Lec 2

Mixing

Areej Al momani

اختيار جهاز الخلط

لما نختار جهاز خلط لازم ننتبه لعدة عوامل:

1.الخصائص الفيزيائية للمادة

يعني طبيعة المواد اللي بدنا نخلطها مثل:

- **الكثافة(Density) هل كثافتها قليلة ولا كبيرة ؟**
- **اللزوجة (Viscosity)** يعني سماكة السائل
- **الامتزاجية (Miscibility)** هل السوائل بتختلط مع بعض أو لا

مثلاً:

- الماء والكحول يمتزجوا بسهولة
- الماء والزيت ما يمتزجوا

2. الخصائص الاقتصادية

يعني العملية لازم تكون **عملية ومش مكلفة**.

بهاي الحالة رح ننظر إلى:

- **وقت الخلط**
- **كمية الطاقة المطلوبة للخلط**

كل ما احتاج طاقة أكثر = تكلفة أعلى.

3.تكلفة الجهاز وصيانته

يعني:

- سعر جهاز الخلط نفسه
- تكلفة الصيانة والإصلاح

أحياناً جهاز بسيط بكون أفضل لأنه **أرخص وأسهل بالصيانة**.

Mixer selection

• Factors that must be taken into consideration when selecting a mixer:

– Physical properties of material to be mixed e.g. density, viscosity and miscibility
– Economic consideration regarding processing e.g. time for mixing and power expenditure necessary.
– Cost of the equipment and its maintenance.

نظام الطور الواحد(Monophase System)

هذا النظام يعني **كل المواد بنفس الطور**.

مثلاً:

- سائل مع سائل قابلين للامتزاج
- مثل ماء + كحول

العامل الأهم هون

هو **اللزوجة والكثافة**.

لأنهم بيحددوا:

- نوع الحركة داخل السائل
- طريقة الخلط

السوائل قليلة اللزوجة

يعني السوائل الخفيفة مثل:

- الماء
- الكحول

أفضل طريقة لخلطها هي **turbulence اضطراب قوي** داخل السائل.

يعني نخلي السائل يتحرك بشكل قوي.

طرق عمل الاضطراب:

- نفخ هواء داخل السائل(Air jets)
- ضخ سائل بسرعة(Fluid jets)
- استخدام مراوح سريعة(High speed impellers)

عادة إذا اللزوجة أقل من **10 poise** نقدر نعمل turbulence بسهولة.

السوائل عالية اللزوجة

مثل:

- الكريمات
- المراهم
- العجائن

هون المشكلة:

❌ ما نقدر نعمل turbulence خلط مضطرب بسهولة.

لأن السائل **سميك جداً**.

فبنستخدم طريقة ثانية اسمها:

Laminar mixing

يعني الخلط يتم عن طريق:

- انزلاق الطبقات فوق بعض
- انتشار الجزيئات(diffusion) اللي حكينا عنه المحاضرة السابقة انه هو ادق طريقة للخلط وهي اللي بتعمل توزيع للجزئيات بشكل متجانس

ومن الأجهزة المستخدمة:

- **turbine اللي الها الشفرات المسطحة**

Monophase system

– The viscous character and density of the fluid(s) to be mixed determine to a large extent the type of flow that can be produced and also, therefore, the nature of the mixing mechanisms involved.

– Fluids of relatively low viscosity are best mixed by methods that generate a high degree of turbulence and at the same time circulate the entire mass of material

• (Air jets, fluid jets and high speed impellers)

• A viscosity of approximately 10 poise is considered as a practical upper limit

– High viscosity substance e.g. thick creams, ointments and pastes

• Difficult if not impossible to generate turbulence
• Use methods that rely on laminar mixing and molecular diffusion (turbine of flat blades)

نظام متعدد الأطوار(Polyphase System)

هذا النظام فيه **أكثر من طور**.

مثلاً:

- سائل + سائل غير ممتزجين
- سائل + صلب

الأمثلة:

- **emulsion**مثل الكريمات
- **suspension**مثل الشراب الدوائي مثل الادوية اللي بنحلها بماء فاتر وبنخلطها فيه

كيف بصير الخلط هون؟

العملية تعتمد على:

1. **تكسير الطور الثاني إلى أجزاء صغيرة**

مثلاً:

- نكسر الزيت إلى قطرات صغيرة داخل الماء

2.**توزيع هذه القطرات داخل السائل**

هذا يسمى:

- **Homogenization**
- **Emulsification**
- **Suspension formation**

مثال: خلط سائلين غير ممتزجين

مثل:

ماء + زيت

لازم:

1.نكسر الزيت إلى **قطرات صغيرة**
2.نوزعها داخل الماء

عادة العملية تصير على مراحل:

قطرات كبيرة بنكسرها لقطرات أصغر بعدها هاي القطرات الصغيرة بنرجع نكسرها لقطرات اصغر

القوى المؤثرة

في قوتين مهمات:

1.التوتر السطحي(Interfacial tension)

القوة اللي تحاول **ترجع القطرات لحالتها الأصلية**.

