

ΞΗΡΑΝΣΗ

- Αφαίρεση μικρών σχετικά ποσοτήτων νερού, μέχρι ενός αποδεκτού ορίου, από στερεά ή ημιστερεά υλικά με τη μορφή θερμότητας.
- Επιτυγχάνεται με αφαίρεση της υγρασίας σε θερμοκρασίες κάτω από το σημείο βρασμού.

- Απαραίτητο στάδιο στην παρασκευή φαρμάκων π.χ στην κοκκοποίηση πριν την συμπίεση προς δισκία.
- Το ποσοστό υγρασίας που υπάρχει στους κόκκους επηρεάζει σημαντικά την περαιτέρω επεξεργασία τους για την παρασκευή σφαιριδίων ελεγχόμενης αποδέσμευσης ή την δισκιοποίηση.
- Γιατί δεν είναι επιθυμητή η παρουσία υγρασίας στα φαρμακευτικά σκευάσματα;
 1. μεγάλη πιθανότητα μόλυνσης από μικρόβια αφού το νερό ευνοεί την ανάπτυξη μικροοργανισμών.
 2. οξειδώνονται ευκολότερα βελτιωτικά γεύσης και οσμής (π.χ σε σκευάσματα βιταμίνης C- λεμονέλαιο, πορτοκαλέλαιο κ.ά).
 3. επιταχύνεται η υδρόλυση διάφορων δραστικών μορφών όπως εστέρων (ασπιρίνη, πενικιλλίνες, αναστολείς αντλίας H^+).

Υγρασία αέρος

Ο ατμοσφαιρικός αέρας περιέχει, ένα ποσοστό υδρατμών (νερό σε αέρια φυσική κατάσταση). Η αφαίρεση υγρασίας από τον αέρα αναφέρεται ως αφύγρανση.

Η υγρασία του αέρα εκφράζεται είτε σαν απόλυτη είτε σαν σχετική υγρασία (ΣΥ%) :

$$\text{απόλυτη υγρασία} = \frac{\text{βάρος υδρατμών}}{\text{μονάδα βάρους ξηρού αέρα}}$$

$$\text{σχετική υγρασία (\%)} = \frac{\text{μερική πίεση υδρατμών στον αέρα}}{\text{τάση υδρατμών σε ισορροπία με καθαρό ύδωρ (ίδιας θερμοκρασίας)}}$$

Ο προσδιορισμός της υγρασίας μιας φαρμακευτικής ουσίας (το ποσοστό του νερού που περιέχει) γίνεται με θέρμανση σε ειδική συσκευή (με θερμική μέθοδο).

για τις φαρμακευτικές ουσίες ως επί τοις εκατό (%) επί ξηρού

$$\% \text{ υγρασία} = \frac{m_{\text{υγρασίας}}}{m_{\text{δείγματος}} - m_{\text{υγρασίας}}} \times 100$$

$$m_{\text{υγρασίας}} = m_{\text{αρχ}} - m_{\text{τελ}} = m_{\text{δείγματος}} + m_{\text{περιέκτη}} - m_{\text{ξηρού}} - m_{\text{περιέκτη}} = m_{\text{δείγματος}} - m_{\text{ξηρού}}$$

Όπου $m_{\text{αρχ}}$: η αρχική μάζα του αναλυτικού δείγματος + του περιέκτη σε g (συνολικό αρχικό βάρος)

$m_{\text{τελ}}$: η τελική μάζα του ξηρού δείγματος (μετά την ξήρανση) σε g (τελικό βάρος του ξηρού δείγματος + του περιέκτη)

$$m_{\text{δείγματος}} - m_{\text{υγρασίας}} = m_{\text{ξηρού}}$$

Όπου $m_{\text{υγρασίας}}$ εννοούμε την μάζα του νερού που απομακρύνθηκε.

- **Απώλεια ξήρανσης** εννοούμε την απώλεια μάζας από την ουσία που έχει υποστεί ξήρανση.

Μπορούμε να το εκφράσουμε ως εξής:

$$A.\Xi \ \% = \frac{m_{\text{απώλειας}}}{m_{\text{αρχική}}} \times 100$$

$$\text{Όπου } m_{\text{απώλειας}} = m_{\text{αρχική}} - m_{\text{τελική}}$$

- Ο ρυθμός της ξήρανσης εξαρτάται από το ρυθμό μετάδοσης της θερμότητας στην επιφάνεια ξήρανσης.
- Συμπεριφορά υλικών κατά την ξήρανση:
 1. Κοκκώδη ή κρυσταλλικά υλικά: συγκρατούν υγρασία στα διάκενα μεταξύ των τεμαχιδίων ή σε επιφανειακούς πόρους. Δεν εμποδίζεται η κίνηση της υγρασίας. Το στερεό υλικό μένει ανεπηρέαστο από την παρουσία του υγρού άρα και από την διεργασία της ξήρανσης.
 2. Άμορφα, ινώδη, δομή γέλης (gel): η υγρασία απαραίτητο μέρος της δομής τους ή παγιδευμένη μέσα σε ίνες ή πόρους. Η κίνηση της υγρασίας αργή και πιθανώς να συμβαίνει με τη διάχυση του υγρού μέσα στη δομή του στερεού. Τέτοια υλικά επηρεάζονται έντονα από την αφαίρεση της υγρασίας. Τα επιφανειακά στρώματα ξηραίνονται πιο γρήγορα από τα εσωτερικά. Μπορεί να εμφανιστούν ρωγμές ή αναδιπλώσεις στο υλικό.

- Σκληρά, πορώδη ή μη στερεά δεν συστέλλονται σημαντικά κατά την ξήρανση όμως κολλοειδή και ινώδη υλικά συρρικνώνονται σημαντικά καθώς αφαιρείται η υγρασία από αυτά.
- Οι συνθήκες ξήρανσης πρέπει να επιλέγονται με κυρίαρχο σκοπό την εξασφάλιση της ποιότητας του τελικού προϊόντος- υλικού και δευτερευόντως με βάση τα οικονομικά κριτήρια και την ευκολία της διεργασίας.

