

ΕΠΑνεΚ 2014-2020
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ • ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ • ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ

ΔΡΑΣΗ ΕΘΝΙΚΗΣ ΕΜΒΕΛΕΙΑΣ:
« ΕΡΕΥΝΩ-ΔΗΜΙΟΥΡΓΩ-ΚΑΙΝΟΤΟΜΩ »

Έργο: Παραγωγή τροποποιημένης ασφάλτου και αύξηση ποσοστού ανακύκλωσης ασφαλτικού σκυροδέματος χρησιμοποιώντας ανακυκλωμένο ελαστικό (RAP-ELT)

Κωδικός Έργου: Τ1ΕΔΚ-01656

Π 2.1 Παραγωγή και προετοιμασία τρίμματος ελαστικού –
Βέλτιστες πρακτικές.
Μέρος Β΄

Υπεύθυνος δράσης:

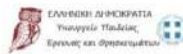


RETIRE ABEE

ΒΙ.ΠΕ. Δράμας

Τηλ. 25210.81586, fax 25210.81596

ΔΡΑΜΑ ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 2019



Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

1.	Σκοπός παραδοτέου	3
2.	Περιγραφή εργοστασίου RETIRE ABEE	3
3.	Τεχνικά χαρακτηριστικά πρώτων υλών και προϊόντων	5
4.	Τεχνολογίες και τεχνικές ανακύκλωσης/ αξιοποίησης	7
4.1.	Τεμαχισμός ελαστικών	7
4.2.	Κοκκοποίηση ελαστικών	9
4.3.	Τεχνολογίες παραγωγής.....	10
4.4.	Απαραίτητος εξοπλισμός	18
5.	Περιγραφή του τρόπου λειτουργίας της Μονάδας Ανακύκλωσης.....	23
5.1.	Διάγραμμα παραγωγικής ροής.....	23
5.2.	Διασφάλιση ποιότητας παραγομένων προϊόντων.....	25
5.3.	Περιβάλλον, Υγιεινή και Ασφάλεια.....	25
5.4.	Αποθήκευση.....	26
5.5.	Συσκευασία	26
5.6.	Μεταφορά του υλικού	27
5.7.	Επικινδυνότητα προϊόντων –Βαθμός αξιοποίησης	27
6.	Παρακολούθηση / Έλεγχοι.....	32
6.1.	Παραλαβή αποβλήτων / έλεγχος – καταγραφή φορτίων	32
6.2.	Έλεγχος στερεών αποβλήτων	33
6.3.	Δειγματοληψίες / αναλύσεις	33

1. Σκοπός παραδοτέου

Στόχος του Παραδοτέου 2.1 «Παραγωγή και προετοιμασία τρίμματος ελαστικού – Βέλτιστες πρακτικές» είναι να αποτυπώσει τις βέλτιστες πρακτικές προετοιμασίας τρίμματος ελαστικού και να περιγράψει τις διεργασίες που ακολουθήθηκαν από την εταιρία RETIRE ABEE για την παραγωγή τρίμματος ελαστικού. Το παραδοτέο αποτελείται από δύο μέρη:

Το Μέρος Α' εκπονήθηκε από την RETIRE ABEE και τον υπεργολάβο ΕΚΕΤΑ

Το Μέρος Β' εκπονήθηκε από την RETIRE ABEE

Το Μέρος Β' επικεντρώνεται στην ανάλυση της παραγωγικής διαδικασίας που ακολουθείται στο εργοστάσιο της RETIRE ABEE για την ανακύκλωση η ελαστικών, προτείνοντας παράλληλα βέλτιστους εναλλακτικούς τρόπους παραγωγής τρίμματος. Οι εναλλακτικοί τρόποι επεξεργασίας περιγράφονται σε λεπτομέρεια, με αναφορά σε εφαρμογές και οφέλη, με γνώμονα την τεχνο-οικονομική σύγκριση. Παράλληλα γίνεται αναφορά σε βασικούς τομείς της βιομηχανικής παραγωγής όπως η Διασφάλιση της ποιότητας των παραγομένων προϊόντων, η Υγιεινή και Ασφάλεια καθώς και η Επικινδυνότητα των παραγόμενων προϊόντων.

2. Περιγραφή εργοστασίου RETIRE ABEE

Διοικητικά ο χώρος του εργοστασίου της RETIRE ABEE υπάγεται στην ΕΤΒΑ ΒΙ.ΠΕ Α.Ε., Περιφερ. Διοικ. Αν. Μακεδονίας & Θράκης – ΒΙ.ΠΕ. Κομοτηνής, δασικά στη Δ/νση Δασών Δράμας και δικαστικά στις αρμόδιες δικαστικές αρχές Δράμας.

Το ιδιόκτητο οικόπεδο της επιχείρησης έκτασης 7.020,00 m² αποτελεί το χώρο της δραστηριότητας το οποίο αγοράσθηκε με την υπ' αριθμ. Πρωτ. 470/19.09.2007 απόφαση της ΕΤΒΑ ΒΙ.ΠΕ. Α.Ε. από τον ιδιοκτήτη εντός του οποίου θα λαμβάνει μέρος η εξής δραστηριότητα:

- ο Μονάδα μηχανικής επεξεργασίας μεταχειρισμένων ελαστικών οχημάτων και παραγωγή μιας σειράς τελικών προϊόντων από καουτσούκ καθώς και παραπροϊόντων μετάλλων και λινών που αποτελούν τα βασικά συστατικά του ελαστικού οχημάτων.

Η χωροθέτηση της μονάδας έγκειται στην εφαρμογή ενός ολοκληρωμένου προγράμματος ελέγχου και λειτουργίας οριζόντιων μονάδων διαχείρισης αποβλήτων που εντάσσονται στα πλαίσια εναλλακτικής διαχείρισης και συνάδει με την δυναμική ανάπτυξης βέλτιστων περιβαλλοντικά συστημάτων διαχείρισης με σκοπό:

- 1 την εξοικονόμηση ενέργειας και πρώτων υλών.
- 2 τον βέλτιστο έλεγχο λειτουργίας και διαχείρισης του ανθρώπινου δυναμικού.
- 3 την διασφάλιση των απαιτούμενων περιβαλλοντικών παραμέτρων σε

μικρότερη χωρική κλίμακα με παράλληλη προστασία του ανθρωπογενούς και φυσικού περιβάλλοντος από πιθανές επιπτώσεις.

4 την μελλοντική ανάπτυξη συστημάτων ολικής ποιότητας και διαχείρισης στην βάση της οικονομίας κλίμακας.

Επομένως η επιχείρηση με την χρήση τόσο των ιδιόκτητων πάγιων εγκαταστάσεών της όσο και του διαθέσιμου κινητού εξοπλισμού κινείται προς την κατεύθυνση οργάνωσης και λειτουργίας ενός υπερσύγχρονου Κέντρου Εναλλακτικής Διαχείρισης Αποβλήτων στην Περιφέρεια Ανατολικής Μακεδονίας & Θράκης με στόχο :

- Την πλήρη ανάπτυξη και εφαρμογή των προγραμμάτων εναλλακτικής διαχείρισης αποβλήτων στην Περιφέρεια Ανατολικής Μακεδονίας & Θράκης.
- Την δημιουργία νέων θέσεων εργασίας στον τομέα διαχείρισης αποβλήτων.
- Την επίτευξη των στόχων που τίθενται από την ισχύουσα νομοθεσία για την εναλλακτική διαχείριση των ειδικών ρευμάτων αποβλήτων.
- Την ελαχιστοποίηση της χρήσης πρωτογενών υλών και την προώθηση της ανακύκλωσης.
- Την ενημέρωση και ευαισθητοποίηση των πολιτών σε επίπεδο εναλλακτικής διαχείρισης αποβλήτων.
- Την προώθηση νέων καινοτόμων διαδικασιών ορθολογικής διαχείρισης αποβλήτων.
- Την Προστασία του Περιβάλλοντος και,
- Την Διασφάλιση της Δημόσιας Υγείας

Σύμφωνα με τον Κατάλογο αποβλήτων του Παραρτήματος της απόφασης 2000/532/ΕΚ, όπως έχει τροποποιηθεί με τις Αποφάσεις 2001/118/ΕΚ, 2001/119//ΕΚ και 2001/573/ΕΚ της Επιτροπής Ε.Κ.[Ευρωπαϊκός Κατάλογος Αποβλήτων (Ε.Κ.Α.)] τα απόβλητα χρησιμοποιημένων ελαστικών οχημάτων που θα ανακυκλώνονται εντός της μονάδας μηχανικής επεξεργασίας είναι :

160103 : ελαστικό στο τέλος του κύκλου ζωής τους

Τα απόβλητα χρησιμοποιημένων ελαστικών οχημάτων συλλέγονται και αποθηκεύονται προσωρινώς στους δύο εγκεκριμένους χώρους προσωρινής αποθήκευσης εντός των αγροτεμαχίων υπ' αριθμ. 3/81 & 3/95 του αγροκτήματος Ξηροποτάμου αρχικής διανομής έτους 1929 που έχουν εκμισθωθεί από την Δ/ση Αγροτικής Ανάπτυξης Δράμας με τις υπ' αριθμ. Πρωτ. 5215/13.03.2006 & 11179/16.09.2008 Αποφάσεις του Νομάρχη Δράμας στις επιχειρήσεις Δ. Κ. ΚΥΚΛΟΣ ΑΒΕΕ και Δ. ΚΑΡΑΓΙΑΝΝΙΔΗΣ & ΣΙΑ Ο.Ε. του ιδίου επιχειρηματία Κου Καραγιαννίδη Δημητρίου και έχουν Α.Ε.Π.Ο. με τις υπ' αριθμ. Πρωτ. ΔΠ-Π 4772/26.10.2005 & 6363/07/02.09.2008 της Δ/σης Πολεοδομίας & Περιβάλλοντος, Τμήμα Περιβάλλοντος της Νομαρχιακής Αυτοδιοίκησης Δράμας Καβάλας Ξάνθης.

Τα απόβλητα χρησιμοποιημένων ελαστικών οχημάτων οδηγούνται στους χώρους προσωρινής αποθήκευσης από αδειοδοτημένους από τις αρμόδιες αρχές και

συμβεβλημένους με το Συλλογικό Σύστημα Εναλλακτικής Διαχείρισης (ΣΣΕΔ) ECOELASTIKA A.E. και εν συνεχεία κατά την λειτουργία της μονάδας προσωρινής αποθήκευσης και ανακύκλωσης των χρησιμοποιημένων ελαστικών οχημάτων τα εισερχόμενα ελαστικά από τα οχήματα συλλογής εκφορτώνονται σε συγκεκριμένα σημεία του χώρου προσωρινής αποθήκευσης και προωθούνται στο κοπτικό μηχάνημα τεμαχισμού με αποτέλεσμα το εξερχόμενο προϊόν να είναι έτοιμο προς περαιτέρω κατεργασία στην μονάδα μηχανικής επεξεργασίας & ανακύκλωσης.

Ο μηχανολογικός εξοπλισμός προτεμαχισμού των χρησιμοποιημένων ελαστικών οχημάτων στο χώρο προσωρινής αποθήκευσης περιλαμβάνει το μηχάνημα κοπής χρησιμοποιημένων ελαστικών με δυνατότητα κοπής τεμαχίων διαστάσεων 13-73cm ανάλογα με τον τύπο του εισερχόμενου ελαστικού.

Από τους ως άνω αδειοδοτημένους χώρους προσωρινής αποθήκευσης και προτεμαχισμού τα απόβλητα χρησιμοποιημένων ελαστικών οχημάτων θα οδηγούνται στην μονάδα μηχανικής επεξεργασίας & ανακύκλωσης για την περαιτέρω διαχείριση και παραγωγή μιας σειράς τελικών προϊόντων από καουτσούκ καθώς και παραπροϊόντων μετάλλων και λινών που αποτελούν τα βασικά συστατικά των ελαστικών οχημάτων.

Η δυναμικότητα της μονάδας μηχανικής επεξεργασίας (input) ανέρχεται σε 2,5 τόνοι χρησιμοποιημένων ελαστικών ανά ώρα ή 4-5 τόνοι προτεμαχισμένων χρησιμοποιημένων ελαστικών ανά ώρα.

Η διαδικασία που λαμβάνει μέρος κατά την λειτουργία της μονάδας είναι καθαρά φυσική διεργασία μηχανικής κοκκοποίησης των χρησιμοποιημένων ελαστικών και διαχωρισμού των τελικών προϊόντων και παραπροϊόντων.

