Ενεργειακή αξιοποίηση απορριμμάτων σε καυστήρες

Χαράλαμπος-Γεώργιος Λίτινας

hlitinas@outlook.com

Εισαγωγή

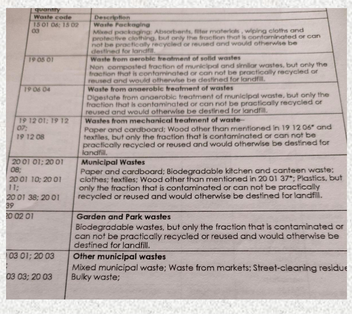
Με βάση τους φιλόδοξους στόχους που έχει υιοθετήσει ο νέος ΕΣΔΑ και την χωροθέτηση μονάδων ενεργειακής αξιοποίησης που προτείνει, την εισαγωγή του φόρου ταφής των απορριμμάτων καθιστώντας την ταφή περισσότερο ακριβή, την ενεργειακή κρίση και τους στόχους απολιγνιτοποίησης η καύση φαντάζει βιώσιμη λύση σήμερα όσο ποτέ. Εργοστάσιο καύσης, ετήσιας δυναμικότητας 400.000 τόνων με 2 γραμμές παραγωγής επεξεργασίας 25 τόνων/ώρα, λειτουργεί ετήσια περίπου 7.800 ώρες (90% διαθεσιμότητα), με περίοδο προληπτικής συντήρησης (outage) συνήθως δύο φορές το χρόνο, διάρκειας περίπου 2 εβδομάδων. Το κόστος λειτουργίας του ΦΟΔΣΑ συμπεριλαμβανομένων του κόστους απορρύπανσης καυσαερίων, λειτουργίας και συντήρησης, διάθεσης κλπ., διαμορφώνεται ανάλογα με την δυναμικότητα της μονάδας, λόγω οικονομιών κλίμακας. Ο ΦΟΔΣΑ μπορεί να χρεώνει τον δήμο, το τέλος εισόδου (gate fee) με βάση το κόστος λειτουργίας του. Επιπλέον ο λειτουργός μπορεί να χρεώνει τόσο για τον ηλεκτρισμό που τροφοδοτεί στο δίκτυο, περίπου 34,7 $MWth_{el}$ καθαρής ηλεκτρικής ενέργειας καθώς και τον ατμό αν είναι εγκατάσταση Συμπαραγωγής Ηλεκτρισμού Θέρμανσης (ΣΗΘ) θερμικής ενέργειας 51,2MW_{th} (65 t/hr, MP 16bar, 236 C) που μπορεί να διαθέτει σε παρακείμενες εγκαταστάσεις ή άλλως σε δίκτυα θέρμανσης. Ο λειτουργός μπορεί επιπλέον δευτερευόντως να έχει κέρδος και από τα μέταλλα της στάχτης που ανακτά με τον κατάλληλο εξοπλισμό συμπεριλαμβανομένων μαγνητών για μέταλλα και δονητικών τραπεζών για τα ογκώδη.