2.قوة القص(Shear force)

القوة اللي **تكسر القطرات**.

حجم القطرات النهائي يعتمد على **التوازن بين القوتين**.

Polyphase system

– Involve several liquids or solid phases

– Mixing involve subdivision or deaggregation of one of the phases present with subsequent dispersal throughout the mass of material to be mixed (homogenization, suspension formation, emulsification).

– The mixing of two immiscible liquids

• Requires the subdivision of one of the phases into globules, which are then redistributed throughout the bulk of the fluid. The process usually occurs by stages: large globules are successively broken down into smaller ones.

• Forces involved:

– The interfacial tension of the globules in the surrounding liquid
– Force of shearing within the fluid mass

• The relationship between the forces determines the final size distribution in the mixture.

• Equipment selection depends on viscosity and determined shearing.

اختيار الخلاط لسائلين غير ممتزجين

إذا اللزوجة منخفضة

نحتاج **قوى قص عالية**

بنحققها عبر:

- تمرير السائل بفتحة صغيرة تحت ضغط
- أو ملامسة أسطح تتحرك بسرعة عالية يعني نخلي السائل يلامس اسطح الخلاط هاد بساعد على إتمام عملية الخلط بشكل منيح

إذا اللزوجة عالية

مثل المراهم.

نستخدم:

خلط عن طريق **القص بين سطحين قريبين من بعض**.

الأجهزة المستخدمة:

- **Paddle mixers**

Two immiscible liquids

– Low viscosity systems

• High shear rates are required and achieved by passing the fluid through a small orifice (under pressure) or bringing it into contact with rapidly moving surfaces.

– Highly viscous fluids (ointments)

• Mixing is achieved by shearing action of two surfaces in close proximity and moving at different velocity with respect to each other.

• Paddle mixers (close to wall)

خلط جسيمات صلبة مع سائل خفيف(Suspension)

مثال:

شراب فيه بودرة.

الهدف:

1.فصل التكتلات(aggregates)
2.توزيع الجزيئات في السائل

نحتاج:

قوى قص عالية

الأجهزة:

- **High speed turbines**

إذا كان تركيز المواد الصلبة عالي أو السائل لزج جداً

القوى المطلوبة تكون **قوية جداً**.

فنستخدم أجهزة ثقيلة مثل:

Kneading

يعني:

- دفع الكتل فوق بعض
- ضغطها وتشويهها بحيث انها ما تظل متراكمة مع بعضها

مثل:

Sigma blade mixer

Mulling

وظيفته:

- تكسير التكتلات

لكن:

❌مش منيح لتوزيع الجزيئات.

مثل أجهزة:

- **Roller mills (3 rolls)**

إذا كان السائل قليل جداً

نعمل التالي:

- نضيف السائل **ببطء**
- حتى ما تتكون **كتل**

إذا صار الخليط **عجينة لزجة**

نستخدم:

- turbineذات الشفرات المسطحة

أما إذا الخليط **حر الحركة** (يعني غير لزج)نستخدم أجهزة خلط للمواد الصلبة.

The mixing of finely divided solids with a liquid of low viscosity (suspension)

– Involve separation of aggregates and distribution of the particles throughout the fluid.

– High shear forces are needed

– High speed turbines

– If aggregation is not a problem, the equipment used in mixing of suspensions is essentially the same as that previously discussed for liquids of comparable viscosity (generate shear in monophasic system e.g. impellers).

High concentration of solids or highly viscous liquids

– The forces required to induce shear are considerable, and equipment used is of heavy duty design

– The choice of a mixer is limited to those that either knead or mull the material.

Kneading

• pushing masses past each other and squeezing and deforming them at the same time.

• (mixer of counter rotating blades or heavy arms) e.g. sigma blade mixer.

Mulling

• to disrupt aggregates but not efficient to distribute particles within the mass.

• Good for previously mixed material containing aggregates.

• e.g. roller mills (3 rolls)

Mixer selection

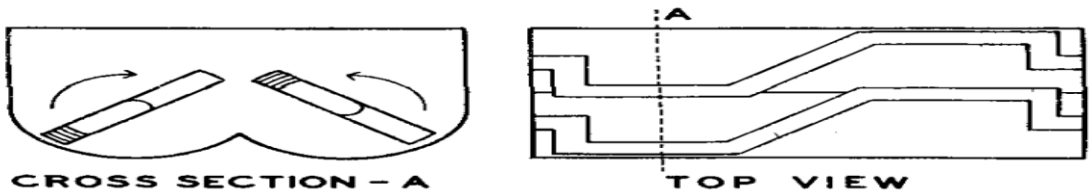

FIG. 1-8. *Schematic drawing of a top-loading sigma-blade mixer with overlapping blades. The top view shows the relationship of the counter rotating blades to the overall geometry of the mixer.*