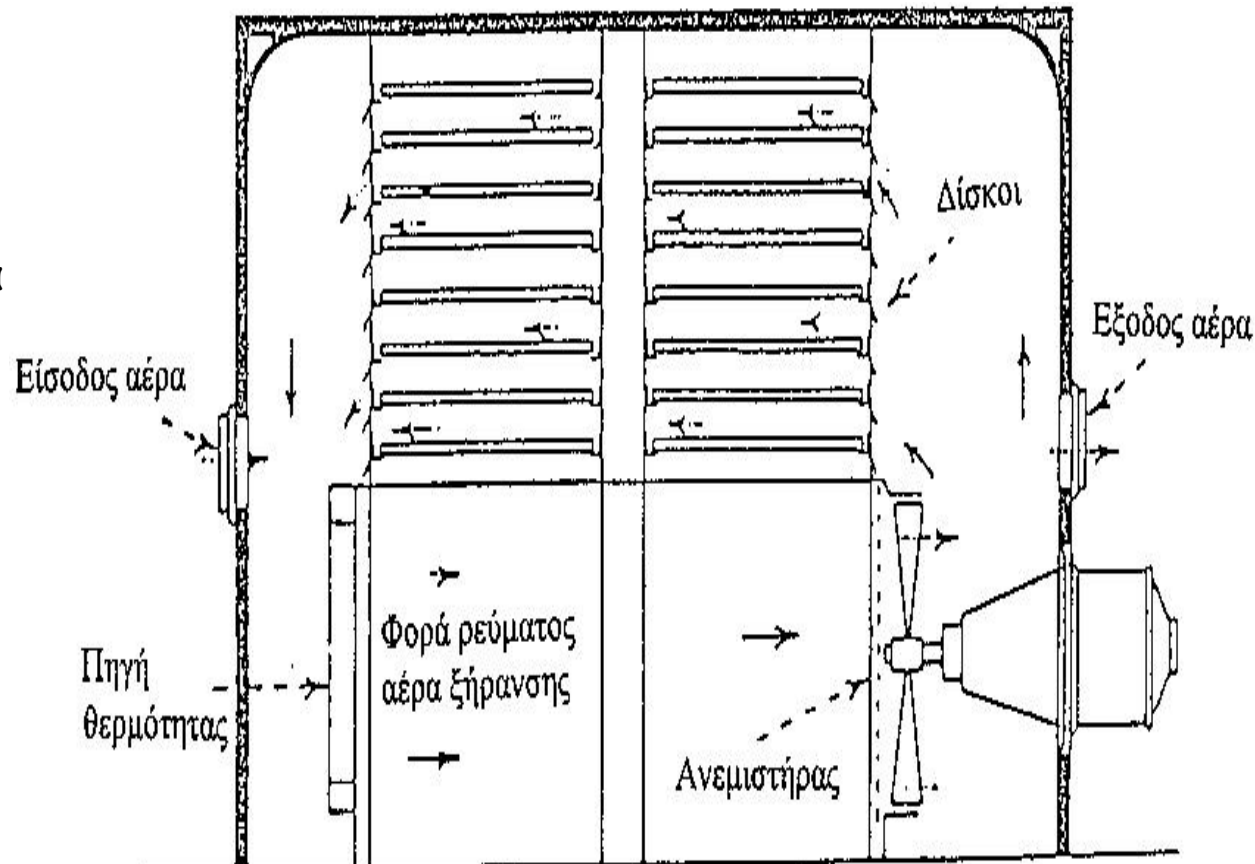
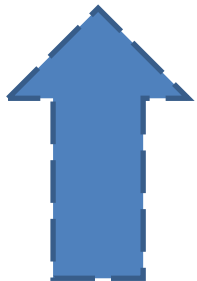


Συσκευές Ξήρανσης- Τύποι Ξηραντήρων

- Ξηραντήρες Θαλάμου (ασυνεχής λειτουργίας, μονωμένος θάλαμος μεγάλου μεγέθους)

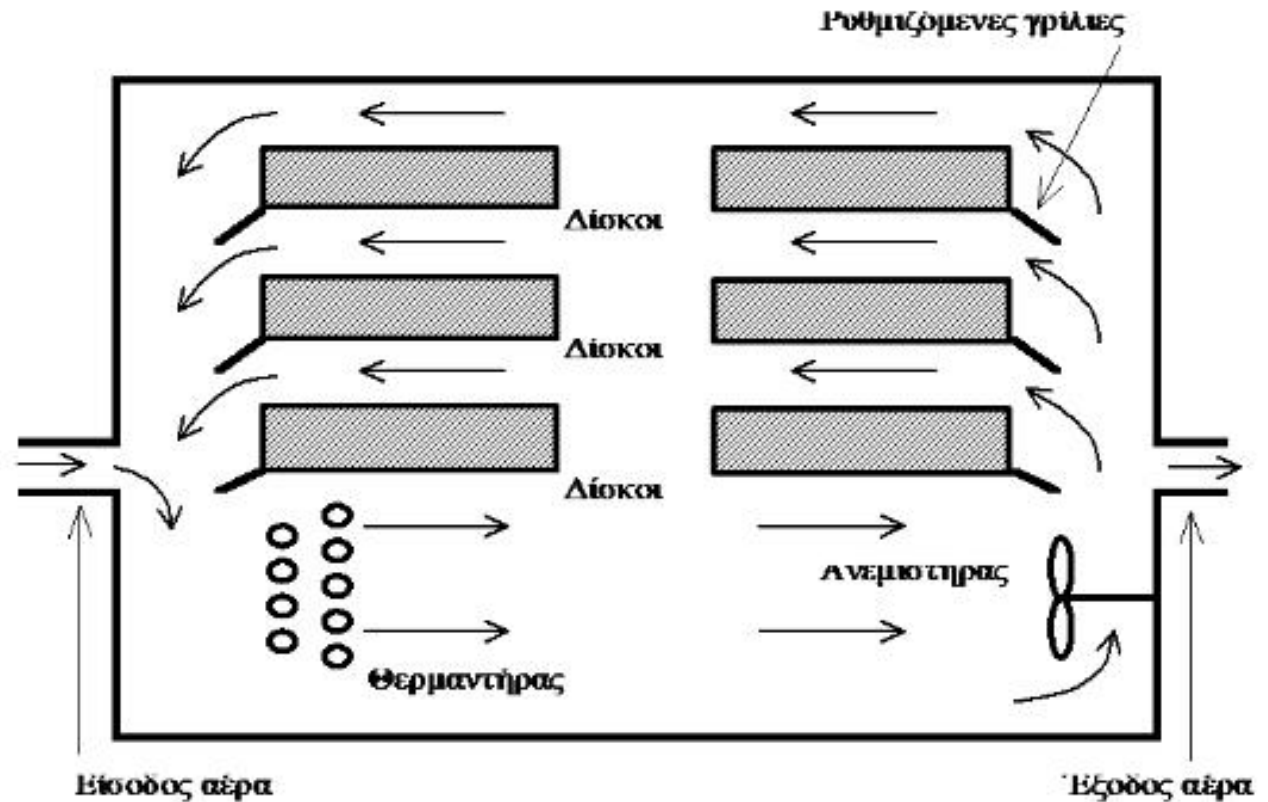
1. Ατμοσφαιρικοί ξηραντήρες θαλάμου π.χ ξηραντήρας (πυριαντήριο) με δίσκους. Η θέρμανση γίνεται με κυκλοφορία προθερμασμένου αέρα ή θερμών καύσιμων αερίων

Είναι εγκαταστημένοι στα περισσότερα φαρμακευτικά εργαστήρια, και παρέχουν ικανοποιητικό βαθμό ξήρανσης για τα περισσότερα υλικά, εξυπηρετώντας το μέγεθος παρτίδων που χρησιμοποιούνται στην κάθε φαρμακευτική βιομηχανία.