3. Τεχνικά χαρακτηριστικά πρώτων υλών και προϊόντων

Πρώτες Ύλες

Οι πρώτες ύλες που χρησιμοποιεί η επιχείρηση είναι κυρίως τα πνευματικά ελαστικά επιβατικών οχημάτων, φορτηγών και λεωφορείων, τα οποία παρασκευάζονται για διάθεση στην Ευρωπαϊκή αγορά. Η επιχείρηση έχει την δυνατότητα να επεξεργάζεται οποιοδήποτε τύπο ελαστικού υπάρχει στην αγορά. Η σύσταση των πνευματικών ελαστικών που παράγονται για την Ευρωπαϊκή αγορά είναι σύμφωνη με την ακόλουθη ανάλυση περιεκτικότητας που περιέχεται στον παρακάτω πίνακα.

Κατά βάρος σύσταση ελαστικών επιβατικών και φορτηγών οχημάτων στην Ε.Ε

Σύνθεση ελαστικών		
	Επιβατικά	Φορτηγά
Υλικά	% κ.β.	% κ.β.
Συνθετικό ελαστικό	29	26
Φυσικό ελαστικό	19	17
Αιθάλη	22	21
Χάλυβας	15	27
Λινά	5	-
Οξείδιο ψευδαργύρου (ZnO)	1	2
Θείο	1	1
Λοιπά συστατικά	8	6

Τα ελαστικά των φορτηγών οχημάτων περιέχουν περισσότερο φυσικό από συνθετικό καουτσούκ σε σχέση με τα ελαστικά των επιβατικών οχημάτων ενώ στα λοιπά συστατικά συγκαταλέγονται κυρίως πρόσθετες οργανικές ενώσεις ανάλογα με τον τύπο του ελαστικού.

Υπάρχουν επτά κατηγορίες πρώτων υλών η κάθε μια από τις οποίες διαφοροποιείται σημαντικά από τις υπόλοιπες:

- **Πέλμα:** είναι το τμήμα εκείνο του ελαστικού το οποίο έχει σχεδιαστεί για να έρχεται σε επαφή με το οδόστρωμα για να παρέχει το απαραίτητο κράτημα κατά την κυκλοφορία του οχήματος. Τα ελαστικά των επιβατικών και των φορτηγών οχημάτων είναι οι βασικές πηγές πελμάτων για την ανακύκλωση.
- **Ολόκληρο ελαστικό:** Τα βασικά μέρη ενός ελαστικού είναι ο σκελετός, η στεφάνη, το πλέγμα και το πέλμα, το οποίο αποτελείται από καουτσούκ και ελαστομερή, αιθάλη (carbon black) και silica, μέταλλα και λινά. Στις περισσότερες περιπτώσεις τα μέταλλα και τα λινά είναι ανακυκλώσιμα.
- **Καουτσούκ για τεχνικές εφαρμογές:** Καουτσούκ για χρήσεις σε λοιπά προϊόντα εκτός από τα ελαστικά οχημάτων.
- **Μικτά ελαστικά επιβατικών και φορτηγών οχημάτων:** Μη καθορισμένο μίγμα ελαστικών επιβατικών και φορτηγών οχημάτων.
- **Λοιπά ελαστικά:** Εδώ υπάγονται τα ελαστικά χωματοουργικών, αγροτικών οχημάτων και αεροσκαφών.

Προϊόντα

Το εργοστάσιο παράγει πολλούς τύπους προϊόντων ανακυκλωμένου ελαστικού, από πούδρα μέχρι τρίμμα από όλων των ειδών τα παλαιά ελαστικά. Η κοκκομετρία του παραγόμενου υλικού ξεκινά από την πούδρα ελαστικού μεγέθους 0,6 mm και φθάνει μέχρι το τρίμμα ελαστικού μεγέθους έως 16mm, ανάλογα με το άνοιγμα των οπών των σχαρών των μύλων κοκκοποίησης. Τα τελικά προϊόντα με την μεγαλύτερη ζήτηση είναι τα ακόλουθα:

Κοκκομετρία υλικού	Ζήτηση
Πούδρα ελαστικού 0,8 mm	Μέγιστη
Τρίμμα 2,5 mm	Όλο το υλικό από 0,8 έως 2,5mm
Τρίμμα 4 mm	Όλο το υλικό από 2,5 έως 4 mm
Τρίμμα 5 mm	Όλο το υλικό από 4 έως 5 mm

Όλο το παραγόμενο υλικό είναι καθαρό με μόνο πολύ μικρές προσμίξεις λινών, οι οποίες δεν δημιουργούν κανένα πρόβλημα στο προϊόν.

Τα προϊόντα της εταιρίας παρουσιάζουν τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- Παράγονται σύμφωνα με τις απαιτήσεις του πελάτη
- Υπάρχει ποικιλία στα προϊόντα και όχι μια συγκεκριμένη «σειρά» προϊόντων
- Προσφέρονται σε διάφορες διαστάσεις και μεγέθη
- Ικανοποιούν τις ανάγκες κάθε είδους εφαρμογής στις οποίες χρησιμοποιούνται τα παραγόμενα προϊόντα της μονάδας

4. Τεχνολογίες και τεχνικές ανακύκλωσης/ αξιοποίησης

4.1. Τεμαχισμός ελαστικών

Ένας από τους σημαντικότερους τρόπους τεχνολογιών και τεχνικών ανακύκλωσης/αξιοποίησης μεταχειρισμένων ελαστικών είναι ο τεμαχισμός των ελαστικών. Τα τεμάχια παλαιών ελαστικών (και ιδιαίτερα τα παλαιά ελαστικά αυτοκινήτων) απαιτούν ελάττωση μεγέθους για τη χρήση τους σε ανακυκλωμένα προϊόντα. Αυτό γίνεται συνήθως χρησιμοποιώντας την συνήθη διαδικασία του τεμαχισμού.

Περιγραφή διαδικασίας

Κατά την εξέταση του εξοπλισμού που χρησιμοποιείται για την κοπή ολόκληρων ελαστικών επιβατικών αυτοκινήτων και φορτηγών ενισχυμένων με χάλυβα, διαπιστώνεται ότι υπάρχει σήμερα ένα ευρύ φάσμα μηχανών που διατίθενται για τον σκοπό αυτό. Εντούτοις, η συνηθέστερα χρησιμοποιούμενη μηχανή για την επεξεργασία των παλαιών ελαστικών σε τεμάχια (τσιπ) συγκεκριμένου μεγέθους είναι ο περιστροφικός τεμαχιστής, ο οποίος χρησιμοποιείται σε όλο τον κόσμο για αυτήν την εφαρμογή. Υπάρχουν δύο ευδιάκριτοι τύποι ή τεχνολογίες περιστροφικών

τεμαχιστών, ο τύπος 'γάντζων και μαχαιριών' και ο τύπος Holman. Δύο σημαντικές παράμετροι λειτουργίας του εξοπλισμού αυτού είναι

(α) η διαλογή των κανονικού μεγέθους και των υπερμεγεθών τσιπ και

(β) η αναδιανομή, μεταφορά και επανατροφοδότηση του υλικού πίσω στον θάλαμο τεμαχισμού.

Ο περιστροφικός τεμαχιστής αποτελείται από δύο αντίθετα περιστρεφόμενους άξονες, πάνω στους οποίους είναι προσαρμοσμένα είτε απευθείας τα μαχαίρια ή τα συστήματα περιστροφής των μαχαιριών. Τα μαχαίρια επικαλύπτονται μεταξύ τους και προκαλούν μια διατμητική ή κοπτική δράση. Οι τεμαχιστές χρησιμοποιούν άξονες μορφής εξαγώνου ή κλειδιού. Τα διάστιχα των μαχαιριών συγκεντρώνονται μεταξύ των αντίστροφα περιστρεφόμενων αξόνων και χρησιμοποιούνται για να δώσουν τον κατάλληλο χώρο μεταξύ των αντίστροφα περιστρεφόμενων μαχαιριών. Όλα τα μαχαίρια και τα διάστιχα μαχαιριών είναι τοποθετημένα στους άξονες και ασφαλίζονται με ένα μεγάλο ασφαλιστικό περικόχλιο που βιδώνεται επάνω τους. Μέσω της μόνιμης σύνδεσης του κάθε μαχαιριού και διάστιχου στον άξονα, οι ανοχές μεταξύ των μαχαιριών είναι προκαθορισμένες από το εργοστάσιο και δεν αλλάζουν ποτέ καθ' όλη τη διάρκεια ζωής της μηχανής. Με τη χρησιμοποίηση εξαιρετικά στενών ανοχών (0,003-0,005 cm) μεταξύ των μαχαιριών, εξασφαλίζεται καθαρή κοπή του ελαστικού, του χάλυβα, και των νημάτων (λινών). Αυτός ο παράγοντας είναι εξαιρετικά σημαντικός κατά τη διαλογή των τσιπ. Επίσης με τη χρησιμοποίηση μικρότερων αποσπάσιμων μαχαιριών, είναι δυνατό να χρησιμοποιηθεί μεγαλύτερη επιτρεπόμενη ποσότητα ανθεκτικού σε φθορά χάλυβα εργαλείων, παρατείνοντας έτσι την αντοχή σε φθορά των μαχαιριών και μειώνοντας τις λειτουργικές δαπάνες. Η στενή ανοχή μεταξύ των μαχαιριών και τα ανώτερα υλικά μαχαιριών είναι δύο παράγοντες που συμβάλλουν στην παραγωγή καθαρά κομμένων τσιπ χωρίς χαλαρωμένο ή εκτεθειμένο σύρμα στα τσιπ. Επίσης οι κύλινδροι τροφοδοσίας που χρησιμοποιούνται στην τροφοδότηση ελαστικών αποτελούν πολύ απλές, ιδιαίτερα αξιόπιστες και ανέξοδες συσκευές, οι οποίες μειώνουν την πιθανότητα μπλοκαρίσματος κατά την τροφοδοσία ολόκληρων ελαστικών και εξαλείφουν την πιθανότητα αναπήδησης των τροφοδοτούμενων ελαστικών. Μόλις τεμαχιστούν τα ελαστικά, κοσκινίζονται χρησιμοποιώντας έναν από τους τέσσερις ακόλουθους τύπους κόσκινου:

- κόσκινο ενός επιπέδου,
- κόσκινο δυο επιπέδων,
- περιστρεφόμενο κόσκινο μεταλλεύματος, ή
- περιστροφικό κόσκινο.

Συχνά χρησιμοποιείται συνδυασμός αυτών των κόσκινων, ενώ χρησιμοποιείται και ένα τύμπανο επανακυκλοφορίας για να επαναφέρει το μεγάλο μεγέθους υλικό πίσω στον τεμαχιστή προς πρόσθετη μείωση του μεγέθους του.

4.2. Κοκκοποίηση ελαστικών

Ως κοκκοποιημένο (αλεσμένο) ελαστικό ορίζεται το ελαστικό που έχει μειωθεί σε μέγεθος σωματιδίων της τάξης 0,95 cm ή λιγότερο σύμφωνα με το **Texas Natural Resource Conservation Commission**. Για την περιγραφή και μέτρηση του μεγέθους του κοκκοποιημένου ελαστικού χρησιμοποιείται συνήθως το μέγεθος οπής πλέγματος (Mesh) ή κόσκινου. Το κοκκοποιημένο ελαστικό ταξινομείται από το δικτυωτό κόσκινο (πλέγμα) ή το κόσκινο, μέσω των οποίων περνά στη διαδικασία παραγωγής. Ανάλογα με το μέγεθος του παραγόμενου κόκκου και με τις συνθήκες παραγωγής του, μπορεί να αφαιρεθεί 99% ή και περισσότερο του χάλυβα και του υφάσματος. **Από ένα ελαστικό επιβατικού αυτοκινήτου μπορούν να παραχθούν 4-5 kg κοκκοποιημένου ελαστικού.** Η χαρακτηριστική διαδικασία παραγωγής των κόκκων περιλαμβάνει τρία στάδια:

1. Το ελαστικό μειώνεται σε κομμάτια μεγέθους 6,5-10 cm από μια ή περισσότερες μηχανές τεμαχισμού χαμηλής ταχύτητας.

2. Τα κομμάτια περνούν από δύο ή τρεις μηχανές τεμαχισμού διαδοχικά στενότερων μαχαιριών, ώστε να μειωθούν περαιτέρω σε μέγεθος 0,95 cm ή μικρότερο.

3. Τα σωματίδια υποβάλλονται σε επεξεργασία με τη χρήση σπαστήρων ή σφαιρόμυλων κοκκοποίησης, ώστε να μειωθεί ακόμα περισσότερο το μέγεθός τους. Κόσκινα και διαχωριστές βαρύτητας χρησιμοποιούνται για να αφαιρέσουν το μέταλλο, ενώ εξοπλισμός αναρρόφησης χρησιμοποιείται για να αφαιρέσει τις ίνες. Υπάρχουν **δύο είδη συστημάτων για την παραγωγή κοκκοποιημένου ελαστικού** από ολόκληρα ελαστικά:

1. Τα **κρυογονικά συστήματα** χρησιμοποιούν θερμοκρασίες υπό το μηδέν για να παγώσουν τα κομμάτια ελαστικών και να τα κοκκοποιήσουν έπειτα σε έναν σφυρόμυλο (hammer mill), προκειμένου να καταστήσουν εύκολο τον διαχωρισμό του ελαστικού από το χάλυβα και το ύφασμα.