Mixer selection

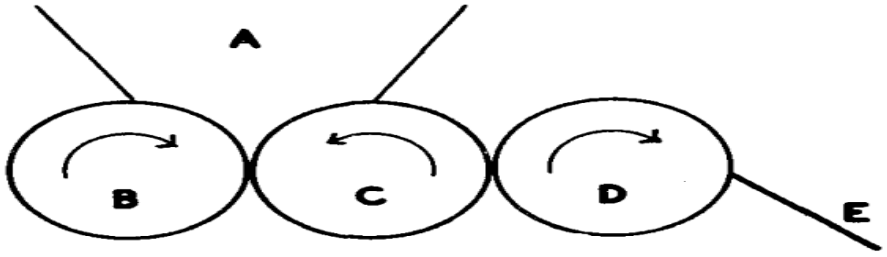

FIG. 1-9. *Cross section of a three-roll mill showing hopper (A), rolls (B,C,D), and scraper (E). Directions of roller rotation are indicated. Speed of rotation of the rollers increases from B to D. Material placed in the hopper passes between rolls B and C and then C and D in succession and is finally collected on the scraper.*

System containing very small amount of liquids

– Liquid is added slowly to prevent lumping

– If mixture is sticky paste equipment can be used as turbine of flat blades.

– If the mixture is free flowing use solid mixing equipment.

الخلط المستمر(Continuous Mixing)

بدل ما نخلط دفعات (batch) نعمل **خلط مستمر**.

الميزة:

يعطي **مادة مخلوطة باستمرار**.

يستخدم لما الإنتاج يكون لكميات كبيرة لانه صعب علينا نقسمه لدفعات لانه هاد الشي بحتاج وقت وجهد .

الطريقتين الرئيسيتين

1.الخلط داخل أنبوب

المادة تمر داخل أنبوب.

ما في رجوع كثير للمادة.

نضيف داخل الأنبوب: **baffles**حتى تزيد كفاءة الخلط.

مهم جداً:نضبط **معدل إدخال المواد** بحيث انه ما ندخل مواد بكمية كبيرة وتكتل مع بعضها

2.الخلط داخل حجرة

هاد الخلط بكون فيه :

- دوران للمادة
- إعادة خلط

نستخدمه إذا:

معدل دخول المواد **غير ثابت** .يعني بتم ادخال كميات عشوائية من المواد عشان نخلطها

Continuous mixing

• It produces an uninterrupted supply of freshly mixed material.

• It is often desirable when large volumes of material are to be handled.

• It can be accomplished essentially in two ways:

1. In a tube or pipe

In a tube or pipe through which the material flows and in which there is a very little back flow or recirculation.

- To ensure good mixing efficiency, baffles are placed in the mixing tube.
- The feed rate of raw materials is important and should be carefully controlled.

2. In a chamber

In a chamber in which a considerable amount of holdup and recirculation occur.

- When input rate is difficult to control and fluctuations in the ratio of added ingredients are unavoidable, continuous equipment of the tank type is preferred.

• Sometimes the flow rate is low, some kind of mixing equipment may be needed.

Continuous mixing

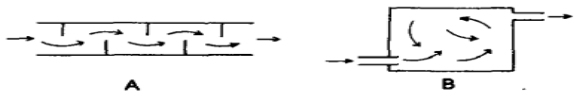

FIG. 1-5. *Continuous fluids mixing devices. A, Baffled pipe mixer; B, mixing chamber with flow induced recirculation. Both types induce turbulence in the fluid; however, recirculation is desirable when overall fluctuations occur in the material fed to the mixer, since these fluctuations will not be eliminated by simple transverse mixing in a pipe.*

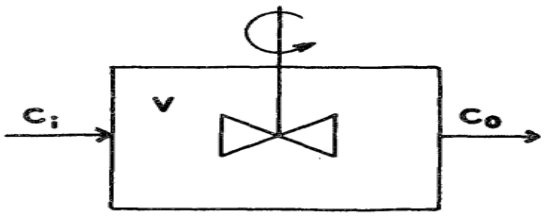

FIG. 1-6. *Diagram of a perfectly mixed tank in a flow stream with flow rate dv/dt. C_i and C_o represent the concentrations entering and leaving the tank at any given instant. Material balance requires that the total amount of fluid leaving the tank in a given time is equal to the total amount entering in the same period of time.*

هلأ نحكي عن خلط المواد الصلبة(Solid Mixing)

خلط البودرة أصعب من السوائل.