Κύριο Θέμα

Οι μονάδες καύσης επεξεργάζονται απορρίμματα σύμμεικτα ακολουθώντας την ιεραρχία διαχείρισης των αποβλήτων με σκοπό την ενεργειακή αξιοποίησης των μη ανακυκλώσιμων αποβλήτων που διαφορετικά θα οδηγούνταν στα κύτταρα των ΧΥΤΑ. Αν και δίνονται κίνητρα για τη χρήση και αξιοποίηση ανακτωμένων προϊόντων ως για την ανακύκλωση τους σε νέα προϊόντα, στα πλαίσια της κυκλικής οικονομίας, συμπεριλαμβανομένων των πλαστικών, πολλές φορές δημιουργούνται προκλήσεις. Σε μια εξαιρετικά προσαρμοστική και συνεχώς μεταβαλλόμενη αγορά που δέχεται επιρροές από πολλούς παράγοντες, π.χ. τιμές, πρωτόκολλα καθαρότητας και επιμολύνσεις υλικών, φαινόμενα με μεγάλο αντίκτυπο όπως η απαγόρευση της Κίνας στις εξαγωγές κλπ. δεν καθίσταται δυνατή η απορρόφηση όλων των ανακτώμενων προϊόντων προς ανακύκλωση από τους Παραγωγούς με αποτέλεσμα την απόρριψη τους στους ΧΥΤΑ. Εφόσον σύμφωνα με το ισχύον νομοθετικό πλαίσιο σχετικά με την διευρυμένη ευθύνη του παραγωγού με βάση τα οργανωμένα ΣΕΔ υπό την εποπτεία του ΕΟΑΝ τα μη επικίνδυνα απόβλητα θα πρέπει ως επί το πλείστων να ανακυκλώνονται, η χρήση των καυστήρων θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί για το κλάσμα των αποβλήτων που δεν μπορεί να ανακυκλωθεί, δρώντας με συνέργεια και συμπληρωματικά με την ανακύκλωση.

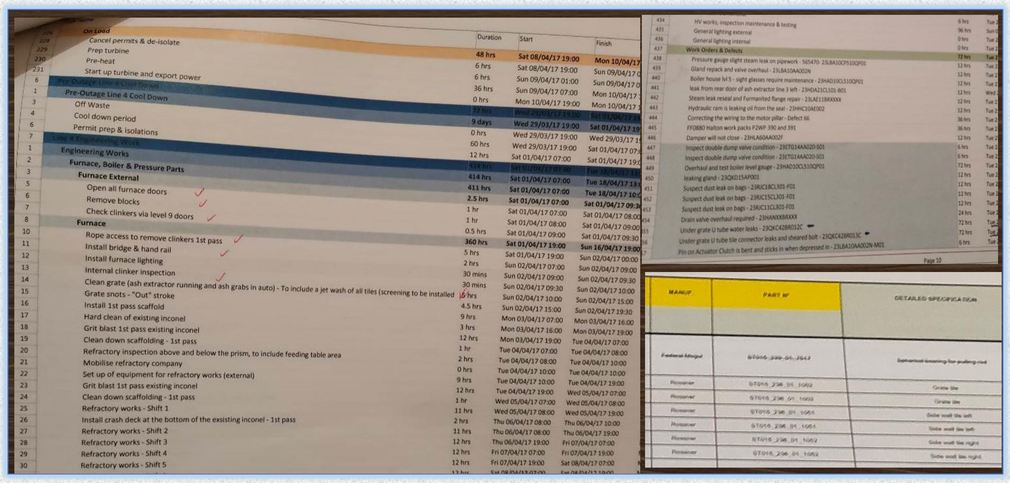
Στον καυστήρα μπορεί να οδηγούνται μη επικίνδυνα ΑΣΑ και όσα ομοιάζουν με αυτά. Τα ανεπεξέργαστα απορρίμματα εκτός από την αποφυγή του κόστους επεξεργασίας και την ευελιξία τους, μπορεί παρόλο αυτά να δημιουργούν αρκετά προβλήματα πχ ζημιές σε μηχανολογικό εξοπλισμό, εμφράξεις, πολύ ασταθή λειτουργία λόγω της ανομοιογενούς τους θερμογόνου δύναμης, πολλά άκαυστα υλικά, ενώ μπορεί να δημιουργούν και προβλήματα εκπομπών ρύπων. Ακόμη και απόβλητα που λόγω της κατάστασης τους μπορεί λογίζονται ως μη επικίνδυνα όπως τα πλαστικά, αν και παρουσιάζουν σχετικά υψηλή θερμογόνο δύναμη, κατά την καύση τους απελευθερώνουν υψηλές εκπομπές σε Cl, S.