2. Τα **μηχανικά συστήματα** λειτουργούν σε θερμοκρασία δωματίου και σχίζουν το υλικό των ελαστικών τεμαχίζοντάς το. Ο χάλυβας και το ύφασμα αφαιρούνται στην συνέχεια. Ο αριθμός περασμάτων μέσω του μύλου και στα δύο συστήματα καθορίζει το εύρος μεγεθών του προϊόντος, με τους περισσότερους χρήστες κοκκοποιημένου ελαστικού να απαιτούν την πλήρη αφαίρεση του χάλυβα, των μη σιδηρούχων μετάλλων, της άμμου και άλλων ανεπιθύμητων υλικών.

Στις πιθανές χρήσεις του κοκκοποιημένου ελαστικού συγκαταλέγονται οι παρακάτω:

- Διαμορφωμένα και εξωθημένα προϊόντα.
- Τροποποίηση αθλητικών εγκαταστάσεων.

- Εμπλουτισμός λιπάσματος.
- Στρώματα προστασίας – επικάλυψης.
- Υλικό τριβής.
- Μέρη αυτοκινήτου.

4.3. Τεχνολογίες παραγωγής

1) Εξώθηση

Μια από τις πιο κοινές μεθόδους που χρησιμοποιούνται για να διαμορφώσουν τα προϊόντα ελαστικού είναι η εξώθηση. Αυτή η πρακτική βασίζεται εδώ στους συνηθισμένους παράγοντες, τον εξοπλισμό, και τα προϊόντα που παράγονται από την εξώθηση (π.χ. εύκαμπτος σωλήνας, σωλήνωση, ταινία που μπαίνει στις πόρτες και τα παράθυρα για να εμποδίσει την είσοδο του νερού, κ.λπ.). Επιπλέον, η εξώθηση χρησιμοποιείται ακόμη για να προ-διαμορφώσει ή να προετοιμάσει λαστιχένια κομμάτια για άλλα προϊόντα όπως νέα ελαστικά αυτοκινήτων και διάφορα άλλα διαμορφωμένα προϊόντα.

Περιγραφή διαδικασίας

Το μη βουλκανισμένο ελαστικό είναι ένα υγρό πολύ υψηλού ιξώδους. Το ελαστικό μπορεί να τροποποιηθεί και να διαμορφωθεί χρησιμοποιώντας κάποιο καλούπι. Στην συνέχεια εξωθείται μέσω ενός ανοίγματος συγκεκριμένης μορφής χρησιμοποιώντας μεταλλικό κοχλία που είναι τοποθετημένος σε μεταλλικό κύλινδρο. Ο κοχλίας έχει πτερύγια ή προεξέχοντα τμήματα που μεταφέρουν το ελαστικό κατά μήκος του κυλίνδρου μέσα από το καλούπι. Υπάρχουν πολλοί διαφορετικοί τύποι εξωθητών. Οι σημαντικότεροι τύποι είναι:

- θερμής τροφοδοσίας,
- ψυχρής τροφοδοσίας,
- ανάμιξης.

Ο εξωθητής θερμής τροφοδοσίας απαιτεί προθέρμανση του ελαστικού υλικού πριν από την εισαγωγή του σε αυτόν, ενώ ο εξωθητής ψυχρής τροφοδοσίας έχει ένα περισσότερο τραχύ σχήμα κοχλία και μπορεί να δεχτεί ψυχρές ελαστικές ενώσεις. Ο εξωθητής ανάμιξης έχει διαφορετικές διαβαθμίσεις κοχλιών, ενώ συνήθως φέρει στον άξονά του 'καρφιά' για να παρουσιάζει ορμητική ροή και δράση μίξης. Οι εξωθητές χρησιμοποιούνται συνήθως στην κατασκευή ελαστικών για να προ-διαμορφώσουν τα πέλματα, τα πλευρικά τοιχώματα, τις ενώσεις κορυφών νημάτων και τα διάφορα τεμάχια και τμήματα υλικών πληρώσεως. Οι εξωθητές θερμής τροφοδοσίας χρησιμοποιήθηκαν συνήθως για αυτόν το λόγο αλλά αντικαθίστανται

από τους μικρότερους και αποδοτικότερους, αλλά και περισσότερο δαπανηρούς εξωθητές ψυχρής τροφοδοσίας. Οι εξωθητές ανάμιξης χρησιμοποιούνται για να αναμίξουν ελαστικές ενώσεις. Αυτός ο τύπος εξωθητών απαντά περιορισμένη χρήση στο ελαστικό, αλλά χρησιμοποιείται συνήθως στη βιομηχανία πλαστικών. Ιδιαίτερης προσοχής χρήζει για τα ανακυκλωμένα ελαστικά το γεγονός ότι όταν προστίθενται κοκκοποιημένα ελαστικά σε γνήσιες ελαστικές ενώσεις, αυξάνεται η διόγκωση του καλουπιού και η διαστολή του τελικού προϊόντος. Όσο μικρότερο είναι το μέγεθος των τριμμάτων και όσο χαμηλότερη είναι η συγκέντρωση, τόσο λιγότερο διογκώνεται το καλούπι. Επιπλέον, οι εξωθητές μπορούν να προσδώσουν ομαλή επιφάνεια στο τελικό προϊόν. Τα ανακυκλωμένα κοκκοποιημένα ελαστικά οδηγούν συχνά σε μια σχετικά τραχιά επιφάνεια.

Εφαρμογή

Οι εξωθητές χρησιμοποιούνται κατά κόρον στη βιομηχανία ελαστικού για να παραγάγουν ένα ευρύ φάσμα τελικών προϊόντων. Η ομαλότητα της επιφάνειας εξώθησης επηρεάζεται από την ενσωμάτωση του κοκκοποιημένου ελαστικού. Όσο υψηλότερη είναι η συγκέντρωση του κοκκοποιημένου ελαστικού, τόσο περισσότερο διογκώνεται το καλούπι και τόσο μεγαλύτερη προκύπτει η τραχύτητα της επιφάνειας. Ο μικρότερος κόκκος (μεγέθους 30-50 οπές/cm) έχει τη μικρότερη επίδραση στις διεργασίες και την εμφάνιση. Το ποσοστό κοκκοποιημένου ελαστικού που χρησιμοποιείται, εξαρτάται από τις απαιτήσεις προϊόντων, (δηλ., όσο κρισιμότερες είναι οι απαιτήσεις απόδοσης, τόσο καθαρότερα και μικρότερα ποσοστά κόκκων πρέπει να χρησιμοποιηθούν). Τα χαρακτηριστικά επίπεδα χρήσης είναι 3-10%. Η χρήση επιφανειακά κατεργασμένου ανακυκλωμένου κόκκου φαίνεται να βοηθά τα χαρακτηριστικά επεξεργασίας και να χαμηλώνει την διόγκωση του καλουπιού (με αύξηση της διαπολυμερούς συμβατότητας), ενώ φαίνεται να υπάρχει μικρή διαφορά στην εμφάνιση λόγω της συγκεκριμένης διαδικασίας (κρυογονική έναντι μηχανικής έναντι υγρής). Η ανακύκλωση του ελαστικού, εντούτοις, φαίνεται να βελτιώνει τα χαρακτηριστικά επεξεργασίας.

Οφέλη

Το σημαντικότερο όφελος ενός εξωθητή είναι η δυνατότητα να σχηματιστούν εύκολα και να διαμορφωθούν οι ελαστικές ενώσεις για την προετοιμασία για άλλα βήματα στην κατασκευή, ή να διαμορφωθούν τα τελικά προϊόντα με ένα σχετικά απλό εξοπλισμό που διατηρείται εύκολα και διαρκεί μακροχρόνια.

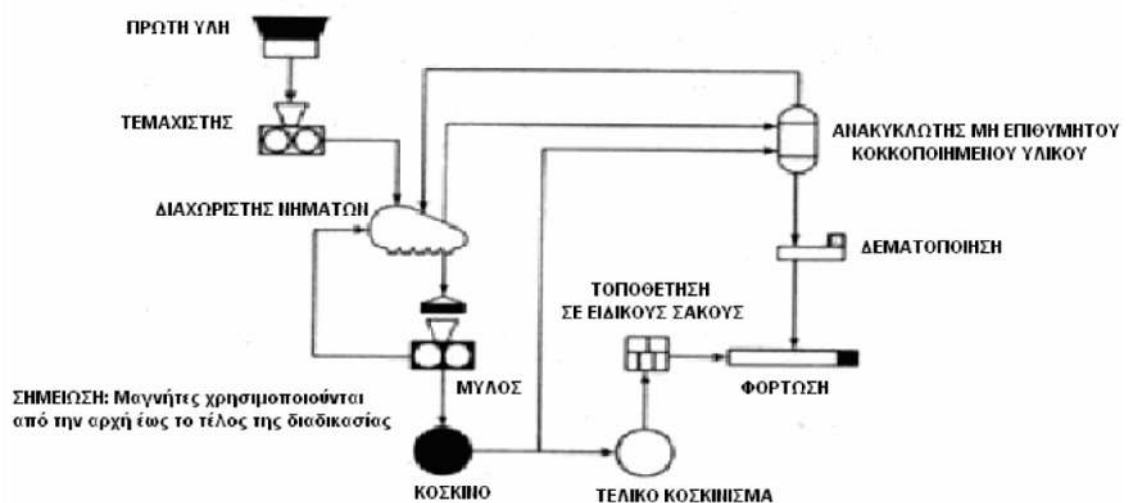
Μηχανική έναντι κρυογονικής κοκκοποίησης

Υπάρχουν διάφορες διαδικασίες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να παραγάγουν κοκκοποιημένο ελαστικό. Δύο από τις πιο κοινές είναι η μηχανική

κοκκοποίηση με τη χρήση διάφορων τύπων μύλων κοκκοποίησης και η κρυογονική κοκκοποίηση του ελαστικού με την ψύξη με υγρό άζωτο.

Περιγραφή διαδικασίας

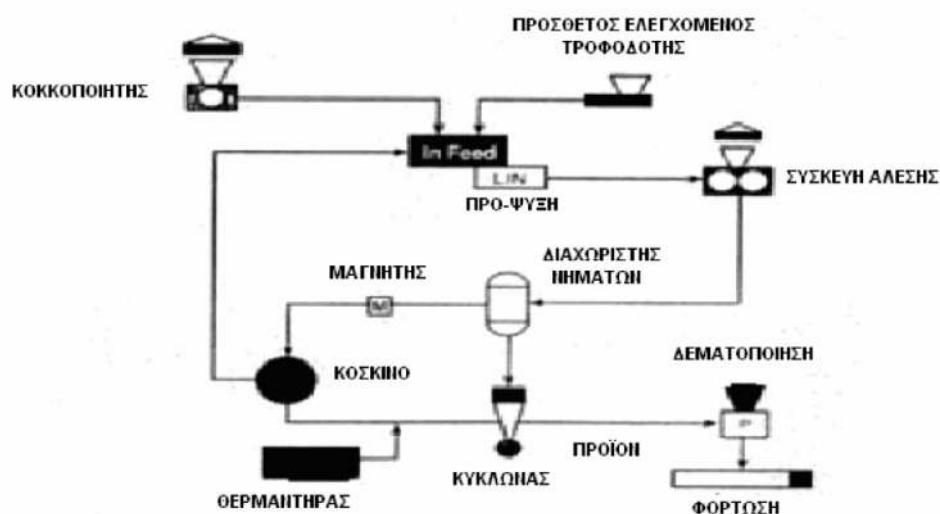
Το βουλκανισμένο παλαιό ελαστικό μετατρέπεται αρχικά σε κόκκους 5 x 5 ή 2,5 x 2,5 cm, οι οποίοι μπορούν έπειτα είτε να υποβιβαστούν περαιτέρω χρησιμοποιώντας μύλους μηχανικής κοκκοποίησης ή να παγώσουν και "συνθλιβούν" ή κοκκοποιηθούν σε λεπτά σωματίδια με ψύξη μέσω της κρυογονικής κοκκοποίησης.