ليش؟ لأنه ممكن يصير:

Segregation

يعني:المكونات **تنفصل بعد الخلط.**

العوامل المؤثرة في الجسيمات الصلبة

1.حجم الجسيمات

يؤثر على:

1. قابلية التدفق خلال الخلط المقصود بالتدفق هو:
   قدرة البودرة على **الانسياب بسهولة** مثل الرمل.
2. القوة اللازمة لتحريكها

غالباً البودرة اللي حجمها أقل من **100ميكرون:**

❌ما بتكون.free flowing لانه الجزئيات الصغيرة مثل الطحين بكون بينها قوى التصاق كبيرة وبصير من الصعب تحريكها وخلطها وبالتالي رح تكتل خلال الخلط

---

2. خصائص الجسيمات

مثل:

- الكثافة : الجسيمات اللي كثافتها عالية ممكن تترسب وما تختلط منيح
- المرونة : اذا الجسيمات مرنه معناها قادرة ترجع لاصلها بعد ما يتم انتاج الدواء ع شكل أقراص او حبوب بالتالي يتفكك الدواء بعد ضغطه ع شكل قرص
- خشونة السطح : الجسيمات اللي سطحها املس معناها تدفقها افضل
- شكل الجسيم : كل ما كان شكل الجسيمات منتظمة اكثر بكون تدفقها افضل

Solid mixing

Fundamentals

• The theory of solid mixing is still far behind that which has been developed for fluids.

• Mixing of solids presents problems that are quite different from those associated with miscible fluids.

• Well mixed powders are often observed to undergo substantial segregation during routine handling following the mixing operation.

Particulate solid variables

• Particle size and Particle Size distribution

– Determine amount of force necessary for particles to move. (flow properties).

– As a consequence of high inter-particulate forces as compared with gravitational forces, few powders of less than 100 microns mean particle size are free flowing.

• Particle density, elasticity, surface roughness and shape also affect bulk properties of powders. Of these, particle shape is perhaps the most difficult variable to describe.

• Particle shape is commonly expressed by scalar quantities known as shape factors.

• When applied to solids mixing, shape factors provide a number index to which mixing rate, flow rate, segregation rate, angle of repose and other static or dynamic characteristics can be related.

Shape factor

طريقة رياضية لوصف شكل الجسيم يعني علاقة بتوضح اذا شكل الجسيم منتظم ولا لأ

مثال:

العلاقة:

$\alpha s = s / \sum nd^2$

- **αs** = Shape factor
- **s** = المساحة السطحية للجسيمات
- **n** = عدد الجسيمات
- **d** = قطر الجسيم

كلما كان الجسيم **غير منتظم الشكل**
←قيمة αs أكبر

الترتيب:

sphere < cube < irregular particle

1. **Sphere (كروي)**

- أكثر شكل انتظاماً
- أقل قيمةShape factor
- أفضل تدفق.

2. **Cube (مكعب)**

- أقل انتظاماً من الكرة
- قيمة أكبر قليلاً.

3. **Irregular particle (غير منتظم)**

- حواف وزوايا كثيرة
- أكبر مساحة سطح
- **أكبر قيمة.Shape factor**

– Shape factors serve as proportionality constants between mean particle diameters and particle surface area and volume.

– Shape factors do no describe the shape of the particles they characterize.

– A single factor can in no way be considered a unique indication of shape.

– A large number of shape factors have been defined and used in studies of multiparticulate solid systems.

A typical example is that of a surface shape factor, αs, defined by the expression:

$\alpha s = s / \sum nd^2$

The total surface area of the powder s, having ni particles of projected diameter di.

– Irregular particles have large αs values: sphere < cube < more angular.

القوى المؤثرة على خلط المواد الصلبة :

1.القوى التي تسبب حركة الجسيمات الصلبة

(Forces that cause movement)

هذه القوى تجعل الجسيمات **تتحرك بالنسبة لبعضها البعض** أثناء الخلط.

أي أن الجسيم:

- يتحرك
- يدور
- يصطدم بجسيمات أخرى

وهذا يساعد على **تحقيق الخلط**.

1.قوى التسارع(Forces of acceleration)

تحدث عندما تتحرك الجسيمات داخل الخلاط بسبب:

- حركة الخلاط نفسه
- اصطدام الجسيمات بجدار الخلاط
- اصطدام الجسيمات ببعضها البعض

هناك نوعان من الحركة:

الحركة الانتقالية(Translational motion)

هي انتقال الجسيم من مكان إلى آخر.

مثال:
جسيم يتحرك من أسفل الخلاط إلى أعلاه.

الحركة الدورانية(Rotational motion)

هي دوران الجسيم حول نفسه.

مثال:
جسيم يدور أثناء تحركه.

كلا الحركتين تساعدان على **تفريق الجسيمات وخلطها**.

2.انتقال الزخم(Momentum transfer)

عندما تصطدم الجسيمات ببعضها، يحدث **انتقال للزخم.(Momentum)**

يعني أن الجسيم:

- يعطي جزءاً من طاقته للجسيم الآخر
- فيتحرك الجسيم الثاني أيضاً

كفاءة انتقال الزخم تعتمد على:

مرونة التصادم(Elasticity of collisions)

- إذا كان التصادم **مرناً**
  رح تنتقل الطاقة بشكل جيد
  بالتالي الحركة تستمر
- إذا كان التصادم **غير مرن**
  رح تضيع الطاقة
  بالتالي الحركة تقل

3. تأثير شكل الجسيم وخشونة السطح

شكل الجسيم وسطحه يحددان نوع الحركة.

