Chemical Process Technology

2023

Perpared By:

Yara Alasmar

Dr:

Motasem Saidan

Local Chemical Industries:

Cement Production

Prof. Motasem Saidan

m.saidan@gmail.com

صناعة الاسمنت تعتبر من الصناعات الـ pure chemical eng. process
لانو فيها عدة انواع من الـ processes والـ unit processes
اللي عادة ما بتلاقي هاد النوع الصناعات
آخرك ، وهي من الـ processes
اللي فيها نوع من التحدي لانو الحرارة فيها
عالية جداً ، تعتبر من اعلى الحرارات اللي
ممكن نستخدمها بالصناعة من 1200 ← 1250
درجة مئوية حرارة وحدة من الـ unit بهاي
الحرارة لازم تكون حتى التفاعل يتم ، بالتالي الهوا اللي
طالع من هاد الـ reactor اللي فيه حرارته فوق الـ 1100
وداخله بكون في dust غبرة الاسمنت بالتالي لازم نعمل
تنقية لهاي الغبرة من الهوا الطالع ولانو الحرارة عالية
ما بنقدر نستخدم الـ conventional unit مثل
الفلاتر (filter bags) ولا رشاشات المي
ولبعدين هاد الهوا لما خلص نتصير نعمله heat integration
نسحب الحرارة اللي فيه ونستفيد منها بـ unit أخرك حتى
نوفر هاي الطاقة الحرارية

بعض الصناعات بتدخل ع حرارة
من 300 لـ 900 وبعض stable فاضل
وبعض الصناعات بتدخل كل شي
ع بالتالي ما بتكون في big. phase
حاجة اسمك تجهز material
وبعض الصناعات ما فيها
chem. rxn من البداية للنهاية
عبارة عن عملية mixing او هيك
للـ comp ،
بعض الصناعات بتكون drying pro.
فيها ماء ولا solvent وصناعة
تانية بتكون wet process
فيها مي و solvent

الاسمنت بنفع تشتغل فيها dry وبنفع
تشتغل فيه wet

Scanned with CamScanner

Definition

← تركيبة الاسمنت crystalline يعني لما ركبنا الـ atoms فيه عملناها بطريقة فيها Similarity حيث انها اعطت الـ crystalline morphology يعني البنية الداخلية انعملت بترتيب معين هاد الترتيب اجا بـ order متكرر اعطى الـ crystalline

← مصطلح الـ crystalline لا ينطبق ع الزجاج ، لانو بنية الزجاج هو crystal ، لو كان الزجاج crystalline ما راح نشوف من خلاله

← احدى مميزات المادة اذا كانت crystalline انو ما بنشوف من خلالها لانها مرتبة بطريقة لا تسمح للضوء انو يعبرها من خلالها

← المادة المصنوع منها الزجاج اسمها amorphous وهي المادة اللي بتعاكس الـ crystalline

← الزجاج هو افضل مادة amorphous ممكن تعرفها ، الروابط تبعتها مش جاي لشكل linear

3

← المكونات الاساسية لصناعة الاسمنت

- Cement is a crystalline compound of calcium silicates and other calcium compounds having hydraulic properties" (Macfadyen, 2006).

مش فقط نوع واحد من الكالسيوم — لا حسب انت بالبلد بتعتمد هو عندك مشتقات للكالسيوم وهو عندك خامات

- Cements are considered hydraulic because of their ability to set and harden under or with excess water through the hydration of the cement's chemical compounds or minerals.

↳ بعني عنده القدرة انو يدخل بـ hydration reaction او process بعني لما نحط عليه مي بعمل تفاعل لانو اللي بتدخل بالمركبات تبعته

* لما تضيف عليه ماء كبير فيه بل وبعمل تفاعل وما بنشف او لما تنتجر منه الماء خلال 28 يوم بعدها نستخدمه

* نرش ماء ع الصبة الاسمنتية لمدة 28 يوم لحتى ما يطلع الاسمنت هاي اللي نرشها بتدخل بتفاعل الـ evo بالتالي اذا ما اردتيه خلال 28 يوم بتطلع التشققات بالصبة الخرسانية لعملك الصبة بالشتا افضل من الصيف لانو الـ crosslinking بين الروابط اعلى بسبب وجود المياه

* بعد ما اللي نرجع بعمل hardning و بتصلب

Scanned with CamScanner

مثال ٥- السباغتي بتكون كل وحدة منهم مستطيلة بالتالي لو مسكت الباكيت لنقدر نكمشه ونقدر نسحب وحدة منهم بكل اريحية ولو تضغطهم ع بعض وتطرمع بعض ما راح تشوف مه خلالهم ولو حطيت عليهم ماء ما راح ينفذ مه خلالهم لانهم سكروا كل الفراغات بيناتهم كروابط

* لو غلينا هاد السباغتي لو حطيت بيهم ماء راح تنفذ ولو حطيتهم ع بعض راح تشوفه مه خلالها

الاول بتسمى crystalline والتاني amorphous وهما صفة للروابط وليس فقط لل order كيف بترتب عندي ال atoms

* انا لما عملت هالرابطة مه ال atoms صارت يا linear زي ال crystalline
يا branches زي اغصان الشجر يا network زي شبكة الصيد
* اذا كانت ال branching كتيرة وشكل الروابط زي شبكة الصياد بتسميها amorphous material
* بالروابط ال linear ما بتكون في بيهم free volume

* اي مصنع اسمنت بالاردن طاقته الانتاجية باليوم 6000 طن بالتالي بدك مواد خام تغذي هاد المصنع بشكل مستمر واهم خامات اللي موجودة بالاردن الحجر و الجبس و المارل
* عنا بالاردن حوالي ٥ مصانع اسمنت

Scanned with CamScanner

* في فرق بين الـ soil والـ clay
الـ soil ← هي التربة الزراعية
الـ clay ← التربة اللي جاي ع صغار اللي بتكون فيها الخامات المعدنية اعلى من الـ soil

History

* لما يصبوا بالبحر او بايام الشتا والثلج ما بقعدوا يستنوا، بضيفوا مواد ع الاسمنت ع طول بغير الشك (cross linking) خلال ساعة او ساعتين والخلطة ثبتت بالباني هاي كلها صفات محسنة ع الـ portland cement

تم استخدامهم ع مر العصور كمواد اسمنتية

4

عنا بالاردن كميات هائلة من الـ lime - stone

- Lime and clay have been used as cementing material on constructions through many centuries.

اول ناس استخدموا هاي الخلطات من اجل اعمال البناء

- Romans are commonly given the credit for the development of hydraulic cement, the most significant incorporation of the Roman's was the use of pozzolan-lime cement by mixing volcanic ash with lime.

← في بالمناطق زي الازرق والمفرق الصخر الاسود كأنها نتجت عن بركان ويعتقد انها من مخلفات البراكين بالباني بتنخمه وتنخلط مع الـ clay او الـ lime وكانوا يستخدموها بالمباني عشان صلبة دايماً، شي اللي فيه pozzolan من معناها الـ mechanical prop. فيه ممتازة وتزل حراري ممتاز مثل الـ fireplace هلأ بصنعوها منه البازلت لانو بتحمل حرارات عالية ونسبة الميكانيكية قوية

- In 1824 Joseph Aspdin from England invented the Portland cement

← لما نحكي عن ash مش بالمقصود الرماد كـ sand اغا بـ diff. particle size ممكن نلاقيها بقرة بلدانه

← حتى الـ volcanic ash طحنوه وضافوه للتربة وجودا انو بقدر يحافظ ع المياه بداخلها وما تتبخر او تتسرب للمياه الجوفية

← الـ portland cement الان هو (الاساس) لكل الاسمنت التجاري الموجود بالعالم، هو (الاساس) وبعدوا بضيفوا عليه مواد ثانية حتى يحسنوا الـ application تبعته حسب لشو بدك تستخدمه ؟ بالاماكن الحارة مثلاً ولا بالبحر

Scanned with CamScanner

* اي basic cement اللي انوجد بالعالم هو اي portland وكل الانواع الموجودة الان بالسوق هي انواع ذات application مختلفة عن اي portland cement

* اي وقود احفوري (الفحم، الصخر الزيتي، ....) ينتج عنه نوعين من ال carbon : ① Free carbon ② fixed carbon
Free carbon ← هو اللي بصيرله احتراق وتطاير بالاكسدة
fixed carbon ← بعمل other atoms مع crosslinking بطريقة غير قابلة للاحتراق والاكسدة بالتالي بضل جزء منه ash ما بعد الاحتراق اسمه artificial pozzolan ضاد الرماد ما بعد الاحتراق

Types of Cements

1. Pozzolan cement

Called Roman. It is made by mixing volcanic ash with lime.
← ضاد الاسم كون الرومان

Pozzolan (material which is not cementitious in it self but which becomes so upon admixture with lime).
لما انت تخلطها مع ال lime صارت هي إضافة بالكمنتية اللي بتقدر تستخدمها

Natural pozzolans (volcanic tuff) الصخور البركانية

Artificial pozzolan(fly ash)

* كتير عنا صناعات عا كونه وقود مثل الفحم او الصخر الزيتي حوالي فيه 70 لـ 90٪ منها بتروح، لكنه في فيه 10 لـ 15٪ بضل ال ash (الرماد) لانو هاد الرماد تركيبته inorganic ومواد غير العضوية لديها حرارات فوق ال 1300 او ال 1400 حتى تصير molten (مادة منصهرة) ولانو نحنا بتروح ع حرارات فيه 600 لـ 800 درجة مئوية بالتالي بضل عنا متبقيات فيه اكربون اللي بنسميها fixed carbon

* مجمعات حرق الفحم اللي بتنتج طاقة كهربائية بناخد ال fly ash هاد الرماد داخل الخارقات وبتوديه لمصانع الاسمنت حتى يصير جزء من الجلخة تاعت الاسمنت

Scanned with CamScanner

Types of Cements

2. Portland cement

Artificial cement. Made by the mixing clinker with gypsum.

clinker: خليط من المواد الخامات

gypsum: يطلع كـ by product من الفوسفات ومحمله كالسيوم

هي process من مواد خام خلطها مع بعض وغير صفاتها اكثر انا cement كيماوي ومصنع

* هلأ حتى بالعظم صاروا يحطوا اسمنت

كسروا نفقرات الظهر نفقري وحشوا المادة الاسمنتية الخلطة تبعتها من الكالسيوم والسيليكا زي الاسمنت العادي بس هاد تكوينه وضاف اله مواد. حيث انه ما يعمل مشاكل وعنده خاصية الانتشار داخل مسافات العظام.

* هلأ لو صار بمبنى كريج او تشققات او حبس صار فيه خرخ - صاروا يحيوا مواد - يخلطوها مع بعض ويضخوها داخل الفراغات خلال فترة زمنية قليلة تنشف بالمكان وتتصلب

Scanned with CamScanner

* الـ strain هو الاستطالة اذا كان ضغط (comp-) يكون تحت لواحد واذا extension بدّه يكون 500 ضعف لطول الاصلي بالتالي مشكل مرة هو نسبة وحاله unit، يا يكون 500 ضعف لطول الاصلي بالتالي وحدته متر يا جزء منه لطول الاصلي وبعضي نسبة حسب انت بتعمل comp... ولا ext...

* كلما ازيد الـ plasticity كإني بزيد هلابته بالتالي بتحمل اكتر اي force بتجي عليه

Types of Cements

3. Masonry cements

هو الاساس وهاروا يضيفوا عليه مواد خسه هيفانه وعطينا اسمه خلطة للتغليف اللي انت بدك اياه

Portland cement where other materials have been added primarily to impart plasticity. (calcium stearate, petroleum and high-colloidal clays)

plasticity يعني بشي بخلي الخرسانة اد ما بصير

مواد طينية بتجي اثناء التنقيب عنه البترول وكلها بتكون مواد معلقة suspended

* بصير المادة قابلة للتشكيل وانو بتاوب مع اي force عليه بدون ما يصير فيه failure كإنك بتزيد هلابته

يعني اي force بتجي عليه ما بتحمل فيه كتير او بتشققه او انفصال لـ bulk بعده ما بصير فيه failure

كل ما زادت بصير لاسمنت بتحمل قوة ميكانيكية load خلي اد ستمر اكتر

□ plasticity, also known as plastic deformation, is the ability of a solid material to undergo permanent deformation, a non-reversible change of shape in response to applied forces.

* كيف نخلوا لوح الخشب ع شكل حرف S مثلاً ؟! بغطسوا لوح الخشب بماء وما بتشرب ماء بتصير تشكله زي ما بدك وما بتكسر بعدها بخلوه بقالب ع شكل حرف S وبعطوه حرارة - بس تنشف بطلع منه بتحفظ شكله ع شكل حرف S ، بالتالي اضافة الماء للخشب زادت الـ plasticity

Scanned with CamScanner

* لو ناخد عينة من المحيط و نحطها تحت الفحص تاع الـ stress-strain comp... ونضغط العينة هاي بقوة لسبوها قوة الكسر، في خلطة تتكسر ع 180 وفي خلطة ع 200 وفي ع 220 وع 300 وفي ع 1000، انا نضيف ع الاسمنت مواد عشان ازيد ليونته ويصير يتحمل الكسر هاي المواد اللي ضيفتها زادت الـ plasticity

* كل ما الـ plasticity زاد - الـ area under the curve بتزيد - الـ toughness بتزيد

* بعد ما نكشف السدود الارض بتضغي طينية وكان في وجهة انهم ياخدوا هاد الطين ويستخدموه بصناعات الاسمنت لانو فيه كمية clay ومعادن عالية بالتالي لو عملوله mixing مع المواد الخام راح تحسن مواصفات الاسمنت

Scanned with CamScanner

ال process الاصلية هي ال portland cement لكن عنا another unit بضيف عليها ال material الجديدة
ع الخلطة حتى احسن المواصفات ، بمعنى اي process للاسمنت العادي قادرة تعطيك عدة انواع
من الاسمنت حسب ال application اللي بدك اياها
بس بدك تضيف مواد جديدة قبل التعبئة حتى تحسن هاي المواصفات

Types of Cements

4. High Alumina cement (Calcium Aluminate Cement)

عند 1200 درجة في بعض المواد ممكن تكون molten ع هيك حرارات
حتى لو كانت غير عضوية ، بتنصهر وبتشكل خليط جديد

Is obtained by melting mixture of bauxite and lime and grinding with the clinker.

بعد ما نجمد الخليط بصيرله عملية grinding ، crushing مع mixing
ال clinker

اي heat بيجي عليه ما بتقاطه بهاد
reflection ↰ متل الطوب اللي بنبني منه جدران
المفاعلات النووية والافران اللي بنعمل فيها الزجاج

Used for refractory applications (such as cementing furnace bricks) and certain applications where rapid hardening is required. It is more expensive than portland.

* احيانا بتكون عنا construction activity بدي اعمل بناد مطيه

كل ما حسنت لمواصفات بدك تتوقع انو بسعر يزيد لانك قاعد تضيف مواد وبتعمل تطبيقات غير قادر عليها ال portland كمان انو بلبيه

وبدي ع طول اول ما اخلط الاسمنت خلال اقل من 10 دقايق يكون عامل بشكل (cross linking)

Scanned with CamScanner

Types of Cements

5. Special or corrosion resistance cement :

الاسمنت اللي بتكونه وقاعس لمياه البحر ، حيث انو ملوحة المياه هناك بوصل 50 بف جزء من مليون وهاي كمية عالية وبتعمل corrosion وانجراف للتربة واذا كان في معادن راح تصدي بالتالي اي بناء تركيب صدهاي لمياه اذا ماكان الcement مقاوم لملوحة البحر بصيرله انجراف او بتدخل اي جواتها وبتخرب القوه الميكانيكية تبعتها

Used for fabrication and corrosion proof linings for chemical equipment such as brick-lined reactors, storage tanks, absorption towers.

اذا ما استخدمته كمادة بناء رئيسية ممكن انك تعمل منها coating داخله 5cm طبقة حوا قصارة ممكن تعمله reactor مثلاً ، coat it

او مثلاً لل storage tank اذا بدك اياه مقاوم للحوامض والقواعد وما شابه وكمان ال abs. towers ممكن تعملها coating حتى تكونه مقاوم للتآكل

Scanned with CamScanner

Types of Cements

6. Controlled cement

في نوع من انواع الاسمنت كل ما حنر ماء خلال الـ hardning period (عملية الشك) في منظم تقعد نص ساعة ونظم 28 يوم) هاي الفترة في انواع من الاسمنت تصير يعمل cracking لانو الميه غير كافية او الخلطة غير متجانسة

Prevents shrinking and cracking upon setting. Combining 10 to 20% calcium sulfoaluminate (from bauxite, gypsum and limestone) with portland cement.

← نضيف هاي المواد لحق امنع الـ shrinking والـ cracking خلال عملية hardning الـ cement

Scanned with CamScanner

لما نخلط الـ limestone مع مواد خام ثانية مثل الكالسيوم وسيليكا وما شابه بتدخل عند ع فرن ، هاد الفرن حرارته 1200 درجة مئوية باستخدام الهوا - الهوا بمر co-current مع الخلطة بصير جوا تفاعل (calcination) هاد التفاعل بطلع منه product هو الفرن سنجميه clinker

Clinker

clinker ← المادة إلسودا ، الاسمنت لونه ع سواد واللي معطيه هاد اللون هي مادة الـ clinker

- Clinker consisting essentially of hydraulic calcium silicates, usually containing one or more of the forms of calcium sulfate as an additives .

clinker ← للاسمنت (باطيد)*
carnallite ← املاح البوتاسيوم
gypsum ← مادة بتاعة بنزرية بالفوسفات

- **Clinker compounds**

اي مادة زي الـ clay او الـ pozzolan اي شرايدك ايام حتى تحسد صفات الاسمنت بالتالي تنتج عنها او clinker

مهم

Formula	Name	Abbreviation
$2\,CaO.SiO_2$	Dicalcium Silicate	C_2S
$3CaO.SiO_2$	Tricalcium Silicate	C_3S
$3CaO.Al_2O_3$	Tricalcium Aluminate	C_3A
$4CaO.Al_2O_3.Fe_2O_3$	Tetracalcium Aluminoferrite (فيه حديد)	C_4AF

Scanned with CamScanner

Types of Portland Cement

1. Ordinary Portland Cement (OPC) ← الاسمنت اللي نشتريه من المحلات

Is the most widely used type of cement which is suitable for all general concrete construction. ← لاي خلطات خرسانية

في بالاردن مصنع واحد بصنع الاسمنت الابيض

هاد الفرق بينه وبين الاسمنت اللي لونه gray

- Other types of this cement White (contains less or no ferric oxide or manganese, the substances that give conventional cement its gray color).

* مهم احتواء الاسمنت ع اد ferric oxide واد manganese او عدم احتوائه هو اللي بكلي الاسمنت gray او white ، عدم وجودها بعطيه لونه ابيض

Scanned with CamScanner

Types of Portland Cement

2. Moderate –heat- of hydrating and sulfate resisting Portland cement

used where moderate heat of hydration is required, or for concrete construction exposed to moderate sulfate action.

اذا كان عندك فترة زمنية الجو فيها مش حار كتير وحاسس انو الـ hydration عمله بتم ع حرارة خارجية عمله تستخدم هاد النوع، او لاي خلطات خرسانية عم تتعرض لـ Sulfate باللاي راح تقاومه.

Scanned with CamScanner

Types of Portland Cement

* ٦ د ٣ اسئلة بالوع ع هدول الفقرتين

3. High-early-Strength (HES) → بدك اشي يعطيك خواص ميكانيكية سريعة ونمو ميكانيكية سريعة معناها بدك شي يعمل cross linking (شبك) تكون سريعة هداء

Quick setting cement (attains high strength in early days, it is used in concrete where formworks are removed at an early stage. كل القوالب اللي تنصب منها الاسمنت وتفكهم ع بسرع هدول بنستخدم منهم الـ HES

يها بالتالي هاي بتعطي قوى اعلى لانو packing فيها عالي ما في فراغات free volume اعلى وال surface area بيهم اقل كله

contains higher lime to silica ratio, finer particles, and higher proportion of tricalcium silicate (C_3S) than type I → quicker hardening and faster evolution of heat, used for roads for faster put into service. اذا بدك شي كله بالمرة والاستخدام مباشرة

مرهوص بالتالي density عالية بالتالي هاد اعطى خواص ميكانيكية عالية

شو اللي كلية HES ؟ ① ، ② ، ③

Scanned with CamScanner

Types of Portland Cement

التفاعل اللي بطير منه حرارة

هاد عكس HES الـ

4. Low Heat Cement → (ع البارد)

Prepared by maintaining the percentage of tricalcium aluminate below 6% by increasing the proportion of C_2S. This makes the concrete to produce low heat of hydration and thus is used in mass concrete construction like gravity dams, as the low heat of hydration prevents the cracking of concrete due to heat.

اذا بدك الـ exo. heat اللي طاقة تكون اقل
زيد الـ di وخلي الـ tri° تكون 6:1. مثلا دون بالتالي
الـ hydration بطير على low heat بالتالي
low heat cement واحد تطبيقه بقلع معك
اله هو الاسمنت بستخدم في بناء السدود

Scanned with CamScanner

Types of Portland Cement

5. Sulphate Resisting Cement

used to reduce the risk of sulphate attack on concrete and thus is used in construction of foundations where soil has high sulphate content. This cement has lower content of C_3A and higher content of C_4AF.

used in construction exposed to severe sulphate action by water and soil in places like canals linings, culverts, retaining walls, siphons etc.

اي حَي فيه waste water او مياه ملوثة توقع
انو فيه Sulphate عالي ، اي حَي فيه مياه مستعرة
زي المستنقعات والقنوات بتبلش البكتيريا تشتغل
وال Sulfate يطلع بالتالي حتى تمنع الجدران الحاوية لاله
coating بدك cracking انها تتكسر او يصير فيها
باستخدام هاي المادة اللي هي مقاومة لل Sulphate

Scanned with CamScanner

Types of Portland Cement

هاي بنوعية تكون في حواها زي فقاعات هواء تبرك منها فراغات او نوع من عجساءات

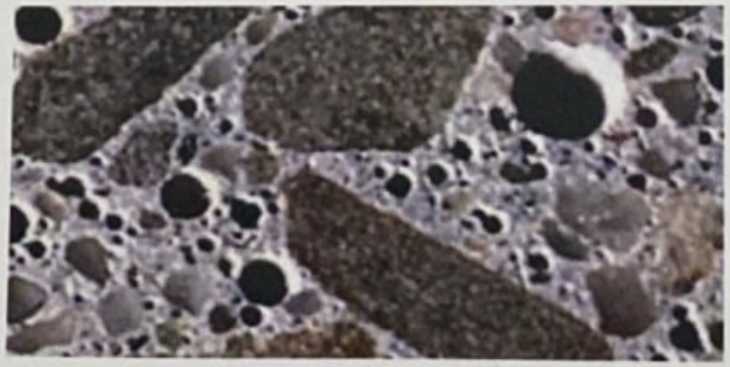
6. Air Entraining Cement

Air entraining cement is produced by adding air entraining agents such as resins, glues, sodium salts of sulphates etc. during the grinding of clinker.

اثناء عملية طحن الـ clinker نضيف هاي المواد شلش هوا الخلطة تحمل الـ air entraining agents بالتالي تحمل هاي الفراغات

This type of cement is especially suited to improve the workability with smaller water cement ratio and to improve frost resistance of concrete.