Σχήμα: Διαδικασία μηχανικής κοκκοποίησης

Η μηχανική διαδικασία χρησιμοποιεί συχνά έναν συμβατικό μύλο θραύσης ελαστικών υψηλής ισχύος, με προσαρμοσμένη μια στενή "δαγκάνα", όπου το βουλκανισμένο ελαστικό κόβεται και τρίβεται σε μικρά σωματίδια. Είναι συνήθης η παραγωγή υλικού 10-30 mesh χρησιμοποιώντας αυτή την σχετικά ανέξοδη μέθοδο για να παραχθεί σχετικά μεγάλος κόκκος. Διάφοροι μύλοι θραύσης χρησιμοποιούνται συχνά σε σειρά. Χαρακτηριστικές ικανότητες παραγωγής είναι 910- 1000 kg/h για 10-20 mesh (5-10 σπές/cm) και 545 kg/h για 30-40 mesh (15-20 σπές/cm). Όσο λεπτότερος είναι ο επιθυμητός κόκκος, τόσο περισσότερο αφήνεται το ελαστικό μέσα στο μύλο και άρα μειώνεται η παραγωγική του ικανότητα. Για να μειωθεί επιπλέον το μέγεθος των σωματιδίων, μπορεί να πραγματοποιηθεί πολλαπλή κοκκοποίηση. Το χαμηλότερο πρακτικό όριο για τη διαδικασία είναι η παραγωγή υλικού 40 mesh (20 σπές/cm). Οποιαδήποτε ίνα και ξένο υλικό πρέπει να αφαιρεθούν χρησιμοποιώντας έναν αεροδιαχωριστή (air separator), ενώ το μέταλλο διαχωρίζεται χρησιμοποιώντας ένα μαγνητικό διαχωριστή, με το προκύπτον υλικό να είναι αρκετά καθαρό. Η διαδικασία παράγει ένα ελαστικό υλικό με ανώμαλη 'οδοντωτή' μορφή σωματιδίων. Επιπλέον η διαδικασία προσάγει ένα σημαντικό ποσό θερμότητας στο ελαστικό κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας. Η υπερβολική

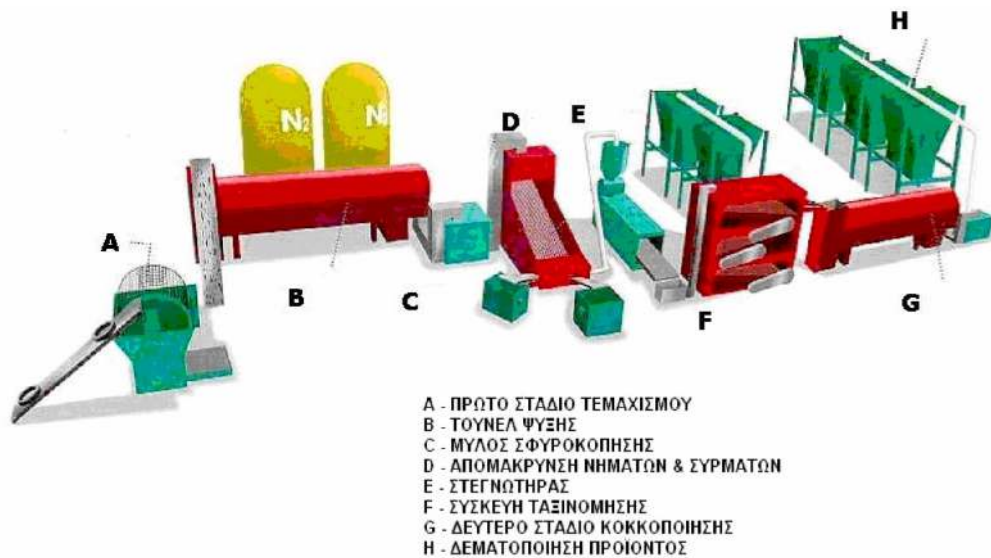
Θερμότητα μπορεί να υποβιβάσει τις ιδιότητες του ελαστικού και, εάν δεν ψυχθεί κατάλληλα, μπορεί να προκαλέσει την ανάφλεξή του κατά την αποθήκευση.



Σχήμα: Διαδικασία κρυογονικής κοκκοποίησης

Εφαρμογή

Η κρυογονική κοκκοποίηση αρχίζει συνήθως με σωματίδια ή λεπτούς κόκκους ελαστικού που ακολούθως ψύχονται και τοποθετούνται σε μύλο (συνήθως τύπου αναδευτήρα). Το τελικό προϊόν είναι μια σειρά μεγεθών σωματιδίων που ταξινομούνται και είτε χρησιμοποιούνται όπως είναι, είτε προωθούνται για περαιτέρω μείωση μεγέθους (π.χ. χρησιμοποιώντας μια υγρή μέθοδο κοκκοποίησης). Μια τυπική διαδικασία παράγει 1815-2720 kg/h. Η κρυογονική διαδικασία παράγει αρκετά ομαλές επιφάνειες τριμμάτων, ενώ εκλύεται ελάχιστη θερμότητα, κάτι που οδηγεί σε μικρότερη υποβάθμιση του ελαστικού. Επιπλέον, το σημαντικότερο χαρακτηριστικό γνώρισμα της διαδικασίας είναι ότι σχεδόν όλο το νήμα ή ο χάλυβας απομακρύνεται, με συνέπεια υψηλή παραγωγή χρησιμοποιήσιμου προϊόντος και μικρή απώλεια ελαστικού. Η τιμή του υγρού αζώτου έχει μειωθεί σημαντικά και το κρυογονικά κοκκοποιημένο ελαστικό μπορεί να ανταγωνιστεί σε μεγάλη κλίμακα τα προϊόντα μηχανικής άλεσης.



Σχήμα: Γραμμή παραγωγής κρυογονικής κοκκοποίησης

Στον παρακάτω πίνακα συνοψίζονται ορισμένες βασικές ιδιότητες των μηχανικά και κρυοστατικά κοκκοποιημένων ελαστικών, ενώ ο Πίνακας 2 παρουσιάζει 2 κατανομές μεγέθους σωματιδίων για αντίστοιχα τυπικά τρίμματα ελαστικού συγκεκριμένης κοκκομετρίας, το ένα εκ των οποίων προετοιμάστηκε μηχανικά και το άλλο κρυογονικά

Πίνακας 1. Σύγκριση μηχανικά και κρυοστατικά κοκκοποιημένου ελαστικού.

Ιδιότητα	Μηχανικός Κόκκος	Κρυοστατικός Κόκκος
Ειδική πυκνότητα	Ίδια	Ίδια
Μορφή σωματιδίων	Ανώμαλος	Κανονική
Περιεκτικότητα σε ίνες	0,5%	Μηδέν
Περιεκτικότητα σε χάλυβα	0,1%	Μηδέν
Κόστος	Μέτριο	Μέτριο

Επιλογή εξοπλισμού για μηχανική κοκκοποίηση

Για την παραγωγή κοκκοποιημένου ελαστικού, είναι συνήθως απαραίτητο να μειωθεί το μέγεθος κόκκου σε 10-200 mesh (5-100 σπές/cm), κάτι που πραγματοποιείται με διάφορες τεχνικές κοκκοποίησης.

Περιγραφή διαδικασίας

Ο εξοπλισμός που χρησιμοποιείται για τις συγκεκριμένες διαδικασίες κοπής ή κοκκοποίησης μπορεί να χωριστεί σε οκτώ τύπους: (1) Αιχμηρά Μαχαίρια, (2) Πρωτογενείς Κοκκοποιητές, (3) Δευτερογενείς Κοκκοποιητές, (4) Πριόνια, (5) Πρωτογενείς Σπαστήρες, (6) Δευτερογενείς Σπαστήρες, (7) Μύλοι Φινιρίσματος, (8) Μικρό-μύλοι.

Τα Αιχμηρά Μαχαίρια, οι Πρωτογενείς Κοκκοποιητές, οι Δευτερογενείς Κοκκοποιητές, και τα Πριόνια είναι μηχανές παρόμοιες μεταξύ τους και λειτουργούν με βάση την ίδια αρχή, με τις διαμορφώσεις των μαχαιριών τους να είναι διαφορετικές. Αυτές οι μηχανές μπορούν να χαρακτηρισθούν ως μέσης έως υψηλής ταχύτητας (100-1200 στροφές/λεπτό) και χρησιμοποιούν άξονα στον οποίο είναι προσαρμοσμένα τα μαχαίρια. Τα περιστρεφόμενα μαχαίρια κινούνται πολύ κοντά στα σταθερά μαχαίρια που πραγματοποιούν την κοπή, το μέγεθος προϊόντων ελέγχεται από ένα κόσκινο μέσα στη μηχανή, ενώ τα κόσκινα μπορούν να αλλάξουν προκειμένου να διαφοροποιηθεί το μέγεθος των τελικών προϊόντων.

Οι Πρωτογενείς Σπαστήρες, οι Δευτερογενείς Σπαστήρες, και οι Μύλοι Φινιρίσματος είναι μηχανές επίσης παρόμοιες μεταξύ τους και λειτουργούν βασιζόμενοι στην ίδια αρχή, με τις διαμορφώσεις των κυλίνδρων να τις καθιστούν δομικά διαφορετικές. Αυτές οι μηχανές μπορούν να χαρακτηρισθούν ως αργόστροφες (30-50 στροφές/λεπτό) και χρησιμοποιούν δύο μεγάλους αντίθετα περιστρεφόμενους κυλίνδρους με οδοντώσεις κατεργασμένες επάνω στον έναν ή και τους δύο. Οι κύλινδροι λειτουργούν πρόσωπο με πρόσωπο με στενή ανοχή, με κάθε κύλινδρο να λειτουργεί σε διαφορετικές ταχύτητες, κάτι που προκαλεί χτύπημα, θραύση, ή κοκκοποίηση. Το μέγεθος προϊόντων ελέγχεται από τον χώρο μεταξύ των κυλίνδρων που καλείται επίσης «δαγκάνα». Η μικρό-κοκκοποίηση (αποκαλούμενη επίσης και υγρή διαδικασία), είναι μία κατοχυρωμένη με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας διαδικασία αλέσματος εξαιρετικά λεπτής κοκκοποίησης. Μειώνει το μέγεθος σωματιδίων με κοκκοποίηση σε ένα υγρό μέσο, συνήθως νερό, η οποία εκτελείται μεταξύ δύο τροχών κοκκοποίησης που βρίσκονται σε πολύ μικρή απόσταση μεταξύ τους.

Οφέλη

Το άλεσμα και η κοκκοποίηση μειώνουν το μέγεθος των ελαστικών σωματιδίων σε μέγεθος που είτε τα καθιστά απευθείας χρησιμοποιήσιμα όπως είναι ή τα προετοιμάζει για περαιτέρω μείωση μεγέθους.

Συγκράτηση / απορρόφηση υγρασίας

Η υγρασία είναι παρούσα καθ' όλη τη διάρκεια της διαδικασίας αλέσματος και της επεξεργασίας του ανακυκλωμένου ελαστικού

Περιγραφή διαδικασίας

Η υγρασία είναι είτε εγγενής στο ίδιο το πολυμερές είτε προέρχεται από μια εξωτερική πηγή που συνδέεται με το πολυμερές. Το αποδεκτό επίπεδο υγρασίας στα ελαστικά υλικά είναι 1% ΤΑΠ (Τρέχουσα Αποδεκτή Πρακτική). Το επίπεδο υγρασίας είναι τυπικά 1% ή λιγότερο στα περισσότερα ελαστικά υλικά. Η υγρασία μπορεί να προκαλέσει πολλά προβλήματα στα ελαστικά υλικά, όπως:

- Συμπεριφορά υλικών: Υπερβολική υγρασία σε μια ένωση μπορεί να προκαλέσει συσσωμάτωση και να εμποδίσει τη ροή κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας. Για την επίλυση αυτού του προβλήματος μπορούν να χρησιμοποιηθούν ανθρακικό ασβέστιο ή άλλοι αντισυγκολλητικοί παράγοντες.
- Οξύτητα: Η συγκέντρωση υγρασίας σε ένα ελαστομερές μπορεί να οδηγήσει σε όξινες συνθήκες μέσα σε αυτό, κάτι που προκαλεί την καθυστέρηση βουλκανισμού, ειδικά όταν στην ένωση περιλαμβάνονται υλικά πλήρωσης με άργιλο.
- Πολικότητα: Υψηλή περιεκτικότητα σε υγρασία (2-3%) οδηγεί σε αυξημένη πολικότητα ενώσεων και μπορεί να οδηγήσει σε πτωχές ιδιότητες σύνδεσης, κάτι που μπορεί να αποδειχθεί ιδιαίτερα επιβλαβές κατά την εργασία αναγόμενης ελαστικών.

Η υγρασία είναι ιδιαίτερα προβληματική στο στάδιο επεξεργασίας. Τα υλικά που εξωθούνται ή αλέθονται είναι τα πιο ευαίσθητα στη χαμηλότερη πίεση επεξεργασίας που δημιουργείται από την υγρασία.

Εφαρμογή

Για ελαχιστοποίηση του επιπέδου υγρασίας στο ανακυκλούμενο ελαστικό, το υλικό πρέπει να αποθηκευθεί σε δροσερό και ξηρό χώρο. Κατά τη χρησιμοποίηση ξηρών υλικών, πρέπει να γίνεται χρήση αποξηραντικών ουσιών για τον έλεγχο του επιπέδου υγρασίας, ειδικά σε υλικά που προορίζονται για περαιτέρω εξώθηση.