الجسيمات الملساء

- تميل إلى **الحركة الانتقالية**
- تنزلق بسهولة

الجسيمات الخشنة

- يحدث بينها احتكاك أكبر
- تميل إلى **الحركة الدورانية**

لأن السطح الخشن يجعل الجسيم **يتدحرج أو يدور** بدلاً من الانزلاق.

4.تأثير المساحة السطحية

انتقال الزخم يعتمد أكثر على:

✓**المساحة السطحية المتاحة للتلامس**

وليس كثيراً على:

- الكثافة
- الكتلة

السبب:

كلما زادت مساحة التلامس بين الجسيمات:

زادت فرصة التصادم
بالتالي زاد انتقال الطاقة والحركة.

5.قوة الجاذبية(Gravitational force)

الجاذبية تؤثر على الجسيمات **في كل الأوقات**.

وتتناسب مع:

كتلة الجسيم

أي:

جسيمات أكبر كتلة
رح تتأثر بالجاذبية أكثر
بالتالي تميل إلى **الترسب للأسفل**.

وهذا قد يسبب مشكلة انفصال الجسيمات اثناء الخلط

ثانياً: القوى التي تمسك الجسيمات مع بعضها

(Forces holding particles together)

هذه القوى تعمل **بعكس الخلط**.

بدلاً من أن تتحرك الجسيمات بحرية، فإنها:

❌ تلتصق ببعضها
❌ تبقى في نفس المكان

وتسمى هذه القوى:

Interparticulate interactions
أي التفاعلات بين الجسيمات.

1.العوامل المؤثرة في هذه التفاعلات

تعتمد على:

- حجم الجسيمات
- شكل الجسيم
- خصائص السطح

كلما كانت هذه العوامل تزيد الالتصاق رح يصير الخلط أصعب.

2.القوى التماسكية(Cohesive forces)

هي القوى التي تجعل الجسيمات **تلتصق ببعضها**.

مثل:

- قوى فان دير فال Van der vall
- القوى الكهروستاتيكية
- الجسور السائلة(moisture bridges)

ماذا يحدث عندما تكون هذه القوى عالية؟

الجزئيات رح تصير :

- متكتلة
- صعب الخلط

لأن الجسيمات لا تنفصل بسهولة عن بعضها.

3.تأثير خصائص السطح

هناك عوامل سطحية تزيد الالتصاق:

القطبية السطحية(Surface polarity)

إذا كانت الأسطح قطبية:

رح يصير **تجاذب بين الجسيمات**.

الشحنة السطحية(Surface charge)

الجسيمات قد تحمل شحنة كهربائية.

مثلاً:

- شحنة موجبة
- شحنة سالبة

فتحدث **قوى كهروستاتيكية** تجعلها تلتصق ببعضها.

المواد الممتصة على السطح(Adsorbed substances)

مثل:

💧 **الرطوبة**

الرطوبة قد تشكل:

Liquid bridges

أي جسور مائية بين الجسيمات
فتلتصق مع بعضها بقوة.

4.حواجز الطاقة الكامنة(Potential Energy Barriers)

لكي يتحرك الجسيم من مكان إلى آخر داخل الخليط، يجب أن:

يتغلب على **حاجز طاقة**.

هذا الحاجز ينتج من:

- القوى التي تمسك الجسيمات ببعض
- ضغط الجسيمات المجاورة

أي أن الجسيم يحتاج **طاقة كافية للتحرك**.

5. تأثير كثافة التعبئة(Packing density)

عندما تكون الجسيمات:

متراصة جداً

أي أن المسافات بينها صغيرة

فإن:

- الجسيمات تضغط على بعضها
- الحركة تصبح أصعب
- حاجز الطاقة يصبح أكبر

وهذا يجعل **الخلط أصعب**.

بكل بساطة القوى التي تؤثر على خلط المواد الصلبة نوعين:

1.قوى تسبب الحركة

مثل:

- التصادم بين الجسيمات
- الحركة الناتجة عن الخلاط

تعتمد على:

- مرونة التصادم
- شكل الجسيم

2.قوى تمسك الجسيمات مع بعض

مثل:

- قوى التماسك
- الشحنات السطحية
- الرطوبة

هذه القوى تجعل الخلط **أصعب**.

Forces acting in multiparticulate Solid Systems

• Forces that operate during mixing are of two types

1. Those that tend to result in movement of two adjacent particles or group of particles relative to each other

• Forces of acceleration produced by the translational and rotational movements of single particles or group of particles. Such motion can result either from contact with the mixer surfaces or from contact with other surfaces.

• The efficiency of momentum transfer depends on the elasticity of the collisions.

• Shape and surface roughness determine whether translational or rotational (more rough).

• Momentum exchange depends more on the available surface area than on the density or the mass of the particle.

• Gravitational forces act on particles at all times in proportion to their masses.

---

2. Those that tend to hold neighboring particles together in a fixed relative position

– Interparticulate interactions are associated with the size, shape, and surface characteristics of the particles.

– Powders that have high “cohesive” forces due to interaction of their surfaces can be expected to be more resistant to intimate mixing than those whose surfaces do not interact strongly.

– Factors that influence this type of interaction are surface polarity, surface charge, and adsorbed substances such as moisture.

– In moving from one location to another, relative to its neighbors, a particle must surmount certain potential energy barriers. These arise from forces resisting movement insofar as neighboring particles must be displaced. This effect is a function of both particle size and shape and is most pronounced when high packing densities occur.

آليات خلط المواد الصلبة

ثلاثة أنواع:

1. Convection mixing

تحريك **كتل كبيرة من البودرة**.

مثل:

قلب طبقة البودرة.

2. Shear mixing

يحدث عندما تنزلق طبقات البودرة فوق بعض.

هذا يقلل حجم مناطق الانفصال.

3. Diffusion mixing

حركة **عشوائية للجسيمات**.

كل جسيم يغير مكانه تدريجياً.

Mechanisms of Solid Mixing

1. Convection mixing

– May be regarded as analogous to bulk transport in fluids.

– Movement of large mass of material from one part of the powder bed to another.

e.g. inversion of powder bed (by blades or paddles or revolving screw).

---

2. Shear mixing

– As a result of forces within the particulate mass, slip planes are setup.

– Slip planes can occur in singly or in such a way as to give rise to laminar flow.

– When shear occur between regions of different composition and parallel to the interface, it reduces the scale of segregation by thinning the dissimilar layers.

– Shear occurring in direction perpendicular to the interface of such layers is also effective since it reduces the scale of segregation.

---

3. Diffusion mixing

– Random motion of particles within a powder bed causes them to change position relative to one another.

– Such an exchange of positions by single particles results in a reduction of the intensity of segregation.

– Diffusive mixing occurs at interfaces of dissimilar regions that are undergoing shear and therefore results from shear mixing.

– Diffusive mixing may also be produced by any form of agitation that results in interparticulate motion.

هلأ فيه مشكلتين رئيسيتين في خلط المساحيق:

1.صعوبة الخلط
2.انفصال المكونات بعد الخلط(Segregation)

اول شي شو اللي بحدد سهولة خلط المساحيق؟

أهم عامل هو **قدرة البودرة على التدفق.(Flowability)**

إذا كانت البودرة تتدفق بسهولة(Free flowing)

مثل الرمل:

✓الجسيمات تتحرك بسهولة
✓تختلط بسرعة
✓يصبح الخليط متجانس.

إذا كانت البودرة لا تتدفق بسهولة

مثل الطحين:

❌ الجسيمات تلتصق ببعض
❌ تتشكل كتل
❌ الخلط يصبح صعب.

السبب: الجسيمات لا تتحرك بحرية.

ثاني مشكلة الشحنات الكهربائية أثناء الخلط

عند خلط المساحيق يحدث:

- احتكاك بين الجسيمات
- احتكاك مع جدار الخلاط

خصوصاً إذا كانت الجسيمات **غير موصلة للكهرباء**.

في هذه الحالة تتكون:

⚡ **شحنات كهربائية على سطح الجسيمات**

شو بصير بسبب هذه الشحنات؟

الجسيمات تبدأ:

- تجذب بعضها
- تلتصق ببعض

فتتكون **تكتلات.(Clumps)**

وهذا يسبب مشكلة:

❌ يقل انتشار الجسيمات بين بعضها
❌ يصبح الخلط غير جيد.

كيف نقلل الشحنات؟

هناك طريقتان بسيطتان:

1.إضافة مواد فعالة سطحياً(Surfactants)

نضيف كمية صغيرة منها إلى المسحوق.

وظيفتها:

✓تزيد التوصيل الكهربائي
✓تقلل الكهرباء الساكنة.

2.زيادة الرطوبة

إذا كانت الرطوبة:

💧 أكثر من **40%**

تتشكل طبقة ماء رقيقة على الجسيمات.

هذه الطبقة تساعد على:

✓تفريغ الشحنات الكهربائية.

ثالث شي مشكلة انفصال المساحيق(Segregation)

هذه من أهم مشاكل خلط المساحيق.

ما هوSegregation ؟

هو:

انفصال مكونات الخليط عن بعضها بعد الخلط.

أي أن الخليط يصبح غير متجانس.

مثال:

إذا خلطت:

- سكر
- وملح

قد يحدث بعد التحريك أن:

- الجسيمات الكبيرة تبقى في الأعلى
- الجسيمات الصغيرة تنزل للأسفل.

ليش بصير Segregation ؟

يحدث بسبب اختلاف خصائص الجسيمات.

أهم الاختلافات:

1. اختلاف الحجم

الجسيمات الصغيرة:

- تنزل بين الفراغات

الجسيمات الكبيرة:

- تبقى في الأعلى.

2.اختلاف الكثافة

الجسيمات الثقيلة:

⬇تنزل للأسفل

الجسيمات الخفيفة:

⬆تبقى في الأعلى.

3.اختلاف الشكل

الجسيمات الكروية:

✓تتحرك بسهولة

الجسيمات غير المنتظمة:

❌تتحرك أقل

وهذا يسبب انفصالها.

متى يحدث Segregation غالباً؟

يحدث أكثر مع المساحيق التي:

✓تتدفق بسهولة(Free flowing powders)

لأن الجسيمات تتحرك بحرية
فتنفصل بسهولة.

الجزئيات التي بتلتصق ببعض؟

الجزئيات اللي فيها:

- قوى تماسك قوية
- التصاق بين الجسيمات

تميل ل**تكوين كتل.(Agglomeration)**

هذه الكتل تجعل:

❌الخلط صعب.

لكن بعد خلطها جيداً تصبح أقل عرضة للانفصال.

كيف نمنعSegregation ؟

1.جعل الجسيمات متشابهة

أفضل طريقة هي أن تكون الجسيمات متقاربة في:

1.الحجم
2.الشكل
3.الكثافة

كلما كانت متشابهة:

✓يقل الانفصال.

2.جعل الدواء يلتصق بالمادة المضافة اليه

في الصناعات الدوائية غالباً يكون:

- الدواء(Drug)
- مع مادة إضافية .(Excipient)

إذا التصق الدواء بالمادة الإضافية :

✓يتحركان معاً
✓لا ينفصلان.

3.استخدام الدواء كمسحوق ناعم جداً

عندما يكون الدواء:

Fine powder

يمكنه أن:يغطي جسيمات المادة المضافة بالكامل.

فتصبح كل جسيمة حاملة **مغطاة بالدواء**.

وهذا يعطي:

✓خلط متجانس
✓يمنع الانفصال.

4.اختيار مواد لها خصائص متشابهة

من الأفضل اختيار مواد مضافة الها:

- نفس القطبية تقريباً
- نفس طبيعة السطح

لأنها:

✓تلتصق ببعض
✓تقلل الانفصال.

فكرة مهمة جداً

نوع حركة الجسيمات يحدد النتيجة.

إذا كانت الحركة عشوائية رح يصير خلط ممتاز Mixing

إذا كانت الحركة انتقائية رح يصير ترتيب للجسيمات حسب الحجم والكثافة Sorting وهاد رح يعمل انفصال للجزئيات

Issues in solid mixing

• The general flow characteristics of powders determine the ease with which the primary particles can be mixed.

• The mixing of particles whose surfaces are non-conducting (electrically) often results in the generation of surface charges, as evidenced by a tendency of the powder to clump following a period of agitation.

• Surface charging of particles during mixing is undesirable, for it tends to decrease the process of interparticulate diffusion.

• Charging of powder beds can be prevented or reduced by surface treatment by adding small amounts of surfactants to the powder, thereby increasing the conductivity or by mixing under conditions of increased humidity (above 40%).

• Powder segregation

Segregation Mechanism

• Particulate solids tend to segregate by virtue of differences in the size, density, shape and other properties of the particles of which they are composed.

• The process of segregation occurs during mixing as well as during subsequent handling of the completed mix and it is more pronounced with free-flowing powders.

• Powders that are not free-flowing or that exhibit high forces of cohesion or adhesion between particles of similar or dissimilar composition are often difficult to mix owing to agglomeration.

• The clumps of particles can be broken down in such cases by the use of mixers that generate high shear forces or that subject the powder to impact. When these powders have been mixed, however, they are less susceptible to segregation.

In order to avoid segregation

– Use excipients that have selective affinity for an active mixture component.

– The particle to particle binding between drug and inert carrier can greatly improve homogeneity and stability toward separation of components.

– When the drug is added as a fine powder, it can be made to coat carrier particles uniformly, and as a consequence, to be mixed uniformly throughout the batch.

– Usually, this is best accomplished by selecting an excipient that has polarity similar to that of the drug.

• Segregation has been attributed to various types of mixers:

– Those that generate principally convective motion have been classified as “non segregating”.

– Those that produce shear or diffusive mixing are termed “segregating”.

Kind of particle movement during mixing or handling can determine whether mixing occurs or segregation

– Mixing occurs when particle motion is random and leads to a nonselective reordering of individual particles.

– When particle motion is selective, a sorting effect occurs (segregation).

– In reality, the various mechanisms that lead to mixing provide the conditions but not the mechanisms that can lead to segregation.

– Requirements for segregation:

1. Differences in mixture component mobilities can result from differences in particle size, shape, density and surface characteristics.
2. Earth’s gravitational field, centrifugal, electrical, magnetic field generated in the course of processing.

✓ Segregation can be prevented by eliminating either one of the necessary conditions for its existence.

✓ With free flowing materials, the goal is to make all components as alike as possible in size, shape, and density (in that order).

أجهزة خلط المواد الصلبة

1. Tumbling mixer

وعاء يدور حول محور.

حركة الدوران تساعد بعملية الخلط.

مثال:

V-blender

شكله حرف **V**.

طريقة عمله:

- المسحوق يتجمع أسفل
- ثم ينقسم لنصفين عند الدوران

السرعة المثالية:

30 – 100 rpm

لو السرعة:

بطيئة رح يكون اله خلط ضعيف
سريعة جداً المسحوق يلتصق بالجدار

2.Mixer Employing a Stationary Container and Bring mixing by Moving Screws, Paddles or Blades

خلاطات الها وعاء ثابت للخلط لكن داخلها:

- شفرات
- مجاديف
- براغي

تتحرك.

تستخدم للمواد:

- اللزجة
- الرطبة

Ribbon blender

خزان اسطواني أفقي.

فيه شفرات حلزونية.

تحرك المسحوق باتجاهين.

Helical flight mixer

فيه **برغي عمودي** يرفع المسحوق للأعلى ثم يتركه يسقط.

يساعد على تقليل الانفصال.

Hammer mill

ممكن يستخدم أيضاً للخلط.

وظيفته:

- تكسير التكتلات.

Solid mixing equipment

Batch mixer

1. Tumbling Mixer

• Container of certain shape mounted so that it can rotate about an axis.

• Tumbling motion is helped by baffles or shape of the container.

Twin shell blender (V-shaped blender)

– V-shape blender is rotated so that the material is alternately collected in the bottom of the V and then split into two portions when the V is inverted. (bulk transport and shear mixing)

– A bar containing blades that rotate in a direction opposite to that of the twin shell often is used to improve agitation of the powder bed.

– Other mixers, include cylindrical, cubes, hexagonal and may be rotated about almost any axes.

– The efficiency of tumbling mixers is highly dependent on the speed of rotation.

1. Too slow: does not produce rapid shear rates or desired tumbling or cascading motion.
2. Too rapid: tends to produce centrifugal force that holds the powder to the sides of the mixer and reduce efficiency.
3. The optimum rate of rotation is commonly in the range of 30-100 rpm. (Depends on the size and shape of tumbler)

– Free flowing powders are needed.

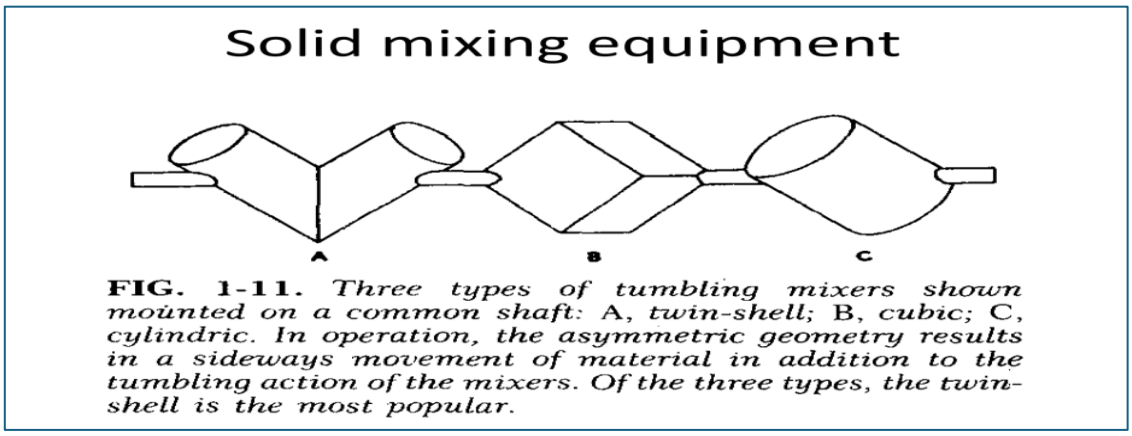

FIG. 1-11. *Three types of tumbling mixers shown mounted on a common shaft: A, twin-shell; B, cubic; C, cylindric. In operation, the asymmetric geometry results in a sideways movement of material in addition to the tumbling action of the mixers. Of the three types, the twin-shell is the most popular.*

2. Mixer Employing a Stationary Container and Bring mixing by Moving Screws, Paddles or Blades

– useful for wetted, sticky or plastic materials.

– High shear forces break up lumps or aggregates.

Ribbon blender

• Consists of horizental cylindric tank fitted with helical blade.

• The blades are mounted on the shaft through the long axes of the tank and are often of both right and left hand twist.

Helical flight mixer

• Powders are lifted-by centrally located vertical screw and allowed to cascade to the bottom of the tank.

• Use to reduce scale of segregation for sticky powders.

– Hammer mill can be used as a mixer for rough material to break aggregates (diffusive mixing).

Solid mixing equipment

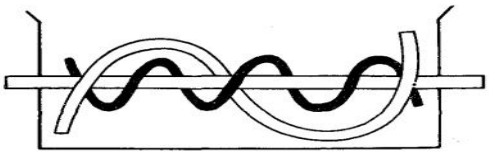

FIG. 1-12. *Side view of a top-loading ribbon blender. The blades are mounted on the horizontal axle by struts (not shown) and are rotated to circulate the material to be mixed. The spiral blades are wound (in most cases) in opposite directions to provide for movement of material in both directions along the axis of the tank. These mixers may be emptied either through ports in the bottom or by inverting them.*