Από την άλλη πλευρά τα ανακτημένα και βιοξηραμένα RDF ή πιστοποιημένα SRF έχουν με πλάνο δειγματοληψιών και τακτικούς εργαστηριακούς ελέγχους βάση κείμενης νομοθεσίας (Υ.Α. 56366/4351/2014,ΦΕΚ3339/Β` 12.12.2014) πιστοποιήσει την ικανότητα τους να έχουν χαμηλά ποσοστά υγρασίας, κατάλληλη θερμογόνο και χαμηλές προσμίξεις πχ σε Cl, Hg κλπ. Για την αποφυγή όλων των παραπάνω οι ΑΕΠΟ απαιτούν από τον λειτουργό βάση και των υλικών που μπορούν να δεχθούν σύμφωνα με τον Ευρωπαϊκό Κατάλογο Αποβλήτων (ΕΚΑ), να τηρούν αυστηρά πρωτόκολλα δειγματοληψίας και παρακολούθησης. Απαιτούν από τον λειτουργό την τήρηση διαδικασιών για τον έλεγχο και τη διαχείριση μη συμμορφούμενων απορριμμάτων, την κοινοποίηση των αποτελεσμάτων εκπομπών και εργαστηριακών ελέγχων στάχτης και ιπτάμενης τέφρας, καθώς και την υποβολή εκθέσεων πχ έκθεση με βάση τον ΕΚ166/2006 ανάλογα τη δυναμικότητα της εγκατάστασης.



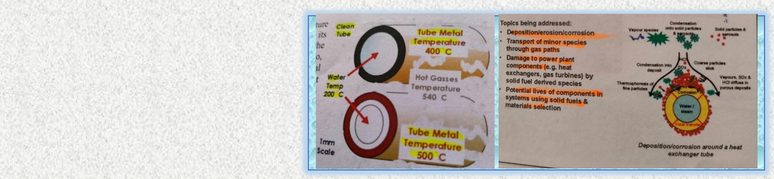
Εικόνα 1 *Κατάλογος αποδεκτών αποβλήτων που υποδεικνύεται από την περιβαλλοντική άδεια ΑΕΠΟ συμπεριλαμβανομένου του κλάσματος RDF και άλλων κλασμάτων αποβλήτων όπως ξηραμένη λάσπη. Τα δημοτικά αστικά απορρίμματα που κατηγοριοποιούνται με βάση το Κεφάλαιο 20 του ΕΚΑ ενδέχεται να δημιουργούν αυξημένους κινδύνους λόγω της ανομοιογενούς σύστασης τους και πιθανόν να πρέπει να λαμβάνονται επιπλέον μέτρα. Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι τα ογκώδη που απαιτούν πρόσθετη επεξεργασία, όπως τεμαχισμό*

Στα πλαίσια της προληπτικής συντήρησης και του ετήσιου πλάνου συντήρησης υπάρχουν απαιτήσεις για περιοδικό έλεγχο του ατμολέβητα, υδραυλική δοκιμή, έλεγχο σε ασφαλιστικά, βαλβίδες εκτόνωσης, κλπ. Επιπλέον, η ετήσια συντήρηση θα πρέπει να περιλαμβάνει διακριβώσεις μετρητικού εξοπλισμού πχ θερμόμετρα, μανόμετρα, κλπ. αλλά και ελέγχους με πρότυπα βάρη μετρητικού εξοπλισμού πχ δυναμοκυψέλες γερανών. Επιπλέον θα πρέπει να εκτελούνται περιοδικοί έλεγχοι πχ μη καταστροφικοί έλεγχοι σε εναλλάκτες για διαπίστωση της φθοράς με βάση το πάχος των εναλλακτών, να εκτελείται αντικατάσταση φθαρμένων πυρίμαχων υλικών, καθαρισμός του λέβητα, τανύσεις ταινιοδρόμων, λιπάνσεις κινούμενων μερών, κλπ. αλλά και περιοδικοί έλεγχοι βοηθητικού εξοπλισμού πχ ανυψωτικών από φορείς. Ο πρωταρχικός στόχος είναι η λειτουργία του εργοστασίου με την υψηλότερη δυνατή διαθεσιμότητα αποφεύγοντας κοστοβόρες διακοπές λειτουργίας.