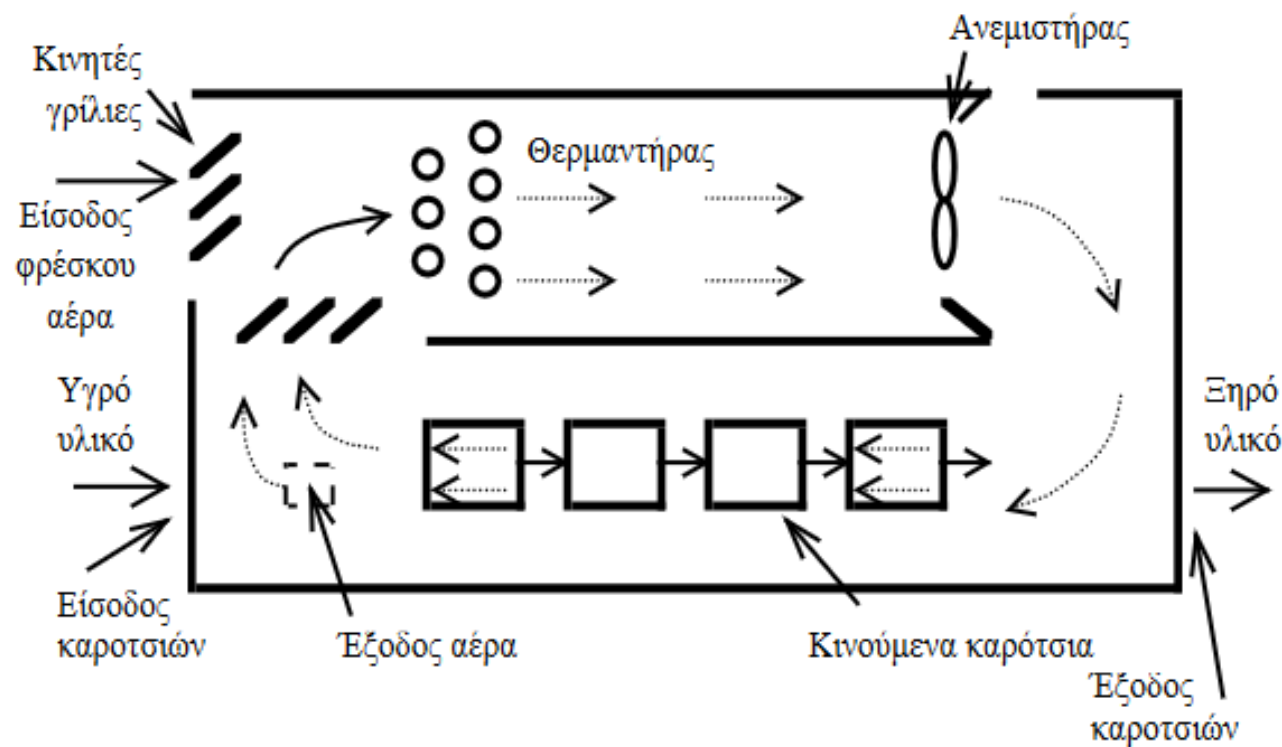
2. Ξηραντήρες θαλάμου κενού: για την προστασία του υλικού από αυξημένες θερμοκρασίες (πενικιλίνη, ορός του αίματος) και οξειδώσεις. Ξηραντήρες με ράφια . Έμμεση θέρμανση με ατμό ή θερμό νερό. Είναι χρήσιμοι για τον χειρισμό υλικών με τοξικούς ή πολύτιμους διαλύτες.