بالمناطق اللي فيها انجماد (freezing temp) هاي الفقاعات ممكن تحمل كعزل للحرارة



Scanned with CamScanner

Abbreviations Used in Cement Industry

كل حرف اختصار
Chemical Compound د

$CaO = C$	$MgO = M$	$CO_2 = \bar{C}$
$SiO_2 = S$	$SO_3 = \bar{S}$	$H_2O = H$
$Al_2O_3 = A$	$Na_2O = N$	
$Fe_2O_3 = F$	$K_2O = K$	

$$Ca_3SiO_5 = 3CaO.SiO_2 = C_3S$$

Scanned with CamScanner

بال cement بالذات حنا بنتعامل مع fine product يعني عنا range محدد لـ particle size ما بنحكي عن dust

بالتالي لازمنا نعمل عمليات طحن و Sieving للحصول على الـ particle size الصح وتم نبلش عملية خلط المواد الخام مع بعضهم

وهنا بقى لـ comp الصح لـ raw material بنرخلها ع الـ main unit بصناعة الاسمنت اللي بصير فيها تفاعل كيميائي والي بتشكلي اللبنة الاساسية من الـ cement والي بسميناه الـ clinker هاي الـ unit ع حرارة عالية وبصير جواها endo و exo وبتوقع انو الحرارة بالداخل بالكفة من اللحظات اعلى من 1200

Portland Cement Manufacturing

Preparation of Raw materials
- Grinding & Mixing

المرحلة الاولى هي الحصول على المواد الخام و المواد الخام كلها بتكون natural يعني اي بلد بتكون فيه منها جم من هاي المواد الخام

preparation بصير لهيك بتكون كبير لهيك بدها process باحجم هاد صعب ادخلها جوا الـ particle size لهيك لازم نقلل الـ

بالعادة في جرافات بتجرف وبتعبي بقلابات وبقلابات بودي ع بصنع ، او عن طريقة التعدين

Burning in a Kiln
- Forming Cement Clinker

بعد ما بصير هاد بتفاعل وبطلع الاساس للاسمنت اللي هو الـ clinker بنضيف عليه مادة ثانية لتحسين مواصفات الـ portland cement

بنضيف ع الـ clinker الخلطة اللي بدك اياها حتى تحضير الـ application اللي بدك اياه

Final Processing

بنعمل مرة ثانية final processing للـ clinker مع الـ additaves اللي معاه حتى يضل الـ product اللي بدنا اياه

بعد ما خلعنا clinker وضفنا عليه المواد بنرجع نطحنه لنحصل على fine particles

Quality Control

هاي مش آخر مرحلة كل single stage لازم ناخد عينة ونفحصها ما نستنى للآخر لحتى نتأكد انو الامور تمام

كل شوي لازم نعمل control لانو الـ mixing والتفاعل بالـ solid particles موضل الدوران والغازات ، و حنا ما عنا ideal mixing عنا optimum mixing

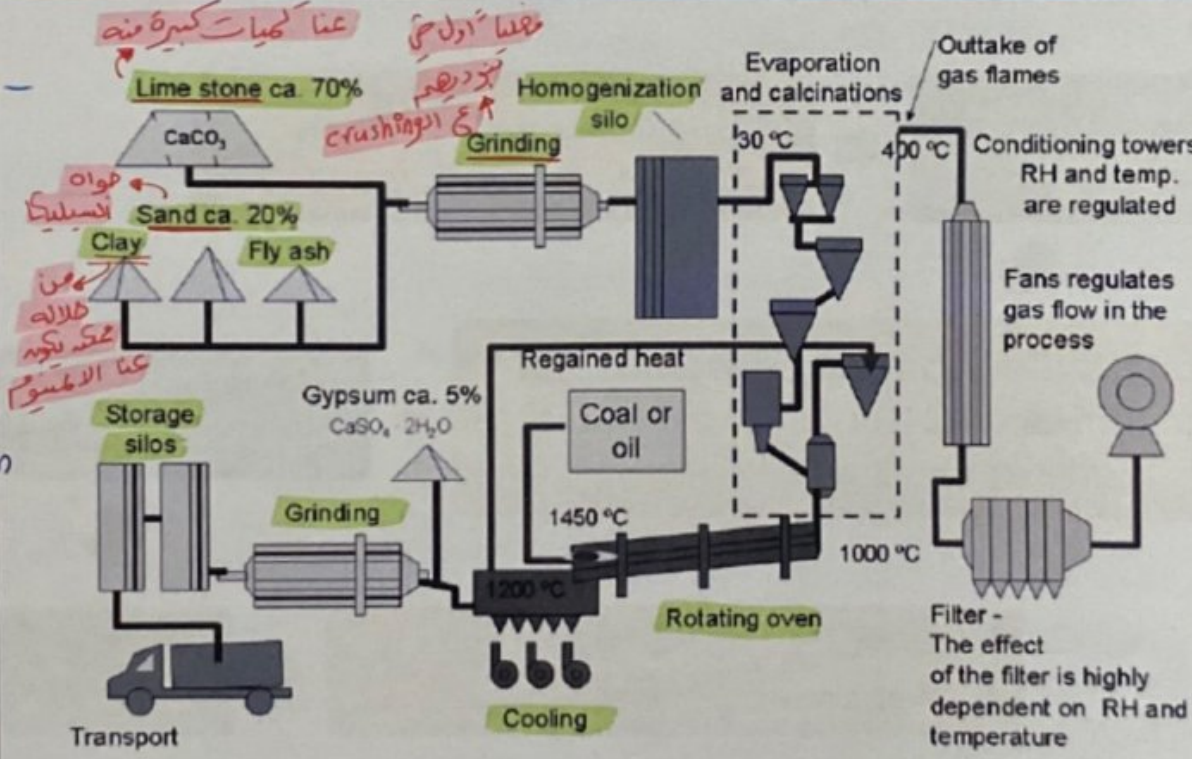
هل الـ comp مطابقة للتركيبة اللي بدي اياها ولا مش مطابقة !! اذا مش مطابقة بدك تزيد الناقص ، او اذا الـ particle size مخربط بترجعه مرة ثانية ع الـ grinding

حنا بكل مرحلة سواء بالتحضير للمواد قبل ما نعمل الـ clinker وما بعد الخلط بين الـ clinker والاضافات

كل مرة بدنا ناخد عينات ونفحص الجودة

Scanned with CamScanner

* ال solid particles اذا دخلت بمجال فيه freezing بتماسك ، فيه رطوبة بتشكل واذا cooling نفس شي بتماسك مع بعض ، واذا كانت high temp اجيانا الحرارة بتعمل تكتل بالناي اذا دخلتها على rotary kiln جزء منها راح ينصهر وجزء آخر راح يتماسك ببعضه بالناي طالع الـ clinker من ال rotary kiln ما راح يطلع كتل لما نضيف عليه الاضافات وبدنا نحصل التركيبة الجديدة الصح مجبوريه نعمل مرة ثانية طحن لنوصل لـ part. size اللي بدنا اياه



1: Simplified schematic flow chart of the dry process of manufacturing of Portland cement (after (Johannesson, 2012)).

* في ناس بتوقع ال process تاعت صناعة الاسمنت حتى تحافظ ع البيئة
* باختلاف ال processes راح تختلف هاي ال flow sheet لكن ال base وحدة
* الحرارة اللي طالعة من ال integration هاي ال rotary kiln فوي بمصانع الاسمنت يا بطلعوا منها steam او بعملوا preheating للمواد اثناء ال grinding حتى يصيروا ان ال particle ما تصير رطبة و wet

* اول شي اتفقنا انو شغلنا بده كالسيوم والمنيوم وسيليكا وهديه بالناي المادة الخام لازم تحتوي ع هاي المواد بمركبات معينة
* Grinding ← عملية بالطحن fine particles الى
* homo - silo ← هون بدك تخلص ، انت تضيف المواد الخام وتعمل mixing بطريقة ذكية وتعمل فاينل وتاخد عينات عشان تتأكد انو كل شي تمام
* ال main unit اللي هو الفرن اللي هو rotary kiln

* بعد ال homo ... وبدا كل شي ع الفرن الدوّار وبلشت تنزل المادة ع cyclances بدخل الهوا ساخنة حرارة 1200 بشكل co-current والمواد الخام بتنزل نزول وبهوا بطلع طلوع ، وهو طالع بدخل على cyclons وبطلع الهوا ع حرارة عالية بالناي بتوديه ع (وحدة ثانية unit) حتى يسحبوا الحرارة منه الهوا

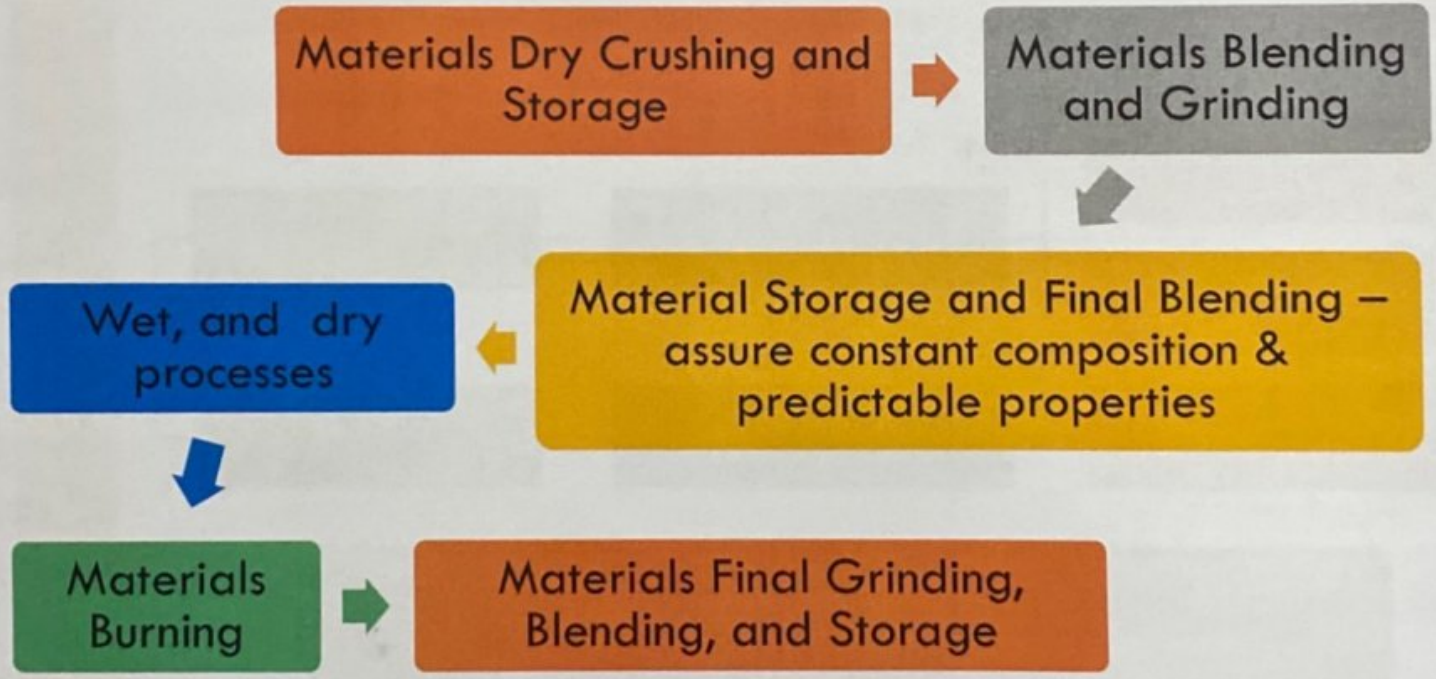
Scanned with CamScanner

* كل مرة بنعمل cooling لـ clinker اللي بيطلع fine particle بتكتل وبصير شكل صخر
لحد ما نوديه grinding لازم نعمله قبل التعبئة

* الـ gypsum بمتص كل الرطوبة اللي بالـ system بالتالي بنضل
محافظين ع الاسمنت او الـ clinker عنا dry

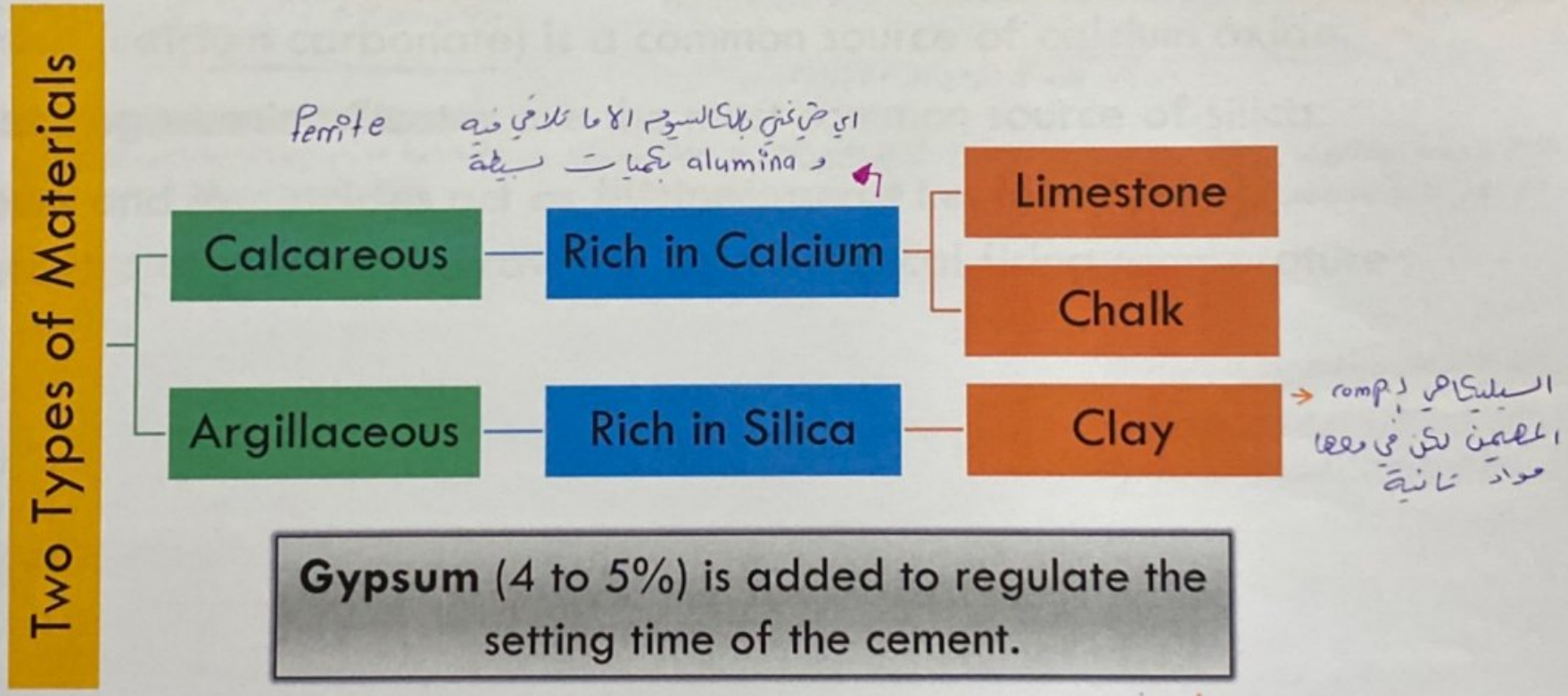
Scanned with CamScanner

Portland Cement Manufacturing



Scanned with CamScanner

Raw Materials



Ferrite اي حديد بالكالسيوم الالومنيوم فيه alumina بكميات بسيطة

السيليكا هي الـ compound الطحين لكن في معها مواد ثانية

غير موضوع الرطوبة - الـ gypsum ينظم موضوع بشك يعني التصلب اللي يصير بالاسمنت

Scanned with CamScanner

* فضلات عنا شغل لما يقصوا الحجر الابيض او الرخام بطلع معهم fine particle بمنعوهم انهم يتطايروا عشان طريقة استخدام calcium carbonate في اد صنع بلاستك، هاي هي البلاستك بالصورة المعلقة منها اللي بتطلع عبارة عن رشاشات صغيرة جدا نفسه

* وسوا معالجات تصير للمي اذا كانت :-
1. حرارتها مرتفعة
2. ملوحتها مثل مياه البحر
3. الـ pH حامضي جدا

Raw Materials

23

موجود بالاردن بكميات كبيرة وبعض المصانع بتطلع

- Limestone (calcium carbonate) is a common source of calcium oxide.

منه حسب نوعه بنتج pH وبتقلل الحموضة

تصير تفاعل calcination حول الـ calcium carbonate الـ calcium oxide

هو اللي بتكون كل انواع الـ clinker

- Iron-bearing aluminosilicates are the most common source of silica.

عبارة عن سيليكا والمنيوم و Ferrite

- Aluminum and iron oxides act as fluxing agents i.e. lower fusion temperature of part of the raw mix to a practical firing temperature

بتصير بتصير قابل للـ flow

الي هي الـ melting temp اللي بتصير عليها الانصهار

على 1200 درجة مئوية

غير انهم جزء من الـ raw m. هدول بنزلوا الـ melting point بحيث بتصير عملية الـ calcination ع حرارات اقل

من ناحية quality لازم الـ 4 مكونات تكون موجودة بالاسمنت الكالسيوم، السيليكا، الالمنيوم، الحديد

Scanned with CamScanner

Clinker Formation and Compounds

Raw materials (limestone, clays, additives)

High temperature clinker formation reactions in a kiln (rotary kiln)
- Water evaporation
- CO_2 evolution
- Reaction between lime & clay

Clinker

The main reactions in clinker formation are as follows:

1. $CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$
2. $2CaO + SiO_2 \rightarrow C_2S$ $(2CaO*SiO_2)$
3. $3CaO + Al_2O_3 \rightarrow C_3A$ $(3CaO*Al_2O_3)$
4. $4CaO + Al_2O_3 + Fe_2O_3 \rightarrow C_4AF$ $(4CaO*Al_2O_3*Fe_2O_3)$
5. $CaO + C_2S \rightarrow C_3S$ $(3CaO*SiO_2)$

Scanned with CamScanner

Burning Process

↳ Calcination reaction

بصير على حرارات عالية جداً تقريباً ١٢٠٠ درجة اللي احنا بنشتغل عليها، وال exo reaction side بعطيك حرارات اعلى من هيك

شو الهدف من اللي بصير ؟!

1. Sintering (become a coherent mass with no melting)

ممكن نستخدم الحرارة عشان نعمل تجانس للمواد اثناء دخولها ع التفاعل بالذات اذا كان في شي بلفت وبدور

2. Fusion (complete melting)

التفاعلات اللي بتصير معاه

3. Clinkering – only about ¼ of the charge is in the liquid state

ربع الكمية اللي بتدخلها ع ال rotary kiln هي اللي بصيرلها melting وبتصير بال molten state

يعني 25% من ال feed هو اللي بصيرله عملية ال calcination ليعطينا المكونات اللي بدنا اياها

ممكن يكونه في مكونات ثانية غير ال clay وال limestone مثل الاتربة او عناصر أخرى لكن كل هاي ما بتأثر ع الاسمنت مع الخلطة بعينه

Scanned with CamScanner

Clinker → extra grinding
fine particles لحتى يطلع

اللي يعطي الاسمنت لونه هو الـ clinker

- Hard black or greenish black granular masses that are from 3 to 20 mm in size.

* لما يكسروا الحجم يعملوله crushing ويدخلوه مع الهوا ويدخلوه ع بكارات لحتى نعطي اكبجيه

very fine particles كيف تحول شي لـ

- Clinker is pulverized and finely ground in tube ball mills, and automatically packaged.

* في مصانع تصنع بس clinker وبترسله لمصانع تانية تحط عليه الاضافات تبعتها وتطلع الـ app...

- During fine grinding, the following may be added:
  - Gypsum, plaster, and calcium lignosulfonate
  - Air-entraining, dispersing, and waterproofing agents

عبارة عن مواد داخل التركيبة

كل شي يكونه موزع صح حتى يكونه الخلط متجانس اكتر

حتى ما يصير يعشوه الرطوبة وتكتل وما شابه

Scanned with CamScanner

Clinker

27

Clinker ← لونه بين ال gray وال black

Gypsum → لونه عادة على بياض

- Gypsum absorbs water and prevents setting of C_3A during shipment

يصير بحتاطه محطرة او عنه طريقه البخر

بعمليات النقل والتخزين اضافة ال gypsum حتى نتعامل مع اي شي يصير مثل الرطوبة او هطول امطار او جود التخزينه

Scanned with CamScanner

انت عندك مناجم ومحاجر بدك تشيل منها هاد الشي وتنقله
وتعمل crushing للصخر

بعد ال crushing بدك
اللي بتخزن فيها
storage tank
هاد ال raw material
عنا تدفعه مستمر

Mining, Transporting and Crushing

- **Limestone and clay.**

- Limestone and clay are mined from the quarry by blasting explosives.
- Transported from the mining area to the process plant.
- Fed into a primary hopper to the primary crusher (Jaw Crusher).
- The crushed material pieces are discharged to the vibrating screen.
- The muddy material particles are removed by the vibratory screen action and is conveyed and rejected with the help of belt conveyor.

Scanned with CamScanner

Mining, Transporting and Crushing

- The belt conveyor conveys the mud free material to the Intermediate hopper.
-The material from the Intermediate hopper is fed into the belt conveyor and is fed to the Secondary Crusher for further size reduction.
- The crushed material is discharged to the belt conveyor and the same is conveyed to the loading bunker.
-A lot of dust particles are also produced while crushing and discharging limestone.
- To prevent the dust pollution, bag filters are employed in the discharge points of the Primary and Secondary crushers.

Scanned with CamScanner

Mining, Transporting and Crushing

- The collected dust particles are retrieved with the help of a compressed air purging.
- Electronic sequential timer panel and solenoid valves are used for air purging to be done in a sequential manner.

Scanned with CamScanner

مبدأها نفس فك الإنسان جزء ثابت وجزء متحرك

Jaw Crusher

بأي عملية crushing بطلع منها كمية من الغبرة بالباي هاد الـ dust ملوث للبيئة بالذات لما يكون chemical مثل الـ limestone لهيك لازم يكون عندي air control process اللي تسحب هاي الـ dust وكمان يها ع bag filter او اي تقنية ثانية محكمة تشيل الـ dust اللي يكون

Scanned with CamScanner

فلاتر بتفلتر الهوا

Bag Filter

* الفرق بين الpipe والduct

الـ pipe عادة سماكته اكبر والـ diameter اقل والـ pipe عادة ما يكون فيه انحناءات ، مش شغل تشكيل الـ pipe بهاد الشكل

* الـ duct الـ diameter تقريبًا 5 الى 6 اضعاف الـ pipe وتقدر تشكله زي ما بدك

* نستخدم الـ duct للغازات والهوا والـ pipe لدي سوائل بشكل عام

* الشكل تحت conical حتى الـ flow rate يكون شغل انو ينسحب كل الـ dust اللي بتكوّم

* طالعاً الـ top بيعمله بنجي بشكل rectangular والـ bottom conical بشكل

* اللي بأكدلي انو bag filter هو الـ duct اللي داخل واللي طالع منه

* نفس مبدأ الـ vacuum بالبيت الـ vacuum بعمل -ve pressure بالتالي بشفط بشي

* بمشي الهوا باتجاه الاقل ضغط وبعلقه اللي كويه هاد الهوا بالفلاتر وبتجمع تحت بالـ bottom وعادة بشغل تحت منه الـ dust اللي بتجمع

Scanned with CamScanner

في نوعين منه :-
① cylindrical rotation (بالشكل)
② rectangular rotation

* هاب لطريقة بها مساحات اقل وبعمل تجانس وبنفس الوقت بحافظ ع التجانس . وكل ما تجهز كمية بعمل تتخلص منها ع طول بتسحبها

* الهدف انو يعمل تجانس للـ mix. اللي داخل ع الـ unit اللي بعده

Stacker and Reclaimer Pre-homogenisation

- https://www.youtube.com/watch?v=mzXB_7m1Ang
- The property of the mined limestone may vary day by day so the limestone is stocked in the stocker in a circular manner, layer by layer every day.
- Limestone from the unloading hopper is extracted and conveyed to the stacker with the help of a vibrating feeder and belt conveyors.
- This material is dropped on the table feeder at the top of stacker and then to the Boom conveyor.
- The stacker and the boom conveyor are capable to move 360 degree.