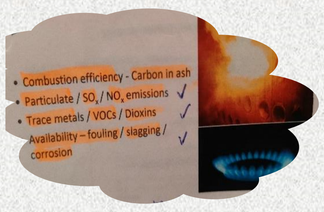
Εικόνα 2 *Επισκόπηση του προγράμματος συντήρησης(πάνω αριστερά). Οι εντολές εργασίας εκτελούνται, διορθώνοντας βλάβες, εισάγοντας αλλαγές στα πλαίσια του προγράμματος συντήρησης (πάνω δεξιά). Μέρος του καταλόγου κρίσιμων ανταλλακτικών που διατίθεται από τον ανάδοχο και παρακολουθείται από τον λειτουργό με βάση τις αναλώσεις, και τους χρόνους παράδοσης (Κάτω δεξιά)*

Πέραν των καθημερινών προληπτικών ελέγχων που εκτελούνται ανά βάρδια σε μηχανήματα και εξοπλισμό, συχνά προκύπτουν βλάβες που απαιτούν την άμεση παρέμβαση του λειτουργού οι οποίες πραγματοποιούνται όταν το εργοστάσιο είναι σε λειτουργία (online) πχ καθαρισμός εμφράξεων στο 2/3 πέρασμα. Η αποκατάσταση των βλαβών του μηχανολογικού εξοπλισμού δεν είναι πάντα εύκολο να καλυφθούν από τον ανάδοχο του έργου (EPC) ως αστοχίες. Έστω ότι ο ανάδοχος (EPC) δίνει τις απαραίτητες εγγυήσεις πχ 40.000 ώρες για συγκεκριμένο τύπο εναλλακτών καθώς και τον αριθμό των κρίσιμων ανταλλακτικών που απαιτούνται για το συγκεκριμένο υλικό. Παρότι ο ανάδοχος έχει εκπαιδεύσει το προσωπικό του λειτουργού και επιβλέψει τη λειτουργία, πολλές φορές προκύπτουν φθορές από παραλείψεις, λάθη και αστοχίες του λειτουργού πχ μη σωστή παρακολούθηση της ποιότητας του απιονισμένου νερού εκτός των ορίων που ορίζει το EN 12952-12, αναποτελεσματικός καθαρισμός επικαθήσεων κλπ. Κάτι τέτοιο, μπορεί να προκαλεί την ταχύτερη διάβρωση τους, μειώνοντας δραματικά τον χρόνο ζωής τους.

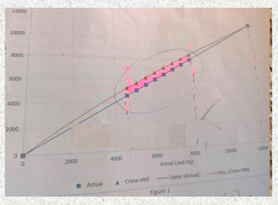


Εικόνα 3 *Βασικές αιτίες των αστοχιών των εναλλακτών του λέβητα, συμπεριλαμβανομένων των εναποθέσεων που σχηματίζονται γύρω από το σωλήνα του εναλλάκτη θερμότητας, καθώς και αλάτων και επικαθήσεων που σχηματίζονται μέσα στους εναλλάκτες θερμότητας από τον μη αποτελεσματικό καθαρισμό του νερού που διατρέχει τους εναλλάκτες, προκαλώντας έτσι προβλήματα διάβρωσης του εναλλάκτη και άλλων μερών, μέσω και της μεταφοράς του ατμού (επάνω). Μορφές διάβρωσης εναλλακτών, απώλεια πάχους, διάτρησεις και ρωγμές (κάτω)*