Λυοφιλίωση:
ξηράνση σε
χαμηλή
θερμοκρασία
+ πολύ
υψηλό κενό

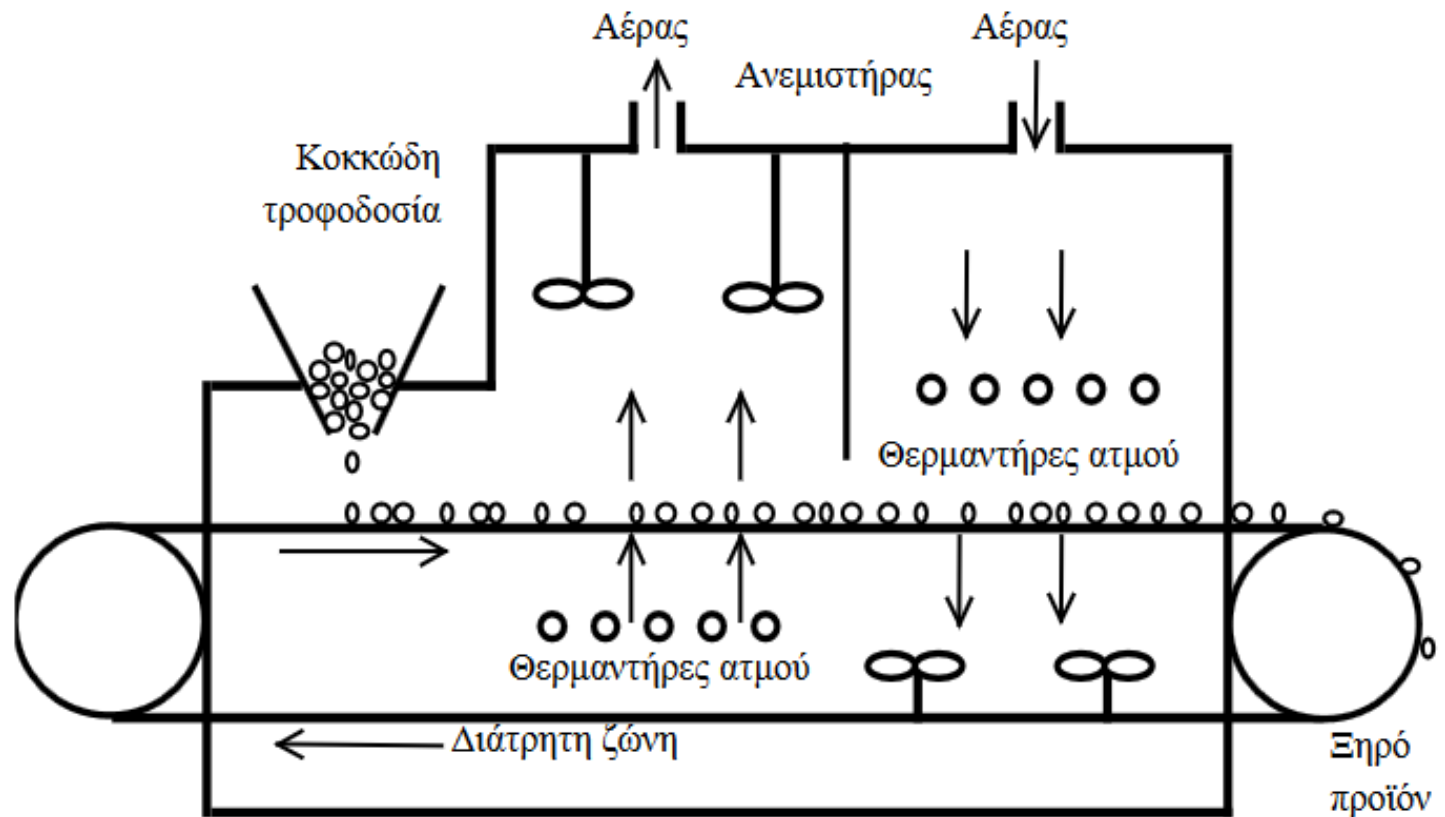


• **Ξηραντήρες σήραγγας:** συνεχής λειτουργίας για μεγάλες ποσότητες υλικών. Αντί για ράφια καροτσάκια που εισέρχονται στη σήραγγα και εξέρχονται στο αντίθετο άκρο. Ξήρανση υπέρυθρης ακτινοβολίας όπου πηγή θέρμανσης είναι η ακτινοβολία και όχι κάποιο υγρό ή αέριο. Το κύριο μειονέκτημα της ξήρανσης με υπέρυθρη ακτινοβολία είναι η ανομοιομορφία ξήρανσης του υλικού, λόγω της μικρής διεισδυτικής ικανότητας των υπέρυθρων ακτίνων.

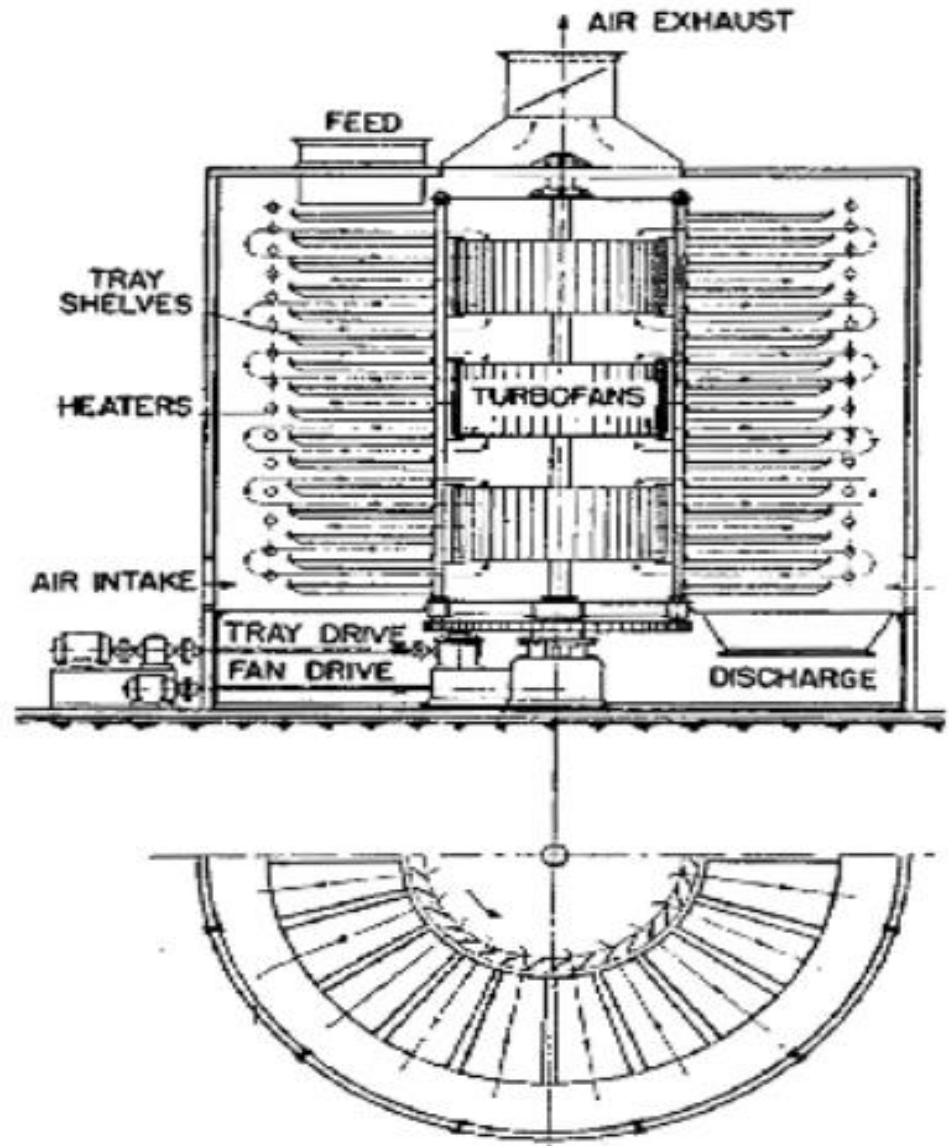
➡ επιφανειακή μόνο ξήρανση με σχηματισμό κρούστας στην επιφάνεια, υπερθέρμανση, στο εσωτερικό του στερεού η ξήρανση δεν έχει ολοκληρωθεί.



- **Ξηραντήρες ενδιάμεσης κυκλοφορίας:** για ξήρανση κοκκωδών υλικών. Ο αέρας ξήρανσης διέρχεται μέσα από την κλίνη και γύρω από τα τεμαχίδια του προς ξήρανση υλικού. Ξηραντήρας μεταφορικής ταινίας. Τα υλικά πρέπει να έχουν υψηλή διαπερατότητα. Τα συμπιεσμένα συσσωματώματα ξηραίνονται πιο αργά.

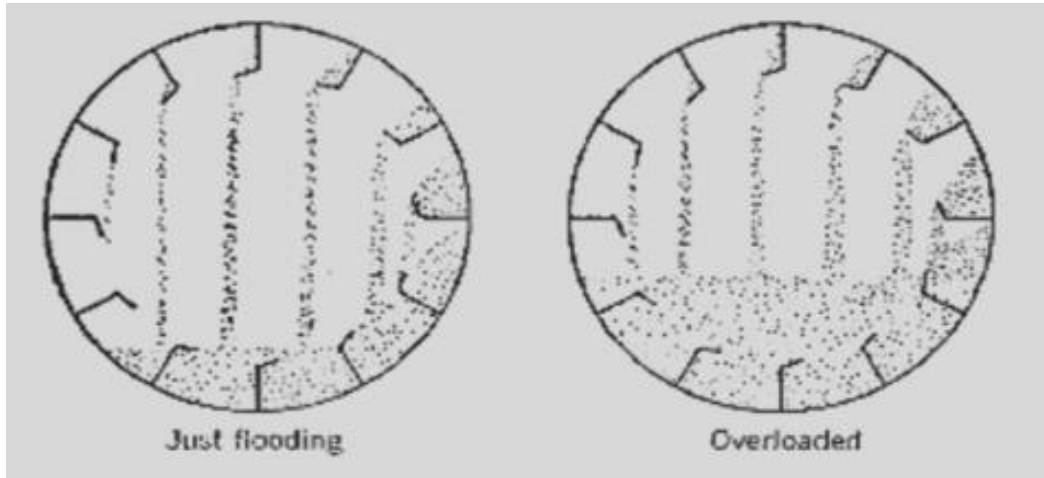


- **Ξηραντήρες τουρμπίνας:** Καλή δυναμικότητα ξήρανσης, καταλαμβάνει μικρό χώρο. Θερμός αέρας για ξήρανση. Δυνατότητα ξήρανσης υλικών με μεγάλο εύρος υγρασιών.