Scanned with CamScanner

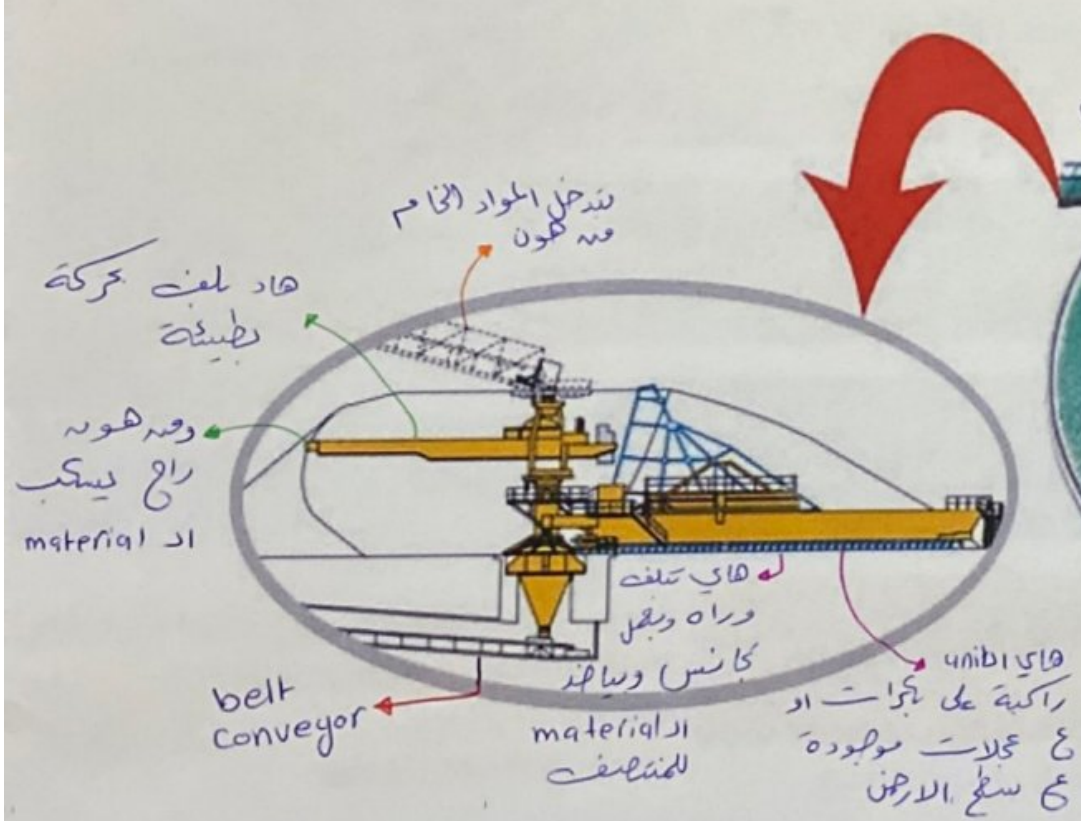
* لانو في ارتفاع واع بتشكل عندي اكوام لما نسكب ال material

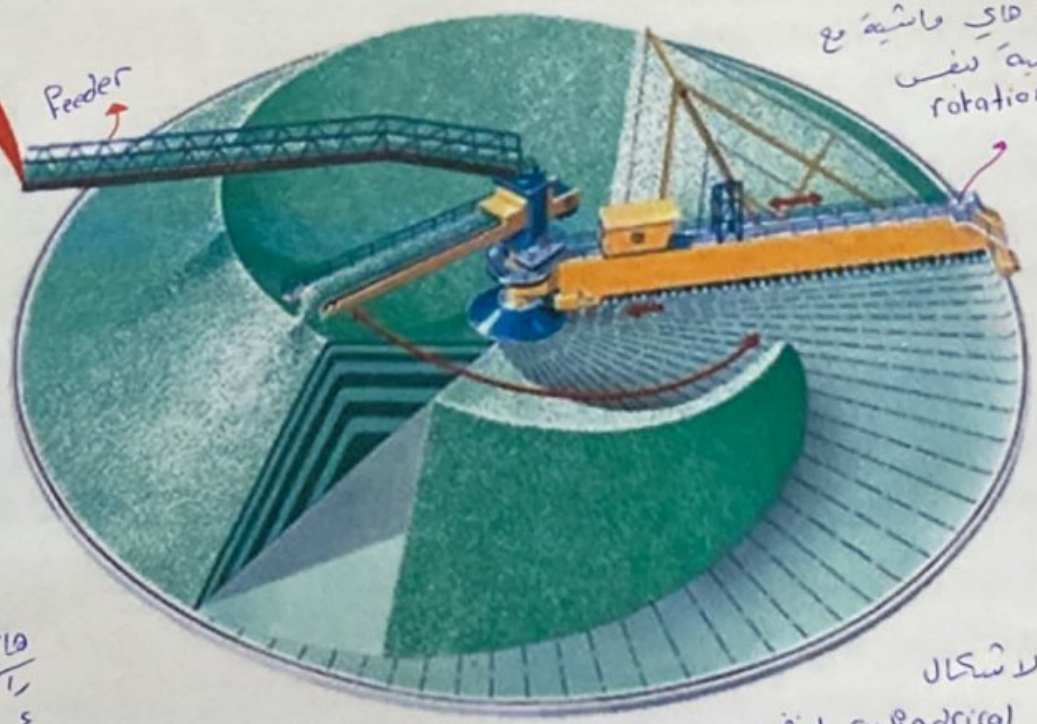
* الذراع المثبتة ع الارض وهي تلف بتاثير محرك الكوم هاد لفراغ معين ، بكونه في زي حفرة بنزل فيها ال material لما بنزل هاي ال material بتم سحبها عن طريق conveyor belt لمكان تاني

** شو الهدف من هاي الطريقة

① تقليل ال area
② تعمل بكانس
③ تسريع ال flow rate

Stacker and Reclaimer





الاشكال ال cylindrical افضل من ناحية تعبئة وتفريغ وتشغيل وتخزين وال forces وال pressure inside

Scanned with CamScanner

Raw Material Grinding and Storage

- Material from the limestone and additive hoppers are fed to respective weigh feeders which weigh and feed the material as per the set ratio and quantity.
- Then fed to the raw mill inlet with the help of belt conveyors.
- Two types of Raw Mills are used for grinding raw material (ball mill and vertical roller mill (VRM)).
- The ball mill combines the drying, grinding and separation processes into just one unit.

اذا لسة شايفين ال limestone وال other additives حجم ال particle تبعها كبير بتكون حاجة انو نعملها mill لانو لسة لسا العادة تدخل ع ال rotary kiln particle size لاقل

هدام في شي لطف وبعمل milling بالتالي لازم بكون معاه material حوالية other surface وما كوصل للمكان الضيقه بتكسر هاي ال material

في شي عم يلف

Raw Material Grinding and Storage

- In VRM, raw material from the feed mouth fells into the center of millstone, which moved to the edge of mill under the action of centrifugal force and is ground by roller (coarse powder returns to be grinded until reaching to qualified granularity).
- Qualified fine powder comes out mill with airflow, and becomes products after collection of dust collecting device.
- VRM operates at a low noise level, therefore, outdoor installation is feasible.

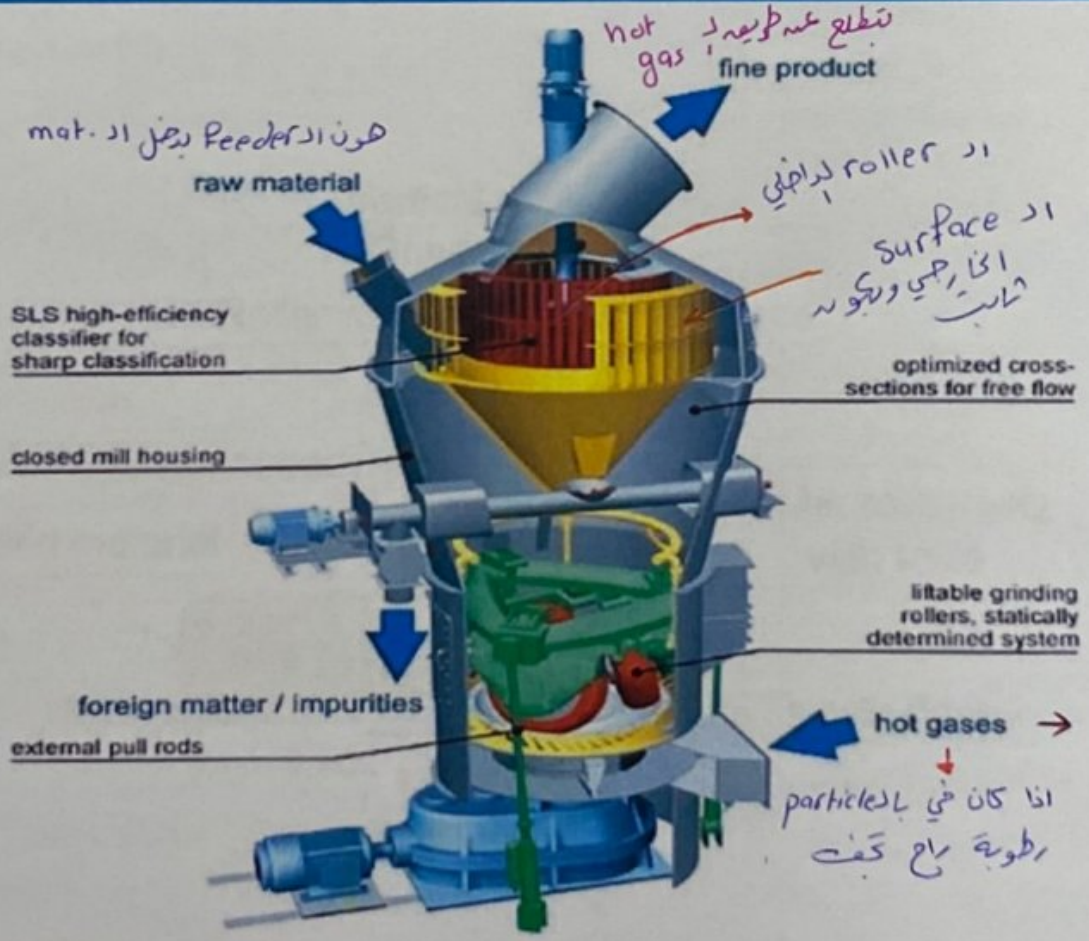
Scanned with CamScanner

في هنا two surfaces وحدة لـ roller عم
تلف والثانية ثابتة تكون خارجية وجاية بنظام
بتصير طبقة بمكان معين - ولا تو اد hardness
تبعت اد roller اقوى من اد hardness تبعت
اد material بالتالي بتتكسر

Vertical Roller Mill (VRM)

37

* كل اللي بطلع من اد duct
هم اد particle اللي قادر
الهوا انو يشيلها بالتالي
بما انو قدر يشيلها معناها
تغلب ع كل اد forces
لهيك اللي طالع من اد exit
راح يكون ك particle size
فيه تجانس - لانو لو كانت
اد particle كوزنه اثقل من
قدرة الهوا فاراح يشيلها
راح تضل حوا - تلف وتدطمه

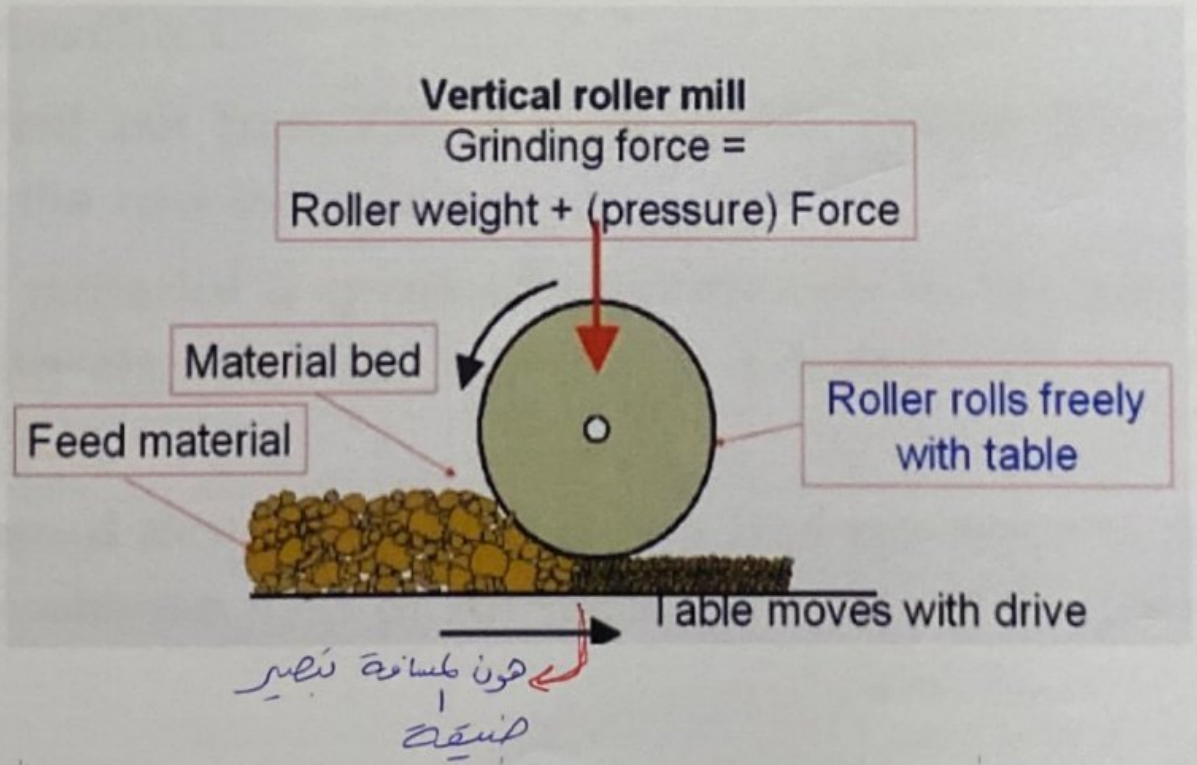


الهدف من اد Hot gas -:
① تجفيف اد particles
② كل اد fine particles
اللي انطحنت بسحبها من
اد duct

عادة بسترجعه من
اد rotary kiln

Scanned with CamScanner

Vertical Roller Mill (VRM)



Scanned with CamScanner

Raw Material Grinding and Storage

- The Ball mill consists of three chambers, one drying chambers and two grinding chambers.
- Hot gas vent out from Kiln is used in raw mill to drive out the moisture present in the raw material.
- The dried material is gradually transferred to the grinding chamber. In the grinding chamber the material is grinded with the help of grinding media balls.
- The powdered Material is discharged and conveyed to the Air Separator with the help of Air slides and bucket elevators.

Scanned with CamScanner

Raw Material Grinding and Storage

- The Air Separator separates the powdered material into fine and coarse particles.
- The fine particles are conveyed to blending silos with the help of Air slides and belt elevators.
- The coarse particles are again fed to the other end of the mill for further grinding.
- An exhaust fan (vent fan) is used to control the material and hot gas flow inside the mill.
- A grit separator and a cyclone are employed in the suction line vent fan to collect the dust particles.

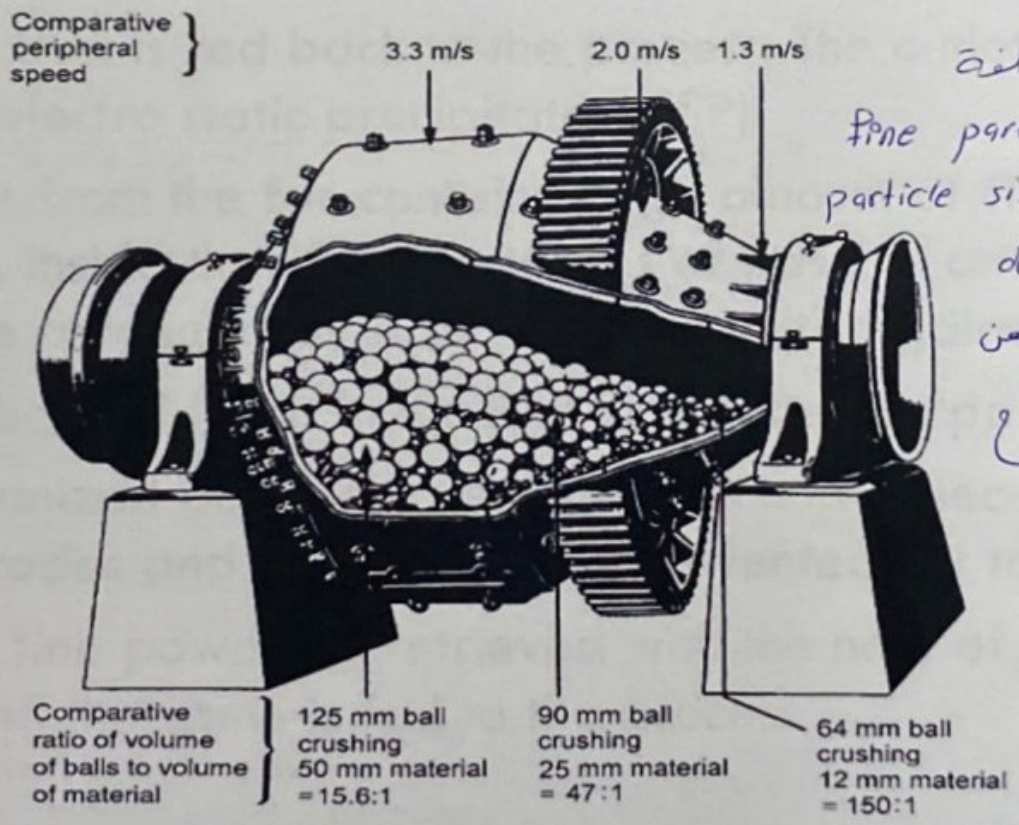
Scanned with CamScanner

Ball Mill

عبارة عن cylinder راكبة على two axis واحدة فيهم على محرك تلف والثانية تلف على كرات عادية - في حواتها Balls مختلفة particle size مصنوعة من اد steel تضرب بعضها للتلف بالتالي اي شي بينهم تكسر وتصير عملية الطحن لد raw material اللي داخلة

Scanned with CamScanner

Ball Mill



* لازم تكون الحجام اد balls مختلفة بهدف انك كطلع fine particle size لانو اذا كانوا كلهم نفس اد particle size الفراغات راح تضل dead zones بالتالي ما فيها forces اي شي من اد raw materials بينهم راح تيكسر

* تكون مي ع اد exit زي mesh ونفس اشي بدخل هوا حتى يصل drying والهدف لبالي حتى ينقل اد fine particle

* بعد ما الهوا سحب اد material بتتباع انو تشيل هاي الـ particles اللي عالقة جوا الهوا، في عنا عدة طرق في منهم settling نبدخل هاد الهوا على settling chamber وتكونه في اذرع معلقة فيه السقف بس ما تتصل للارض، الهوا لما يضرب فيها اي شي عالقه فيه ينزل تحت بالباي اي fine particle اجيها كبير بتركب بال bottom

* مع هيك لسته في dust سحبها عملته راح ينفذ فيه فلاتر والاسوأ اذا كان هاد الهوا اللي طالع اله حرارة عالية فوقه اد 100 مثلاً لذلك بنلجأ لـ ESP

Raw Material Grinding and Storage

- The collected dust is fed back to the process. The outlet gas of the vent fan is fed to electro static precipitator (ESP).
- The outlet gas from the fan contains large amount of fine particles of raw material, Inside the ESP, electrodes of positive and negative potentials are arranged by applying high voltage direct current.
- The strong electrical fields in the ESP ionize the gas passing through it.
- The positive ionized particles are attracted and collected in the negative ionized electrodes and the negative air is vented out to the atmosphere.
- The collected fine powder is retrieved with the help of rapping mechanism and the same is fed to the process.

Scanned with CamScanner

* هو عبارة عن chamber فيلان اكمدة وكل عامود اله شحنة مختلفة عن اللي يدخل لهوا بكونه محمّل بـ particles وهاي الـ particles الها شحنات وعظم شحنات الـ particles بالعادة -ve بالتالي لازم بكونه شحنة العامود +ve حتى يصيرلها انجذاب وتعلقه ع الـ surface

في مؤثر لسماكة الـ particles ع الـ rod بعدها بطفوه وبدخل شخص معاه مطرقة مطاطية بتضرب ع الـ rod حتى تنزل الـ particle

Electro Static Precipitator

→ the efficiency is very high

* بسيطة انو بده كهرباء عنا بتفاعل بلحاً للـ systems الـ physical اللي ما فيها اي حركة وبدّ كهربا حتى بكونه ارخص ما يمكنه

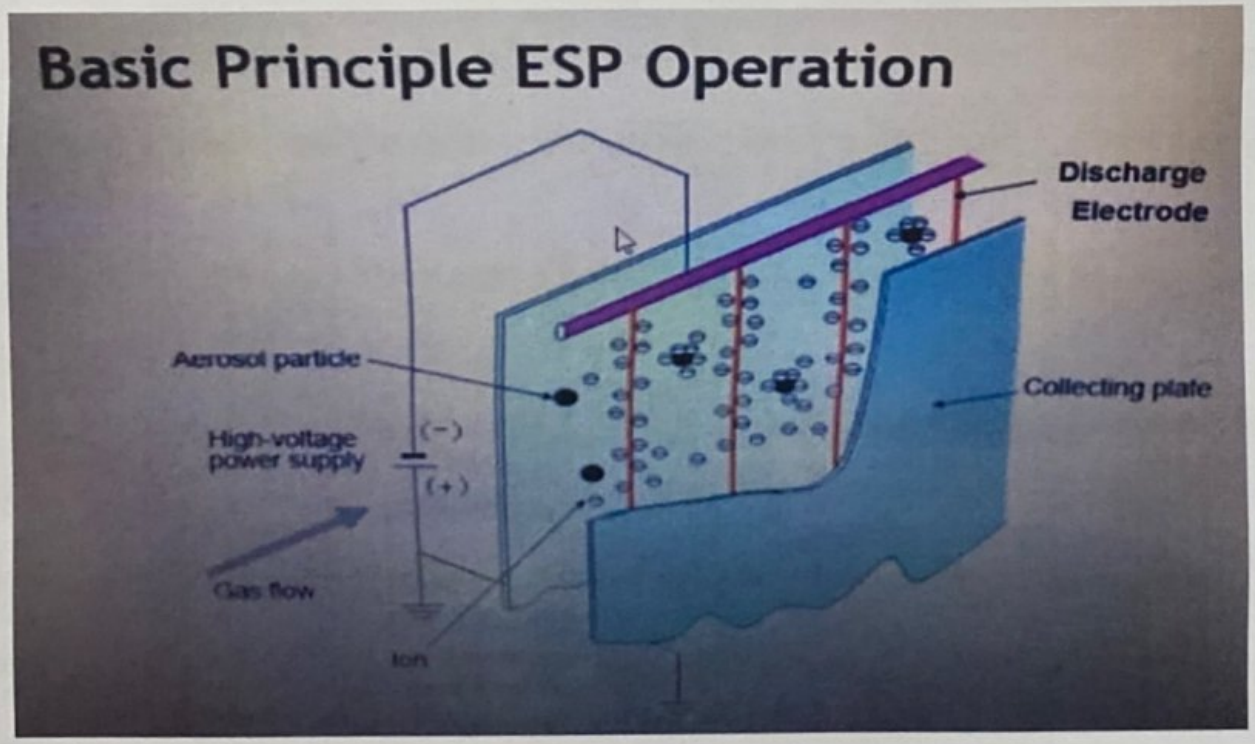
* شكله مركب ع الـ filter bag مش بحت conical ومش مكون rectangular

* عادة هاد ماخد حيز اكبر من الـ filter bag.

Scanned with CamScanner

Electro Static Precipitator

في منظم تكون surface مش rods لكن الاغلب rods *



Scanned with CamScanner

* كل اللي عملناه قبل كدا بنتعامل مع raw material دايماً لا بكون عندك شغالة process على مدار السنة بدك يكون بين كل unit و unit silo (صومعة) - لازم يكون فيه كمية raw material كافية لحتى بعض الـ flow rate شغال حتى لو صار عطل بأحدى الـ units - حيث اذا بدي اعمل صيانة لوحدة من الـ units ما بوقف خط الانتاج

* احيانا الـ material بتمسك ببعض وبتكتل بسبب رطوبة او حرارة ... احيانا اللي ع الـ surface بالصومعة واللي بالنص هو اللي بمشي فحتى نتجنب هاد شي بـ vibration بعمل tank او بندخل هوا الـ compressed air حيث انو كل الـ particle بتفصل seperated

Blending and Storage

- After filling the powdered materials from raw mill to a certain level in the blending silos, this materials is blended for 2 to 3 hours with compressed air. (بعمل بقلب لـ mat. داخل الـ silo)
- After blending, the material sample is collected and analyzed in the laboratory. If the composition (هو اللي هنا بالـ production) of the filled material is not appropriate, the required quantity of corrected material is again filled to the blending silo after changing the ratio to the raw mill.
- Again the material is blended for 2 to 3 hours and the sample is analyses in the laboratory.
- After correcting the composition, the material is dropped to the bottom part of the silo. The bottom part of the silo is called storage silo.

دايماً لا بنتعامل مع solid particle mixing لازم ناخذ sample كل شوي حتى نتأكد انو الـ batch اللي عملناها process كلها حسب المواصفات

Scanned with CamScanner

الجزء الرئيسي لأي مصنع اسمنت

Kiln Feed Section

- The material from the storage silo is extracted, and the same is fed to the weighing hopper by using air slides and bucket elevators.
  كل ما تسحبه بدك تعمل كوزين وتتأكد من الكميات
  mat. يسحب ال ① ②
- The material flow to the weighing hopper is controlled with a variable speed rotary feeder.
  كل لقمة بناخد هالقد kg ، عارفين بعد وقت محدد كم متوقع اكون اخطيت ، بالتالي في control ع الكميات وال Flow rate وال comp. وال Feed
- If the set quantity of material is filled in the hopper, the rotary feeder stops feeding.
  اذا وصلنا لـ limit اللي بدنا اياه لحالو ع وقت وحيه بوقف ال Feeding
- The balance material is fed to the overflow hopper and back to the process.
- The material from the weighing hopper is fed to the electronic weigh feeder and the same is conveyed to the preheater

  top with the help of air slides and belt bucket elevators or pneumatic pumps.

Scanned with CamScanner

Kiln

- Long steel (a hollow cylinder).
- Lined with refractory brick (high-alumina and high-magnesia bricks)
- Slightly inclined, so that material fed in at the upper end travel slowly through to the lower firing end, taking from 1 to 3 hours.
- Rotating at 60 to 200 rev/h (½ – 2 rpm)
- Typically 2.5 – 6 m in diameter and 120 – 180 m long

Scanned with CamScanner

Kiln

rotation بعمل ←
الحرارة اللي فيه ←
بتوصل 1300

Scanned with CamScanner

Reactions during Clinker Formation in Kiln

- Evaporation of free water (endothermic): 100 °C
- Evolution of combined water from clay (endothermic): 500°C and above
- Calcination: 600 to 1100 °C
  - Clay decomposes (600 °C)
  - Limestone decomposes (700 °C) → CO_2 driven off, calcination of carbon dioxide (CO_2) to form (CaO) (endothermic)

Limestone → Lime + Carbon Dioxide

  - This oxide reacts with silica, alumina and iron oxide to form initial compounds (1000 °C) (exothermic)

$$\text{Clay (Silica \& Alumina)} + \text{Lime} \xrightarrow[\text{kiln burning zone}]{\text{solid state}} \text{Calcium Aluminate}$$

Scanned with CamScanner

Reactions during Clinker Formation in Kiln

- Initial formation of C_2S (1200 °C), formation of calcium aluminates and Ferrites
- Formation of melt (flux compounds melt)(liquid formation) (1350 °C) (endothermic)

- Clinkering – charge temperature is 1400 to 1600°C: Formation of C_3S → exo
- Cooling: The discharge end of the Kiln is connected to the Air cooler, rate of cooling significantly affects the reactivity of the final cement.

الهواء بساخنه اللي طالع من-

① تعمله تبريد وتطلعه ع اكو بعد ما تفلتر اد dust اللي فيه

② تعمل heat integration اله وتستفيد من الحرارة بسخنة اللي طالعة منه

Scanned with CamScanner

* احنا نسخن الـ Kiln بغديه بناصير
ندخل الفحم ع شكل particles مع هوا ولازم لفرنه
ساخنه بترتفع حرارته اكتر

Exit Gas from Kiln

- The Kiln is heated by pulverized coal which imparts the thermal energy for this entire process.
  → particles الفحم اللي جاي ع شكل
  الـ Kiln حتى اوصل لحرارة 1200 بدك هوا ساخنه - بالتالي الهوا لساخنه هاد
  بنطلعه عنه طريقه حرقه الفحم لنغطي اللي جاي منه مصانع البترول
- Some part of the exit hot gas from the preheater is diverted back to the raw mill for drying the raw material.
  بربط الهوا الطالع مع الـ other units عشان
  نسخن الـ mat. و نجففها اذا كان فيها بواقي رطوبة
- The balance part of the hot gas is venting out to the atmosphere. → اي جزء بضل
  منه استخدام لطلعوه ع الهواء الطلعه
- This gas contains lot of fine material and has a temperature around 400°C.

Scanned with CamScanner

* احنا نسخن الـ Kiln بغرضين نضيف
ندخل الفحم ع شكل particles مع الهوا وكمان لغرض
تاني هيرفع حرارته اكتر

Exit Gas from Kiln

- The Kiln is heated by pulverized coal which imparts the thermal energy for this entire process.
  (pulverized coal → particles الفحم اللي جاي ع شكل)
  (الـ Kiln حتى اصل لحرارة 1200 بدك هوا ساخنة - بالتالي الهوا لساخنة هاد بنطلعه منه طريقه حرقه الفحم البتطلي اللي جاي منه مصانع البترول)
- Some part of the exit hot gas from the preheater is diverted back to the raw mill for drying the raw material.
  (كمان بعض الهوا الطالع مع الـ other units عشان نسخن الـ mat. و نجففها اذا كان فيها نواتي رطوبة)
- The balance part of the hot gas is venting out to the atmosphere. → (اي جزء بضيفي مالله استقدام بطلعوه ع الهواء الطلعه)
- This gas contains lot of fine material and has a temperature around 400°C.

Scanned with CamScanner

فانا تشكل بار rotary kiln وبطلع
من other end وحرارته من 800 - 400
حسب نوع الـ clinker اللي عم نتحكم بشو عليه اضافات
بالتالي صعب نتعامل معاه وضوع هيك حرارات لهيك لازم
نعمله cooling

* وايضاً بكونه عنا بالتالي عنا stream recycle circular system
بدل هو linear system بعض الهوا اللي بطلع من clinker
عم نستفيد من الـ dust اللي فيه على الـ cyclons والـ ESP
وبنجمع الـ fine particles - وبنعمل للهوا باقيه heat integration

Clinker Cooler

↳ after rotary kiln

- The hot clinker from the Kiln is cooled with the help of atmospheric air in the cooler.

بدخل هوا من لهواء الطلقه وبندخله بـ stream وهيه لحتى نعمل Counter current Flow مع الـ clinker باقيه integrated بالتالي هاد الهوا برد عنا الـ clinker وبسخنه هو وصرة ثانية هاد الهوا اللي هيك باقيه بنعمله

- Inside the cooler, fixed and movable rows of plate with holes are arranged.

داخل الـ cooler في احواض ع شكل خطوط وخرروع منها plates وهاي الاحواض راكبة ع هزام متحرك
بمشي من one end لـ other end بكون والهوا جاي counter current بالتالي بعمل عملية التبريد

- The movements of the cooler plates are carried out by two variable speed DC (direct current) drives.

- The atmospheric air is blows(by a fan) through the holes of the cooler plates, and cools the hot clinker accumulated over the plates.

بنتفخ الهوا بنفخ

نفس الكلام بتحرك
بكونه مفتوح بالتالي الهوا بدخل
منه خلاله وبعمل عملية التبريد
لهاد الـ clinker داخل
الـ plates

* الهوا عنا بطلع من الـ side التاني راح يكون
شايل بالتالي dust صرة ثانية بناخذه ع نفس الـ process السابقة
ودخ ع cyclons و Filter bag لانو حرارته هون اقل شوي
منه اللي طالع من الـ rotary kiln وبنوديه ع ESP ... وهكذا
حتى نتأكد انو الان صار عنا product من الـ clinker

Madar ask learn recieve
Scanned with CamScanner

Clinker Cooler

- The movements of the cooler plates pushes material to the discharge end.

- The cooled clinker is discharged to the Deep Bucket Conveyor (DBC) after breaking (if big size is present) with the help of clinker breaker.

- The DBC conveyed the cooled clinker to the clinker stockpile.

Scanned with CamScanner

Clinker Cooler

58

- Part of the air, used to cool the clinker is used as secondary air for burning the coal inside the Kiln.
- Another part of the air is used to dry coal in the coal mill.

الهوا اللي طلع

هاد الهوا برد الclinker وسخنه هو، صحيح اي رح اسحب عالقة فيه بعدين ودّيناه مع الفحم ودخل ع rotary kiln

pulverized

كبيناه مع هوا ودخلناه هوا حارقة

* علاقة ΔT مع الefficiency عكسية

لهيك بدل ما ادخل الهوا ع الrotary kiln حرارته حوالي 1200 مع حرارات عالية، بدخله ع حرارة 250 - 300 درجة بالتالي ΔT بتكون اقل والefficiency بتكون اعلى

** حينا بالفحم كمان (مبخر) بدنا نعمله قبل crushing نعمله pulverization، يعني اخدت عينة فحم جاف وفحصت رطوبته راح تلاقيها 20-30 %، اذا كانت عادة dry ما فيها من الطبيعي الوقود بتعطيني الhigher value اول ما تحرقه بتعطيك اكسر ما عنده، اذا كانت حوالته من بعض الlower heat value لانو بالفرق الlower والupper اللي هي ΔH راحت كsensible & Latent heat for water بالتالي هدول الheat بخسرهم الfuel اثناء الاحتراق عشان ليسخنه ويبخر الماء - بالتالي عشان نحصل ع الhigher heat value اعمل dry coal قبل ما ندخله ع الحارقة

Scanned with CamScanner

تسحب ← بتوزن ← بتتأكد انو الخلطة صح ← بتدخل ع الـ mill ← بتاخد عينة
عادم ← كمّل
مش عادم ← ارجع زبط الخلطة

Cement Grinding and Storage

* الـ clinker هو البنية الاساسية لـ cement

- Clinker from the stockpile is extracted and stored in the clinker hopper near the cement mill.

* بتنقلهم من الاحواض وحطينهم بـ hopper (storage tank)
* بتضيف ع الـ clinker الـ gypsum واضافات ثانية لحتى تحوله لـ cement

- Gypsum is extracted from the stockyards and is stored in the hoppers.

دايمًا بعدو في Feeder بجب ع time و وزنه معين وبياخدوا عينات لعملوا quality control

- The respective material of required ratio and quantity is fed into the mill from the hoppers using electronic weigh feeders and belt conveyors.

بتطحن الـ gypsum مع الـ clinker وبتضيف ... add وبصير عندي الـ cement

- This material is ground inside the cement mill using the grinding media balls.
- The ground powder is discharged through the mill outlet and is fed to the belt elevator.

elevator ← مشي رصاعدي
ببجي مسنن
واله بتتوات عشان
الـ material ما تسحل

Scanned with CamScanner

another process of mixing ← storage tank, hopper, silo دايمًا بعد اد
يا تعبئة وبيع

Cement Grinding and Storage

- A variable speed separator and recirculating fan is used to separate the coarse and fine material.
  لبستخدم الهوا لحتى نفصل اد coarse particle عن اد fine particle
- The fine powder is conveyed to cement silos by using air slides and belt elevators/pneumatic pumps whereas the coarse material is again fed to the cement mill inlet for further grinding.
  نقلناها ← cement بالاسانسير ← بلشنا نحكي
  كل شي كتل واد particle size فوق 2-4 cm
  رجعة مرة تانية داخلة وكمل شغلك
- Fine powder (cement) and stored in storage bins, cement silos, or bagged.
  ← صوامع
- Cement is packed in 50 kg bags and should be stored on pallets in a dry place.

Scanned with CamScanner

Cement Silos

- The **cement silo** allows the product to be stored in bulk, keeping costs to a minimum.

- Storage **silos** are cylindrical structures, typically (3 to 27 m) in diameter and (10 to 90 m).

hight

- In most **silos,** gravity causes grain to flow from the top of the **silo** and out through an opening at the bottom near the center.

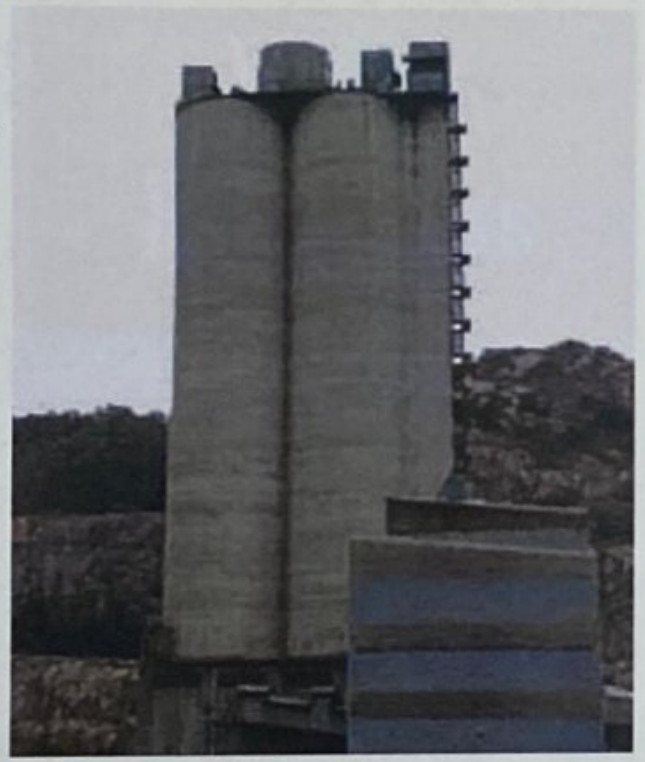
** ال storage tank , hopper , silo كلهم نفس الشي بس ال silo بياخذ vertical length اعلى من ال hopper وآخذ طابع انو مصنّع من ال cement

عنا conical shape من تحت اذا فتحته كل شي راح لينحت by gravity اذا ما كان في رطوبة او مشاكل

Scanned with CamScanner

Cement Silo

* صوامع الكبوب نفسها بتكون موجود بمصانع الـ cement stage آخر بتكون قبل الـ bagged



Scanned with CamScanner

Types of Processes

Wet Process

Dry Process

- In both processes closed-circuit grinding is preferred than open-circuit grinding in preparing raw material.
- Why wet process is replaced by dry process, especially for new plants?

Scanned with CamScanner

Wet Process

- Wet process could be selected as manufacturing technology is when raw materials have natural high moisture content.
- The amount of moisture in mineral sometimes can be even more than 12% as in case of chalk.
- The fuel and power consumption is higher than dry process.

Scanned with CamScanner

Physical properties of cement

* في جهات رقابية مثل المواصفات والمقاييس بالباكي في quality و standard متفق عليه لصناعة الاسمنت هاي ! standard مبنية على physical & chemical properties لهاد الاسمنت

Scanned with CamScanner

Physical properties of cement

- **Compressive Strength**
  - Compressive strength of cement is tested by 50 mm cubes made by using standard sand and cured in a prescribed way.
  - Tested under a compression testing machine. The strength of cement varies with time, therefore in general it is reported as 3 day, 7 day or 28 day strength.

* حسب الخلطة اللي بتعملها وحسب الـ physical properties تكون قوة الكسر لـ cement بعد 180 اي قد ما بدك

يا خلطة انت صنعتها او خلطة جاهزة وبدك تاخد منها عينة وتفحصها

* في عنا عملية الـ (hydration rate) setting لازم تاخد عينات بعد 3 ايام وبعد 7 ايام وبعد 28 يوم لكل يوم في standard لقوة كسر مختلفة للاسف بعد 28 يوم المفروض انو قوة الكسر بتثبت

Scanned with CamScanner

عملنا عينة ع شكل مكعب من الcement وحطيناها ع جهاز الcompression وضغطناها لحتى نكسر ، الstrain يكون هون -ve لانك قاعد بتقلل الthickness لا تنكر بعطيك شو القوة اللي استهلكها هاد الجهاز

Scanned with CamScanner

Physical properties of cement

- **Heat of Hydration** (exo rxn)
  ↳ indirect property of hardness of materials

كل ماكانت الـ heat of hydration عندي smooth وما بتعمل تشققات بالخلطة معناها قوة الصلابة للخلطة عالية جدًا

- The heat generated during the reaction of cement and water is known as heat of hydration.

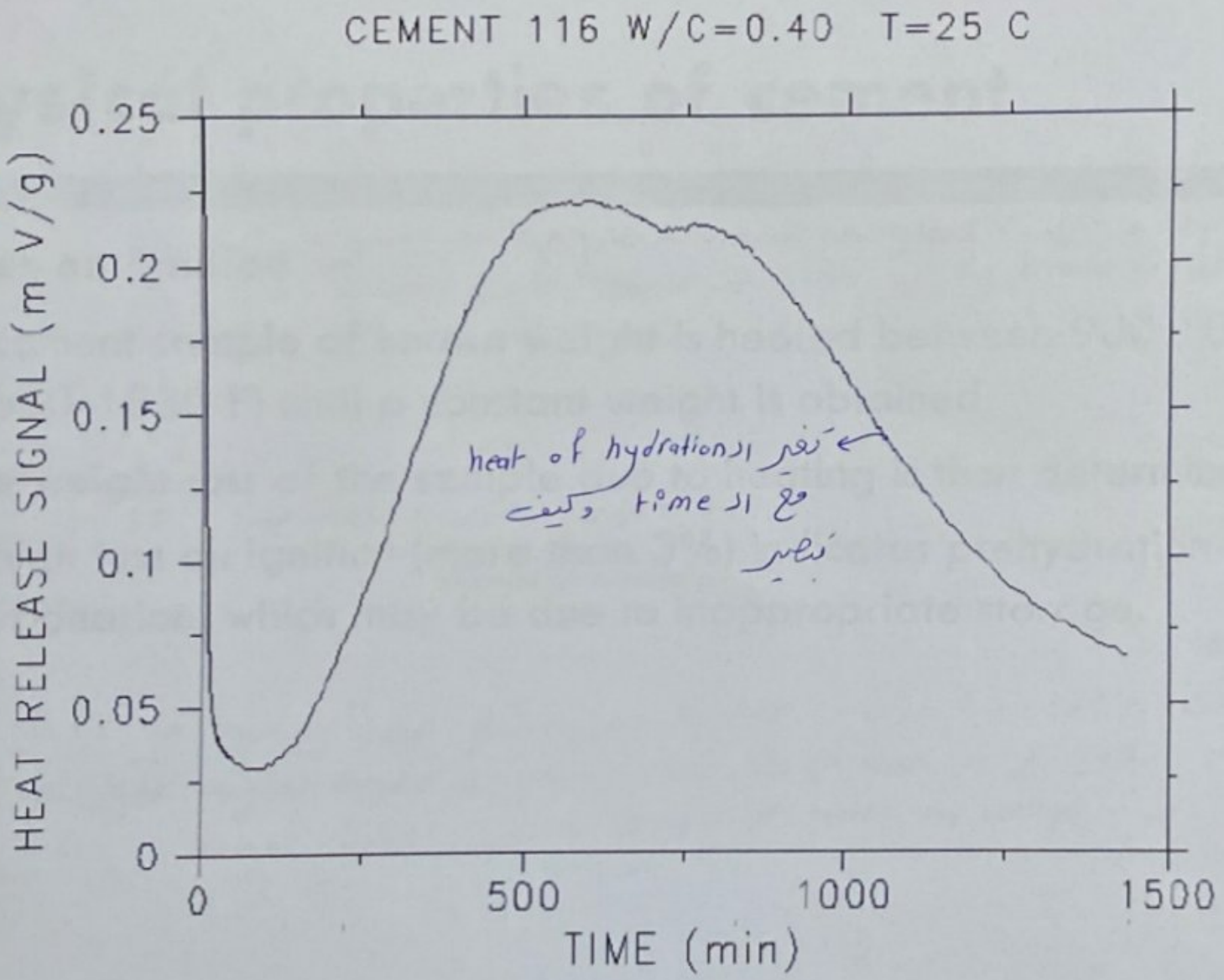
- The factors affecting heat of hydration are C_3A, C_2S. water-cement ratio. Fineness of cement and curing temperature.

↳ (exo rxn)

- Conduction calorimeter is used to test heat of hydration.

حضّر الخلطة وثبت فيها كل الـ elements واختبر الـ heat اللي عم تطلع منه الخلطة - بوقتلك لظروف والتسايخ كإنو بحاكي 28 يوم او بوقت اللي انت متوقع بصير فيه الـ heat of hydration.

Scanned with CamScanner



Scanned with CamScanner

Physical properties of cement

- **Loss on Ignition**

اي material اذا حطيتها هوا حره واعملها heating بدون ما تحرقها - ع 100°C تخسر المي - ع اد 550 اي Volatile carbon طير - ع اد 1200 اي شي organic بتأكسد - بعد 1200 بضل عندك ash

- A cement sample of known weight is heated between 900-1000 C (1650-1830 F) until a constant weight is obtained.
- The weight loss of the sample due to heating is then determined.
- A high loss on ignition (more than 3%) indicates prehydration and carbonation, which may be due to inappropriate storage.

هيك لازم الـ losses باد الـ weight تبعدا اد 3%

* شو عملوا هون ؟!

جابوا الـ cement وحطوه ع جهاز فيه ميزان و heater وبلش لشتغل الجهاز مع الـ heating الـ time قاعد يبعد واد curve عم يترسم وبكيك كم اد losses اللي طهار باد material على الـ original weight هيك نسبة اللي فقدناها - بضل اضل weight واد losses عم بزيد حد ما يصير الـ weight constant

Scanned with CamScanner

Physical properties of cement

□ Fineness ,or particle size

- Particle size affects rate of hydration which is responsible for the strength gain.
- The smaller the particle size, the greater the surface area to volume ratio which means more area available for water –cement reaction per unit volume approximately 95%of cement particles are smaller then 45 micron with the average particle size about 15 micron.
- Fineness can be tested by turbidity meter test, 45 micrometer sieve and electronic particle size analyzer.

Scanned with CamScanner

الايام هاي الناس قاعدة بتحاول تزيد الـ efficiency بـ Volume اقل ، بدل ما نعبي
الارض معدات بنطلع vertical diameter قليل ، length قليل
و surface area عالي بالذات بالـ packed bed & fluidized bed

Scanned with CamScanner

في نوع autoclave للنفايات الي من خطرة وبنفس الوقت ما بقدر اخطها مع ال solid waste تبعت البلدية (مثلاً بشاش و براشف عرفين اجره كانت مكسورة) اشي الي متل هيك بنوديه ع autoclave خاص بكونه في غرفة بتفرم كل شي وبنفس الوقت بكونه في steam و high pressure لمدة حوالي نص ساعة بعدين بتشيل العجنة منه وهلأ بكونه صار solid waste وبقدر ارميها مع البلدية

Physical properties of cement

Soundness

يعني صلابة او قوة

لما خلطت الخلطة وحطيتها بقالب ولما تشنفت اعطني صلابة ونفس الشكل والابعاد بتكون القالب ما انكمشت ولا تمددت ولا تغير شي

يعطيك شي ثابت ولما يخلي ثابت معناها الخلطة homogenuous strength اكبر

Soundness refers to the ability of a hardened cement paste to retain its volume after setting.

الخلطة عشان تشت ← يعني جزء من الطيار ما وصله cement او فيها حاجة بدون cement السبب بتكون ال setting - او عكسه الـ Geometry - مختلف مثلاً بتكمش او بتطلع او بصير فيه شرخ

lack of soundness is observed in the cement samples containing excessive amount of hard burnt free lime or magnesia.

علاقة عكسية مع الـ saundness

- Autoclave expansion test is used to determine soundness of cement.

جهاز متل فرن بتستخدم فيه steam و بتستخدم فيه pressure عالي بستخدموه للتعقيم متل تعقيم الادوات الطبية . بكون الجهاز متل الماكروبيف بعطيك حرارة steam حوالي 220°C وضغط عالي بتفتح تلقائي برضو بستخدموه للتعقيف by steam كل شي معقم لكنه اكبر شي بتطور فيه التعقيم متل استخدامه بتعقيم الادوات الطبية

healing element ← steam

بتعمله test بس يطلع فيه autoclave بتشوف خس الـ Geometry تبعه ولا لا وهل بعده محتفظ بالقوة تبعته ولا لا

Scanned with CamScanner

← الحلو بال autoclave انو بعمل aging - يعني عينة الـ cement بالشمس بدها
اسبوع حتى تجف وتأكد من الكواشف الضيائية تبعتها - لكن بال autoclave خلال
نص ساعة بتتعرض هاي العينة لعوامل بيئية تعادل اسبوع ← وهي انواع
حطوا فيها طبعة zenon شدة الاشعاعة منها بتكون عالية جداً ، بساعة
من التعرض لهاد الـ zenon بعادل سنة كاملة مشمسة فبستعملها عا بدنا
نشوف تأثير الضوء على عينة معينة خلال فترة قصيرة

← بنقدر نحاكي الجو اللي بدك اياه داخل الـ autoclave
بدك humide ← حط steam
ارفع الحرارة ← high temp
⋮

Scanned with CamScanner

* * اكثر مشاكل الاسمنت لما ينصب اذا ما عمل Flow - عشان هيك داعماً بالصبات بكون في واحد معاه مثل مرودة او مثل جنزير برموه جوا الخلطة ومربوط بـ Vibrator يصير الجنزير يرج وينصير الخلطة الا كمنتية تدخل وتدخل بين حديد

Physical properties of cement

اهم الصفوحات اللي بعملوها على الـ cement

Consistency

- Consistency of cement paste refers to its ability to flow.
- Normal consistency pastes are required to be prepared for testing cement specimens
- A paste is said to have a normal consistency when the plunger of apparatus penetrates it by **10+1 mm**
- The corresponding water cement ratio is reported .

Scanned with CamScanner

Physical properties of cement

Setting Time

Initial setting time is the time that elapsed from the instance of adding water until the pastes ceases to behave as fluid or plastic.

It is measured as the time elapsed between the moments when water is added to the cement to the time when the square needle penetrates a depth of 33 to 35 mm from the top of the mould.

The initial Setting Time **should not be less than 30 minutes for Ordinary Portland Cement.**

Vicat Apparatus

Scanned with CamScanner

اللي صار انو لما حضرنا الخلطة بلش عنا اد hydration rate وصار عنا cross linking

وصار في بالداخل مثل شبكة، بالتالي لما بتحول اد structure من linear الى cross linked

بتعطي viscosity عالية بالتالي اد penetration فيه بصير قليل وكل ما كان الـ structure cross linked اكتر 3D كل ما كانه اد flow بيصير اقل

Scanned with CamScanner

Physical properties of cement

- **Setting Time**

The time at which cement completely loses its plasticity and became hard is a final setting time of cement.

The time taken by cement to gain its entire strength is a Final setting time of cement.

For Ordinary Portland Cement, The Final Setting Time is 600 minutes (10hrs).

Vicat Apparatus

Scanned with CamScanner

Microscopic Images of Clinker

وعطيك كيف الخلطة اتخلصت **

وكيف كونعت ال additives

او ال element بداخلها

surface ع ← scaning **

str. ال ← tim

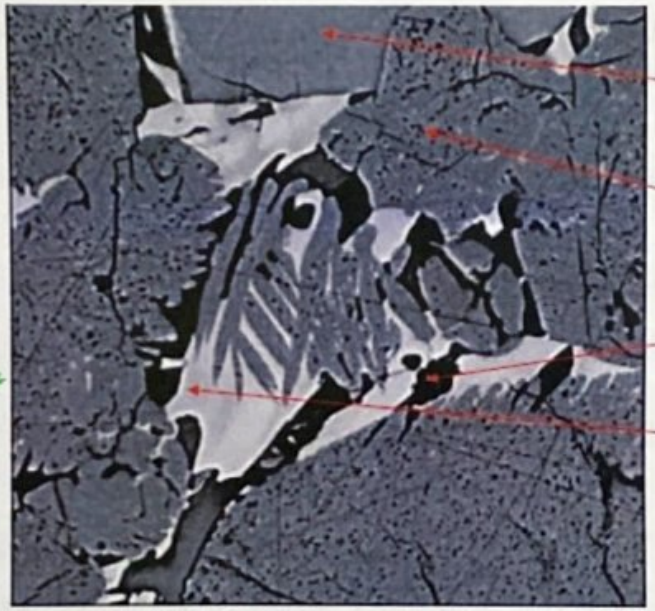
3D ك

depth ع بنزل ← sim **

scaning بناخد مقاطع وبنعمل

tim ← اذا بدك ناخد الخلطة

كاملة



Alite impure form of C_3S

Belite C_2S with SiO_2 and CaO

Ferrite

Aluminate

Scanned with CamScanner

هاي اخدوا عينات و محلولنا
و قالولنا شو تركيبة الـ cement

QC: Analysis of Portland Cement (%)

Na_2O
K_2O

الـ MgO و الـ alkali oxides موجودين بالنوع التاني والتالت وهاد اشي اللي ممكن نسأل عنه بهاد الجدول

	CaO	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	Alkali Oxides	SO_3
	Regular Cement						
Minimum	61.17	18.58	3.86	1.53	0.60	0.66	0.82
Maximum	66.92	23.26	7.44	6.18	5.24	2.9	2.26
Average	63.85	21.08	5.79	2.86	2.47	1.4	1.73
	High-Early-Strength: High C_3S						
Minimum	62.7	18.0	4.1	1.7	-	-	2.2
Maximum	67.5	22.9	7.5	4.2	-	-	2.7
Average	64.6	19.9	6.0	2.6	-	-	2.3
	Low-Heat-of-Hardening: Lower C_3S and C_3A, Higher C_2S and C_4AF						
Minimum	59.3	21.9	3.3	1.9	-	-	1.6
Maximum	61.5	26.4	5.4	5.7	-	-	1.9
Average	60.2	23.8	4.9	4.9	-	-	1.7

Scanned with CamScanner

Chemical analysis of cement

- SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3, CaO, MgO, SO_3, K_2O, Na_2O, TiO_2, P_2O_5, Mn_2O_3, SrO, Cl and Br using X-ray fluorescence (XRF).

لكونه بمادة powder وبحطوها تحت المايكروسكوب
وهاد قادر انو يعطي الشكل والـdiameter والمكوّن

Scanned with CamScanner

الأنسين الرئيسي ← Natural gas & Biogas

بس CH4 و CO2 عبارة عن Biogas اما الـ another hight-gases معه بيجي natural gas

Environmental impact

- **Environmental impact caused by emissions into the air**

اسوأ شي بالمصانع الاكسجين هو تلوث الهواء - لكنه حاليا أصبح في مراقبة أكثر والمصانع نفسها صارت تستفيد من هاد الـ dust اللي طالع ويرجعوا يستخدموه

الـ dust اللي طالع عبارة عن املاح وهاي كلها بتعمل مصايب

- Atoms dirt (damage to the respiratory tract)

اكثر بالفحم الزيتي

بتكون high عند مصانع الـ cement

- Sulfur Oxides (acid rain) → SOx

- NOx (can combine with hemoglobin cells to limit the ability of blood to carry oxygen)

** وليه ما في SOx بتكون في NOx دايما متلازمات الى حد ما بالذات لما تكون الفحم Fuel

طبيعي جدا في تفاعل احتراق اشي بتكون موجود

عنا 6 غازات تم اعتمادهم

- Carbon dioxide (greenhouse gases that cause global warming)

العملة اللي حولوا اليها كل الـ other greanhouses gas

وتحويلهم للغة الـ CO_2 equivalent تأثير كل وحدة بالجو بعادل كم جزيء من الـ CO_2

** تأثير هيدا ع الاحتباس الحراري 35 مرة ضعف الـ CO_2 لهيك الأفضل الفحم الـ CH_4 ويطلع ع الجو كـ CO_2 اهسه ما يطلع كميشان ع الجو

** مشكلة الفحم الزيتي بالاردن انو في نسبة sulfur عالية

** تأثير الـ N_2O ع الاحتباس الحراري 250 ضعف الـ CO_2

Scanned with CamScanner

* * مصانع الاسمنت فيها حرارات لكل حي لانها تتعطي Complete destruction by heat

لانها ع حرارة 1200°C لهيك المفروض انها قادرة على تدمير اي حي ، لهيك صارت مصانع الاسمنت احسن مكان حتى تتخلص فيه من النفايات مثل الطعام الفاسد والجذرات وغيرها ...

بكون في فلاتر بعد الحرق بالتالي ما في حي بطلع برا

لهيك مصانع الاسمنت افضل System حكتله تتخلص فيه من النفايات وصاحب المصنع بستفيد من الـ Heat اللي بيجي مع النفايات

Scanned with CamScanner

Environmental impact

- **Environmental impact resulting from the liquid waste**

- oils and lubricants resulting from garages and workshops

الشحمة - بنضيفها على الـ
mechanical movable parts
corrosion, Friction حتى ما يصير
وتصل الحركات Smooth

Scanned with CamScanner

Environmental impact

- **Environmental impact resulting from the disposal of solid waste**
  - Atoms dirt minute of crushing and milling operations (lead to serious risks to the population surrounding environment in case of high proportion of these pollutants in the air)

* معروف وليه ما في crashers و millers بتكونه في dust

Scanned with CamScanner

POTASH

http://www.arabpotash.com/Pages/viewpage.aspx?pageID=29

- من اكبر الصناعات بالاردن وتعتبر الاردن رائد في صناعة البوتاس ع مستوى العالم
- يتم استخراج البوتاس بعدة طرق من شركة البوتاس العربية بالبحر الميت

Scanned with CamScanner

What is Potash?

3

- Potash refers to any of various salts that contain potassium (symbol K in the periodic table of elements) in water-soluble form.
- The most common potassium-bearing salt in nature is potassium chloride (KCl).

Where does the name come from?

4

- The term 'potash' is derived from 'pot ash', after the old method of extracting potassium carbonate (K_2CO_3), which consisted of leaching wood ashes and evaporating the resulting solution, leaving a white residue called 'pot ash'.

Scanned with CamScanner

How does potash occur in nature?

5

- Potassium is the seventh most common element on earth, which can be found in heavy soils and sea water, which typically contains 390 mg/l K.

- Large potash bearing rock deposits occur in many regions of the world deriving from the minerals in ancient seas which dried up millions of years ago.

- Potash is mined from these deposits in most potash producing countries.

- The Dead Sea is also a natural reservoir of many minerals, including potash, which is found in high enough concentrations for commercial production.

What is it used for?

6

- More than 90% of potash produced in the world is used for fertilizers.

- It normally requires simple separation from salt and other minerals and physical grading into a form suitable for fertilizer manufacture or farm spreading.

Scanned with CamScanner

Why do we need potash?

7

- Potassium is one of the three principal components of fertilizers, which are labeled by their N-P-K content (nitrogen, phosphorous and potassium).

العناصر الاساسية حتى اعتبر
المركب سماد

- potassium raises yields and food value, builds disease resistance, and it improves shipping, handling and storage qualities of crops. → يسرّع تكوين الجذور

لمحاصيل بالتالي تكون جزء من المحصول ثمراكبر عالية ، راح تحافظ ع شكله اثناء الشحن والتخزين والنقل وتوطيها استقرار ميكانيكي بحيث انها ما تنكسر وتحافظ عليها من تكون العفن والطحالب

- An adult human requires around 2 grams/day of potassium and typical intakes are 2.8 - 4.5 grams/day, from milk and dairy products, fruit juices, root vegetables, and bananas which are a rich source of potassium. Potassium consumption is part of a healthy diet.

نسبح مستوى الصحة البشرية

← في balance بين الصوديوم والبوتاسيوم بجسم الإنسان لازم نحافظ عليه

Potash Production Process

8

Arab Potash Company (APC) has the capacity to produce an approximate total of 2.35 million tons per year of potash via its four plants in Jordan:

الطاقة الانتاجية السنوية

العمليات اللي بتصير داخل الشركة لانتاج البوتاسيوم

1. The Hot Leach Plant (HLP).
2. The Cold Crystallization Plant (CCP I).
3. The Industrial Potash Plant (IPP).
4. The New Cold Crystallization Plant (CCP II).

Scanned with CamScanner

Operations

9

1// □ The site of Arab Potash Company (**APC**) is located 110 kilometers south of Amman and 200 kilometers north of Aqaba.

يتعمد الموقع هاد على برك تم تجهيزها باطراف البحر ميت ع شكل ponds بتعمد ع اد evaporation

2// □ The site is basically a Solar Evaporation Ponds System of an area of 112 km^2 and processing plants.

بستخدم اشعة الشمس

3// □ APC produces four grades of potash: standard, fine, granular and industrial grade potash .

بتم انتاج اد KCl ع اربع درجات

① ② ③ ④

① بتملوا برك ← ② بتطلوا منها sat'd solution من البحر ميت ← ③ بتصيرها evaporation عليه باستخدام اشعة الشمس

④ بالاخير بتم تحضير اد raw feed اللي هو بتدخله ع اد process plant

3// ← بتعتمد ع اد contents و ع اد purity لـ KCl بوجود بكل grade من هاد اد potash

Potash Production Process

10

□ Dead Sea brine is pumped to solar ponds at the Dead Sea Pumping Station, and an initial concentration process is developed.

محلول ملحي

لما تصير عملية evap بزيد تركيز اد salt بال solution وبلش اد crystals تتكون

□ The solids formed in the brine precipitate to form salts in the ponds.

بتم سحب اد salt من هاي البرك للارباح وصانع داخل الشركة العربية للبوتاس

Scanned with CamScanner

Operations

11

- Solar Ponds: The process starts at the Brine Intake pumping station where four intake pumps with a capacity of approximately 20 m^3 per second deliver 250 - 300 million tons per year of Dead Sea water.
- The precipitated raw material for producing potash is precipitated as mixture of Carnallite ($KCl.MgCl_2.6H_2O$) and NaCl.
- This bed is harvested as a slurry from beneath the brine and delivered to booster pumps on the dikes and then to the refinery through floating pipes.

Operations

12

Floating pipes

Scanned with CamScanner

Operations

13

Carnallite harvester

الحصّادة اللي بتحصد carnallite. ← Nacl و

وبأخذه الى المصانع الاربعة

14

Processing Plants

Scanned with CamScanner

Processing Plants

1. The Hot Leach Plant

APC utilizes the hot leach process technology to produce high grade standard and fine potash, which includes the following units of operation:

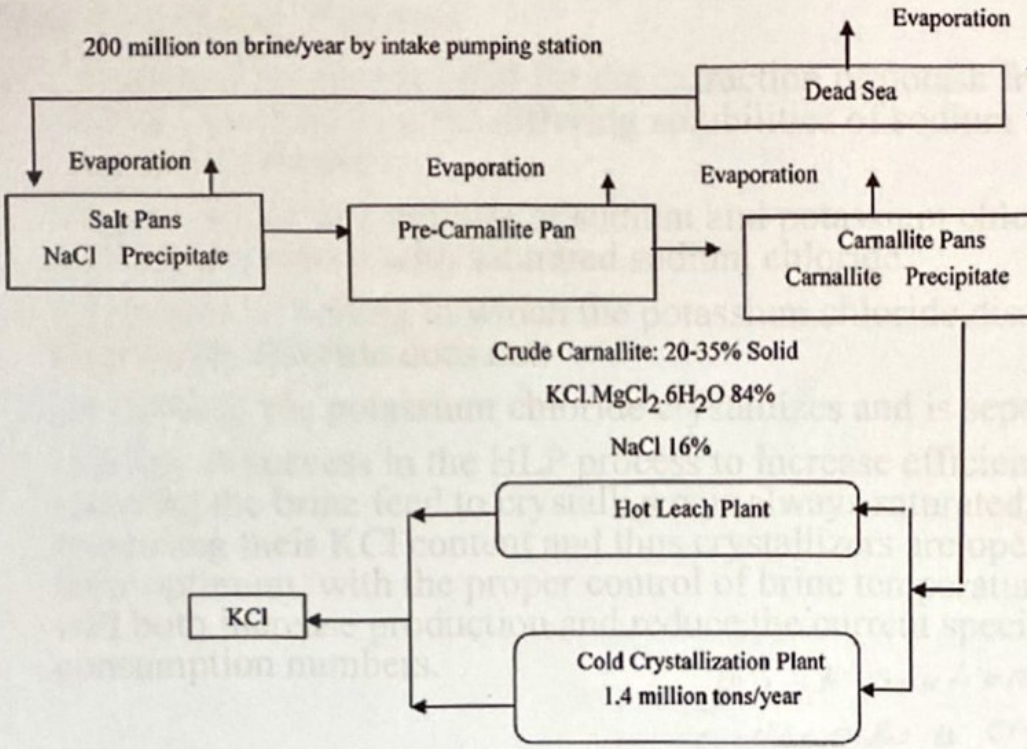
- Carnallite Processing;
- Sylvinite Processing;
- Crystallization;
- Product Dewatering;
- Drying;
- Screening.

Carnallite ($KCl.MgCl_2.6H_2O$)

Sylvinite : KCl+ NaCl

The Hot Leach Process

17

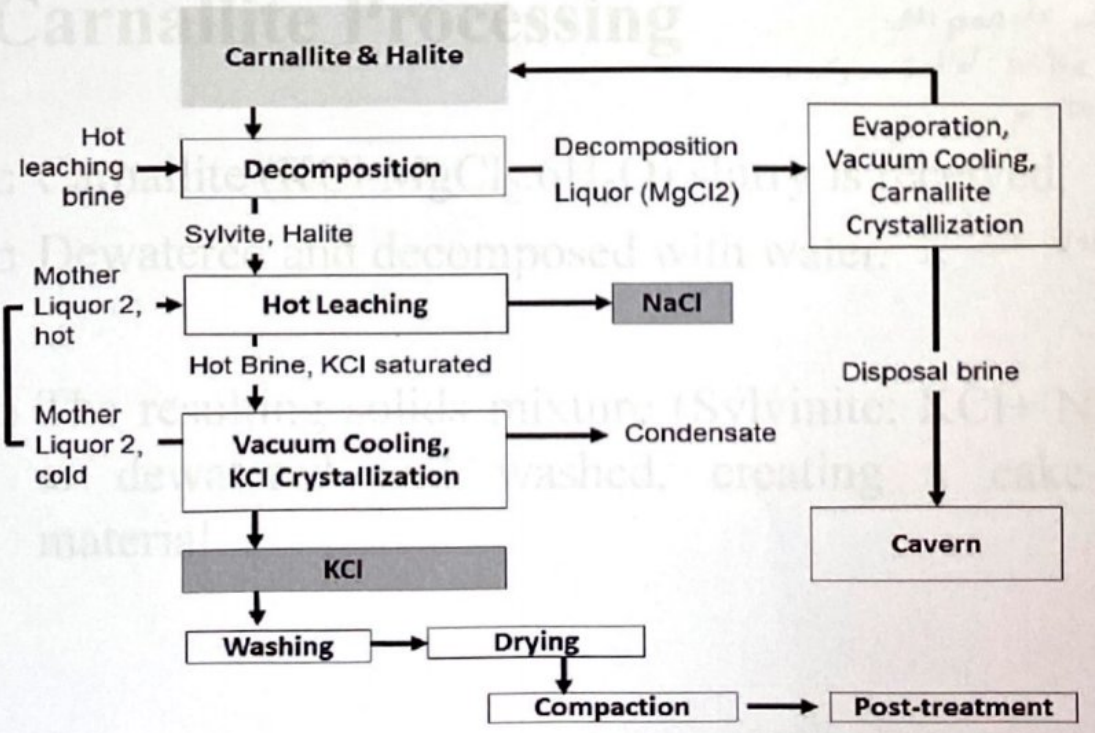


يرتفع تركيز brine الـ بسبب الـ evap.

two seperation Methods لهيا منفصل.
three treatment units و

The Hot Leach Process

18



Scanned with CamScanner

بدنا نسحب هاد الـ mixture مو KCl و NaCl ، الـ KCl راح يذوب داخل الـ mixture بالماي بنقدر نسحب الـ crystals تبعت NaCl اللي ما ذابت مو KCl وهو الـ stream اللي فوق بنسحب الـ solution اللي جواته ذايب

19

Hot Leaching Process

- A process first used in 1860 for the extraction of potash from sylvinite ore based on the differing solubilities of sodium and potassium chloride.
- The ore, which is a mixture of sodium and potassium chloride, is crushed and mixed with saturated sodium chloride.
- It is heated to boiling in which the potassium chloride dissolves but the sodium chloride does not.
- On cooling, the potassium chloride crystallizes and is separated.
- The key to success in the HLP process to increase efficiency is ensuring the brine feed to crystallizers is always saturated, thus increasing their KCl content and thus crystallizers are operated at their optimum, with the proper control of brine temperature. This will both increase production and reduce the current specific steam consumption numbers.

الهدف انو الـ solution اللي داخل ع الـ crystallizer تكون مشبع بالـ KCl بالماي بتم عملية تكون الـ crystals تبعت الـ KCl

Plant Processing/ Hot Leach Plant

20

Carnallite Processing

هيناه مو الـ ponds اللي صار فيها sat'd brine وبترسب بالـ bottom

- Carnallite ($KCl.MgCl_2.6H_2O$) slurry is received,
- Dewatered and decomposed with water. → حتى نفصل NaCl عنه
- The resulting solids mixture (Sylvinite: KCl+ NaCl) is dewatered and washed, creating a cake-like material.

Scanned with CamScanner

Plant Processing/ Hot Leach Plant

21

Sylvinite Processing

- Sylvinite cake is leached. Heated brine returned from the crystallization stage is used for leaching the potassium chloride (KCl) solids.
- The hot KCl-saturated brine is clarified in a thickener, and then the overflow is pumped to the crystallization stage.
- The underflow slurry containing sodium chloride crystals is dewatered, repulped with waste brine and pumped to tailings.

Plant Processing/ Hot Leach Plant

22

Crystallization

- Hot brine is cooled successively in a six-stage vacuum crystallizer system.
- Upon cooling, the KCl decreases in solubility and crystallizes under controlled conditions.

Scanned with CamScanner

Plant Processing/ Hot Leach Plant

23

- **Product Dewatering** – Potash slurry from the crystallization stage is dewatered using hydro-cyclones and centrifuges.

- **Drying** – Cake from the centrifuges is conveyed to the rotary dryer to remove the last traces of moisture entrained with the crystals. The product is then sent to the screening unit, while the dust is collected using high-efficiency cyclones.

Plant Processing/ Hot Leach Plant

24

- **Screening** – The product is segregated into standard and fine grades, and an anti-caking agent is added to both products in controlled amounts to minimize potash's natural tendency to agglomerate during storage and shipment.

- **De-dusting Systems** – Specially installed systems, such as bag filtration units and high-efficiency cyclones minimize environmental impact and potash losses as dust.

Scanned with CamScanner

2. Industrial Potash Plant: (IPP)

Industrial grade Potash (KCl) is the premium form of Potassium Chloride (99.2% KCl min.) that is produced to meet the needs of the non-fertilizer sector.

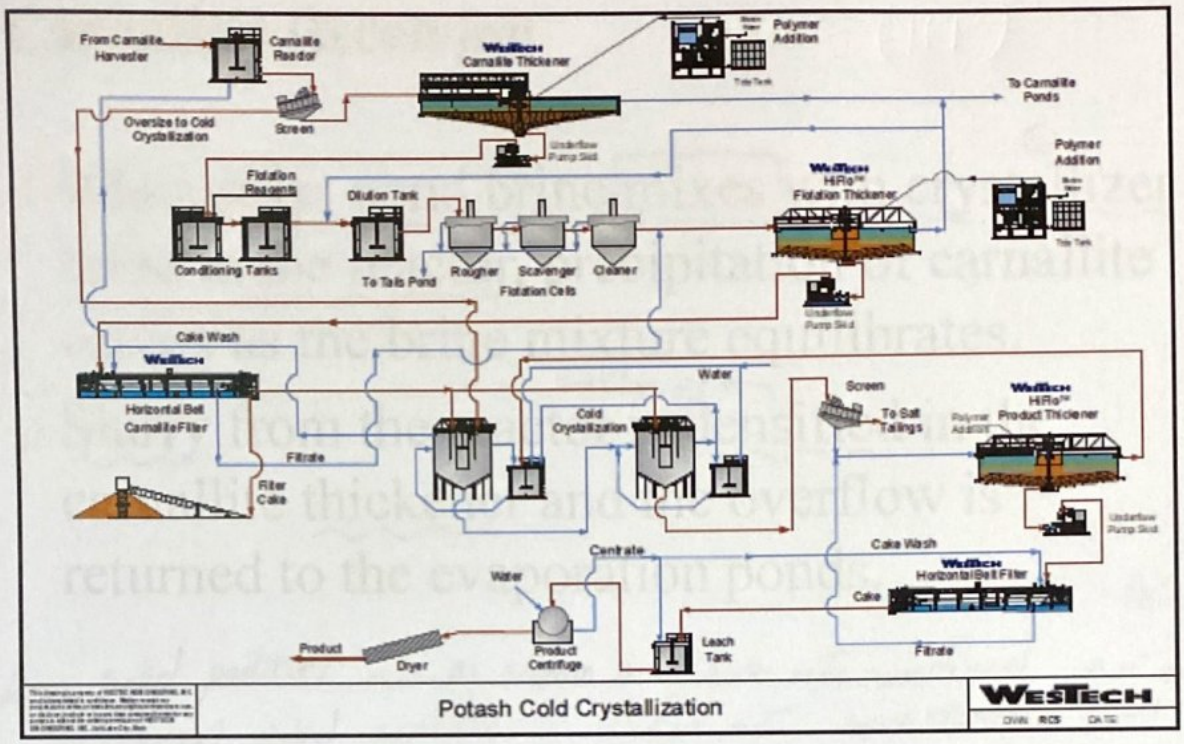
3. Cold Crystallization Plant I: (CCP I)

- The cold crystallization plant is independent of the hot leach facility.
- It is operated under ambient temperature and therefore requires less energy.
- It includes the following processes: Carnallite Receiving; Flotation; Crystallization; Cold Leaching; Drying.

Scanned with CamScanner

Cold Crystallization Process

27



Plant Processing/Cold Crystallization Plant

28

Carnallite Receiving

- Crude carnallite slurry is first beneficiated by wet screening to separate the high-grade carnallite fraction, which is about one quarter of the solids.
- This high-grade carnallite (coarse carnallite) is fed directly to the cold crystallizers.
- The screen undersize slurry is mixed with brine discharge from the cold crystallizers overflow, which is at or near saturation, in a draft tube reactor.

Scanned with CamScanner

Plant Processing/Cold Crystallization Plant

29

Carnallite Receiving

- When solar pond brine mixes with crystallizer brine in the reactor, precipitation of carnallite occurs as the brine mixture equilibrates.
- Slurry from the reactor is densified in the carnallite thickener and the overflow is returned to the evaporation ponds.

Plant Processing/Cold Crystallization Plant

30

Flotation

- Carnallite thickener underflow is beneficiated by a flotation technique, in which sodium chloride is floated and pumped to the tailings area.
- Sink slurry is settled in a flotation thickener, the overflow of which is used as make-up brine to the flotation cells and the excess is pumped to the carnallite thickener. (underflow)
- Flotation thickener underflow is dewatered in centrifuges.
- Centrifuge cake (fine carnallite) is conveyed to the cold crystallizers and the effluent is recycled to the flotation thickener.

Scanned with CamScanner

Plant Processing/Cold Crystallization Plant

31

Crystallization

- Coarse carnallite and fine carnallite are decomposed in a two-stage crystallizer system in the presence of water. Potassium chloride crystals are formed in the crystallizers.
- Crystallizer discharge slurry is wet screened to remove large particles of carnallite and/or sodium chloride.
- Screen oversize is pumped to the tailings area along with flotation overflow slurry. Screen undersize is directed to the leaching area.

Plant Processing/Cold Crystallization Plant

32

- **Cold Leaching**
  In order to remove adhering high magnesium chloride brine from the crystallizer product, two-stage leaching and dewatering centrifuges are used to reduce the magnesium chloride content in the product down to the allowable limit.
- **Drying**
  Second-stage centrifuge cake is dried to 0.1% moisture content in a co-current, rotary dryer. The product is then cooled in a rotary cooler by a counter-current air stream.

Scanned with CamScanner

Plant Processing/Cold Crystallization Plant

33

4. Cold Crystallization Plant II

نفس الأولى بس زدنا عليها شوية unit بشكل control system أكتر والتحكم بكل أعلى

- A second Cold Crystallization Plant (II) came into service in late 2010 to give a total production of 450,000 tpy. The new plant is similar to the Cold Crystallization Plant I, but it has certain modified processes and more advanced technology, mainly in crystallization, flotation, screening, leaching and other areas, and an advanced control system (DCS) was incorporated to facilitate control of various processes. Highly efficient dust collection systems were included in the new plant to ensure minimum dust emissions into the surrounding environment, and a new compaction plant was also installed to produce more than 260,000 tpy of high quality granular potash. The new compaction plant comprises a post-treatment unit intended for enhancing the quality of granular potash.
- https://alchetron.com/Arab-Potash

Quality control

34

- **Standard/ fine grade**

CHEMICAL			
Chemical Composition	Units	Standard	Fine
Potassium Oxide, as K_2O (min)	%	61.00	62.00
Potassium Chloride, KCl (min)	%	96.50	98.00
Sodium Chloride, as NaCl (max)	%	2.60	1.00
Magnesium Chloride, $MgCl_2$ (max)	%	0.50	0.50
Calcium Chloride, $CaCl_2$ (max)	%	0.06	0.05
Moisture, as H_2O (max)	%	0.35	0.35
Anti-Caking / Amine	-	Added	Added

عادة ككل فيه KCl أعلى من standard.

Scanned with CamScanner

Quality control

35

PHYSICAL			
Tyler Mesh Typical Percentage Retained			
Tyler Mesh	Opening (mm)	Standard	Fine
+10	1.70	1 - 3	
+14	1.18	8 - 15	
+20	0.85	20 - 40	
+28	0.60	40 - 60	0 - 4
+35	0.425	65 - 85	7 - 12
+48	0.30	88 - 95	20 - 40
+65	0.212	93 - 99	45 - 65
+100	0.150		75 - 85
+150	0.106		80 - 90
Guaranteed (Tyler Mesh) [mm]		90% min. between (10-65) [1.70-0.212]	70% min. between (35-150) [0.425-0.106]

PHYSICAL PROPERTIES		
	Standard	Fine
Stowage Factor	36	34
Bulk Density (MT/m³)	1.299 - 1.358	1.174 - 1.331
Angle of Repose (Degrees)	28.5 - 29.5	29 - 30

Quality control

36

- **Stowage factor,** In shipping indicates how many cubic meters of space one metric tonne of a particular type of cargo occupies in a hold of a cargo ship.

- **Bulk density** is the mass of bulk solid that occupies a unit volume of a bed, including the volume of all inter-particles voids

Scanned with CamScanner

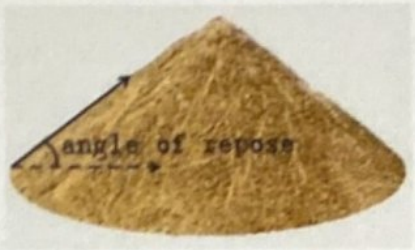
Quality control

37

- **Angle of response:**

  Steepest **angle** of descent or dip relative to the horizontal plane to which a material can be piled without slumping.

زاوية الانحدار أو
الانحدار النسبي



← الزاوية المحصورة بين
الحماس نبع الهرم وبين
horizontal floor الـ
(الخط المماس للارضية)

← يتضمنا ما خزنه المواد
داخل hopper ولا cylons ، الـ part اللي باد bottom
ع شكل conical تكونه زاوية مدروسة حتى يصير انسياب للمادة
بطريقة smooth وما يصير عنا dead zones

Environmental impact

38

- Waste reduction and recycling, environmental protection including prevention of contamination, dust emissions reduction, and improvement of operational efficiency mainly using Natural Gas in production to reduce gases emissions.

  بما انو بنستخدم stream بدنا hot leaching
  نسخنه فيه ، بستخدم عادة الغاز الطبيعي

- APC has applied Environmental Management System since 2001; where recently it is updated version of ISO 14001:2015.

  natural gas ← اقل وقود ممكن ينتج عنه
  انبعاثات او تلوث هواء

Scanned with CamScanner

SURFACE COATING

Reference: Shreve's Book Ch. 24, pp. 380-399

Classifications

* المواد اللي نستخدم للطلاء الاسطح :-

2

معجنة لانو القا لونه وكثيف و بنغطي لونه السطح الاصلي

1. Paints (relatively opaque solid coating applied as thin layer) whose film are usually formed by polymerization. physical rxn وجزء chemical rxn * جزء منها
2. Varnishes (Clear coating). → طلاء شفاف بعطي لمعة ويحافظ ع لونه السطح تحته
3. Enamels (Pigmented varnishes). → بعطي لونه مش شفاف
4. Lacquers (Films formed by evaporation only). → عادة بكون solvent عالبطاي وهاد الـ solvent بتركه وراه طبقة ع شكل film
5. Printing inks → حبر الطباعة

بتعمل طبقة خفيفة لحتى تعمل coating للسطح

فبتعمل طلاء للاسطح coating

Scanned with CamScanner

Types of paints

3

- Solvent-based paints → حاجة الى مذيب مثل الكحول
- Water-based paints → استخدام المياه كمذيب

Raw Materials

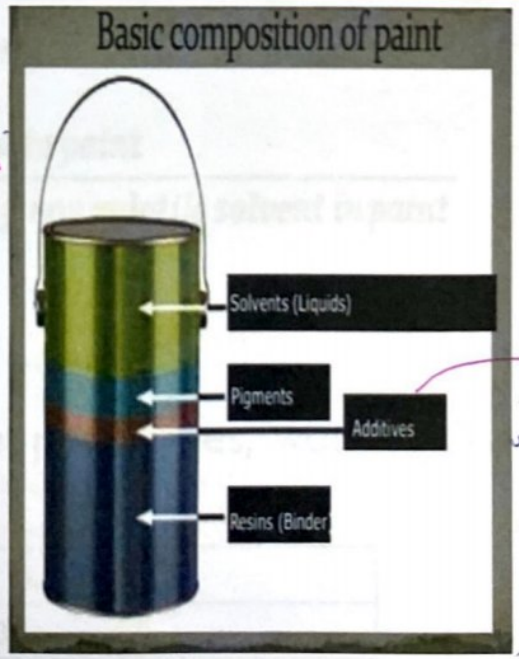
4

- Paint is a composite material of a finely divided pigment dispersed in a liquid composed of a resin or binder and a volatile solvent.

خليط من عدة مواد

موزعة بشكل homo...

تتحمل الاضافة للمواد مع بعضها



تحتوي على مواد صلبة مثل الشان او مواد ملونة او مواد ميكانيكية

Scanned with CamScanner

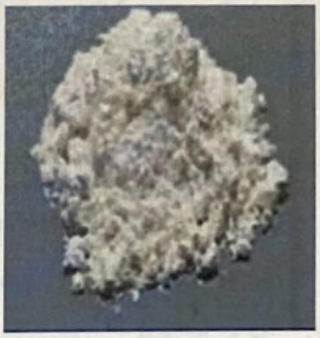
Constituent

5

1. **Pigments** → هي المواد الملونة داخل الدهان وعندها القدرة على تغطية سطح معين بلونه وتغيير شكل السطح

Pigments, gives color and covering power, are finely dispersed solid particles. In some cases they can be used for certain protective properties, such as: rust prevention, and to control gloss levels → الحافظة على درجة معينة للمعة السطح

- Titanium dioxide provide excellent hiding or whitening, and brightening).
- Zinc Oxide (Resists ultra violet light).
- Mica, red lead, carbon black



TiO_2 → solid particle

Constituent

6

- Pigment Volume Concentration

$$PVC = \frac{volume\ of\ pigment\ in\ paint}{volume\ of\ pigment\ in\ paint + volume\ of\ non\ volatile\ solvent\ in\ paint}$$

- PVC control such factors as: تتحكم سيطرة على:

Gloss, reflectance, rheological properties, washability and durability

اللمعة — الانعكاس — الصفات الميكانيكية للدهان اثناء الطلاء مثل اللزوجة

Paint type	PVC %
Gloss paint الدهانات اللي فيها لمعة	25-35
Wood primers	35-40
Exterior house paint	28-36

Scanned with CamScanner

Constituent

7

2. Resins (film former)

- Bind or glue ingredients (pigments and additives)of paint together.
- Provide adhesion to the substrate.
- Provide durability and resistance properties such as: moisture and chemical resistance).
- (Vinyls, cellulose, epoxy, urethane, styrene, and polyesters)

- The binder may be dissolved in a solvent, or in the form of an emulsion or colloidal dispersion in water. This results in solvent-borne and water-borne paints, respectively.

Constituent

8

3. Fillers or extenders

- Fillers are a special type of pigments that serve to thicken the film, support its structure, increase the volume of the paint.
- Fillers are usually comprised of cheap and inert materials such as talc, lime and clay.

Scanned with CamScanner

Constituent

9

4. Solvents

بده يذوب كل الخلطة بالتالي راح يزيد النجانس

- Used to adjust viscosity of the paint.
  بزيدها او بقللها حسب رغبتك
- evaporates, leaving the dry film coating
  thin film طا يتبخر يترك وراه
- Water is the main solvent of the water based paint.
- Solvent based paint can have various combination of solvents including aliphatics, ketones and alcohols.

Constituent

10

Drying oil and fatty acids:

زيوت يمكنه استخداهم لتحضير دهانات الزيتية

الزيوت

- Linseed oil زيت بزر الكتان
- Soybean oil زيت فول السودان
- Castor oil زيت الخروع
- Coconut oil زيت جوز الهند

Scanned with CamScanner

Constituent

11

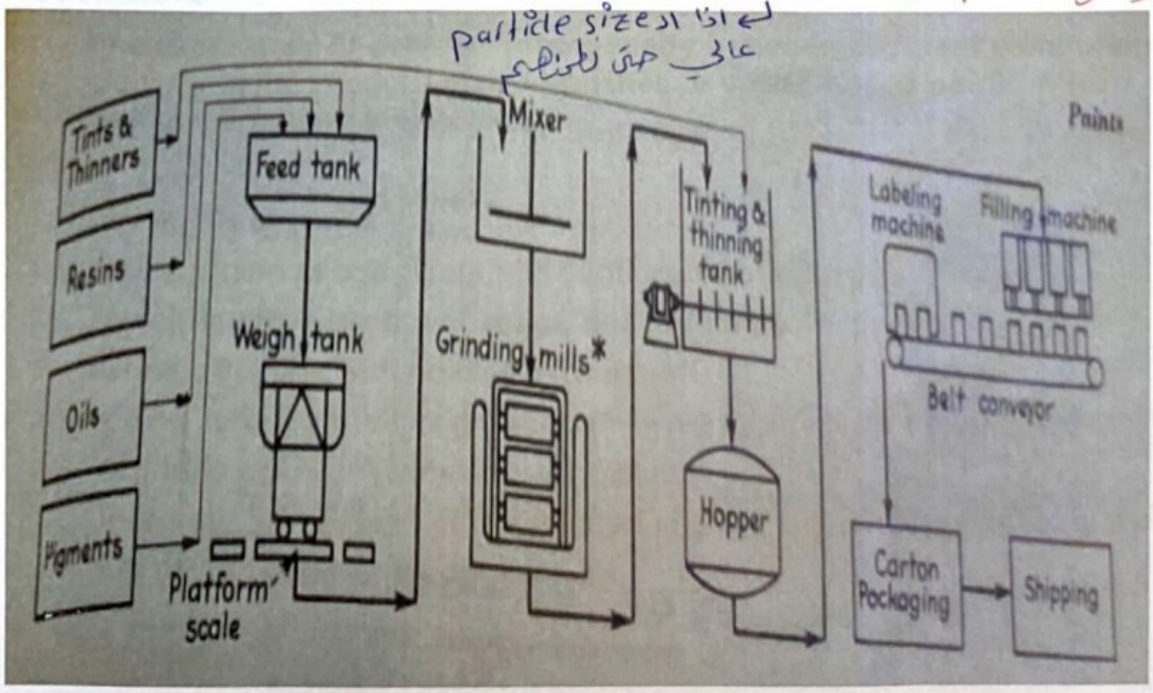
5. Additives

Additives are used in small amounts, to modify the film or paint. Examples are driers, which promote the drying time of some coatings; flow-control agents, which give a smooth surface; defoamers, which prevent the formation of bubbles that could dry in the film; and anti-skinning agents to prevent the paint from forming a 'skin'.

Paints Industry Flowsheet

12

storage
① tank ② mixer ③ Grinding ④ packaging



Scanned with CamScanner

Equipment Used in Paints Industry

13

- Mixers
- Milling machines
- Filters
- Packing machines

اهيانًا بعض particle size على ما انظنه
بعض بتتابع فلتر حتى نحصل على particle size distribution homo.
وناتيه اي سوائل

Equipment Used in Paints Industry

14

1. Mixers

- Mixers are used to achieve **homogeneity between different components**, specially in the production of **varnishes or water-based paints.** Mixers are used in the following operations:

استخدامات الـ mixer

- Mixing oils or resins. زيت مع مواد صلبة
- Mixing pigments and fillers with coating materials.
- Decreasing the viscosity of resins, and varnishes.
- Mixing additives with paints or varnishes.
- Adding solvents or diluting agents (thinner) to paints, to adjust the viscosity.
- Preparing emulsion (water-based) paints.

There are many types of mixers used in paint industry, they differ in their suitability for different applications.

Scanned with CamScanner

Equipment Used in Paints Industry

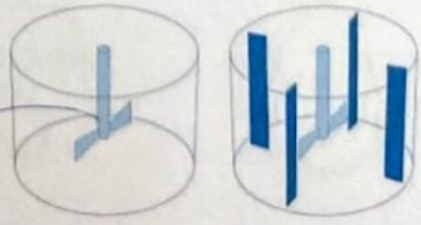
15

- Choice of mixer type depends on the following
- **Viscosity** : mixers types used in preparing pastes differ from those used in the production of low viscosity paints.
- **Density difference between components** : achieving the desired homogeneity depends on the type of impeller, blades design, mixing speed, and inclination of impeller axis with respect to mixing tank axis.
- **Solid particle size :** Some components, such as pigments agglomerates, have relatively large particle size compared to other components. Also volatility of solvents affects the design of mixers and the need for cooling

Equipment Used in Paints Industry

16

- The mixers usually consists of mixing tank, usually vertical, and one or more impeller(s) driven by electrical motor, the mixing tank may also have baffles. The impeller consists of a shaft assembled with one or more mixing blades propellers. Propellers can be divided into two main types, axial and radial flow propellers.



Mixing tanks

Scanned with CamScanner

- mixer أكثر شهور عجلات الدهانات
- (radial mixer)

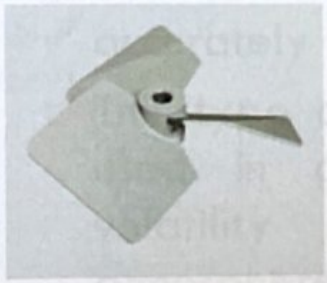
Equipment Used in Paints Industry

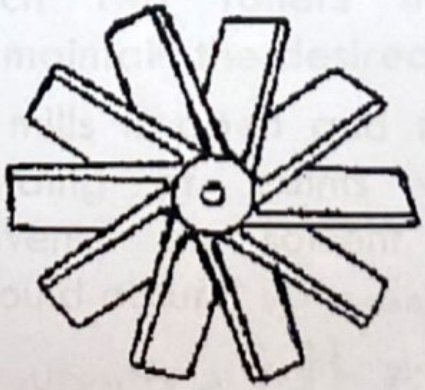
18

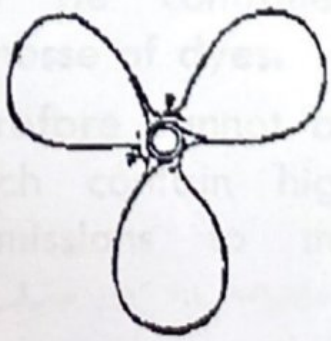
a. Axial flow propellers

Axial patterns run parallel to the blade.

horiz. او جهاز بزوايا معينة عكس تكون plate
تكون موجهة ع axis لف







Propeller

Scanned with CamScanner

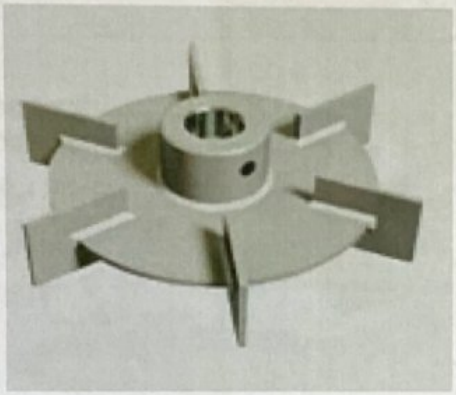
Equipment Used in Paints Industry

19

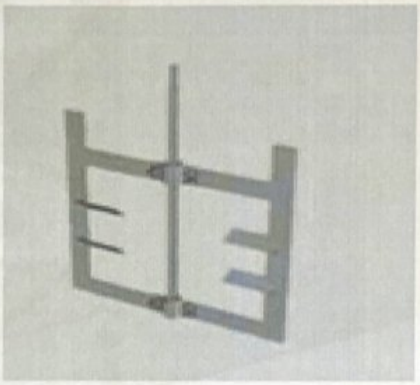
b. Radial flow propellers

Radial patterns run perpendicular to the blade.

disk وفي ع الطرافه الـ plates



Turbine propellers



Anchor impeller

Equipment Used in Paints Industry

20

- **2. Mills**

لما يكون في particle size مختلف بالباي انت فيه part. ع بتحصل بالباي بتعمله عملية تكسير

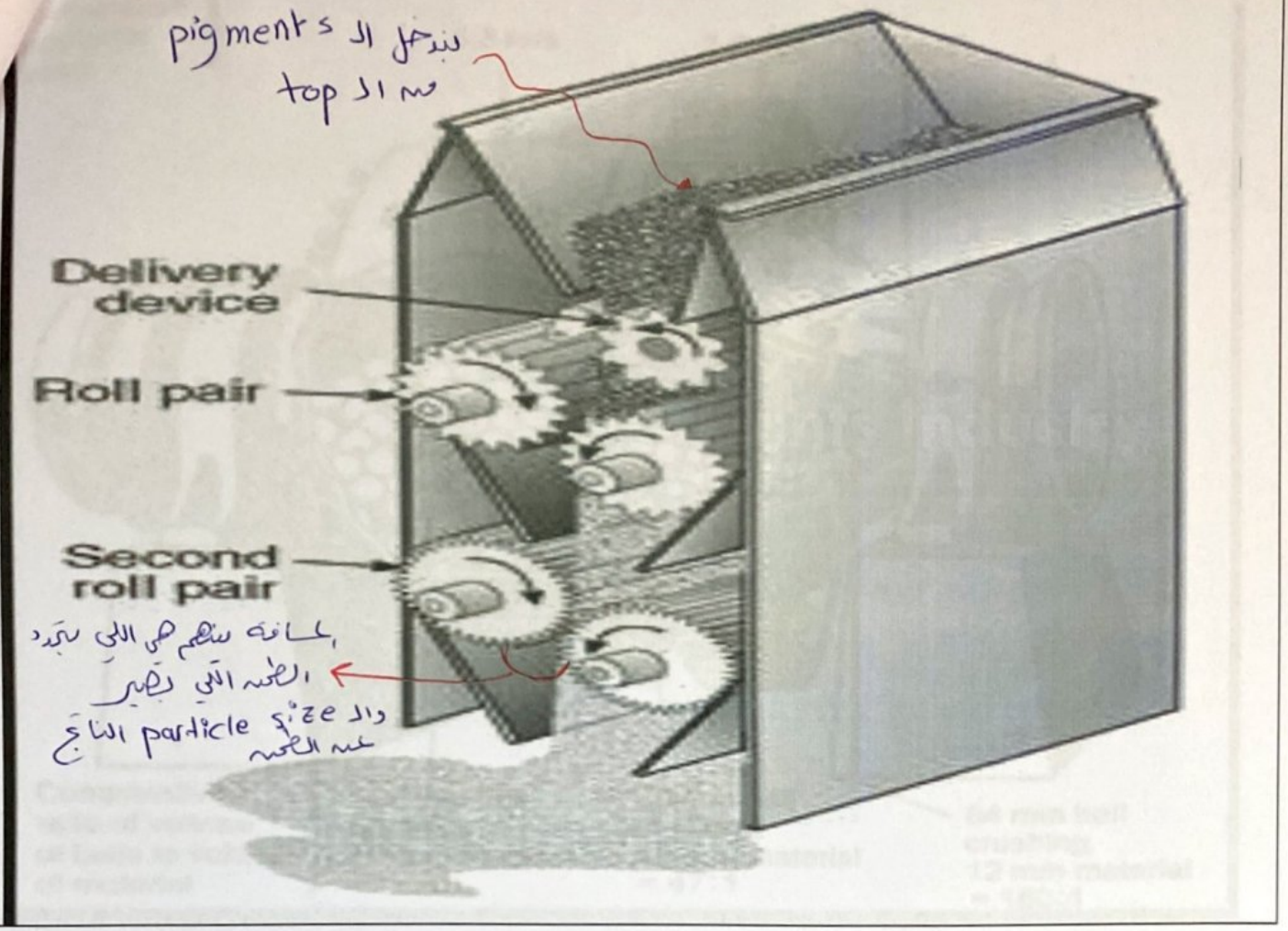
- A. Roller mills

رولات بتمشي عكس بعضها وبمسافة بين كل رول و لتاني هي اللي بتحدد الـ particle size

- Each roller rotates in the opposite direction of the others and with different speeds. The clearance between each two rollers must be controlled accurately to maintain the desired finesse of dyes.
- This type of mills is open and therefore cannot be used in grinding of paints which contain high volatility solvents as solvent emissions to the atmosphere could occur.

لانها مفتوحة اذا كان عندك Vol. Solvent راح يصيرله تطاير بالباي هاد راح يأثر ع الـ Viscosity للخلطة و يعملها تكسير بطريقة غير مرغوب فيها

Scanned with CamScanner



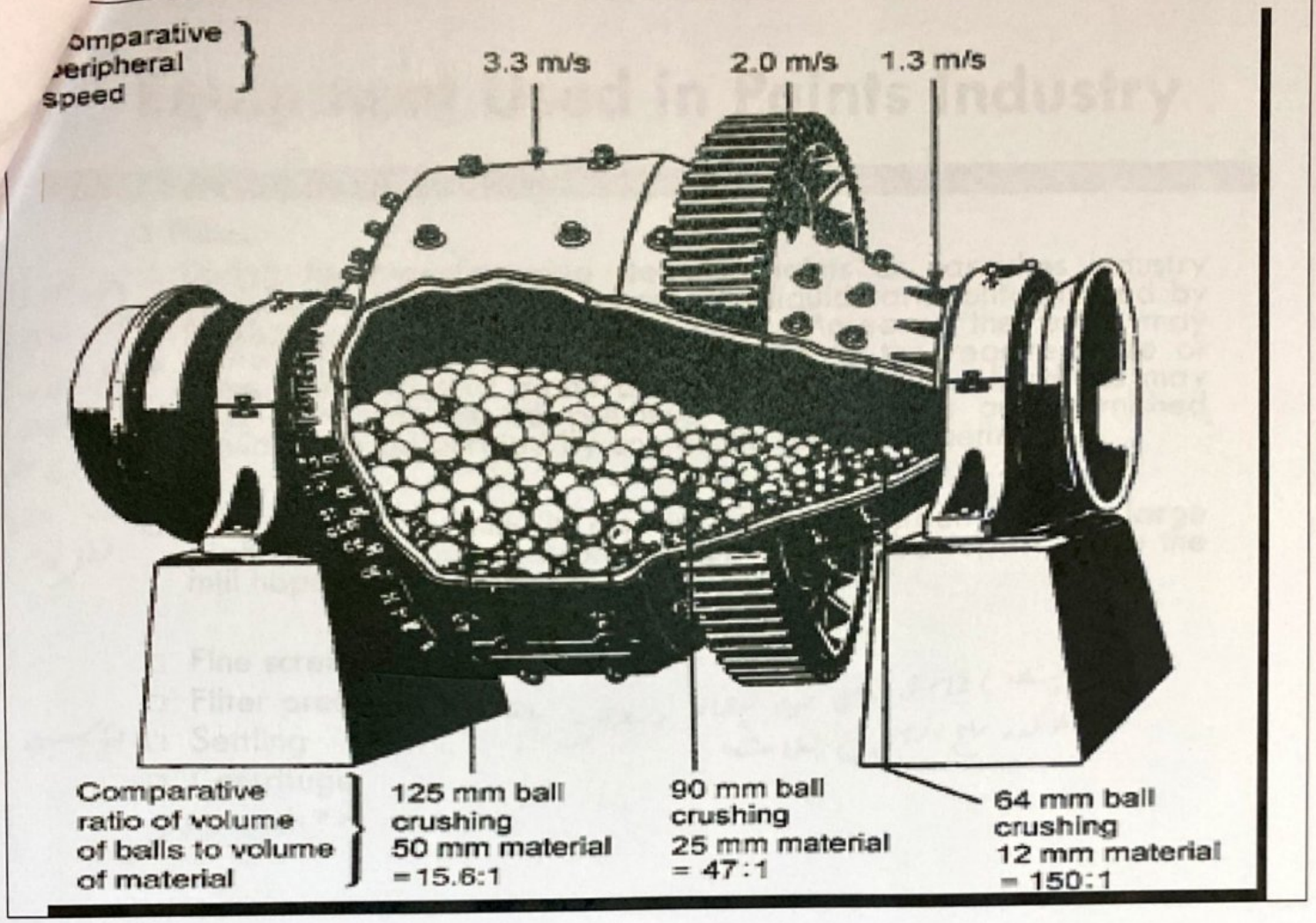
Equipment Used in Paints Industry

22

B. Ball mills

- Consists of a cylinder rotating about its horizontal axis and containing the grinding balls which may be made of steel.
- The grinding efficiency and fineness of particle depend on the dimensions of the cylinder, speed of rotation, balls size and balls density. In some mills the length of the cylinder is equal to its diameter, but to maintain higher degree of fineness mills with a length larger than diameter are used.

Scanned with CamScanner



Equipment Used in Paints Industry

- Relations between the internal diameter of ball mills and the ball diameter

Internal diameter	Ball diameter (cm) & their percentage
30 – 60	1.5 (70%), 2.5 (30%)
90 – 120	1.5 (30%), 2.5 - 4 (60%), 4 - 5 (10%)
120 – 150	2 – 2.5 (85%), 5 – 6.5 (15%)

Scanned with CamScanner

Equipment Used in Paints Industry

25

3. Filters

- During the manufacturing steps in paints or varnishes industry or during the oil heating process the liquids are contaminated by foreign matters that fall into them. Moreover the paint may contain particles that were not ground to the required size or some polymers that didn't dissolve. Some surface hardness may also exist. For all the previous reasons, paints and varnished liquids must be purified by one of the following methods:

- Single cylinder mill: It can work as a screen as all large pigments particles and foreign particles will be separated in the mill hopper.

- Fine screens. → mesh مثل
- Filter press. → (مثل الشاور) قماش بيدخل فيه الدهان وبنعصره بالكابس
  اي كوالعه راح تفصل ع القماشه
- Settling الترسيب
- Centrifuge
  قوة الطرد المركزي

احدى انواع الـ Filter bags

مثل مكنسة الكهرباء بالبيت

Scanned with CamScanner

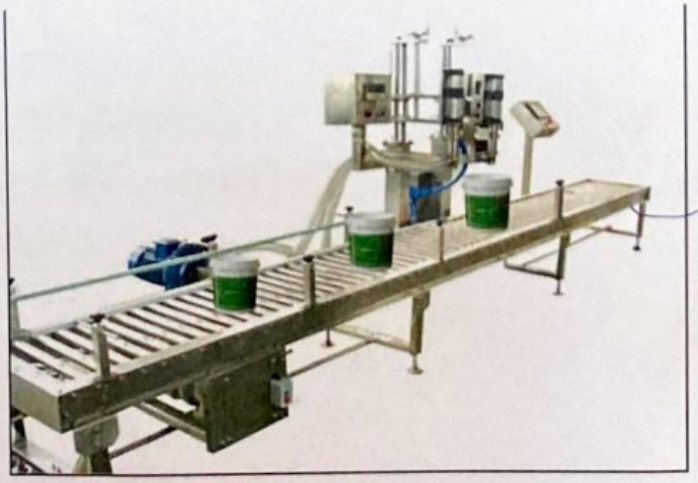
centerifuge

Equipment Used in Paints Industry

4. Packing machines

آخر خطوة وهي التعبئة

The packing may be manual, semi-automatic, or automatic according to the size of production



يكونوا على هزام متحرك

Scanned with CamScanner

Quality Control

29

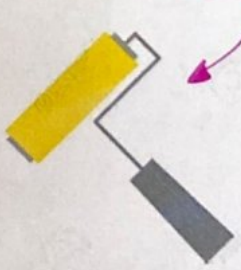
- Viscosity
- S.G
- Color (spectrophotometer)
- Opacity
- Drying
- texture –consistency
- gloss/sheen
- PVC (Pigment Volume Concentration)

Quality Control

30

1. Opacity: Opacity/ Hiding power is measured by painting it over a black surface and a white surface. The ratio of coverage on the black surface to coverage on the white surface is then determined.

2. Texture consistency : The Texture of the paint is determined by applying it on the wall using a Texcote roller to check for sagging.



Scanned with CamScanner

Quality Control

31

3. Gloss/Sheen : is measured by determining the amount of reflected light given off a painted surface, using a Gloss meter.

بعطي جنوح لرهانه وبستقبله
مرة ثانية بالتالي بقيس reflected
وشوف قديش نسبة اللمعان

Quality Control

32

4. Adhesion : Is tested by making a crosshatch on a dried paint surface. A piece of tape is applied to the crosshatch, and then pulled off. A good paint will remain on the surface.

بين الرهانه والسطح اللي انرهنه فيه

بعمل خطوط بالسطح اللي رهناه بواسطة اداة حادة بعديه بنجيب شريط لاصق بنطبقه ع الرهان وبشيل هاد اللاصق مرة واحدة اذا طلع الرهان عموجود بينه الخطوط معناها الرهان ما طبارله adhesion ع السطح اللي رهنا فيه

Scanned with CamScanner

Quality Control

5. Weathering/ Resistance of the color to fading:

مقاومة لون الدهان او ما يحتفظ اثناء تعرضه للظروف البيئية

Is determined by exposing a portion of a painted surface to outdoor conditions i.e. sunlight, water, extreme temperature, humidity, and comparing the amount of fading to a painted surface that was not exposed.

تلاشي واختفاء لون الدهان

هاد جهاز بعمل weathering (حرارة ورطوبة عالية وجود عالي) اذا تلاشت اللون بعد فترة اقل من عشر اسنة بكون الدهان غير جيد

Scanned with CamScanner

Defects

35

S/N	DEFECTS	CAUSES
1.	Settling	Low dispersion
2.	Paint Separation	Incompatibility
3.	Foaming	Mixing at high speed, insufficient defoamer.
4.	Foul smell/ Mould growth	Micro-organisms
5.	Sagging, no texture/ pattern	Too much water, sand omitted
6.	Low viscosity	Excess solvent
7.	High Viscosity	Insufficient solvent

Defects

36

S/N	DEFECTS	CAUSES
8.	High Specific gravity	Insufficient solvent
9.	Low Specific gravity	Excess solvent, foaming
10.	Foreign matter	Adding foreign contaminants without manufacturers specification (lead to film defect)
11.	Chalking (is the progressive powdering of the paint film on the painted surface).	Polymer degradation of the paint matrix, due to exposure from UV radiation.

Scanned with CamScanner

Defects

37

S/N	DEFECTS	CAUSES
12.	Erosion (Erosion is a very quick chalking)	due to external agents like rainfall
13.	Peeling/Blistering	Improper surface treatment before application& dampness present in the substrate.
14.	Cracking	When paint coatings are not allowed to cure/dry completely before the next coat is applied.

Defects

38

S/N	DEFECTS	CAUSES
15.	Pigment Flocculation	The pigment, after dispersion, reverts to a greater or lesser degree, when rubbed. (Colour change)
16.	Tacking/ not drying	Insufficient drier
17.	Skinning	Absence of anti-skinning agent, excess drier
18.	Low sheen	Excess pigment/extender

Scanned with CamScanner

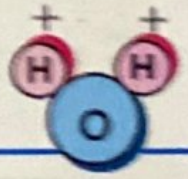
Drinking Water Treatment

Ref:

Joel Ducoste, Department of Civil, Construction, and Environmental Engineering, North Carolina State Univ.

المياه لازم تكون ذات quality معينة سواء لاهداف الشرب او اهداف صناعية وغيره...

Importance of Water



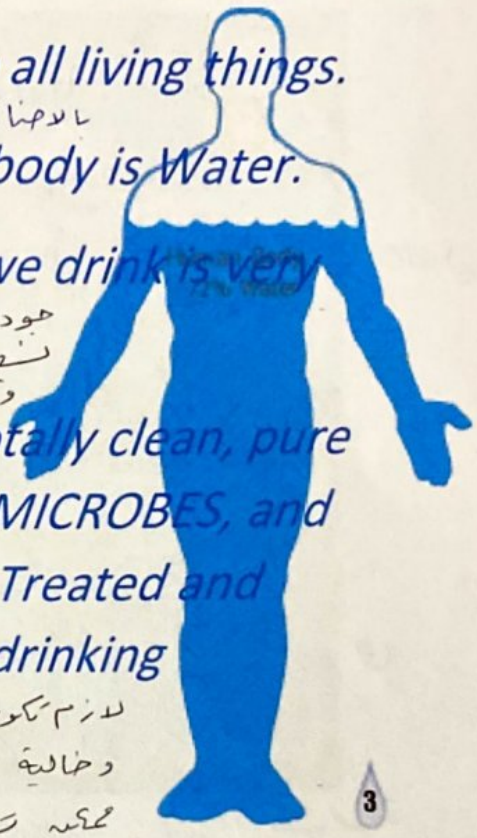
- Looking at water, you might think that it's the most simple thing around.
- Pure water is colorless, odorless, and tasteless.
- But it's not at all simple and plain and it is vital for all life on Earth.
- Where there is water there is life, and where water is scarce, life has to struggle or just "throw in the towel."

"Water is life"

Scanned with CamScanner

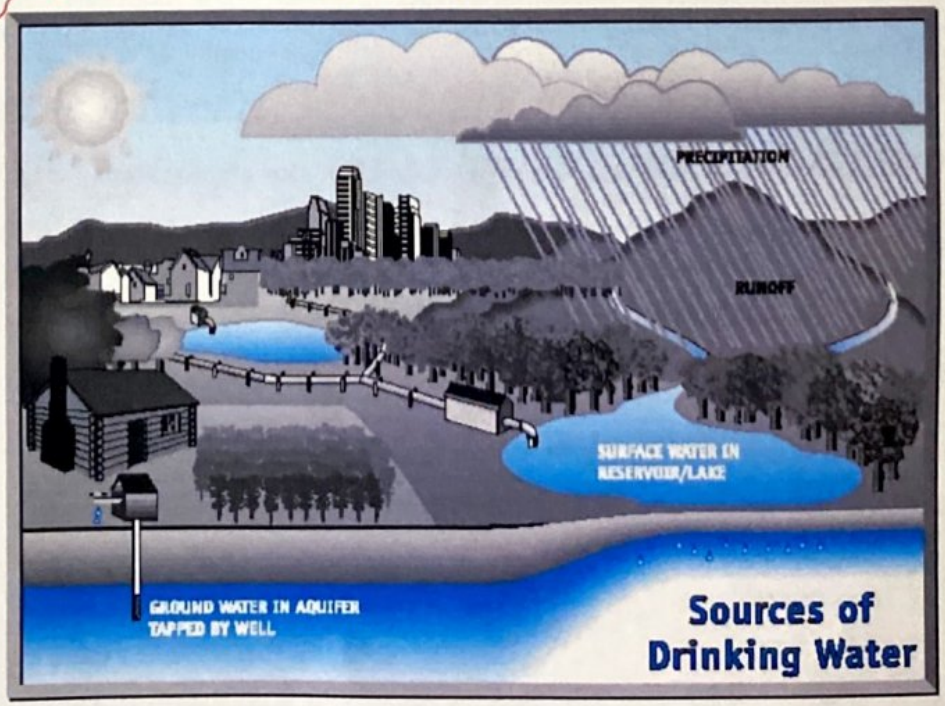
So What Is It About Water That Makes It So Important To Us?

- Water is of major importance to all living things.
- Up to 60 percent of the human body is Water.
- Therefore the quality of Water we drink is very important.
- The Drinking Water should be totally clean, pure and free of any disease-causing MICROBES, and that's why it should be properly Treated and DISINFECTED before using it for drinking purpose.



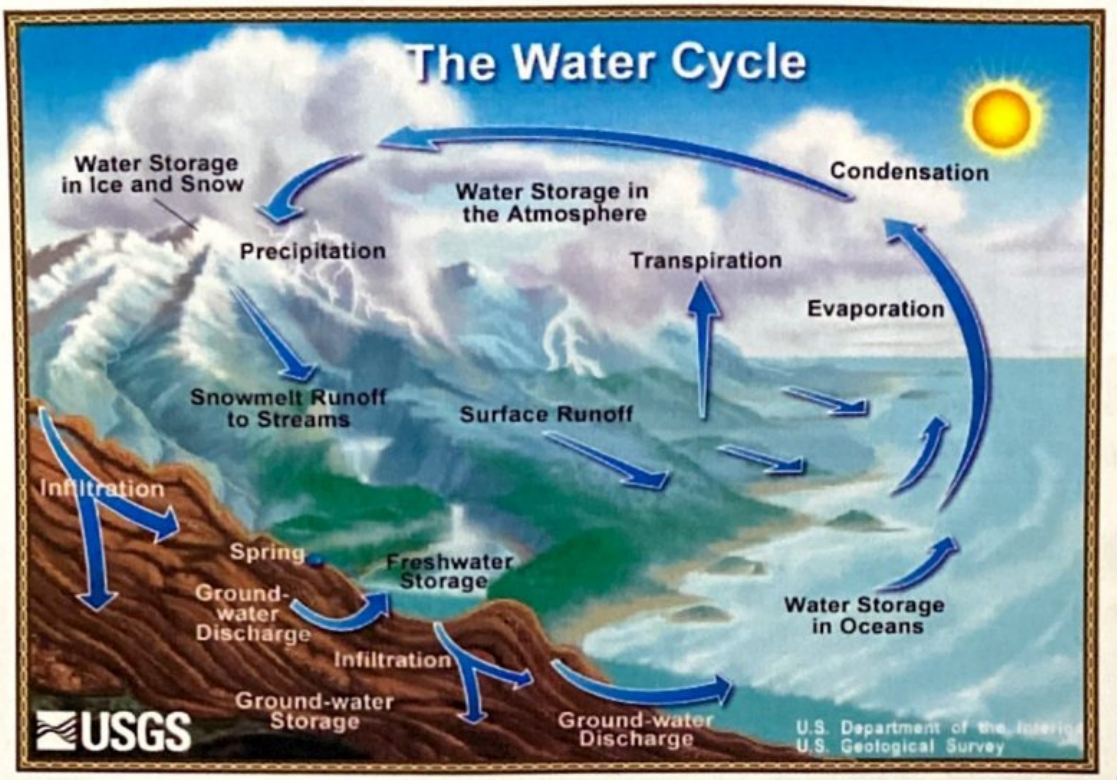
Where does the Water come from?

- surface waters (lakes, rivers, and reservoirs)
- groundwater (wells).



Scanned with CamScanner

The Water Cycle



دائماً يجب اخذ عينات من المياه (السطحية & الجوفية) وفحصها ومراقبتها بشكل مستمر لضمان عدم وجود اي ملوثات

Drinking Water

الاردن هو ثاني افقر دولة بالعالم بمصادر المياه

- Jordan has scarce water supplies in the world.

اكثر شي يخافوا منه هو مكافحة قطاع المياه او المياه

- In recent years, microbial contamination of the water supply has led to highly publicized outbreaks of disease, causing illness and even death.

تكون ملوثة بالميكروبات وما شابه

- How safe is our water? → في standard لكل مياه سواء مياه شرب او مياه صناعية او للري
- Where do these infectious microbes come from? → دائماً اي
- How is water treated now and what's being done to make it even safer?

تعتمد على صناعة لباس ونوع الاستخدام للمياه وغيره...