Συχνές βλάβες στο σύστημα τροφοδοσίας πχ γερανών μπορεί να οδηγούν σε μη τροφοδοσία του καυστήρα. Η μη παρακολούθηση του επιπέδου στάθμης του ατμοσυλλέκτη(Boiler Drum) μπορεί να προκαλέσει τη μη διαθεσιμότητα του λέβητα. Οι βλάβες στο σύστημα ψύξης σε υδρόψυκτο καυστήρα κινούμενων εσχαρών έχει ως αποτέλεσμα την μείωση του χρόνου ζωής των εσχαρών. Η μη διακρίβωση του μετρητικού εξοπλισμού μπορεί να οδηγήσει σε σφάλματα λειτουργίας, ενώ η μη τακτική παρακολούθηση και έλεγχος με πρότυπα βάρη των δυναμοκυψελών των γερανών σε λάθος τροφοδοσία. Η αναποτελεσματικότητα καθαρισμού του ατμολέβητα πχ η εκτός παραμέτρων λειτουργία του μηχανικού καθαρισμού (rapping system) στους εναλλάκτες, ή του υδροδυναμικού καθαρισμού (shower cleaning) καθώς και η μη παρακολούθηση της ποιότητας του νερού μπορεί να οδηγούν σε επικαθήσεις, κακή μεταφορά θερμότητας , διάβρωση και βλάβες στους εναλλάκτες αλλά και σε άλλα μέρη λόγω μεταφορά τους μέσω ατμού. Η μη διακρίβωση και έλεγχος του συστήματος συνεχής παρακολούθησης των ρύπων (CEMS) ή η μη σωστή τροφοδοσία χημικών ουσιών, ή η αστοχία του εξοπλισμού πχ βλάβη της τροφοδοσίας SNCR, ή η βλάβη των βοηθητικών καυστήρων (Auxiliary Burners) μπορεί να οδηγήσουν σε περιβαλλοντικά πρόστιμα.



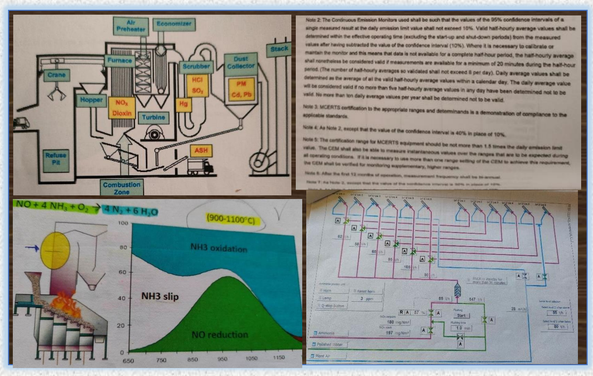
Εικόνα 4 *Ενδεικτικά βασικές λειτουργικές παράμετροι που πρέπει να παρακολουθούνται και που επηρεάζουν τη διαθεσιμότητα, την ενεργειακή αξιοποίηση και την περιβαλλοντική συμμόρφωση του εργοστασίου*



Εικόνα 5 *Έλεγχος καλής λειτουργίας ανά τρίμηνο των δυναμοκυψελών των γερανών τροφοδοσίας των απορριμμάτων σε σχέση με την διακριβωμένη πλάστιγγα που πραγματοποιείται με τη χρήση πρότυπων βαρών. Τα αποτελέσματα παρακολουθούνται στο εύρος λειτουργίας-τροφοδοσίας των γερανών μεταξύ των τιμών στο DCS και των πραγματικών τιμών και γίνονται οι απαραίτητες διορθώσεις*

Εικόνα 6 *Εμφράξεις στο 2ο και 3ο πέρασμα του ατμολέβητα. Υδροδυναμικός καθαρισμός shower cleaning στο 2ο και 3ο πέρασμα του ατμολέβητα*

Εικόνα 7 *Μηχανικός καθαρισμός rapping system των εναλλακτών του ατμολέβητα*



Εικόνα 8 *Εκπομπές NOx στον ατμολέβητα. Σύστημα μη καταλυτικού αντιδραστήρα SNCR που λειτουργεί στο κατάλληλο θερμοκρασιακό εύρος και με τη σωστή δοσολογία αμμωνίας, σε συνδυασμό με τις ενδείξεις του συστήματος παρακολούθησης εκπομπών CEMS . Απαιτήσεις συστήματος συνεχούς παρακολούθησης -Continuous Emissions Monitoring System (CEMS) σύμφωνα με το πρότυπο EN 14181*