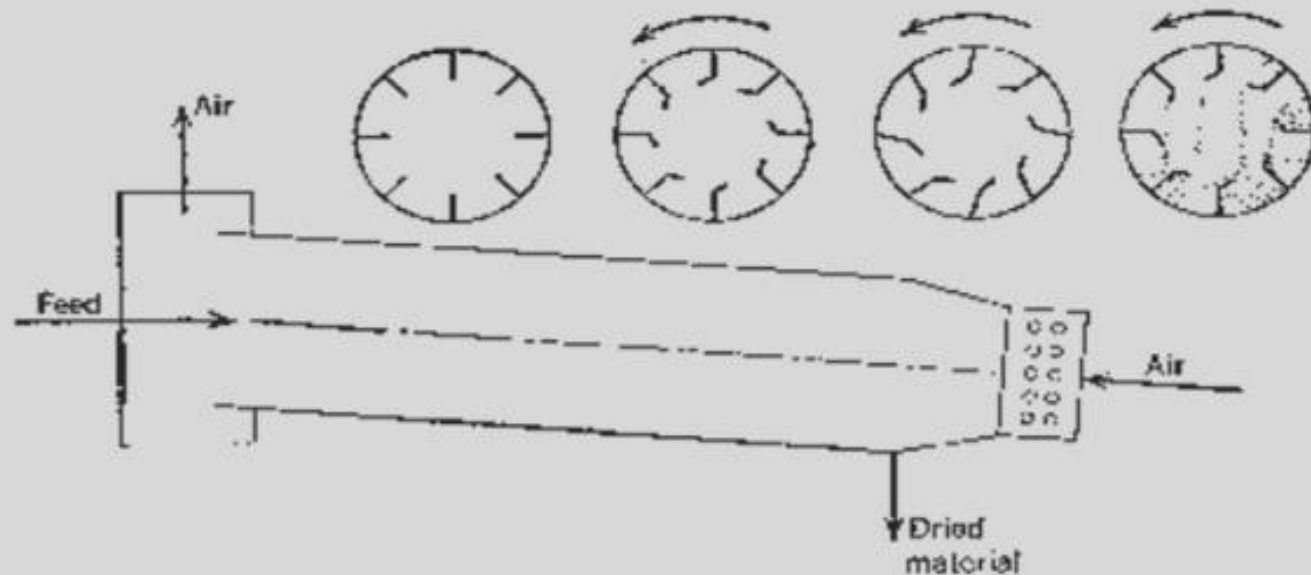


- **Περιστροφικοί ξηραντήρες:** περιστροφικό κυλινδρικό κέλυφος. Απευθείας επαφή του στερεού με θερμό αέρα ή με θερμά καύσιμα αέρια ή με θερμαινόμενες επιφάνειες. Χρησιμοποιούνται πιο πολύ για κοκκώδη υλικά που κινούνται ελεύθερα.

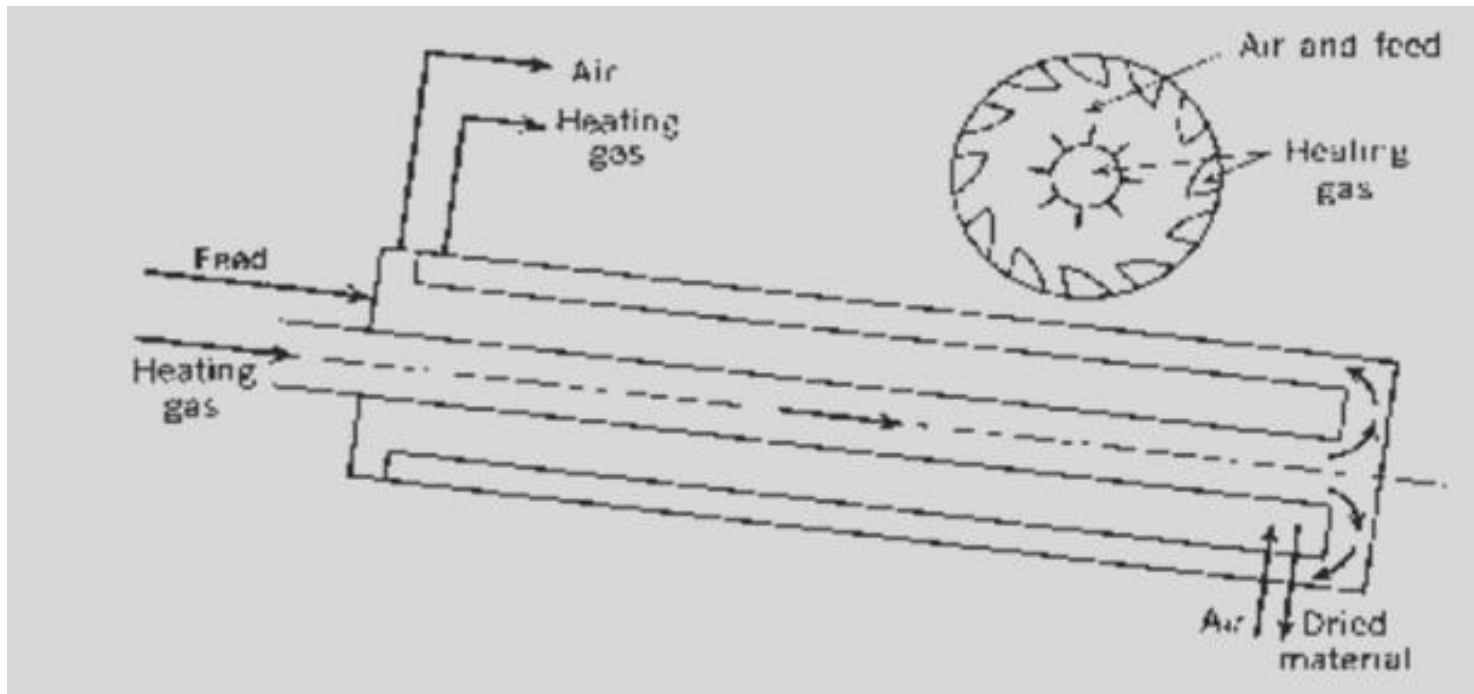
1. Θέρμανση με απευθείας επαφή



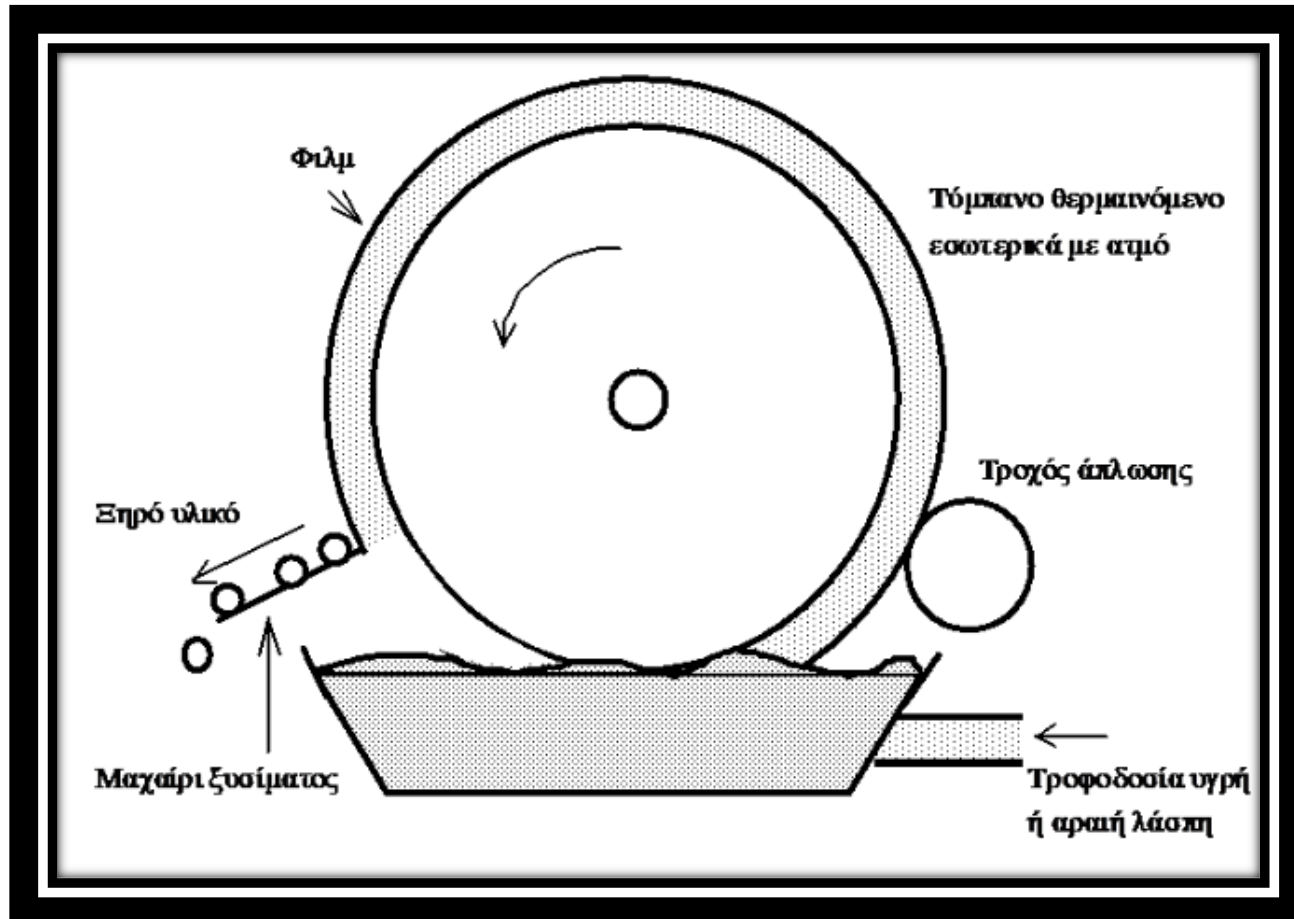
← Συγκράτηση υλικού

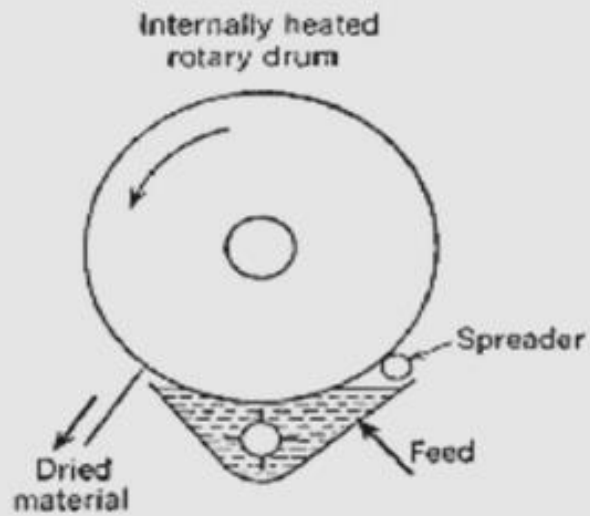


2. Θέρμανση χωρίς απευθείας επαφή: τα σωματίδια θερμαίνονται με αγωγή από επαναλαμβανόμενη επαφή με θερμές επιφάνειες και με ακτινοβολία που παίζει ένα σημαντικό ρόλο.

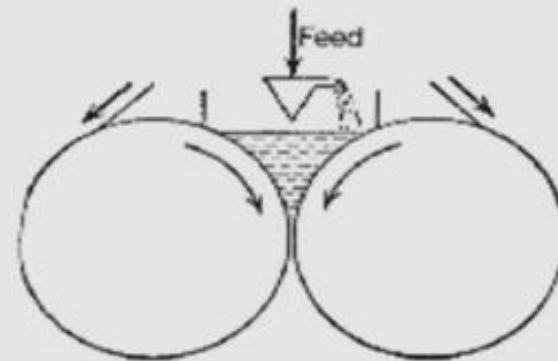


- **Ξηραντήρες τυμπάνων:** εσωτερικά θερμαινόμενα περιστροφικά τύμπανα. Η ξήρανση λαμβάνει χώρα στην εξωτερική επιφάνεια του τυμπάνου. Ο καταλληλότερος τρόπος ξήρανσης για πολτούς ή πάστες στερεών.

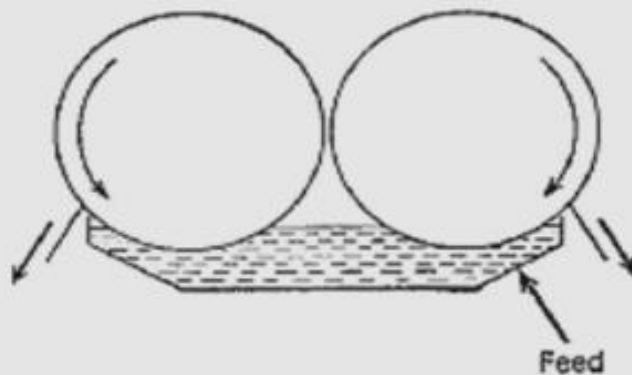




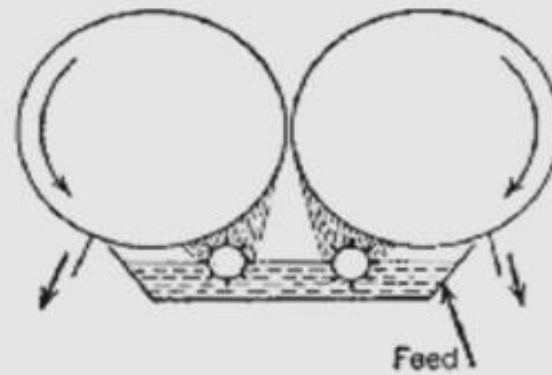
(a) Single drum, dip feeding of drum surface



(b) Double drum, central feeding of drum surface



(c) Twin drum, dip feeding of drum surface

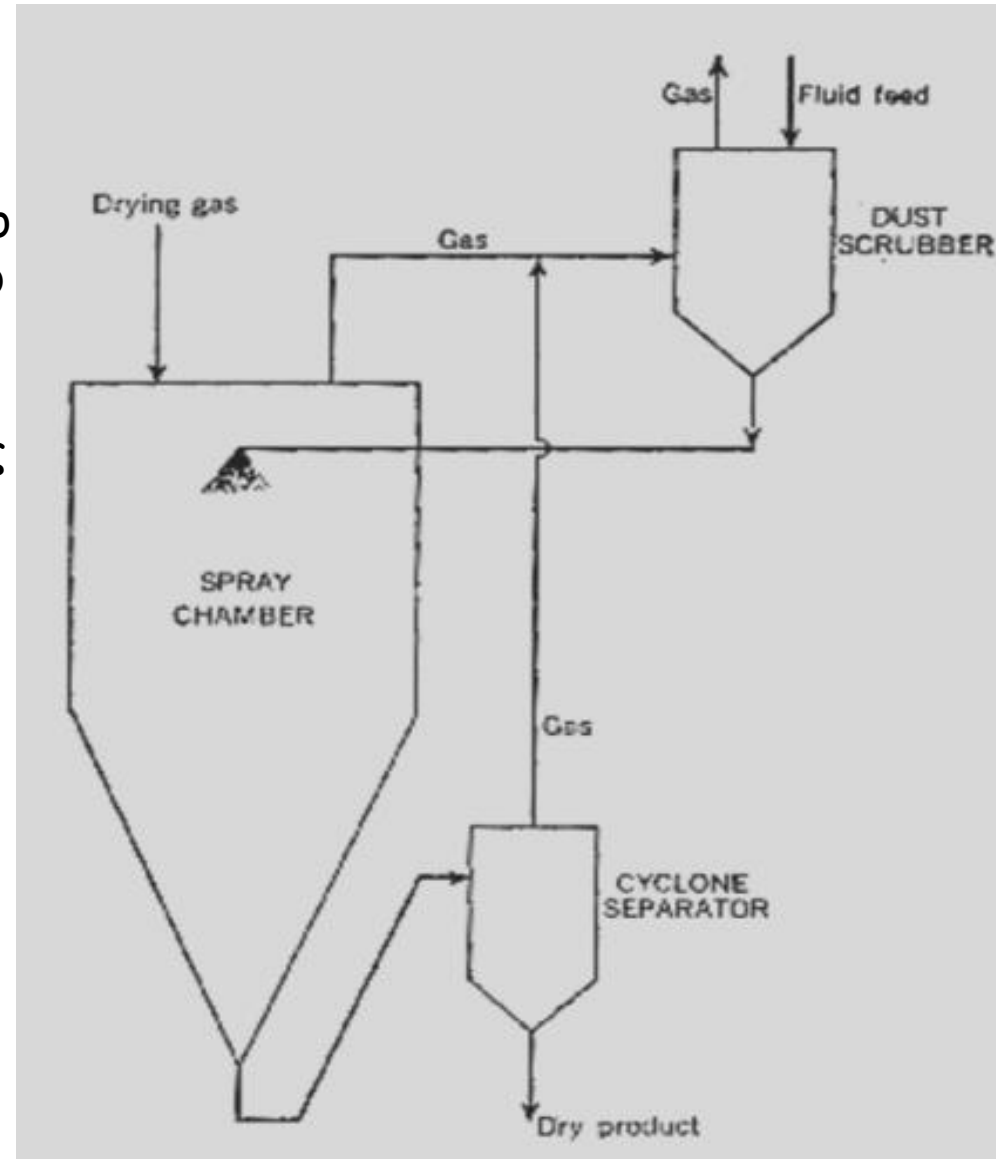


(d) Twin drum, splash feeding of drum surface

- **Ξηραντήρες εκνέφωσης:** Η εναλλακτική λύση στη ξήρανση τυμπάνων όταν πρόκειται για διαλύματα ή λεπτόρρευστες πάστες είναι η ξήρανση με εκνέφωση. Το προς ξήρανση υλικό διασπείρεται με ψεκασμό (εκνέφωση) στο ρεύμα του αερίου ξήρανσης.



Η ξήρανση με εκνέφωση προσφέρει δυο πλεονεκτήματα. Το πρώτο είναι ότι το αποξηραμένο υλικό είναι κοκκώδες και το δεύτερο ότι κάτω από ελεγχόμενες συνθήκες σκλήρυνσης επιφανείας, το προϊόν έχει υψηλή ειδική επιφάνεια χωρίς να είναι σε μορφή σκόνης



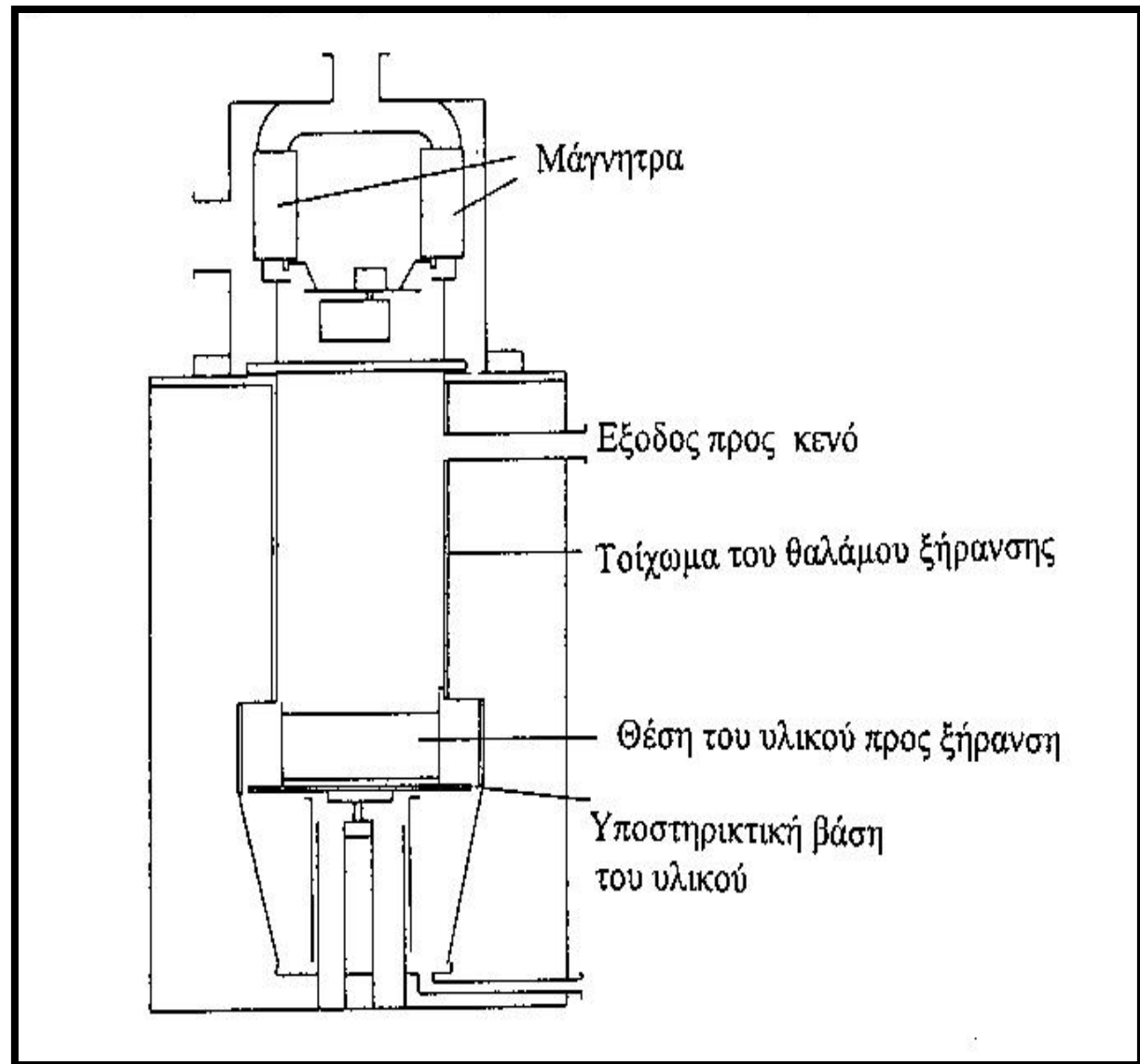
- Ξηραντήρες ανιόντος ρεύματος ή ρευστοποιημένου στρώματος σκόνης:

Πλεονεκτήματα της μεθόδου:

- Λόγω της ροής και αιώρησης των τεμαχιδίων της κόνεως η επαφή τους με τον αέρα της ξήρανσης είναι πολύ καλή. Αυτό εξασφαλίζει ταχεία μετάδοση θερμότητας και μεταφορά μάζας, και επομένως μικρό χρόνο ξήρανσης Έτσι η μέθοδος προσφέρεται για την ξήρανση θερμοευαίσθητων ουσιών όπως βιταμίνες.
- Επειδή κατά την ξήρανση κάθε τεμαχίδιο περιβάλλεται από αέρα ξήρανσης, η περίοδος σταθερού ρυθμού είναι η μεγαλύτερη σε διάρκεια, ενώ η περίοδος πτώσης (οπότε υπάρχει και ο κίνδυνος υπερθέρμανσης), είναι μικρή.
- Επίσης ο κίνδυνος διάχυσης υδατοδιαλυτών ουσιών προς την επιφάνεια του στερεού είναι ελάχιστος.
- Εύκολος και ακριβής έλεγχος καθώς και η ομοιομορφία της θερμοκρασίας του αέρα ξήρανσης.
- Μικρός όγκος που καταλαμβάνει η εγκατάσταση.

- **Ξηραντήρας μικροκυμάτων:** η μέθοδος αυτή είναι πολύ αποδοτική και για το λόγο αυτό η εφαρμογή της επεκτείνεται συνεχώς στη φαρμακευτική βιομηχανία είτε μόνη της, είτε σε συνδυασμό με ξηραντήρες κενού και με ξηραντήρες με δίσκους.

➔ Μικροκύματα (κύματα υψηλής συχνότητας με μεγαλύτερη διεισδυτική ικανότητα από τα υπέρυθρα): παράγονται από το μάγνητρο



Τα **ξηραντικά μέσα** είναι **χημικές ουσίες** που έχουν την ιδιότητα να απορροφούν εύκολα το νερό- συγκρατούν νερό σε πόρους (μοριακά κόσκινα) ή να ενώνονται αντιστρεπτά με το νερό (ανόργανα άλατα) ή να αντιδρούν χημικά με το νερό σχηματίζοντας μια νέα ένωση.

Στο εργαστήριο χρησιμοποιούνται μέσα στον ξηραντήρα, δίπλα από συσκευές, για να προφυλάξουν από την υγρασία και μέσα σε κωνικές φιάλες όπου φυλάσσονται διαλύματα.

• Το ξηραντικό που προστίθενται σε φιάλες που φυλάσσονται διαλύματα πρέπει να:

1. Να μην αντιδρά με την οργανική ουσία ή τον διαλύτη.
2. Να ξηραίνει αποτελεσματικά.
3. Να μη διαλύεται αρκετά στο υγρό.
4. Να μην έχει καταλυτική δράση και προκαλεί πολυμερισμό, συμπύκνωση ή αυτοοξειδωση της οργανικής ουσίας.
5. Να είναι οικονομικό.
6. Να μην είναι τοξικό.

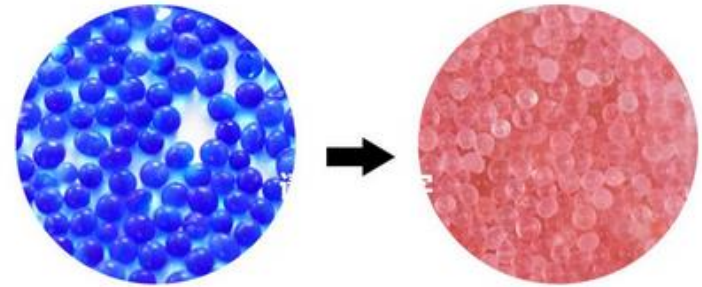
ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ
ΞΗΡΑΝΤΙΚΩΝ
ΣΤΗΝ ΕΠΟΜΕΝΗ
ΔΙΑΦΑΝΕΙΑ

Τα ξηραντικά μέσα που χρησιμοποιούνται συνήθως είναι:

-Διοξειδίου του πυριτίου SiO_2 ή **silica gel**. Είναι άχρωμη ή μπλε με δείκτη που όταν κορεστεί μετατρέπεται σε ροζ.

Before moisture adsorption

After moisture adsorption



moisture content < 20%

moisture content > 50 %

- Το άνυδρο **χλωριούχο ασβέστιο** CaCl_2 . Έχει μεγάλη απορροφητικότητα και, όταν κορεστεί, υγροποιείται. Δεν αναγεννάται, σχετικά αργό στην δράση του.
- Θειικά άλατα, όπως άνυδρο **θειικό ασβέστιο** CaSO_4 , ο άνυδρος **θειικός χαλκός** CuSO_4 , το άνυδρο **θειικό μαγνήσιο** MgSO_4 , άνυδρο **θειικό Νάτριο** Na_2SO_4 .
- Η **νατράσβεστος**, η οποία είναι μείγμα $\text{Ca}(\text{OH})_2$, NaOH και KOH .
- Για ορυκτά παρασκευάσματα χρησιμοποιούνται το πυκνό **θειικό οξύ** H_2SO_4 και **πεντοξείδιο του φωσφόρου** P_2O_5 .