Οφέλη

Το νερό είναι ευεργετικό στην ψύξη του ελαστικού κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας. Εντούτοις, το υπερβολικό νερό μπορεί να έχει επιπτώσεις στην ταχύτητα βουλκανισμού. Όσον αφορά το ανακυκλωμένο ελαστικό, είναι σημαντικό να κρατηθεί το κοκκοποιημένο ή αλεσμένο σωματίδιο ξηρό για να μεγιστοποιηθεί η δυνατότητά του να αναμιχθεί σε μια γνήσια ένωση ως πρόσθετη ουσία. Η υπερβολική υγρασία θα υποβιβάσει τις ιδιότητες ενός ανακυκλούμενου λαστιχένιου υλικού και θα εμποδίσει τη δυνατότητά του να χρησιμοποιηθεί αποτελεσματικά σε πολλές εφαρμογές.

Προ-επεξεργασία απομάκρυνσης νημάτων και ατσάλινων συρμάτων

Η διαδικασία τεμαχισμού και κοκκοποίησης των παλαιών ελαστικών έχει ως αποτέλεσμα την απελευθέρωση ατσάλινων συρμάτων και νημάτων που αποτελούν βασικά συστατικά τους. Το ατσάλι και τα νήματα επιβάλλεται να απομακρυνθούν από είτε τα τεμάχια είτε τους κόκκους των ελαστικών, με σκοπό τη βελτίωση της ποιότητας του ανακυκλώσιμου ελαστικού και την αύξηση της αγοραστικής του αξίας.

Απομάκρυνση ατσάλινων συρμάτων

Τα ατσάλινα σύρματα αποτελούν το 15% κατά βάρος του ελαστικού. Είναι γενικά, καλό τα σύρματα να απομακρύνονται πριν την οποιαδήποτε μείωση του μεγέθους των ελαστικών και ειδικότερα, των ελαστικών από φορτηγά, καθώς τα σύρματα των τελευταίων είναι πολύ δύσκολο να κοπούν, με συνέπεια να προκαλούν μεγάλες φθορές στον μηχανολογικό εξοπλισμό. Υπάρχουν βέβαια και διαδικασίες κατά τις οποίες τα ελαστικά των φορτηγών τεμαχίζονται χωρίς την απομάκρυνση των συρμάτων. Τα σύρματα των ελαστικών αυτοκινήτων είναι πολύ πιο εύκολο να κοπούν. Για την καθαρή απομάκρυνση των συρμάτων πριν τον τεμαχισμό του ελαστικού χρησιμοποιείται **μηχανικός εξολκέας (puller)**. Η κοκκοποίηση του ελαστικού έως 2,5 cm απελευθερώνει 50-70% των συρμάτων. Αυτό το ατσάλι μπορεί να συγκεντρωθεί είτε από μαγνητική ταινία μεταφοράς (overband magnetic conveyor) είτε από μαγνητικό τύμπανο (magnetic drum). Ο βαθμός απομάκρυνσης των συρμάτων σε αυτό το στάδιο εξαρτάται από το ποσοστό ατσαλιού που είναι επιθυμητό να περιέχεται στο τεμαχισμένο ελαστικό και ρυθμίζεται από την ισχύ του μαγνητικού πεδίου που ασκείται για να εξωθήσει τα σύρματα. Οι μαγνήτες ποικίλουν σε ό,τι αφορά την ισχύ τους ή έχουν τη δυνατότητα να τοποθετηθούν σε μεγαλύτερη απόσταση από το ελαστικό, ώστε να ασκούν μικρότερη ελκτική δύναμη και να εξωθούν μικρότερη ποσότητα ατσαλιού. Βασική προϋπόθεση για τη σωστή λειτουργία του συστήματος είναι το να αποτελείται από υλικά μονωτικά στο μαγνητισμό, η ταινία μεταφοράς και όλα τα μηχανικά στοιχεία του γύρω περιβάλλοντος. Η βασική αρχή λειτουργίας του συστήματος απομάκρυνσης του ατσαλιού είναι το να λαμβάνει χώρα στα στάδια, όπου το ελαστικό έχει όσο το δυνατό μικρότερο μέγεθος, καθώς το ποσοστό απελευθέρωσής του είναι εκεί μεγαλύτερο.

Απομάκρυνση νημάτων

Υπάρχουν διάφορες τεχνικές απομάκρυνσης των νημάτων, με την απόδοση της κάθε μίας να εξαρτάται από το μέγεθος του ελαστικού κατά το στάδιο στο οποίο εφαρμόζεται. Όταν το ελαστικό έχει κοκκοποιηθεί σε μέγεθος 1 cm, μεγάλο μέρος των νημάτων έχει ήδη ελευθερωθεί. Τα νήματα σε αυτό το στάδιο, έχουν μήκος

περίπου 1,3 έως 1,9 cm και απομακρύνονται είτε με μηχανικά δονούμενα κόσκινα (mechanical vibrating screen table), είτε με πνευματικό σύστημα αέρα (pneumatic system). Σε ένα σύστημα μοναδικής διέλευσης (single pass system), το ελαστικό υλικό (δηλαδή ένα μίγμα ελαστικού και νημάτων και με την μεγαλύτερη ποσότητα του ατσαλιού να έχει ήδη απελευθερωθεί) περνάει από δονούμενο κόσκινο. Το μέγεθος του κόσκινου προσαρμόζεται ώστε να μεγιστοποιεί την ποσότητα των νημάτων που εξωθούνται από το ελαστικό. Πρέπει να τονισθεί ότι η συγκέντρωση ελαστικού υλικού στα παραγόμενα νήματα είναι πολύ υψηλή. Η εναπομένουσα ποσότητα νημάτων στο ελαστικό απομακρύνεται σε επόμενο στάδιο της προεπεξεργασίας του.

Σε ένα σύστημα επανακυκλοφορίας (recirculating system), το ελαστικό υλικό διέρχεται με παρόμοιο τρόπο από δονούμενο κόσκινο. Το μέγεθος του κόσκινου προσαρμόζεται, ώστε να ελαχιστοποιεί την ποσότητα των ινών που περνούν, ανά κύκλο διέλευσης, διαμέσου του. Ωστόσο διατηρείται μία σταθερή ροή του ελαστικού υλικού, που υφίσταται περαιτέρω κοκκοποίηση στον επόμενο κύκλο διέλευσής του. Το εναπομένον ελαστικό, στη συνέχεια, περνάει διάμεσου ενός μύλου δυο κυλίνδρων (two-roll mill), ο οποίος μειώνει το μέγεθος του ελαστικού και το καθαρίζει από τις ίνες, διατηρώντας το μήκος των τελευταίων σταθερό. Το υλικό ακολούθως διέρχεται ξανά από το δονούμενο κόσκινο. Η φύση της δόνησης, που εκτελείται, είναι τέτοια ώστε τα νήματα να παραμένουν στο επάνω μέρος και το ελαστικό στο κάτω μέρος του διερχόμενου υλικού. Οι ίνες απομακρύνονται με χρήση αέρα (vacuuming), απορροφώντας αυτές, που έχουν μεγαλύτερο μήκος από το επάνω μέρος της δονούμενης επιφάνειας. Η απελευθέρωσή τους από το ελαστικό, βέβαια, μπορεί να επιτευχθεί, χρησιμοποιώντας και διαχωριστή μαζών, αφού το υλικό περάσει πρώτα από το κόσκινο.

Τα νήματα που περνούν σε επόμενα στάδια κοκκοποίησης, έχουν την τάση να φθείρονται ή να αποκτούν πολύ μικρά μεγέθη. Σε αυτήν την περίπτωση, για την απελευθέρωσή τους χρησιμοποιούνται πλάκες διαχωρισμού πυκνότητας (density-separator tables). Ο διαχωριστής αυτός είναι μία δονούμενη, ρευστοποιημένη κλίνη αέρα (air fluidized bed), τοποθετημένη σε ανοδική γωνία από το σημείο εισαγωγής του ελαστικού υλικού. Η κλίνη περικλείεται από ένα κάλυμμα, με χαμηλή πίεση στο σημείο εξαγωγής στο επάνω μέρος, έτσι ώστε να απορροφάται από την κλίνη αέρας μαζί με μικρά σωματίδια νημάτων από το κοκκοποιημένο ελαστικό, το οποίο πέφτει στην κλίνη και δονείται επάνω στην πλάκα. Όσο μεγαλύτερη είναι η πυκνότητα και η μάζα των ελαστικών σωματιδίων, τόσο υψηλότερα μετακινούνται αυτά πάνω στην πλάκα. Τα εναπομένοντα νήματα στο υλικό συλλέγονται (αναμιγμένα με τα μικρότερα ελαστικά σωματίδια) στο μικρότερης πυκνότητας υλικό.

4.4. Απαραίτητος εξοπλισμός

Γραμμή παραγωγής

Ως εναλλακτική λύση των κρουογονικών τεχνικών μείωσης του μεγέθους των ελαστικών αυτοκινήτου, η τεχνική θερμής μηχανικής κοκκοποίησης είναι μια οικονομική παραλλαγή για την κοκκοποίηση των παλαιών ελαστικών αυτοκινήτου χωρίς τη χρήση αζώτου προς παραγωγή κόκκων μεγέθους 0-8 mm απαλλαγμένων από χάλυβα και νήματα. Το σύστημα είναι σχεδιασμένο για μονάδες με δυνατότητα επιμέρους επεξεργασίας 4 t/h από την κάθε μία, με λειτουργία τριών βημάτων που αντιστοιχεί σε σύνολο επεξεργασμένων ελαστικών 1.600.000 επιβατικών και 150.000 φορτηγών αυτοκινήτων ετησίως.

Τεχνολογία

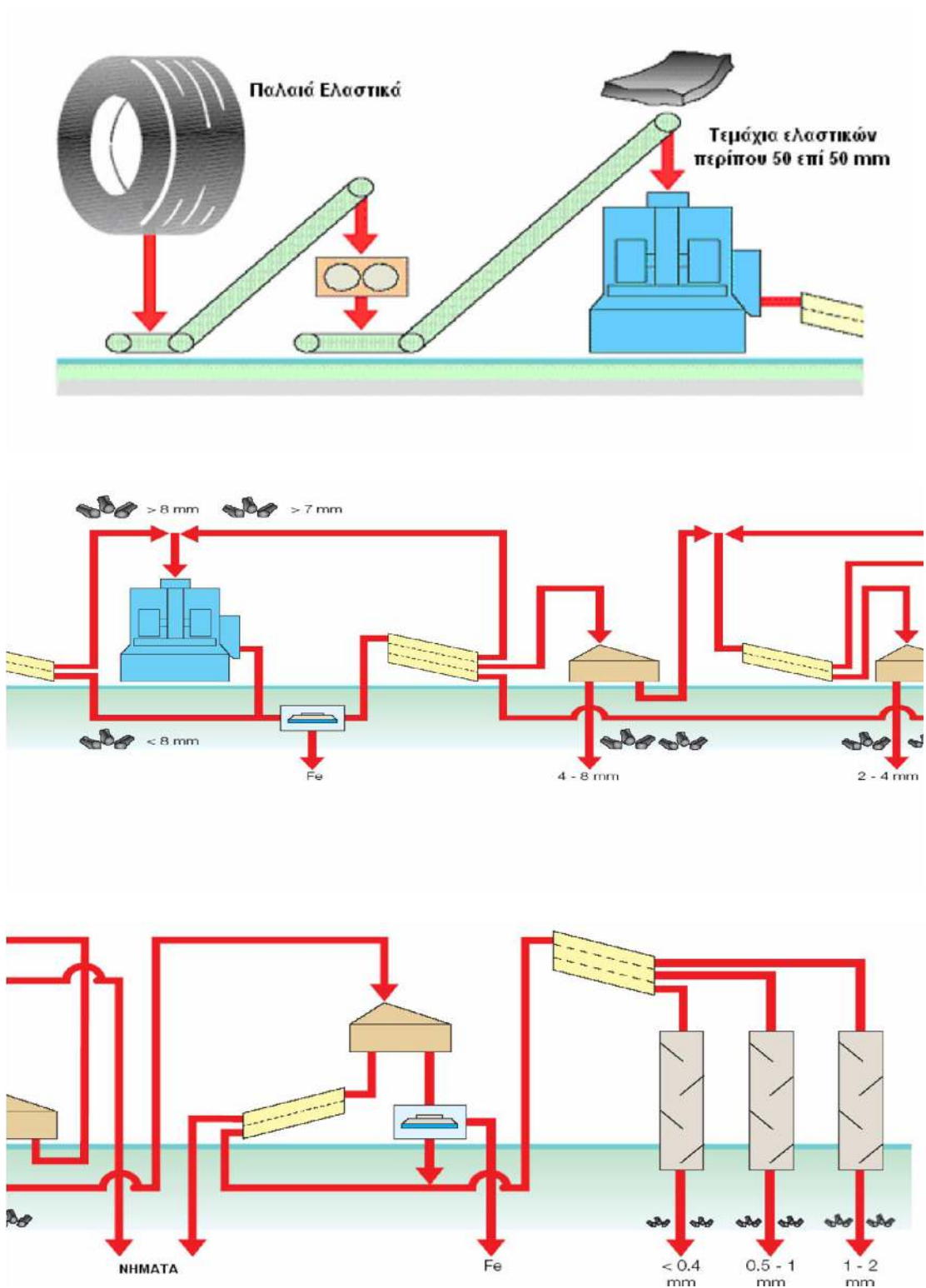
1. Πρωτογενής σύνθλιψη. Τα παρεχόμενα ελαστικά κόβονται σε ένα μέγεθος τρίμματος (τσιπ) 50x50 mm. Στην συνέχεια τα τσιπ ελαστικών αυτοκινήτου μεταφέρονται στο κεντρικό τμήμα των εγκαταστάσεων, τη μονάδα κοκκοποίησης ελαστικών.

2. Πρωτογενής κοκκοποίηση. Εδώ τα κομμάτια ελαστικών κοκκοποιούνται σε δύο παράλληλες πρέσες ομοιόμορφης κοκκοποίησης. Η πρώτη (τύπου 60-1250), με μια ισχύ κίνησης 2x160 kW κοκκοποιεί τα κομμάτια ελαστικών σε ένα μέγεθος < 20 mm. Ένας μαγνήτης (overbelt magnetic deparator) διαχωρίζει τα εκτεθειμένα χαλύβδινα σύρματα και με τη βοήθεια ενός επακόλουθου κόσκινου αρχικής διαλογής, διαχωρίζονται τα καθαρά κομμάτια ελαστικών.

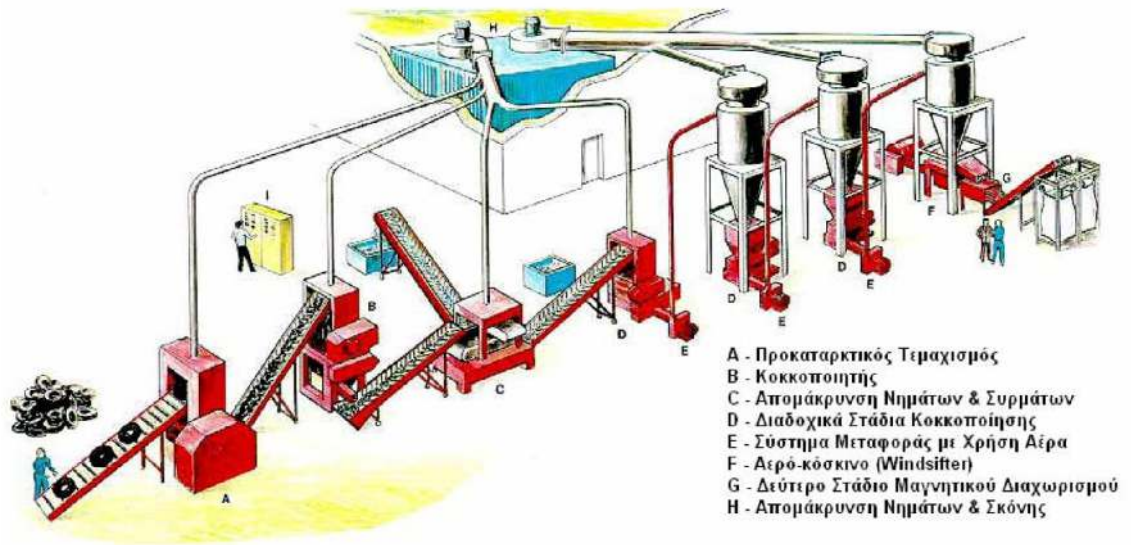
3. Δευτερογενής κοκκοποίηση. Το χονδρόκοκκο υλικό τροφοδοτείται στο δεύτερο στάδιο κοκκοποίησης που αποτελείται από πρέσα ομοιόμορφης κοκκοποίησης, με τυπική ισχύ κίνησης 200 kW, όπου τα κομμάτια ελαστικών κοκκοποιούνται σε εύρος μεγέθους 0-8 mm.

4. Διαχωρισμός και κοσκίνισμα. Το κοκκοποιημένο προϊόν διαχωρίζεται σε μονάδα διαχωρισμού και κοσκίνισματος τριών βημάτων. Ο διαχωρισμός μετάλλων πραγματοποιείται σε μαγνητικά τύμπανα με τη βοήθεια ταλαντευόμενων κόσκινων. Το τελικό κοσκίνισμα πραγματοποιείται με διαχωριστές βαρύτητας και αεροδιαχωριστήρες 'ζιγκ-ζάγκ'. Μετά την ταξινόμηση των κόκκων και το διαχωρισμό των νημάτων, τα τελικά προϊόντα τοποθετούνται σε μεγάλους σάκους προς εμπορία.

Διάγραμμα ροής μίας γραμμής παραγωγής κοκκοποίησης ελαστικών



Εποπτικό σκαρίφημα γραμμής παραγωγής κοκκοποίησης ελαστικού



Πλεονεκτήματα

- Χαμηλό λειτουργικό κόστος.
- Μεγάλη διάρκεια ζωής εργαλείων.
- Χαμηλές απαιτήσεις συντήρησης.
- Αποδοτική κοκκοποίηση με μόνο δύο μηχανές.
- Σταθερά υψηλή ικανότητα επεξεργασίας καθ' όλη την διάρκεια ζωής των εργαλείων.
- Κανένα απόβλητο προϊόν.
- Σταθερά υψηλή ποιότητα προϊόντων.

Εξοπλισμός

Ο εξοπλισμός που χρησιμοποιείται στην ανακύκλωση ελαστικών περιγράφεται εν συντομία παρακάτω:

Τεμαχιστής και κοκκοποιητές

Οι τεμαχιστές μειώνουν τον όγκο των υλικών ενώ οι κοκκοποιητές προετοιμάζουν το υλικό για επαναχρησιμοποίηση. Οι τεμαχιστές χρησιμοποιούνται για μείωση όγκου ώστε το υλικό να μπορεί έπειτα να κοκκοποιηθεί για να παραχθεί ένα προϊόν μικρότερου και σταθερότερου μεγέθους. Εάν η πρώτη ύλη είναι προ-τεμαχισμένη, τότε ο κοκκοποιητής δεν χρειάζεται να είναι το ίδιο ισχυρός ή να λειτουργεί για μεγάλο χρονικό διάστημα, οπότε μπορεί να έχει νόημα από οικονομικής άποψης η χρησιμοποίηση ενός τεμαχιστή και ενός κοκκοποιητή για μερικές διεργασίες. Η χρησιμοποίηση μικρότερου κοκκοποιητή μειώνει επίσης το

αρχικό και το λειτουργικό κόστος, καθώς επίσης και τη φθορά. Επιπλέον, ο προ-τεμαχισμός μπορεί να επεκτείνει τη διάρκεια ζωής των μαχαιριών κατά 50-100%

Σφυρόμυλοι

Αυτοί οι τεμαχιστές έχουν μεγαλύτερη απόδοση και μικρότερο μέγεθος από τους μύλους θραύσης. Είναι τεχνολογίας ενός άξονα μορφής 'σφυριών σε ιστό αράχνης' ή βαρέων σφυριών στις άκρες σταυρωτού στροφέα. Ουσιαστικά, αυτή η διαδικασία χρησιμοποιεί την κρούση με μεγάλη ταχύτητα για την κοκκοποίηση του υλικού αντί του τεμαχισμού. Μπορούν να επεξεργαστούν μέταλλα και άλλα βαρέα υλικά όπως κορμούς δέντρων, ξύλο που περιέχει καρφιά κ.λπ.

Περιστροφικοί τεμαχιστές με ένα άξονα

Αυτοί χρησιμοποιούν περισσότερο μαχαίρια παρά σφύρες και είναι διαθέσιμοι σε διάφορα μεγέθη.

Ο μεγαλύτερος μπορεί να επεξεργαστεί ολόκληρα ελαστικά και καλώδια. Οι περιστροφικοί τεμαχιστές χρησιμοποιούνται σε χαμηλότερες ταχύτητες απ' ό,τι οι σφυρόμυλοι, αλλά αποδίδουν υψηλά επίπεδα ροπής. Διαφορετικά μεγέθη μαχαιριών χρησιμοποιούνται ανάλογα με την απαιτούμενη μείωση μεγέθους και τα διαστήματα ανάμεσα στα μαχαίρια είναι μεγαλύτερα σε σχέση με ένα τυπικό κοκκοποιητή. Το κύριο πλεονέκτημα των περιστροφικών τεμαχιστών με ένα άξονα έγκειται στη μεταβλητότητά τους. Μπορούν να επεξεργαστούν ουσιαστικά οτιδήποτε (π.χ. πλαστικά, ξύλο, κομμάτια ελαστικών), αλλά το σημαντικό μειονέκτημά τους είναι ότι αναπτύσσουν υψηλές θερμοκρασίες.

Αντίθετα περιστρεφόμενοι τεμαχιστές

Και αυτοί είναι ευπροσάρμοστοι τεμαχιστές που μπορούν να επεξεργαστούν ένα ευρύ φάσμα υλικών (π.χ. ελαστικά, πλαστικά τύμπανα). Αποτελούνται από δύο ή περισσότερους άξονες που περιστρέφονται ο ένας αντίστροφα από τον άλλο. Μπορούν να υπάρξουν προβλήματα με μεγάλα κομμάτια υλικού που ωθούνται μεταξύ των αξόνων στρεβλώνοντας τους. Εντούτοις αυτό μπορεί να υπερνικηθεί με την χρήση ενός καπακιού ή μιας χοάνης.

Κοκκοποιητές

Η τεχνική είναι απλή αλλά η ποικιλία κοκκοποιητών στην αγορά είναι τεράστια ανάλογα με το μέγεθος, την ισχύ, και τον αριθμό μαχαιριών. Ουσιαστικά, οι

περιστρεφόμενες λεπίδες σε ένα στροφέα κόβουν αντίθετα προς τα σταθερά μαχαίρια με ένα κόσκινο από κάτω για τον καθορισμό του μεγέθους των κόκκων. Παράγεται υλικό αρκετά μικρό ώστε να διαφύγει μέσω των οπών του κόσκινου. Το υπόλοιπο παραμένει στον θάλαμο κοπής ωστόσο κοπεί στο εν λόγω αρκετά μικρό μέγεθος. Εάν χρησιμοποιηθούν διαφορετικού μεγέθους κόσκινα για να παραχθούν κόκκοι διαφόρων μεγεθών, τότε η ταχύτητα αλλαγής των κόσκινων μπορεί να είναι ένας σημαντικός παράγοντας. Ο αριθμός μαχαιριών τόσο στον στροφέα όσο και στον στάτη ποικίλλει, ενώ ο στροφέας μπορεί να είναι ανοικτός ή κλειστός. Ένας κοκκοποιητής μεσαίου μεγέθους έχει συνήθως 'λαιμό' 400 x 500 mm, τρία περιστρεφόμενα και δύο σταθερά μαχαίρια. Τα μεγέθη ποικίλλουν από περίπου 170 x 220 mm έως 800 x 1000 mm. Αυτές οι μηχανές μπορούν να αναπτύξουν υψηλές θερμοκρασίες εξαιτίας της ταχύτητάς τους.

