιοχή, και της βιομάζας στις περιοχές με την υψηλότερη περιεκτικότητα σε αέρα.
- Καύσιμα από απόβλητα, όπως η λυματολάσπη (υψηλότερη περιεκτικότητα σε N): χρήση καυστήρα χαμηλών NO_x, διεργασία μετάκαυσης για μείωση των εκπομπών NO_x.



Επιπτώσεις – εκπομπές NO_x

- Παράλληλη σύγκαυση (αεριοποίηση) σε συμβατικές μονάδες ηλεκτροπαραγωγής κονιοποιημένου άνθρακα: εγχύεται στον άνθρακα ένα αέριο χαμηλής κατώτερης θερμογόνου δύναμης. Μετάκαυση: λαμβάνει χώρα υπο-στοιχειομετρική καύση ενός στρώματος καυσίμου στο άνω μέρος του θαλάμου καύσης του λέβητα. Ορισμένες από τις εκπομπές NO_x και NO που διατρέχουν αυτή την περιοχή μετατρέπονται σε N₂. Επιπλέον αέρας εισάγεται στα κατάντη της περιοχής για να ολοκληρωθεί η καύση. Ο συνδυασμός καυστήρων χαμηλών NO_x που τοποθετούνται στο κάτω μέρος του λέβητα με την μετάκαυση μπορεί να οδηγήσει σε σημαντικές μειώσεις του επιπέδου των NO_x.

Επιπτώσεις – ιπτάμενη τέφρα, σωματίδια

- Ο χειρισμός βιομάζας παράγει σημαντικές ποσότητες σωματιδίων. Έχουν χαμηλή πυκνότητα και υψηλό αεροδυναμικό συντελεστή, μπορούν εύκολα να αιωρούνται. Κίνδυνος για το προσωπικό της μονάδας: έκθεσή στα σωματίδια, μέσω της εισπνοής.
- μπορεί να προκύψει κάποια (μικρή) αύξηση των εκπομπών σωματιδίων, ιδιαίτερα κατά τη συγκαύση με βιομάζα από ξύλα.
- εξοπλισμός έλεγχου και παγίδευσης σωματιδίων: ηλεκτροστατικά φίλτρα ή σακόφιλτρα. Υψηλές αποδόσεις παγίδευσης και ελάχιστες επιπτώσεις στις επιδόσεις των σταθμών. Θετική επίπτωση έχουν επίσης οι μονάδες αποθείωσης.

Επιπτώσεις – σωματίδια

- Απόβλητα που μπορεί να περιέχουν βαρέα στοιχεία (όπως η λυματολάσπη): έλεγχος εάν ο εξοπλισμός ελέγχου της ρύπανσης μπορεί να απομονώσει τα βαρέα στοιχεία. Στενή και συνεχής παρακολούθηση των εκπομπών, καθώς και λήψη πρόσθετων μέτρων ευαισθητοποίησης, προκειμένου να πληρούνται τα όρια εκπομπών που προβλέπονται από τη νομοθεσία.
- EN 450 για τα κατασκευαστικά υλικά. Η ιπτάμενη τέφρα από τα απαέρια των λεβήτων καύσης κονιορτοποιημένου άνθρακα δεσμεύεται από τα ηλεκτροστατικά ή μηχανικά φίλτρα. Επιτρέπεται η χρήση της όταν $\leq 20\%$ κ.β. βιομάζα στην σύγκραυση ή 10% κ.β. τέφρα βιομάζας στην τέφρα

Επιπτώσεις – HCl

- Η πιο σημαντική διεργασία διάβρωσης των ΘΗΣ που χρησιμοποιούν ως καύσιμο άνθρακα ή/και άνθρακα με βιομάζα/ απόβλητα.
- Το Cl απελευθερώνεται κυρίως ως HCl σε αέρια φάση.
- Αυξημένη διάβρωση των σωλήνων του υπερθερμαντήρα → μείωση της απόδοσης → πλήρης διακοπή της λειτουργίας του σταθμού.
- Προβλήματα κυρίως με βιομάζα από απορρίμματα
- Αντιμετώπιση αν εντοπιστούν εγκαίρως τα προβλήματα και ληφθούν μέτρα για την αντιμετώπισή τους.



ERROR: stackunderflow
OFFENDING COMMAND: ~

STACK: