

W3

Chłodzenie –oziębianie -zamrażanie

- Zabiegi te mogą odnosić się zarówno do ciał stałych jak i ciekłych i gazowych
- W przemyśle spożywczym zimno wykorzystuje się do celów technicznych i do celów technologicznych
- Największe zastosowanie zimna wiąże się jednak z przechowywalnictwem żywności i jej utrwaleniem
- **Chłodzenie** czyli odbieranie ciepła jest jakby odwróceniem zjawiska ogrzewania w wymianie bezpośredniej lub przeponowej

Chłodzenie –oziębianie -zamrażanie

- Chłodzenie ośrodków ciekłych o małej lepkości można przeprowadzić w oziębiaczach płaskościennych lub cylindrycznych
- Wychładzanie mas o wysokiej lepkości, półciekłych i stałych wykonujemy w fryzerach
- Powszechnie w przemyśle spożywczym korzysta się z urządzeń chłodniczych, które pracują na zasadzie izotermicznego sprężania i rozprężania czynnika np. amoniak wykorzystuje się tu chłodziarki sprężarkowe (kompresorowe)
- Do wstępnego chłodzenia surowca przed przerobem np. owoców wykorzystuje się chłodzenie próżniowe polega ono na obniżaniu ciśnienia i odparowaniu 2-3 % wody zawartej w surowcu

Chłodzenie, oziębienie lub zamrażanie może odnosić się zarówno do ciał stałych, jak ciekłych i gazowych.

W przemyśle spożywczym zimno wykorzystuje się do celów technicznych:

- skraplania oparów powstających przy zagęszczaniu żywności w aparatach wyparnych

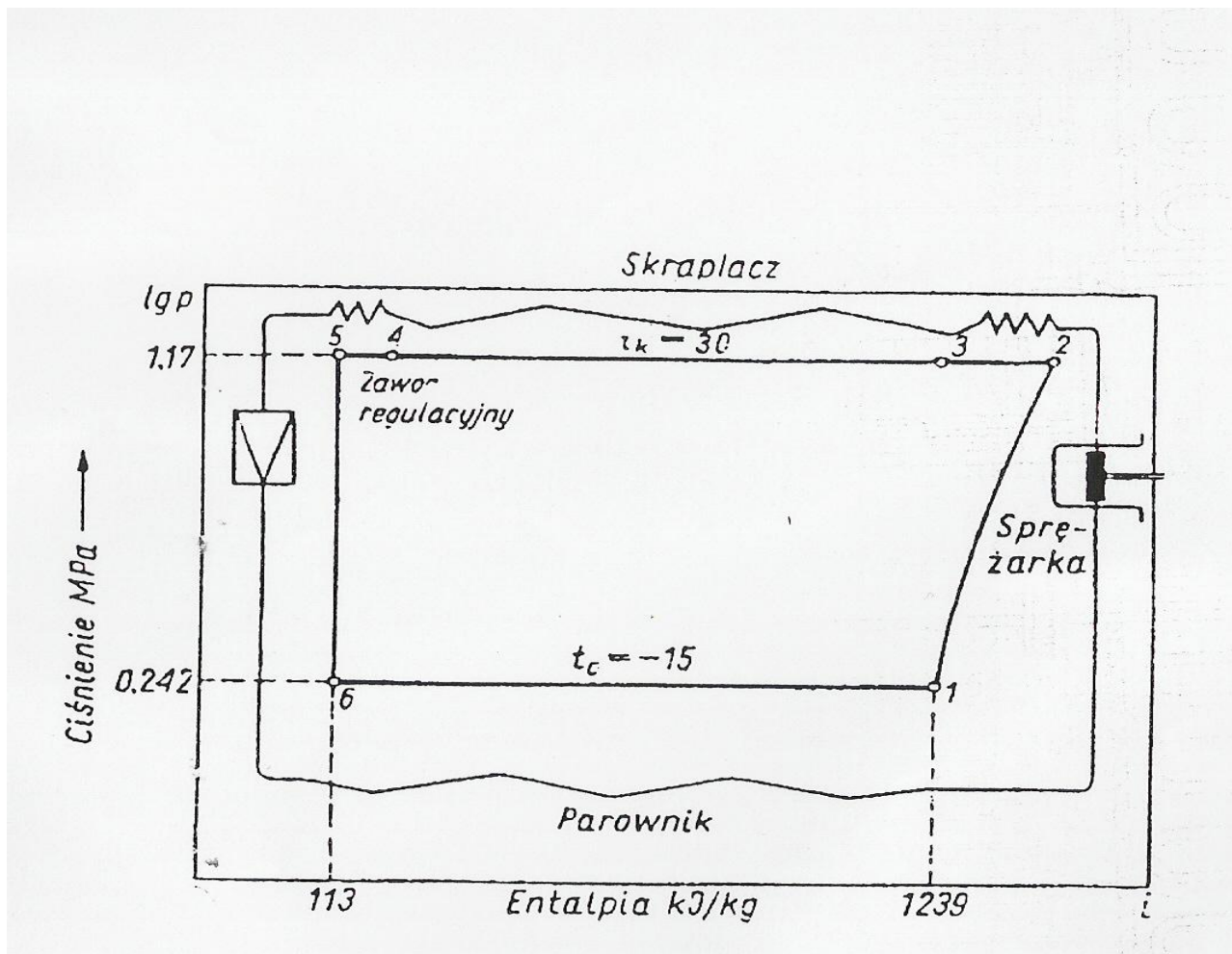
Do celów technologicznych:

- kriokoncentracji
- suszenia liofilizacyjnego
- produkcji lodów spożywczych itp..

Największe zastosowanie zimna wiąże się jednak głównie z przechowywalnością żywności i jej utrwalaniem.

W przemyśle stosuje się wiele metod zamrażania żywności, które z zależności od przyjętego kryterium dzieli się na różne grupy. Na przykład, biorąc pod uwagę rodzaj czynnika odbierającego ciepło od produktu, wyróżnia się następujące zasadnicze grupy zamrażania:

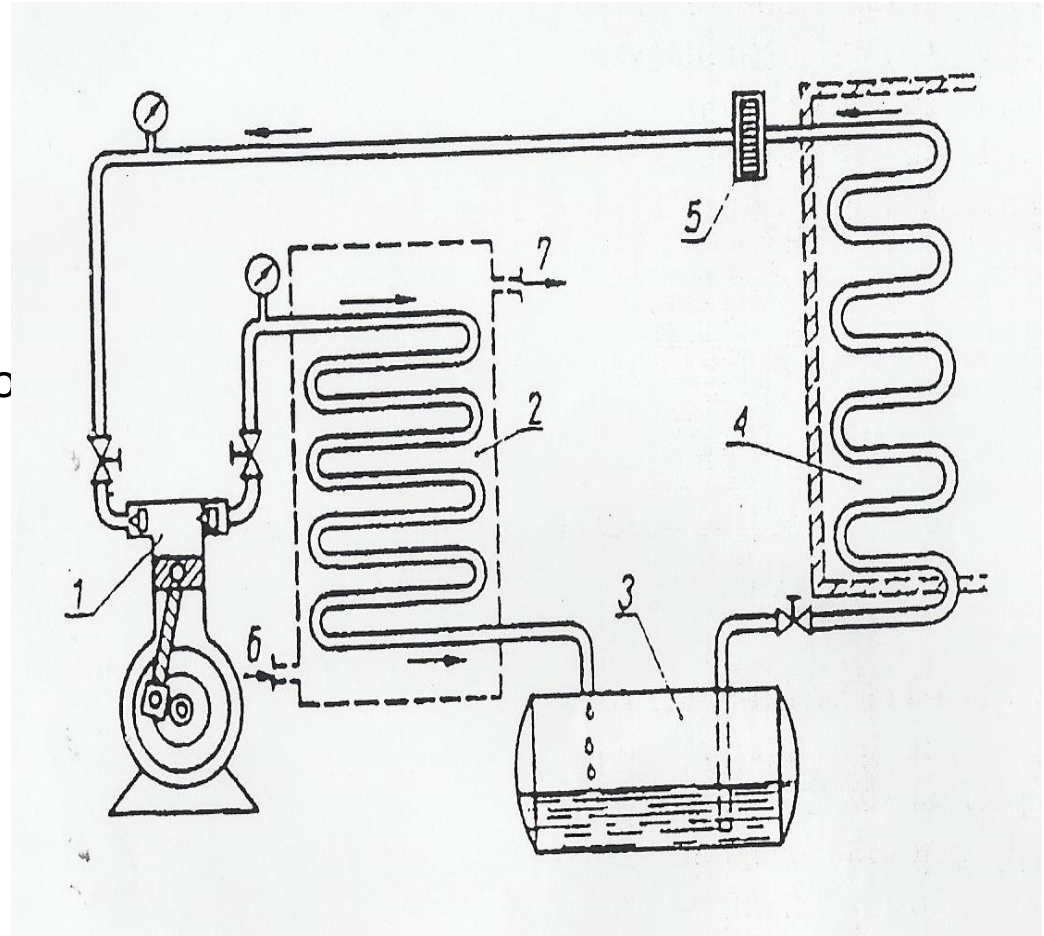
- ✓ w powietrzu (tzw. zamrażanie owiewowe)
- ✓ w cieczech (zanurzanie albo immersja, rozpylanie)
- ✓ we wrzącym czynniku chłodzącym (freon, hel, azot)
- ✓ w kontakcie z ciałem stałym



Schemat chłodziarki sprężarkowej i obieg amoniaku w układzie i - $lg p$

Schemat sprężarkowego urządzenia oziębiającego:

1. sprężarka (pompa ssąco-tłocząca)
2. skraplacz
3. zbiornik czynnika chłodniczego w stanie skroplonym
4. parownik
5. filtr
6. dopływ wody chłodzącej ze skraplacza



SCHEMATY ZAMRAŻAREK
OWIEWOWYCH

- (przenoszenie ciepła odbywa się na drodze konwekcji)

- zamrażanie tunelowe

- zamrażanie taśmowe

Żywność jest zamrażana w sposób ciągły na przenośniku przesuwanym się w izolowanej obudowie. Zależnie od ilości i typu przenośników zamrażanie może odbywać się w zamrażalnicach jednotaśmowych, wielotaśmowych lub karuzelowych. W tych ostatnich przenośnik jest spiralny i porusza się wokół obracającego się bębna.

- zamrażanie fluidyzacyjne

1. taśma I
2. taśma II
3. wibracyjny podnośnik surowca
4. dysza zdmuchująca wodę z warstwy surowca
5. wentylator
6. rozgarniacz warstwy taśmy II
7. chłodnice
8. skrzynie powietrzne z wentylatorami
9. obudowa izolowana

W obrębie metod kontaktowych rozróżnia się systemy:

1. zamrażania żywności przez jej kontakt z oziębionymi od wewnątrz płytami
 - zamrażanie kontaktowe jednostronne
 - zamrażanie kontaktowe dwustronne
2. zamrażania polegającego na bezpośrednim kontakcie żywności ze skroplonymi lub zestalonymi gazami.

•Schematy zamrażarek kontaktowych

✓ płytkowa

1. komora izolowana
2. półki-płyty
3. układ hydrauliczny
4. rury parownika
5. produkt
6. węże gumowe
7. dopływ ciekłego czynnika chłodniczego
8. osuszacz
9. odpływ par czynnika chłodniczego do rurek

✓ kaskadowa z recyrkulującym
ciekłym azotem

1. wlot produktu
2. przenośnik taśmowy
3. wentylator
4. gaz
5. dopływ ciekłego azotu
6. pompa
7. zbiornik ciekłego azotu
8. dysze spryskujące
9. zamrożony produkt

- Do wstępnego chłodzenia surowca przed przerobem, np. owoców lub warzyw, wykorzystuje się także chłodzenie **próżniowe**.
- Polega ono na obniżeniu ciśnienia i odparowania **2-3% wody** zawartej w surowcu. Z surowca jest pobierane ciepło potrzebne do parowania cieczy, w wyniku czego temperatura surowca się obniża.
- Przy dostatecznie niskim ciśnieniu tą metodą można uzyskać nie tylko ochłodzenie, ale i zamrożenie surowca oraz sublimację zawartej w nim wody, a więc usunięcie nawet ok. **15% wody** znajdującej się w surowcu. Może to być wykorzystane w pierwszym etapie procesu suszenia produktów spożywczych metodą liofilizacji.

Obniżenie temp. o 10°C powoduje 2-3-krotne, średnio 2,5-krotne zwolnienie tempa reakcji chemicznych, co wynika z wzoru Arrheniusa i co w pewnym odcinku temperatur stosuje się także do rozwoju i działalności drobnoustrojów.

Jednak należy pamiętać o tym, że drobnoustroje rozwijają się w pewnych przedziałach temperatur. Ze względu na minimalną, optymalną i maksymalną temperaturę przyjęto dzielić je na trzy następujące grupy:

Ogólnie przyjmuje się, że większość drobnoustrojów powodujących psucie żywności rozwija się szybko dopiero w temperaturach powyżej 10°C.

Przy wykorzystywaniu zimna do utrwalania żywności szczególną uwagę zwraca się na rozwój drobnoustrojów chorobotwórczych i psychotropowych.

W metodach utrwalania żywności wykorzystujących zimno wyróżnia się, ze względu na stosowany w nich zakres temperatur, dwie grupy:

- chłodnictwo, w którym się stosuje temperatury w granicach od 10°C do 0°C, niektórzy podają tu szerszy zakres temperatur, od 13-16°C do punktu zamarzania żywności, tj. ok. -2°C,

- zamrażalnictwo, w którym żywność jest oziębiona do temperatury -18°C i poniżej (ale zwykle nie poniżej -30°C) i w tej temperaturze jest przechowywana.

Chłodnictwo odgrywa zasadniczą rolę w gospodarce żywnościowej na całym świecie, a wielkość tzw. powierzchni chłodniczej jest miarodajnym odbiciem poziomu tej gospodarki, szczególnie jeśli chodzi o obrót towarowy owoców, warzyw, ziemniaków, mięsa, drobiu, ryb, mleka i jaj wraz z produktami wytworzonymi z tych surowców.

Z uwagi na ważność gospodarczą chłodnictwa jest ono wykorzystywane w różnych pionach gospodarczych i na różnych poziomach technicznych.

Większe chłodnie korzystają z mechanicznych urządzeń chłodniczych typu sprężarkowego przy zastosowaniu zwykle amoniaku jako czynnika oziębiającego, przy czym łączna pojemność komór większych zakładów wynosi kilkadziesiąt tysięcy m².

Współcześnie buduje się zwykle chłodnie parterowe w jednym poziomie, umożliwiające ograniczenie do minimum trudności związanych z pracą dźwigów, wąskimi otworami drzwiowymi, wąskimi korytarzami lub niedostateczną wytrzymałością stropów.

Chłodnie parterowe umożliwiają pełną mechanizację prac w chłodnictwie oraz zmniejszają zużycie materiałów budowlanych.

Zmiany w żywności wywołane zamrażaniem

Zmiany w żywności zachodzące w czasie zamrażania zależą od takich czynników, jak: rodzaj żywności, przygotowanie wstępne i opakowanie, szybkość zamrażania, temperatura końcowa zamrożenia czy technika zamrażania.

Same zmiany w żywności można podzielić ze względu na ich charakter na:

fizyczne, chemiczne, enzymatyczne i mikrobiologiczne. Zmiany te należy rozważać pod kątem ich trwałości, wiadomo bowiem, że mrożoną żywność rozmraża się przed spożyciem i wtedy ujawniają się jej wady.

Prędkość zamrażania żywności i bilans cieplny przy zamrażaniu

Prędkość zamrażania produktu spożywczego zależy od właściwości fizycznych tego produktu, jak **dyfuzyjność cieplna**, **współczynnik przejmowania ciepła** od środowiska zamrażanego do zamrażającego i **od warunków mrożenia**, a więc **różnicy temperatur**, **kształtu** i **wielkości materiału**, **sposobu ułożenia**, **rodzaju** i **sposobu opakowania** itp.

Terminem **prędkość zamrażania** określa się **prędkość przesuwania się granicy podziału między zamrożoną i nie zamrożoną w produkcie wodą**. Prędkość ta, nawet przy utrzymywaniu stałej temperatury środowiska otaczającego i stałego współczynnika oddawania ciepła na powierzchni produktu, nie jest stała.

Ma ona największą wartość na początku zamrażania i na powierzchni produktu, a maleje w miarę postępującego procesu i przesuwania się granicy podziału w kierunku głębszych warstw produktu. Stąd w praktyce do określenia prędkości zamrażania używa się zwykle pojęcia **średniej liniowej prędkości zamrażania**.

Technika szybkiego zamrażania żywności

Zamrażanie żywności nie nasuwa dzisiaj specjalnych trudności technicznych. W przemyśle stosuje się wiele metod zamrażania żywności, które w zależności od przyjętego kryterium dzieli się na różne grupy.

Na przykład, biorąc pod uwagę rodzaj czynnika odbierającego ciepło od produktu, wyróżnia się następujące zasadnicze grupy zamrażania:

- w powietrzu (tzw. zamrażanie owiewowe),
- w cieczach (zanurzanie albo immersja, rozpylanie),
- we wrzącym czynniku chłodzącym (freon, CO₂, hel, azot),
- w kontakcie z ciałem stałym (metałem).

Technologiczne aspekty szybkiego zamrażania i rozmrażania

Zamrażanie żywności metodami współczesnej technologii obejmuje następujące działy: 1) szybkie zamrażanie, 2) przechowywanie w stanie zamrożenia, 3) transport chłodniczy i 4) rozmrażanie.

Warzywa przed zamrażaniem poddaje się często blanszowaniu. Z tego zabiegu można zrezygnować wówczas, gdy przy zamrażaniu i przechowywaniu stosuje się tylko bardzo niskie temperatury (np. do -35°C).

Owoce, najczęściej truskawki, w celu zwiększenia ich walorów smakowych i zahamowania procesów oksydacyjnych, bywają mieszane z cukrem w stosunku 15-25%. Daleko posuniętego spreparowania wymagają ryby i produkty mięsne, zwłaszcza przygotowywane w postaci mrożonych dań gotowych.

Rozmrażanie powinno przebiegać w sposób jak najszybszy, bez utraty soku, witamin oraz bez możliwości gromadzenia się drobnoustrojów. Powolne rozmrażanie do temp. od -8 do -12°C sprzyja powstawaniu dużych kryształów lodu produkcie i uszkodzeniu budowy tkankowej. Jednak produkty, w których następuje wyciekanie cieczy, powinno rozmrażać się powoli, aby umożliwić wchłonięcie tej cieczy przez stałe części tkanek.

PODSTAWOWE PROCESY W TECHNOLOGII ŻYWNOŚCI

Rozdrabnianie jest takim rodzajem oddziaływania na materiały, które prowadzi **do zmniejszenia** cząstek tego materiału.

Polega ono na wywołaniu w materiale naprężeń przekraczających jego wytrzymałość i spójność, dzięki czemu materiał rozpada się na cząstki mniejsze od wyjściowych.

Ze względu na intensywność i stopień zaawansowania procesu, rozdrabnianie materiałów roślinnych i zwierzęcych można podzielić na **rozdrabnianie tkankowe i rozdrabnianie komórkowe**.

Rozdrabnianie tkankowe polega na rozczłonkowaniu dużych fragmentów materiału z maksymalnym zachowaniem struktury komórkowej.

W zakresie tego typu rozdrabniania wyróżniamy takie procesy jak:

- a) łamanie,
- b) krajanie,
- c) szarpanie,

Rozdrabnianie komórkowe jest bardziej intensywnym oraz precyzyjnym oddziaływaniem mechanicznym na materiał.

Celem tego procesu jest całkowita dezintegracja struktury komórkowej i uzyskanie bardzo małych (zwykle **poniżej 50 μ m**) wymiarów cząstek materiału.

Najczęściej rozdrabnianie komórkowe jest działaniem wtórnym, poprzedzonym obróbką rozdrabniania tkankowego.

Duży stopień rozdrobnienia komórkowego, czyli zmielenie materiału, można zapewnić przez zastosowanie różnego rodzaju **gniotowników i młynów lub homogenizatorów**.

1) **łamanie (kruszenie lub śrutowanie)** jest procesem, który stosuje się zwykle do rozdrabniania dużych brył materiałów kruchych na cząstki o wymiarach liniowych kilku centymetrów. Służą do tego celu łamacze szczękowe, stożkowe i walcowe.

Łamacze służą między innymi do rozdrabniania **węgla, kamienia wapiennego itp.**

2) **krajanie** bywa najczęściej stosowane jako rozdrabnianie formujące krajanek warzyw i owoców kierowanych następnie do dalszej obróbki celem wymiany masy i ciepła.

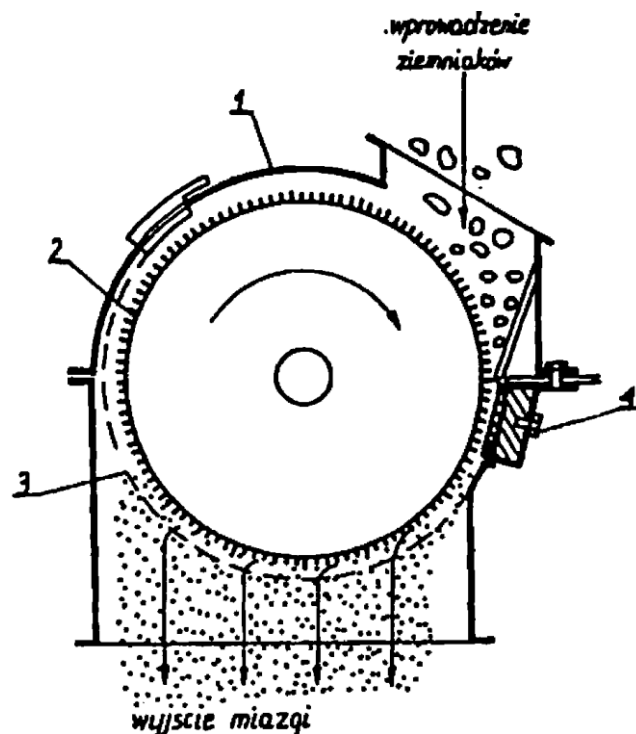
Przykładem zastosowania procesu krajania w wielkiej skali, jest otrzymywanie specjalnej **krajanek korzeni buraczanych** celem poddania jej dyfuzji dla wydobycia z niej cukru. Do krojenia korzeni buraczanych mają zastosowanie dwa typy krajalek.

Poza krajaniem specjalnym buraków w przemyśle spożywczym stosuje się powszechnie **krajanie owoców i warzyw na różnorodne kształty krajanek, a przede wszystkim na plasterki, słupki i kostkę**. Służą do tych celów różnorodnej konstrukcji krajalek suwakowe, a przede wszystkim krajalek odśrodkowe.

Krajalek ta jest urządzeniem o dużej uniwersalności, umożliwiając otrzymywanie krajanek w formie **plasterków, a przez wmontowanie dodatkowych noży krążkowych umożliwia formowanie słupków i kostki (sześciąt)**.

3) **szarpanie** — to proces, który stosuje się głównie do rozdrabniania materiałów miękkich i elastycznych. W szczególności szarpaki stosuje się do rozdrabniania na miążgę warzyw, owoców i mięsa.

Przykładami szarpaków są: **szarpak dwubębnowy i tarka do rozdrabniania ziemniaków,**



Rys. 2.12. Schemat tarki do ziemniaków

1 – obudowa; 2 – bęben wirujący z piłkami obwodowymi;
3 – sito; 4 – kłoc regulowany

4) **mielenie materiałów czyli rozdrabnianie komórkowe** może być zrealizowane dzięki zgniataniu, zderzaniu oraz działaniu sił ścinających, powstających podczas przesuwania się i tarcia powierzchni względem materiału rozdrabnianego. Mielenie może być zastosowane w odniesieniu do materiału sypkiego względnie do płynnych zawiesin cząstek ciała stałego w środowisku ciekłym. Wśród urządzeń służących do mielenia materiałów wyróżniamy:

- **gniotowniki walcowe i obiegowe,**
- **młyny żarnowe, tarczowe i walcowe,**
 - **młyny kulowe,**
 - **młyny udarowe,**
- **młyny pneumatyczne.**

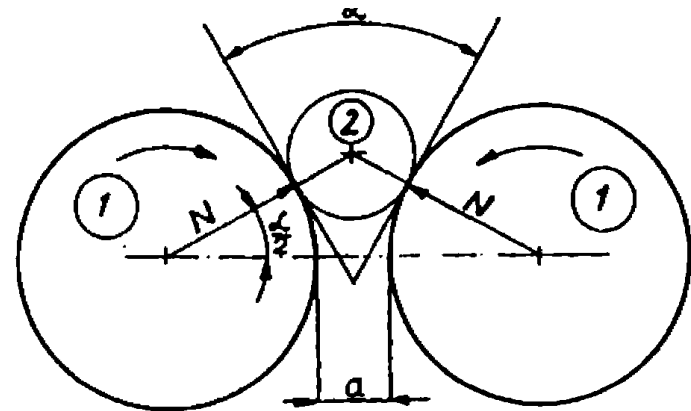
Gniotowniki walcowe są urządzeniami służącymi do mielenia wyłącznie w wyniku działania sił ściskających pomiędzy powierzchniami dwóch przeciwbieżnych walców, obracających się z jednakową prędkością. W gniotownikach rozróżniamy powierzchnie robocze, gładkie, rowkowane i zębate. Ze względu na występujące tu wyłącznie siły ściskające, skuteczność rozdrabniająca tych gniotowników jest niewielka dlatego znajdują zastosowanie głównie przy produkcji płatków zbożowych. Znacznie większą skuteczność rozdrabniania uzyskuje się w gniotownikach obiegowych, które dzięki występowaniu sił ściskających i ścinających (rozcierania) dysponują wszystkimi cechami młynów.

Gniotowniki obiegowe rozdrabniają materiał przez zgniatanie i rozcieranie między powierzchnią toczących się walców po płaskim dnie zbiornika. Siły ścinające pojawiają się w gniotowniku obiegowym dzięki temu, że przy kołowym obiegu walców po dnie naczynia, krawędzie obwodu walców bliżej osi obrotu pokonują znacznie krótszą drogę niż zewnętrzne krawędzie. Stąd wynika konieczność ciągłych przesunięć powierzchni toczącego się walca względem powierzchni podłoża. Ilustruje to gniotownik obiegowy stosowany do rozdrabniania masy czekoladowej,

Młyny żarnowe. Historycznie młyny żarnowe stanowią najstarszy rodzaj urządzenia rozdrabniającego. Zawdzięczają to prostocie konstrukcji oraz bardzo dużej skuteczności mielącej. Rozdrabnianie materiałów następuje tu dzięki zgniataniu, a przede wszystkim dzięki intensywnemu tarciu występującemu między ostro porowatymi powierzchniami specjalnych kamieni.

Młyny tarczowe (dwu- i wielotarczowe) stanowią nowoczesną wersję dawnych młynów żarnowych z tą różnicą, że precyzyjnie skonstruowane elementy rozdrabniające są wykonane z metalu w postaci rowkowanych lub ząbkowanych tarcz.

Młyny walcowe. W odróżnieniu od gniotowników walcowych młyny walcowe działają rozdrabniająco na materiał nie tylko przez zgniatanie go między powierzchniami współpracujących walców, ale również przez tarcie występujące między tymi powierzchniami dzięki zróżnicowanej prędkości liniowej ruchu tych powierzchni, wywołanej najczęściej zróżnicowanymi obrotami współpracujących walców.



Rys. 2.14. Zasada działania młynów walcowych
1 – walce; 2 – cząstka rozdrabniana; 3 – a – zmienny rozstaw walców; α – kąt chwytu walców; N – reakcja siły nacisku

Młyny kulowe. Rozdrabnianie materiałów w młynach kulowych odbywa się dzięki zgniataniu i rozcieraniu cząstek w wyniku zderzeń kul z powierzchnią obudowy młyna oraz wzajemnych zderzeń i tarcia powierzchni kul.

Młyny udarowe. Do tego rodzaju młynów zaliczamy urządzenia, w których elementy rozdrabniające wprawione są w bardzo szybki ruch wirowy, dzięki czemu zderzają się z cząstkami materiału, przenosząc na nie wielkie porcje energii. Dodatkowym elementem rozdrabniającym i kalibrującym jest sito. Do tej grupy młynów zaliczyć można jako typowych przedstawicieli: młynek bijakowy i dezintegrator.

Młyn pneumatyczny jest zbudowany w postaci kanału o kształcie elipsoidalnym. W kanale tym, który wyłożony jest bardzo twardym materiałem, wytwarza się bardzo szybki strumień gazów unoszący cząstki rozdrabnianego materiału. W wyniku gwałtownych zmian kierunku przepływu strumienia zawiesiny, cząstki tej zawiesiny rzucają się na zewnętrzną ściankę kanału i są przez to rozbijane. Sito kalibrujące odbiera materiał rozdrobniony, a większe cząstki kierują się do obiegu Kołowego.

Homogenizacja. Przez homogenizację rozumiemy rozdrobnienie i ujednoczenie cząstek fazy rozproszonej jednego płynu w fazie rozpraszającej (ciągłej) innego płynu niemieszającego się z fazą rozproszoną.

Przykładem homogenizacji może być rozdrobnienie kropelkowe tłuszczu w wodzie lub odwrotnie, względnie rozproszenie dowolnego gazu w cieczy. Homogenizacja jest zatem procesem będącym na pograniczu rozdrabniania i mieszania.

Homogenizatory stosowane w przemyśle spożywczym można podzielić na trzy grupy:

- homogenizatory ciśnieniowe lub dyszowe,
- homogenizatory ultradźwiękowe,
- młynki koloidowe.

Mieszanie

Mieszanie jest operacją stosowaną w procesach technologicznych w celu intensyfikacji procesów wymiany ciepła lub masy, przyspieszenia procesów chemicznych lub biochemicznych. Proces mieszania polega na wytworzeniu z dwóch lub większej liczby składników mieszaniny jednorodnej zarówno pod względem stężenia składników, jak i temperatury.

Proces mieszania może przebiegać w następujących środowiskach:

- ciecz — gaz (wytwarzanie piany),
- ciecz - ciecz (wytwarzanie roztworów lub emulsji),
- ciecz - ciało stałe (wytwarzanie roztworów lub zawiesin),
- gaz - ciecz (wytwarzanie mgieł, nawilżanie),
- gaz ciało stałe (wytwarzanie pyłów i dymów),
- ciało stałe - ciało stałe (wytwarzanie mieszanin sypkich).

Urządzenia do mieszania stałych ciał sypkich nazywamy mieszarkami, do mieszania mas półpłynnych (plastycznych) nazywamy zagniatarkami, do mieszania płynów (cieczy i gazów) -mieszalnikami.

Celem scharakteryzowania procesu mieszania należy rozwiązać szereg następujących zagadnień inżynierskich.

Należą do nich:

- zapotrzebowanie mocy podczas rozruchu i w toku pracy mieszadła;
- intensywność procesu mieszania;
- wymiana ciepła w układzie;
- ruch składników układu;
- fizykochemiczne lub biochemiczne oddziaływanie składników.

W praktycznej realizacji procesów mieszania znajduje zastosowanie ogromna różnorodność konstrukcji urządzeń mieszających, które można usystematyzować następująco:

1. **Mieszalniki mechaniczne**

Mieszalnik mechaniczny jest układem złożonym z dwu elementów: zbiornika i mieszadła. Oba te elementy mogą być usytuowane pionowo lub poziomo.

Mieszadła można podzielić na: łopatkowe, śmigłowe i śrubowe, zgniatarki, turbinowe i specjalne.

Mieszadła łopatkowe mogą mieć różnego kształtu łopatki pojedyncze lub zwielokrotnione. Przy tym łopatki mogą być wszystkie ruchome lub część z nich może być nieruchoma. Przykładem złożonego mieszadła łopatkowego o bardzo dużej intensywności działania jest mieszadło planetarne. Mieszadła łopatkowe mogą mieć łapy proste skośne lub śrubowe. A zatem mieszadła śmigłowe lub śrubowe są pewną odmianą mieszadeł łopatkowych.

Zagniatarki są to urządzenia z grupy mieszalników mechanicznych służących do mieszania mas półpłynnych lub plastycznych (w rodzaju pasty). Używa się powszechnie zagniatarek w przemyśle piekarskim i cukierniczym do wytwarzania ciast lub komponowania składników mas czekoladowych.

Zagniatarki, ze względu na konieczność zmieszania składników tworzących masę o bardzo wielkich lepkościach i pastowatej konsystencji, wyposażone są w bardzo różnorodne układy elementów roboczych. Bardzo często, poza mieszaniem masy plastycznej przez specjalnie ukształtowane łapy, stosuje się ruch obrotowy zbiornika mieszalnika.

Mieszadła turbinowe stanowią grupę mieszadeł działających na zasadzie wytwarzania złożonych wirów pod działaniem siły odśrodkowej. Szczególnym przypadkiem mieszadła turbinowego jest mieszadło Furowicza.