5. Περιγραφή του τρόπου λειτουργίας της Μονάδας Ανακύκλωσης

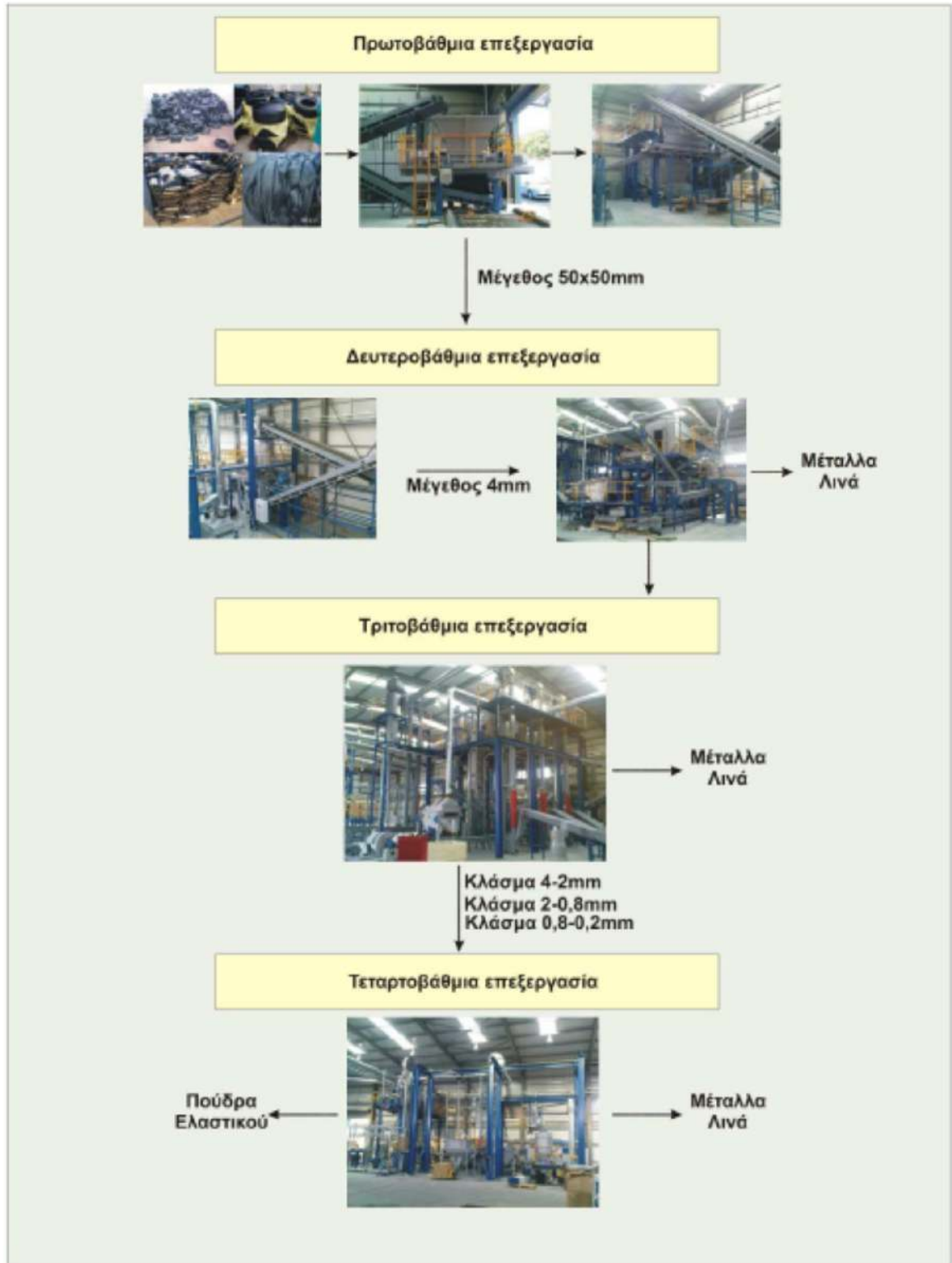
Η μονάδα χωρίζεται σε 6 διαφορετικά τμήματα, τα οποία είναι τα εξής:

1. Τμήμα Τεμαχισμού. Αποτελείται από έναν τεμαχιστή των ελαστικών καθώς και έναν διαχωριστή για το προϊόν του τεμαχισμού
2. Τμήμα μείωσης μεγέθους τεμαχίων. Αποτελείται από 2 σπαστήρες για την μείωση του μέσου μεγέθους των τεμαχίων ελαστικού.
3. Τμήμα διαχωρισμού μετάλλων που αποτελείται από ένα μαγνητικό διαχωριστή 2 σταδίων.
4. Τμήμα κοκκοποίησης που αποτελείται από δύο (2) μύλους.
5. Τμήμα διαχωρισμού λινών που αποτελείται από μια μηχανή σε σειρά αποτελούμενη από αναρροφητήρες αέρος και φίλτρα.
6. Τμήμα κοσκίνισης και συσκευασίας που αποτελείται από μηχανές στις οποίες πραγματοποιείται διαλογή σε κατηγορίες τελικών προϊόντων ανάλογα με την κοκκομετρία του παραγόμενου υλικού.

5.1. Διάγραμμα παραγωγικής ροής

Στα διαγράμματα παρουσιάζονται τόσο οι φάσεις παραγωγής των προϊόντων όσο και ο μηχανολογικός εξοπλισμός που απαιτείται για κάθε μια από αυτές.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ & ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗΣ
ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΜΕΝΩΝ ΕΛΑΣΤΙΚΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ
RETIRE ABEE



Ως επιμέρους στοιχεία που συνδέονται άμεσα με την παραγωγική διαδικασία μπορούμε να αναφέρουμε τα παρακάτω:

Διάρκεια κύκλου παραγωγικής διαδικασίας

Η διάρκεια του κύκλου της παραγωγικής διαδικασίας εξαρτάται σε σημαντικό βαθμό από τις δυνατότητες του παραγωγικού εξοπλισμού. Ο κύριος εξοπλισμός που καθορίζει την δυναμικότητα - παραγωγικότητα και κατά επέκταση την διάρκεια του κύκλου της παραγωγικής διαδικασίας είναι οι γραμμές παραγωγής του τρίμματος και της πούδρας. Η παραγωγική δυναμικότητα του προτεινόμενου εξοπλισμού ανέρχεται στους **2,5 τόνους την ώρα για το τρίμα και στα 750 κιλά την ώρα για την πούδρα**.

5.2. Διασφάλιση ποιότητας παραγομένων προϊόντων

Ο εξοπλισμός είναι πλήρως αυτοματοποιημένος και υπερσύγχρονος με αποτέλεσμα να διασφαλίζει τη βελτίωση και σταθερότητα της ποιότητας των παραγόμενων προϊόντων. Τα μηχανήματα ελέγχονται ηλεκτρονικά για την διατήρηση των συνθηκών παραγωγής. Επιπλέον η επιχείρηση προβαίνει στην τήρηση κανόνων ποιοτικού ελέγχου κατά την παραγωγική διαδικασία που αφορούν:

- Τον έλεγχο της πρώτων υλών με την χρήση των κατάλληλων μηχανημάτων
- Την τήρηση συγκεκριμένων προδιαγραφών για την παραγωγή των προϊόντων, που καθορίζονται τόσο από τους προμηθευτές των πρώτων υλών όσο και από τις απαιτήσεις διεθνών και εθνικών προτύπων για την ασφάλεια των προϊόντων
- Τον έλεγχο του τελικού προϊόντος σε σχέση με τις προδιαγραφές.

5.3. Περιβάλλον, Υγιεινή και Ασφάλεια

Συσσωρευμένα δεδομένα για πάνω από 25 χρόνια σχετικά με πιθανές επιπτώσεις των υλικών στο περιβάλλον είτε στην δημόσια υγεία καταδεικνύουν ότι τα υλικά αυτά δεν είναι ούτε επικίνδυνα, ούτε η χρήση τους συνεπάγεται οποιοδήποτε ρίσκο για το μέλλον και γι' αυτόν τον λόγο δεν περιέχονται σε καμία λίστα επικινδύνων ουσιών της Ευρωπαϊκής Ένωσης, ούτε σε λίστα της συνθήκης της Βασιλείας. Αντίθετα όλα τα στοιχεία συγκλίνουν στο συμπέρασμα ότι από τη χρήση τους μπορούν να προκύψουν σημαντικά οφέλη.

Τα ελαστικά στο τέλος του κύκλου ζωής τους καθώς και τα συγγενή προς αυτά υλικά δεν παρουσιάζουν κανένα κίνδυνο για το περιβάλλον ή τη δημόσια υγεία εφόσον τηρούνται τα απαραίτητα μέτρα προφύλαξης κατά την επεξεργασία τους την παραγωγή και την αποθήκευσή τους. Τα δεδομένα έχουν εφαρμογή σε όλη την γκάμα των υλικών, π.χ. ολόκληρα ελαστικά, κομμάτια, τεμάχια, τεμαχίδια (chips),

τρίμμα ή πούδρα ελαστικών ανεξάρτητα από την εφαρμοζόμενη τεχνολογία για την επεξεργασία τους. Βασικές ανησυχίες σχετιζόμενες με υλικά που προορίζονται για ανακύκλωση περιλαμβάνουν πιθανές περιβαλλοντικές επιπτώσεις λόγω αποθήκευσης, κίνδυνο ανάφλεξης, πιθανότητα παραγωγής στραγγισμάτων και κατείδυσης τους σε υπόγεια νερά ύδρευσης, θέματα υγιεινής και ασφάλειας καθώς και κατανάλωσης ενέργειας.

5.4. Αποθήκευση

Αποθήκευση υλικών: Τα υλικά που παράγονται από τα ελαστικά τέλους κύκλου ζωής θα πρέπει να ψύχονται πριν την συσκευασία και την αποθήκευσή τους, η οποία θα πρέπει να πραγματοποιείται σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή. Υπάρχουν διεθνή πρότυπα για την προστασία από την πυρκαγιά κατά την αποθήκευση μεταξύ άλλων και των ελαστικών. Το διεθνές πρότυπο NFPA 230 (1999) αφορά την προστασία από την πυρκαγιά κατά την αποθήκευση των παλαιών ελαστικών.

Ποσότητα: Η μέγιστη ποσότητα των αποθηκευμένων ελαστικών στα όρια μιας συγκεκριμένης εγκατάστασης ανακύκλωσης καθορίζεται από το εθνικό ή το τοπικό ισχύον δίκαιο.

Τοποθεσία: Ο χώρος, π.χ. εσωτερικός ή εξωτερικός εντός των ορίων μιας εγκατάστασης ανακύκλωσης στον οποίο μπορούν να συγκεντρώνονται μεταχειρισμένα ελαστικά καθορίζεται από το εθνικό ή τοπικό ισχύον δίκαιο.

Υπόδειξη: Σύμφωνα με στοιχεία, η αποθήκευση των ελαστικών θα πρέπει να μην πραγματοποιείται σε μέρη όπου υπάρχει άμεση ηλιακή ακτινοβολία ή/και τεχνητό φως, σε ξηρά μέρη και σε σημεία όπου η θερμοκρασία δεν ξεπερνά τους 38 °C.

5.5. Συσκευασία

Τα ολόκληρα ελαστικά, τα κομμάτια ελαστικών και τα τεμαχίδια ελαστικών (chips) μεταφέρονται χύδην. Δεν απαιτούν επιπρόσθετα υλικά συσκευασίας. Για τα κομμάτια, τα τεμάχια και τα chips, τα μεταφορικά μέσα θα πρέπει να έχουν κλειστά πλαϊνά και να είναι καλυμμένα με υλικό που δεν σκίζεται από τα σύρματα που προεξέχουν από τα μεταφερόμενα τεμάχια ελαστικού ώστε αυτά να μη μπορούν να διαφύγουν.

Το τρίμμα και η πούδρα συνήθως συσκευάζονται σε σάκους. Η πούδρα μπορεί να συσκευαστεί σε σάκους των 20, 25 ή 50 κιλών ή και χύδην σε big bags μέχρι και 1000 kg. Οι πούδρες γενικά συσκευάζονται σε μικρότερες ποσότητες. Ορισμένα πιο εξευγενισμένα υλικά συσκευάζονται σε ξύλινα κιβώτια ή σε συμπαγή containers ώστε να αποτρέπεται πιθανή διαφυγή του υλικού από τους σάκους. Επίσης ιδιαίτερα μεγάλες ποσότητες ψιλής πούδρας μπορούν να μεταφερθούν και σε φορτηγά

βυτιοφόρα. Μεγαλύτερες συσκευασίες απαιτούν την διαθεσιμότητα εξοπλισμού φορτοεκφόρτωσης. Ορισμένοι σάκοι ξαναχρησιμοποιούνται και άλλοι ανακυκλώνονται με διαφορετικές διαδικασίες.

Η ποσότητα και η τοποθεσία των αποθηκευτικών χώρων για τα συσκευασμένα υλικά, π.χ. εξωτερική ή εσωτερική στην οποία τα ελαστικά αποθηκεύονται στις εγκαταστάσεις των μονάδων ανακύκλωσης καθορίζονται από εθνικούς ή διεθνείς κανονισμούς. Γενικά συνιστάται τα υλικά που συσκευάζονται για μεταφορά να μην αποθηκεύονται σε μέρη όπου υπάρχει άμεσο ηλιακό φως ή/και τεχνητός φωτισμός και η αποθήκευση να πραγματοποιείται σε ξηρά μέρη και σε θερμοκρασίες κάτω των 38 °C.

5.6. Μεταφορά του υλικού

Τα υλικά και προϊόντα συνήθως μεταφέρονται σε μεγάλες ποσότητες σε ξηρά και θάλασσα σύμφωνα με το γενικότερο πλαίσιο των κανονισμών ADR, οι οποίοι ανανεώθηκαν το 2001. Στις ανανεώσεις αυτές ορίζεται μια κατηγορία εύφλεκτων υλικών στα οποία ανήκουν και τα μεταχειρισμένα ελαστικά. Βέβαια σύμφωνα με το κεφάλαιο 2.2.41.1.6 του ADR 2001, στην περίπτωση του τρίμματος και της πούδρας που παράγονται από ελαστικά τέλους κύκλου ζωής, τα υλικά αυτά δεν υπόκεινται στις διατάξεις της συγκεκριμένης κατηγορίας διότι τα αποτελέσματα ενός διεθνούς (UN) ειδικού πρότυπου ελέγχου κατέδειξαν ότι ο ρυθμός καύσης είναι μικρός. Η διαδικασία ελέγχου αυτή υπάρχει στο "UN Manual of Tests and Criteria, Part III, Section 33.2.1." Συγκεκριμένα πρόκειται για το τεστ: "United Nations Recommendations on Transport of Dangerous Goods, Manual of Tests and Criteria, second revised edition (ST SG AC 10/11 Rev. 21). Paragraph 33.2.1.4. Στο τεστ των εξαιρετικά εύφλεκτων στερεών (test N.1. για τον ρυθμό καύσης ή fire train test), έχει αποδειχτεί σε πολλές δοκιμές ότι τα ελαστικά τέλους κύκλου ζωής δεν μεταδίδουν την ανάφλεξη και κατά συνέπεια δεν αποτελούν κίνδυνο κατά τη διάρκεια μεταφορών στις οποίες ακολουθούνται οι κλασσικές οδηγίες συσκευασίας.

Τα ελαστικά τέλους κύκλου ζωής μπορούν να μεταφέρονται σε οδικούς και σιδηροδρομικούς άξονες ή / και σε πλωτούς διαύλους.

5.7. Επικινδυνότητα προϊόντων –Βαθμός αξιοποίησης

Σύμφωνα με την υπό αριθμό Κοινή Υπουργική απόφαση Η.Π 50910/ 2727 « Μέτρα και όροι για την διαχείριση στερεών αποβλήτων - Εθνικός και Περιφερειακός Σχεδιασμός Διαχείρισης», η οποία ενσωματώνει την απόφαση 2001/118/EK της Ευρωπαϊκής Ένωσης τα «ελαστικά στο τέλος του κύκλου ζωής τους» όπως αναφέρονται στον κωδικό 16.01.03 του παραρτήματος ΙΑ της παραπάνω απόφασης χαρακτηρίζονται ως μη επικίνδυνα απόβλητα. Ο παραπάνω χαρακτηρισμός σε

συνδυασμό με το σημαντικό ποσοστό που αξιοποιείται από το μεταχειρισμένο ελαστικό (90 %) για την παραγωγή πρώτων υλών που επιστρέφουν στην αγορά προσδίδουν ένα σημαντικό βαθμό αξιοποίησης των μεταχειρισμένων ελαστικών που ανέρχεται στο 72 % και προκύπτει από την παρακάτω σχέση:

$A = (Y/E) \times \beta \times 100$ όπου το Y/E ανέρχεται στο 90% και το β είναι 0,80 με αποτέλεσμα $A = 90 \% \times 0.80 \times 100 = 72 \%$.

Η παραγωγική διαδικασία της μονάδας αποτελείται από τα παρακάτω στάδια:

1^ο Στάδιο

Τα ολόκληρα ελαστικά ή προτεμαχισμένα ελαστικά διέρχονται από θραυστήρα δυναμικότητας 2,5-5tn/h ο οποίος αποτελείται από δύο περιστροφικούς κόπτες κινητήριας ισχύος 2x55KW. Το προϊόν της διεργασίας του 1ου σταδίου είναι τεμάχια ελαστικών μεγέθους 50x50mm.

Με την χρήση διαχωριστή δονούμενου κοσκίνου γίνεται διαχωρισμός τεμαχίων μεγαλύτερου μεγέθους του ως άνω προκαθορισμένου τα οποία επανατροφοδοτούνται στον θραυστήρα για περαιτέρω τεμαχισμό και μείωση του μεγέθους στο επιθυμητό επίπεδο.

Το υλικό εν συνεχεία μέσω μεταφορικής ταινίας οδηγείται στο δεύτερο στάδιο κατεργασίας.



Εικόνα 1.2.1.: Θραυστήρας προτεμαχισμού, μηχανική φόρτωση χρησιμοποιημένων ελαστικών ή προτεμαχισμένων τεμαχίων ελαστικού με μεταφορική ταινία.

2^ο Στάδιο

Κατά το στάδιο της διεργασίας τα τεμάχια ελαστικού οδηγούνται στον μύλο πελλετοποίησης (περιστρεφόμενο κόπτη) για την μείωση του μεγέθους των τεμαχίων ελαστικών. Διαθέτει χοάνη υποδοχής για τεμάχια 50x50mm, και το νέο κλάσμα οδηγείται προς περαιτέρω θρυμματισμό ενώ το διαχωρισθέν κλάσμα με μεγαλύτερο μέγεθος κόκκων οδηγείται και πάλι στην επανατροφοδοσία του 1^{ου} σταδίου.

Το εξερχόμενο κλάσμα του περιστρεφόμενου κόπτη έχει μέγεθος 4mm και οδηγείται στον περιστρεφόμενο μύλο θρυμματισμού και διαχωρισμού των συρμάτων και του νήματος των τεμαχίων.

Το εξερχόμενο κλάσμα του περιστρεφόμενου μύλου διέρχεται από δονούμενο κόσκινο και διαχωρίζεται σε τρία νέα κλάσματα μεγέθους 2-4mm, 0,8-2mm και 0,2-0,8mm αντίστοιχα.

Το υλικό με μέγεθος >10mm δεν διέρχεται από το δονούμενο κόσκινο και επανατροφοδοτείται στον περιστρεφόμενο μύλο για περαιτέρω επεξεργασία.

Για την απομάκρυνση των νημάτων χρησιμοποιείται αεροδιαχωριστήρας που τοποθετείται πριν την ροή του κλάσματος από τον περιστρεφόμενο μύλο στο δονούμενο κόσκινο δευτεροβάθμιου διαχωρισμού.



Εικόνα: Περιστρεφόμενος κόπτης δευτεροβάθμιας επεξεργασίας, μηχανική φόρτωση τεμαχίων ελαστικών με μεταφορική ταινία.



Εικόνα: Δονούμενο κόσκινο δευτεροβάθμιας επεξεργασίας, μηχανική φόρτωση τεμαχίων ελαστικών με μεταφορική ταινία.

3^ο Στάδιο

Κατά το 3ο στάδιο της διεργασίας επιτυγχάνεται περαιτέρω επεξεργασία των τριών κλασμάτων που προκύπτουν από το στάδιο μηχανικής επεξεργασίας με την πλήρη απομάκρυνση των λινών μέσω αεροδιαχωριστήρων και των μεταλλικών στοιχείων μέσω μαγνητικών διαχωριστών.

Οι καθαροί κόκκοι ελαστικού για τα τρία διαχωριζόμενα κλάσματα τροφοδοτούνται σε σάκους αποθήκευσης (big bags) ενώ τυχόν μείγμα νημάτων ελαστικού επανατροφοδοτείται στο στάδιο επεξεργασίας για περαιτέρω διαχείριση και επίτευξη του επιθυμητού μεγέθους.



Εικόνα: Τριτοβάθμια επεξεργασία, μηχανική φόρτωση τεμαχίων ελαστικών με μεταφορική ταινία.

4ο Στάδιο

Κατά το στάδιο της διεργασίας και εφόσον είναι επιθυμητό επιτυγχάνεται περαιτέρω επεξεργασία των κλασμάτων 3^{ου} σταδίου για την παραγωγή πούδρας ελαστικού με την χρήση περιστρεφόμενου λειοτεμαχιστή και δονούμενου κοσκίνου για την πλήρη απομάκρυνση των λινών που δύναται να εμπεριέχονται στα τρία κλάσματα τρίμματος που προκύπτουν από το 3^ο στάδιο.

Η επεξεργασία του 4^{ου} σταδίου είναι επιθυμητή στην περίπτωση που απαιτείται η παραγωγή πούδρας ελαστικού ως τελικό προϊόν της διεργασίας για την τροφοδοσία μονάδων αξιοποίησης.



Εικόνα: Τεταρτοβάθμια επεξεργασία τρίμματος ελαστικού για την παραγωγή πούδρας, μηχανική φόρτωση τεμαχίων ελαστικών με μεταφορική ταινία.

Περιγραφή του τρόπου λειτουργίας της Μονάδας Ανακύκλωσης

Γίνεται εισαγωγή στην εγκατάσταση πρωτοβάθμιας επεξεργασίας των τεμαχίων ή ολόκληρων χρησιμοποιημένων ελαστικών και επιτυγχάνεται πρωτοβάθμιος τεμαχισμός σε μεγέθη της τάξης των 50x50mm.

Το κλάσμα της πρωτοβάθμιας επεξεργασίας διέρχεται από περιστρεφόμενο κόπτη για την μείωση του μεγέθους σε κλάσμα 4mm το οποίο οδηγείται σε δευτεροβάθμιο περιστρεφόμενο μύλο θρυμματισμού και την παραγωγή τριών κλασμάτων τρίμματος

ελαστικού της τάξης των 2-4mm, 0,8-2mm και 0,2-0,8mm αντίστοιχα.

Τα κλάσματα της δευτεροβάθμιας επεξεργασίας διέρχονται από τριτοβάθμια επεξεργασία για την πλήρη απομάκρυνση των μεταλλικών στοιχείων και των λινών με την χρήση κατάλληλου μηχανολογικού εξοπλισμού.

Τέλος, εφόσον καταστεί επιθυμητό, με την χρήση περιστρεφόμενου λειοτεμαχιστή επιτυγχάνεται η περαιτέρω μείωση του μεγέθους των τεμαχίων σε πούδρα ελαστικού για χρήση σε διάφορες βιομηχανικές δραστηριότητες επεξεργασίας και ανακύκλωσης.

Στον χώρο μηχανικής επεξεργασίας των χρησιμοποιημένων ελαστικών πραγματοποιείται τεμαχισμός, διαχωρισμός και ταξινόμηση των παραγόμενων κλασμάτων σε τελικά προϊόντα και παραπροϊόντα όπως:

- 1 Τρίμμα & πούδρα ελαστικού για την προώθηση σε αγορές κατασκευής τελικών προϊόντων όπως τεχνητός χλοοτάπητας γηπέδων, ταρτάν αθλητικών εγκαταστάσεων, τροποποιημένη άσφαλτος κ.λ.π.
- 2 Μέταλλα για την προώθηση στην χαλυβουργία.
- 3 Λίνα (nylon) δευτερογενές υλικό ενεργειακής αξιοποίησης.

6. Παρακολούθηση / Έλεγχοι

6.1. Παραλαβή αποβλήτων / έλεγχος – καταγραφή φορτίων

Η παραλαβή των αποβλήτων χρησιμοποιημένων ελαστικών γίνεται σύμφωνα με τις οδηγίες και κατευθύνσεις του εσωτερικού κανονισμού λειτουργίας της επιχείρησης και κατόπιν εντολής του υπευθύνου της δραστηριότητας.

Με την είσοδο στον χώρο του οχήματος συλλογής μεταφοράς ενημερώνεται ο αρμόδιος υπάλληλος παραλαβής των εισερχόμενων ποσοτήτων και γίνεται παραλαβή των αποβλήτων ελαστικών σύμφωνα με τα αναγραφόμενα στοιχεία στα δελτία αποστολής του μεταφορέα.

Εν συνεχεία γίνεται επεξεργασία των αποβλήτων στον χώρο μηχανικής επεξεργασίας και ο αρμόδιος υπάλληλος τηρεί τα βιβλία:

1. Φάκελος οικονομικών στοιχείων.
2. Βιβλίο διαχείρισης αποβλήτων.
3. Έντυπα αναγνώρισης αποβλήτων.

6.2. Έλεγχος στερεών αποβλήτων

Ο έλεγχος αφορά την τήρηση των προδιαγραφών του μηχανολογικού εξοπλισμού επεξεργασίας των αποβλήτων χρησιμοποιημένων ελαστικών ώστε να εξασφαλίζεται ανά πάσα στιγμή η αποφυγή διαρροών στον περιβάλλοντα χώρο αποθήκευσης.

Επιπλέον κατά την διάρκεια της μηχανικής επεξεργασίας και κατά την είσοδο και έξοδο των οχημάτων συλλογής μεταφοράς εφαρμόζονται αυστηρά οι αρχές του σχεδίου αντιμετώπισης περιστατικών έκτακτης ανάγκης που έχει κοινοποιηθεί στους υπαλλήλους της επιχείρησης.

6.3. Δειγματοληψίες / αναλύσεις

Οι αναλύσεις αποτελούν φυσικές μεθόδους ελέγχου της κοκκομετρίας των δειγμάτων και εφαρμόζονται με την χρήση κόσκινου κοκκομετρίας ενώ δεν λαμβάνει μέρος καμιά χημική ανάλυση των δειγμάτων και δεν απαιτείται η λειτουργία χημείου στην δραστηριότητα.