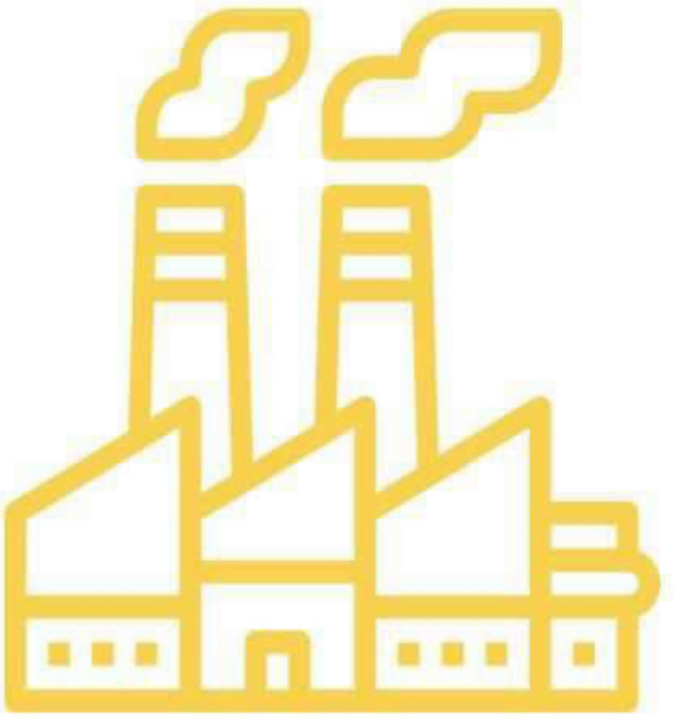


MIRACLE Academy

صناعية 1

زميلتكم رانيا سميح

لجان الدفعات

قال تعالى (يَرْفَعِ اللَّهُ الَّذِينَ آمَنُوا مِنكُمْ وَالَّذِينَ أُوتُوا الْعِلْمَ دَرَجَاتٍ)

Particle Size Reduction

Dr. Isra Dmour

Credit: Prof. Nizar Al-Zoubi

١

Particle Size Reduction

هذه المصطلحات نستخدمها لما بنحكي عن تقليل حجم الp (الp : اختصر كلمة particals
رح اعبر عنها بهذا الاختصار بالسلايدات الجاية)

- Other terms used to describe the operation: milling, grinding, crushing, chopping, comminution, micronizing.

تصغير
بقلل الـ size الـ mic
تقطيع
عادةً بنفذ هذه العمليات قبل الـ milling
تفتيت

- Most materials used in pharmaceuticals must be milled at some stage during the production of raw material or dosage form

للزم

milling = grinding = comminution = طحن
مصطلحات بنفس المعنى

٢

Particle Size Reduction

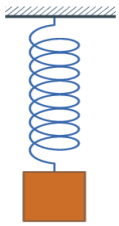
شو فوائد تقليل حجم الp للمواد بالتصنيع ؟

- ***Objectives of particle size reduction:***
  1. Facilitating drug release (dissolution rate)
  2. Exposing cells prior to extraction
  3. Reducing the bulk volume of material
  4. Facilitating drying
  5. Helping good mixing
  6. Increasing adsorption capacity
  7. Some excipients need to be in very fine powder to do well their function (lubricants, colors)

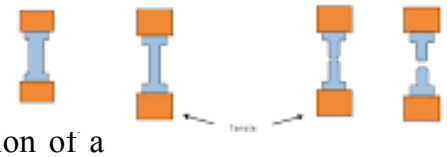
Theory of Size Reduction

بيتطلب تصغير حجم الp اني اطبق عليها stress معين
حتى تستجيب هذه المادة بدون ما استخدم طاقة

Fracture mechanics



- Reduction of the particle size requires application of mechanical stress to the material.
- Materials respond to stress by **yielding**, with consequent generation of strain.
- **Hooke's law.**



- **Stress**: force
- **Strain**: deformation or elongation of a solid body due to applying a strs/force
- **Elastic**: reversible
- **Plastic**: permanent , irreversible

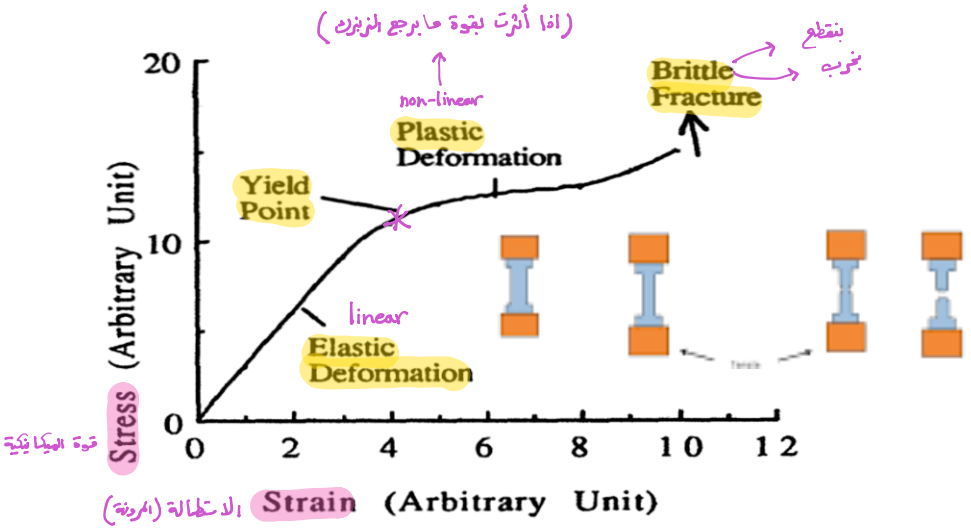


Fig. 19.1 Stress–strain diagram for a solid.

the yield point is the point on a stress-strain curve that indicates the limit of elastic behavior and the beginning of plastic behavior

عند هذه النقطة تكون نهاية الelastic وبداية الplastic

Theory of Size Reduction

Fracture mechanics

- The initial portion of the stress-strain diagram is linear and is defined by Hooke's law.

- In this portion the deformation is reversible (elastic deformation), i.e. the particle retains its shape if the stress is removed.

مثل مبدأ الزنبرك مجرد ما يروح الضغط عنه راح يرجع لطبيعته.

- After a certain point (yield point) the relation becomes nonlinear and the deformation becomes irreversible (plastic deformation).

non-linear ← بعد نقطة معينة ما راح يرجع الشكل لطبيعته بكون
irreversible ← زي البلاستيك

Theory of Size Reduction

Fracture mechanics

البارتكل الكبيرة بتنطحن بشكل اسرع من الصغيرة لان فيها crack ابعد عن المنطقة الصلبة بالوسط

Crack propagation

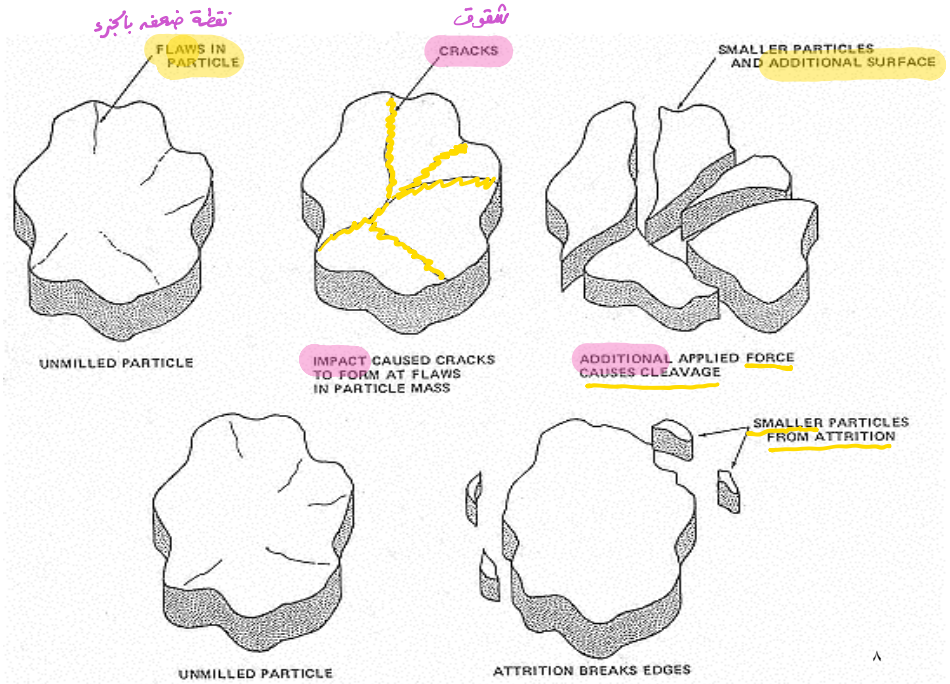
- Size reduction begins with the opening of any small cracks that were initially present.

ببلش الحجم يصغر بفتح الشقوق crack الموجودة

- Flaws (defect)
- Larger particles fracture more readily than small particles as they contain more cracks.

الp الكبيرة بتتكسر اسهل من الp الصغيرة لانها مليئة بالشقوق

٧



٨

تحقيقياً هل اشارة القلم هي هذه الصورة دائرة الاصطدام بعد ما تحد ما رح يصير Spherical

تأثير خصائص المواد على الـ size reduction (تباعاً) لـ نختارها بحدد نوعية الآلة المناسبة عشان استخدمها

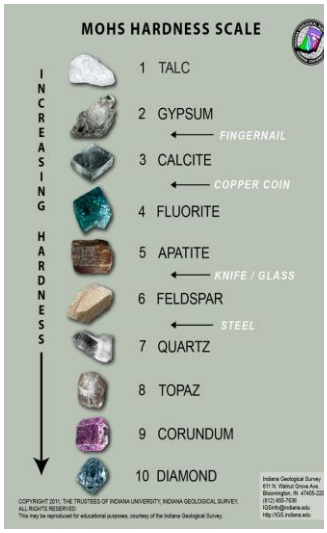
Influence of material properties on size reduction

1 **Surface hardness (Mohs' scale)** صلابة السطح — مقياس موس

يقيس صلابة المواد، مش كل المواد بتنخدش بنفس السهولة.

- The hardness of material can be described qualitatively by its position in Mohs' scale.
  - Materials from 1-3 are described as soft
  - Materials from 8-10 are described as hard
- Hardness is related to abrasiveness. (يعني مدى تأثيره على الآلة نفسها) كاشط
- Hard materials may cause abrasion to the mill. تآكل المطحنة

(مثلاً الألماس ما بنقدر نصفر وجهه إلا بالألماس نفسه)



يعني بدنا ننتبه على فكرة صلابة المادة الي بدي اقلل حجمها لانه صلابتها رح تاثر على الالة عندي فما بقدر احاول اقطع الماس بالة عادية مثلا !

٩

Influence of material properties on size reduction

2 **Material structure**

- **Crystalline materials** fracture along crystal cleavage planes; noncrystalline materials fracture at random.

الكريستال بتكون مرتبة بطريقة معينة وبينها روابط لكن هكن إنه لما أكسرها تنكسر عشوائي

بينما الـ non-crystalline ما تنكسر بشكل عشوائي .

زي لما مثلاً أستخلص من ساقة نبتة مادة معينة بحتاج كمان أكسر الساقة

- ***Fibrous materials*** (e.g. crude drugs) need cutting or chopping action and can not be milled effectively by compression or impact.

هنا فقط

ما رح يزبط عن طريقة milling أو الـ Compression أو الـ impact ,

لازم أول أعمل action مثل الـ cutting أو الـ chopping لـ Fibrous materials .

١٠

Influence of material properties on size reduction

3 ***Moisture content***

- The presence of more than 5% water hinders comminution and often produces a sticky mass upon milling.

milling

لـ إذا زادت رطوبة المادة أكثر من 5٪ رح تعيقه الطحن وتكوّن كتلة لزجة صعب التعامل معها .

4 ***Stickiness***

- Sticky materials may adhere to the surface of milling machine or the screen
- This is a problem of gummy and resinous materials.

لزوجة المادة نفسها ممكن تغلبني لو كانت لزجة، رح تعلق بالماكينة (مثل الـ resinous + gummy materials)

5 ***Toxicity and harm***

6 ***Potential of explosion (fine)***

قابلة للانفجار

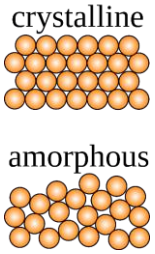
كذلك صعبة إنها تشتغل رح يأثروا على الـ size reduction، أي شي أعلى للمواد .

Effect of size reduction on material properties

لـ الآن شوف تأثير الـ size reduction على الـ material properties ؟

Milling of material may lead to:

ترتيب شكل الجزيئات الداخلي



1. Change of the polymorphic form
2. Dehydration of hydrates
3. Development of amorphous structure

بتحول المواد إلى amorphous

4. Damage of thermolabile drugs due to heat involved.

قدرة تحمل المادة الحرارة وح تقل .

5. Development of free static charge

لـ توليد حرارة وشرار وبتعطي نتائج سلبية .

(نستخدم cooling لتبريد الجهاز)

Energy requirements

المطاحن المثبتة — تستخدم مالا يقل عن

The most efficient mills utilize as little as 2% of the energy input to fracture particles.

فقط ٢٪ تستخدم من الطاقة
الباقي ٩٨٪ يروح :-

- The rest of energy is lost in: ما بستفيد من كل الكهرباء

1. elastic deformation of unfractured particles
2. transport of materials within the milling chamber ← ٢) تحرك المادة داخل chamber يستهلك طاقة.
3. friction between particles
4. friction between particles and mill ← الاحتكاك
5. heat
6. vibration and noise (صوت الأجهزة العالي)

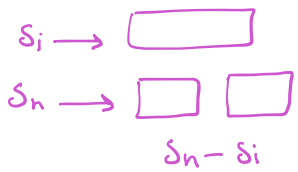
اهتزاز

Energy requirements

عنا ٣ نظريات في الـ E.R ؛

1. ***Rittinger's theory***

حاصل الطرح هو الأسطح الناتجة بعد ما صار عندي reduction.



$$E = K_R(S_n - S_i)$$

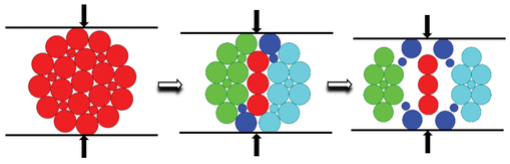
S_i : the initial surface area,

S_n : new surface area

K_R = Rittinger's constant of energy per unit area

ثابت

فالطاقة المبذولة تتناسب طردياً مع حاصل الطرح (زيادة الأسطح الناتجة بعد التكسير)



Energy requirements

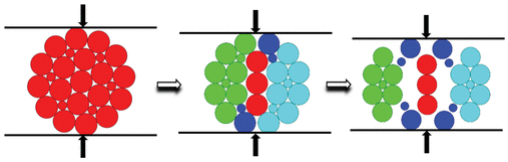
2 ***Kick's theory***

$$E = K_K \log \frac{d_i}{d_n}$$

d_i : the initial particle diameter,

d_n : new particle diameter

K_K = Kick's constant of energy per unit mass



١٥

Energy requirements

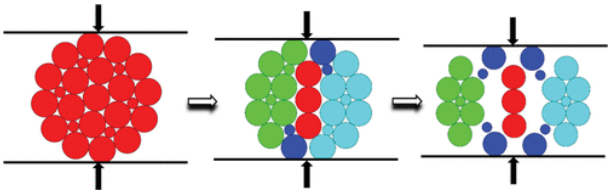
3 ***Bond's theory***

$$E = 2k_B \left[\frac{1}{d_n} - \frac{1}{d_i} \right]$$

K_B : Bond's work index,

d_i : the initial particle diameter,

d_n : new particle diameter



١٦

كيف بأثر الـ milling على الـ distri ؟

Influence of milling on size distribution

- As milling progresses, the mean particle size decreases, and a material with initially a monomodal size distribution develops a bimodal size distribution.
- The primary component gradually decreases in weight and the secondary component increases in weight.
- Continued milling tends to eliminate the primary component to give a positively skewed (log normal) distribution with narrow size range.
- Milling rate follows first order kinetics

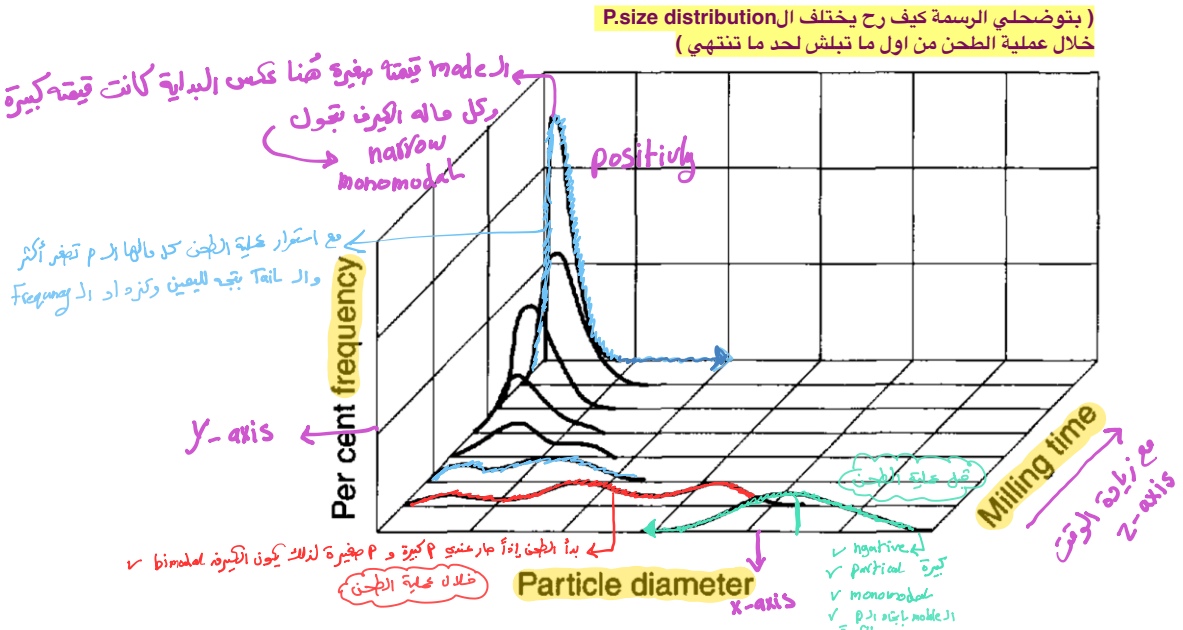
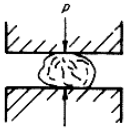
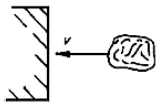
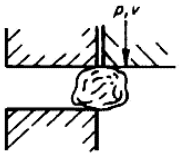


Fig. 11.2 Changes in particle size distributions with increased milling time.

هذه انواع الforces الي بنستخدمها لتصغير حجم الp كل force الها الية عمل معينة ممكن بعض الالات تستخدم force وحدة لتصغير حجم الp وممكن تستخدم اكثر من force مع بعض .

Mechanisms of size reduction

نوع القوة	Force	Schematic diagram	مبدأ العمل Principle	مثال على المعدات Example of equipment
الضغط	Compressive		يشتغل على مبدا كسارة الجوز Nutcracker	لقاقات سحق Crushing rolls
	Impact		مطرقة Hammer	Hammer mill
الاحتكاك	Attrition		جزء ثابت والثاني متحرك بتحرك واحد ويحت الp بينما الثاني ثابت وممكن يكونو/ متحركين الاثنين ويعملوا حت من الجهتين File	Disc attrition mill
	Cut		يكون في زي سكاكين ع الطرفين بتقطع Scissors	Rotary knife cutter

هذه لا تعني الاجهزة نفسها فقط العملية

Mechanisms of size reduction

- There are four different mechanisms of size reduction:

a) Cutting شفرات

The material (particle) is cut by means of sharp blades or knives.

b) Compression

The particle is crushed by application of pressure.

Mechanisms of size reduction

إما يصدم بجسم متحرك سرعته عالية أو تكون هو متحركة ويصدم بسطح ثابت.

c) Impact

The particle is hit by an object moving at high speed, or a moving object strikes a stationary surface.

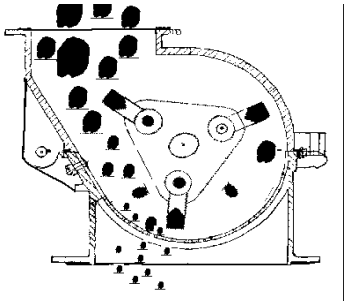
D) Attrition

This involves breaking down of the material by rubbing between two surfaces that are moving relative (parallel) to each other.

Size reduction methods

A mill consists of three basic parts:

1) Feed chute
2) Grinding part
3) Discharge chute



- The manner (way and rate) in which an operator feeds a mill affects the product.
- In most cases the grinding effect is a combination of different mechanisms.

Size reduction methods

- There are two ways of feeding: choke feeding (Path phases) and free feeding.
- In open-circuit milling, the operation is carried out so that the material is reduced to a certain size by passing it once through the mill.
- In closed-circuit milling, the discharge from the milling is passed through a classifier and the over-size particles are returned to the grinding chamber.
- closed-circuit milling is most valuable in reduction to fine and ultrafine size.

٢٣

Cutting methods

- Cutter mill
  - Principle of operation: It consists of a feed, a series of knives attached to a rotor which act against a series of knives attached to the mill casing, and a screen fitted in the base which control the particle size.
  - **Uses**: mill casing
    - Coarse degree of size reduction of dried granulations
    - Grinding of crude drugs such as roots and barks before extraction

٢٤

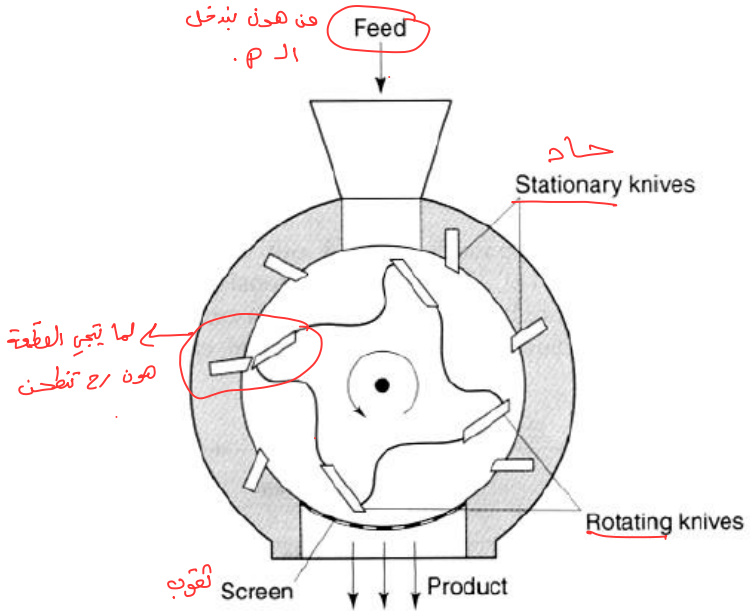
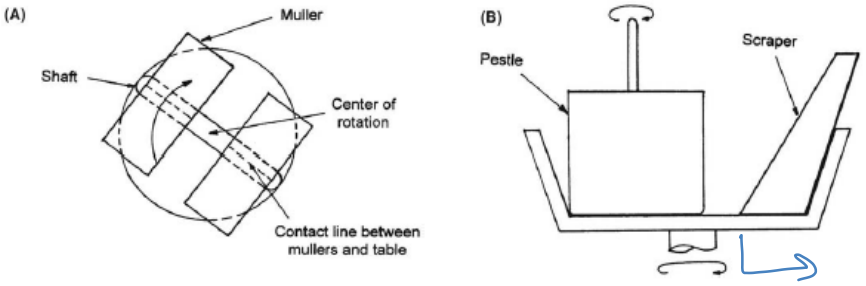


Fig. 11.6 Cutter mill.

٢٥

Compression methods

- Size reduction by compression can be carried out on a small scale by pestle and mortar.
- End runner and edge runner mills are mechanized forms of mortar and pestle-type compression.



بصير الطحن على القاعدة صلب على الجوانب

٢٧

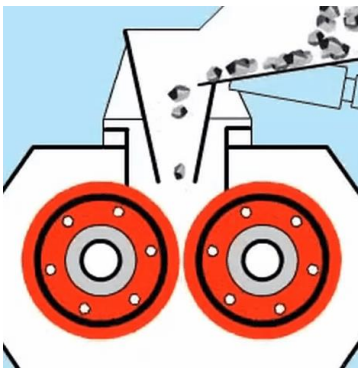
FIGURE 12.3 (A) Edge runner mill and (B) end runner mill.

Compression methods

مثال على Compression

Roller mills

- Roller mills use two cylindrical rolls, mounted horizontally, and rotating about their longitudinal axis ← وحدة طحن الثانية
- One of the rolls is driven directly while the second is rotated by friction as material is drawn through the gap between the rolls. ← المادة رح تمر من خلال الـ Roll
- Compression and attrition



٢٨