معالجة للمياه تكون المرحلة الاخيرة فيها هي الـ disinfection

Scanned with CamScanner

تتبخر مياه البحار بسبب اشعة الشمس

وتتصاعد وترتفع الـ humidity بالتالي في

تيارات باردة ع ارتفاعات معينة بالغلاف

الجوي يتم تكثيف هاي الـ water content

بالتالي تعطي غيوم وعا تصل لدرجات

معينة تصير cold وتتحول لقطرات

من امطر ونزل المطر مع اتجاه الريح

وصل للمسطحات الارضية واذا كان في

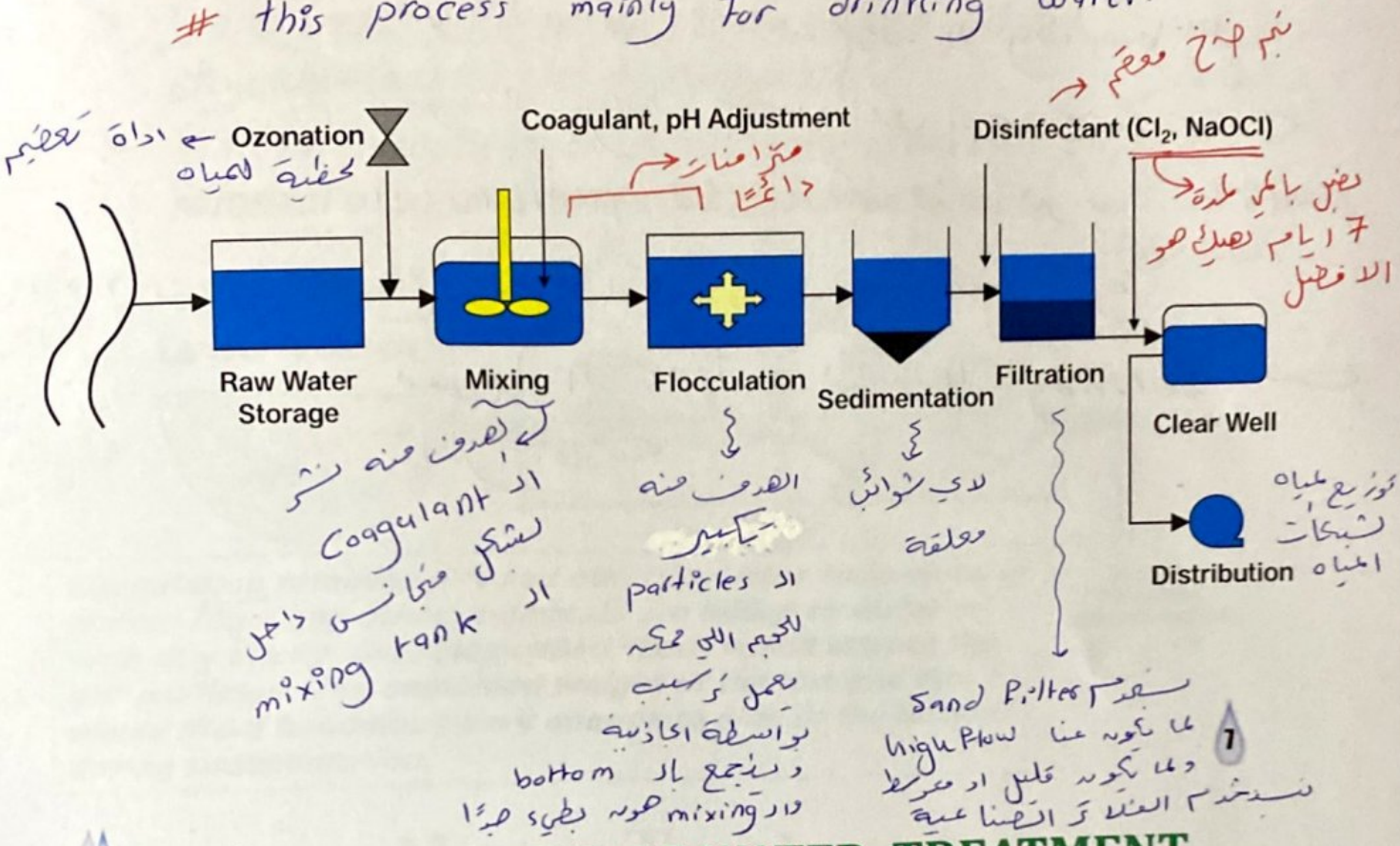
جبال عالية تتكون ثلوج او محكمة

يدخل باطنه الارض وتكوّنه مياه جوفية

Scanned with CamScanner

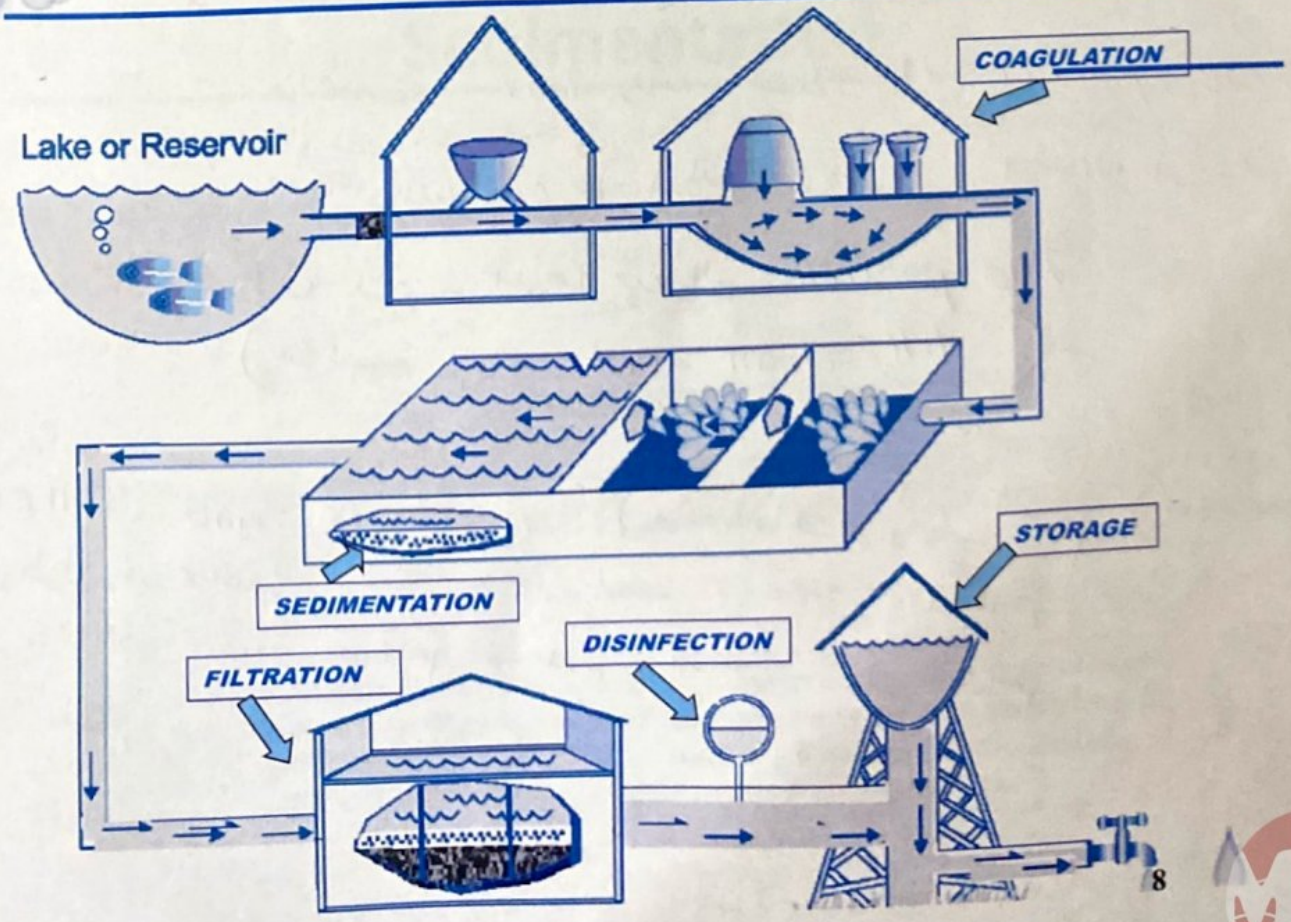
Surface Water Treatment Plant

this process mainly for drinking water.



7

COMPLETE CYCLE OF WATER TREATMENT



8

Scanned with CamScanner

- لا نضع الأوزون داخل المياه ولا نستخدم البلاستيك خلال ثواني
- يعمل تعقيم لحظي للمياه

الهدف من معالجة المياه هو تغيير مكونه المياه الى جوده مقبولة حسب مواصفات وحسب قانون المياه حتى نضمن ان المياه التي نشربها آمنة

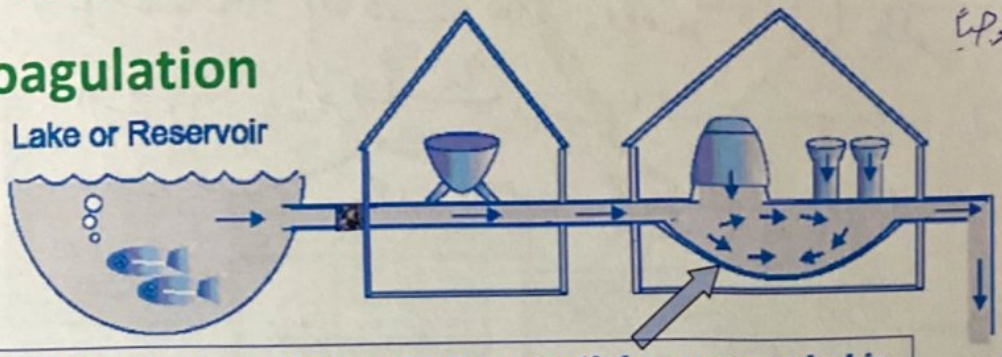
Water Treatment

- *Water treatment transforms raw surface and groundwater into safe drinking water.*
- *Water treatment involves two major processes: **physical removal of solids** and **chemical disinfection**.*

اي عوالق صلبة لازم نتم ازالتها

لضمان انها تكون آمنة بيولوجياً

Coagulation



بعض المواد الكيميائية التي تضاف للمياه بهدف ترسيب العوالق بال bottom

Coagulation removes dirt and other particles suspended in water. Alum and other chemicals are added to water to form tiny sticky particles called "floc" which attract the dirt particles. The combined weight of the dirt and the alums (floc) becomes heavy enough to sink to the bottom during sedimentation.

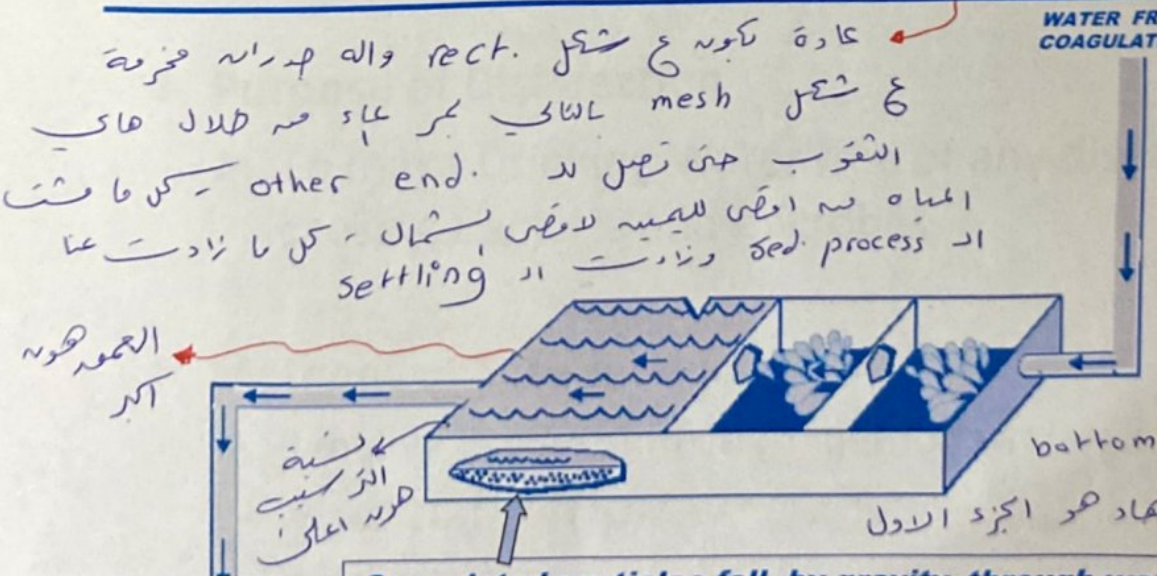
WATER TOWARDS SEDIMENTATION

Water Treatment

Sedimentation

عادة تكون ع شكل rect. والها جدران مخرمة ع شكل mesh لانه بدي ياه من خلال هاي الثقوب حتى تصل لـ other end. كل ما شئت

المياه من اوض للحيه لاوض لشمال، كل ما زادت عنا الـ sed process زادت الـ settling



الاشي اللي صار له settling بال bottom بنجبه عادة عن طريق valve من bottom وبنخلص منه. وهاد هو الجزء الاول

الجمعة كبرت

نسبة الترسيب كون اعلى

Coagulated particles fall, by gravity, through water in a settling tank and accumulate at the bottom of the tank, clearing the water of much of the solid debris, and clear water moves to filtration.

overflow

لا يعني شفاف ولكنه كمية الـ fines اقل ما عكنه

physical sludge ← عوالق واتربة وشوائب معلقة بالمياه

Scanned with CamScanner

** Floc ← هاد الـ fine particles تتماسك مع بعضها فيزيائيا او كيميائيا عن طريق الـ bonding الي بصير بالـ surface بسبب الـ charges الموجودة على الـ particles الـ particles بالتالي بتمسك اكتر من particle مع بعضها البعض وبتكون particle كبيرة بسميها الـ floc . بصيرها settling بسبب تأثير الجاذبية

** Clear water ← لا يعني انو شفاف ونظيف 100% ولكنه نسبة الـ fine particles فيه قليلة جدا لذلك بنجب ارساله لوحدة اخرى حتى نضمن خلوها من الـ fine particles (هاي الوحدة هي الـ filtration)

Sand filter :- فلتر على شكل اسطوانة كبير الحجم ($d \times 200-300$) وطول من 6 الى 7 وفيه حصى و sand + particle size مختلفة بالتالي المياه بتشتغل داخلهم والعوالق بتعلق فيهم وبعدين بتطلع من جهة ثانية مفلترة وجاهزة

Scanned with CamScanner

Water Treatment

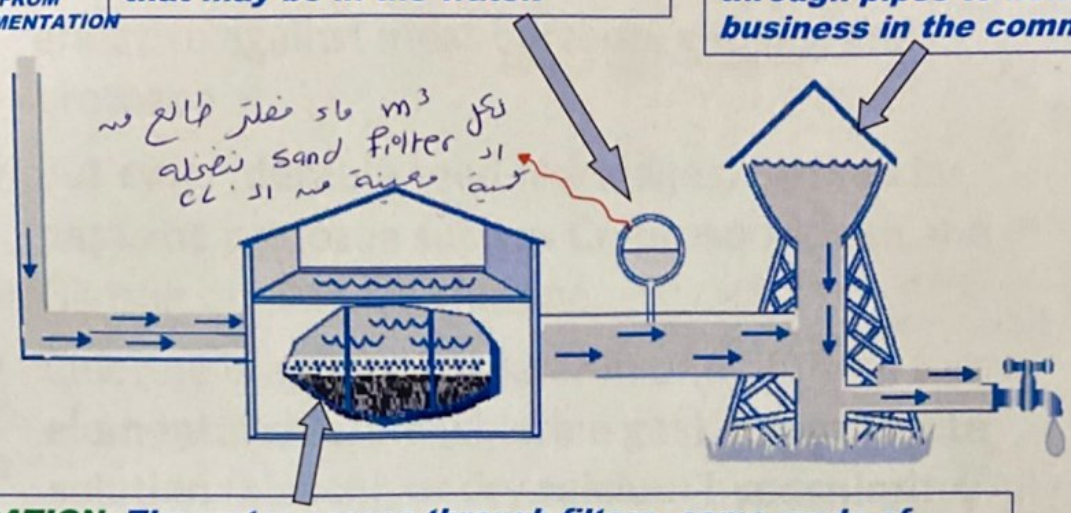
Filtration, Disinfection & Storage

مضخة pump ← خزان tank

DISINFECTION: *A small amount of chlorine is added or some other disinfection method is used to kill microorganisms that may be in the water.*

STORAGE: *Water is placed in a closed tank or reservoir for disinfection to take place. The water then flows through pipes to home and business in the community*

WATER FROM SEDIMENTATION



FILTRATION: *The water passes through filters, some made of layers of sand, gravel, and charcoal that help remove smaller dissolved particles such as dust, bacteria, viruses, and chemicals.*

13

Water Disinfection

الهدف من التعقيم

- **Purpose of Disinfection**
  - To make Drinking Water free of any disease causing bacteria and microbes.

طرق التعقيم

- **Methods of Disinfection**
  - 3 mainly used disinfection methods at large scale:
    - ***CHLORINATION*** — تعقيم طويل المدى
    - ***OZONATION*** — تعقيم لحظي
    - ***ULTRAVIOLET RADIATION*** → الاشعة فوق البنفسجية

حسب المادة المستعملة
من الكلور كانت gas ولد Sodium hypochlorite كلور ع شكل سائل اللي بوزع منها، اذا كانت قديمة راح تستعمل كميات اكبر من ال CL

كافي انو تعقيم اذا كان عندي مصدر غير ملوث بكميات كبيرة من البكتيريا

ع شكل طبلة UV وحواليها اسطوانة زجاجية شفافة متجر بمياه خارج الاسطوانة الشفافة و باللي ال UV تنعطي شعاع قادر يفتت الخلايا البكتيرية بكل انواعها وبعمل تعقيم لحظي ونهائي و فعالية التعقيم هون عالية جدا

15

Scanned with CamScanner

اذا كانت الشبكة مدينة او بلا سنتيكة
ممكن تستعمل كميات اقل من cl بالثاني
بعض الكلور لـ 7 ايام متواصلة موجود كـ free cl
بالشبكة بالثاني هاد بعنيه دائما خلو هاي
الشبكة والخزانات من اي وجود لبيئة
تحتوي على بكتيريا او اي ملوثات بيولوجية

Water Disinfection

Chlorination

تعقيم طويل بلدك

- Chlorine is the most common cost-effective means of disinfecting water.

من ناحية اقتصادية
استعماله قليلة

- The addition of a small amount of chlorine is highly effective against most bacteria, viruses, and protozoa.

⇒

اذا ا ك قليل قوي
بالنسبة اليها

- But cysts (durable seed-like stages) formed by parasitic protozoa such as Cryptosporidium and Giardia can survive chlorine.

في نوع micro organ
قادرة تقاوم اذا ا ك بالتالي بتحتاج لانواع اخرى
من المعقمات حتى تقضي عليها

- Chlorine is applied to water in one of three forms: **elemental chlorine** (chlorine gas), **hypochlorite solution** (bleach), or **dry calcium hypochlorite**. All three forms produce free chlorine in water

مثل الهايبكس
بالبيت

مسبات

ذائبية بالماء
قليلة جدا
مقارنة

Sodium hypochlorite
حتى هيك بستخدموه
كمبيات وكبيرة
بتجرعه فوقها
وبصير تعقيم مباشر
بتدوم لفترة زمنية
طويلة هاي كمبيات
لانو ذائبيتها
بالماء قليلة

Madar ask recieve

Scanned with CamScanner

Water Disinfection

Ozonation

- OZONE is the strongest oxidant/disinfectant available.
- More effective against microbes than chlorination.
- But, costly and difficult to monitor and control under different condition.

Ozonation Process

- Ozone (O_3) is generated on-site at water treatment facilities by passing dry oxygen or air through a system of high voltage electrodes.

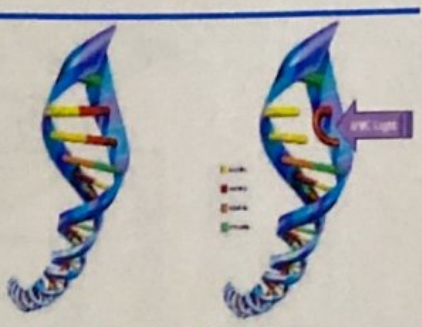
Scanned with CamScanner

→ Free radical oxygen

بتاخد O_2 من الجو وبتكسره لـ O. + O. الـ O. بتتفاعل مع O_2 وبتكون O_3 تكوين غير مستقر ومحتوي على energy هائلة، حتى يفرغ هاد energy لازم يضرب بشي بالتالي لما يصطدم الأوزون بأي جسم حوالين بعمله تكسير لصلبه بتم استخدامه كمعقم

Scanned with CamScanner

Ultraviolet Radiation

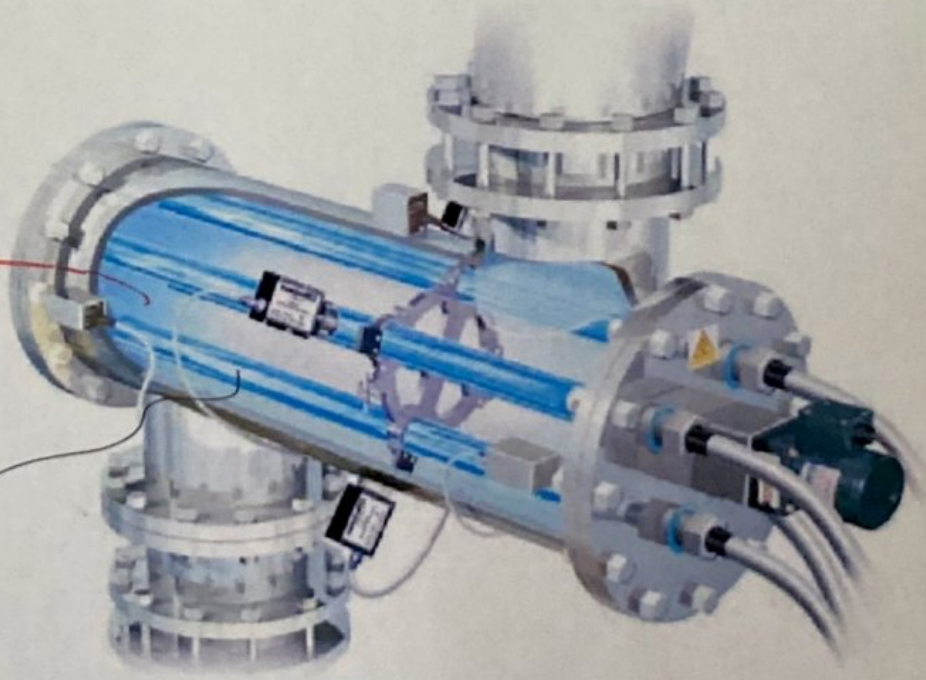


- When UV radiation penetrates the cell wall of an organism, it damages genetic material, and prevents the cell from reproducing.
- Now a days emerging technology made UV radiation to find a place in both household and large scale drinking water disinfection.

How is UV light generated?

- Ultraviolet light is most typically generated from a low pressure or a medium pressure lamp generating UV light.

ULTRAVIOLET RADIATION



Scanned with CamScanner

← من ناحية Cost معالجة مياه الشرب اقل شي، المياه العادمة اعلى شوي
والمياه الصناعية اعلى بزمن

or treatment

WATER CONDITIONING

لازم تكون في مرحلتين لمعالجة :-
- مياه الشرب
- المياه العادمة البلدية
- المياه العادمة الصناعية

← كل ماء اله مواصفة معينة
حتى هي اللي نسقي فيها بمزروعات بالشارع

Chapter 3

pp. 19 -35

moral ← ما نقدر نزرع بمياه الصرف الصحي، في زراعات معينة بالمياه العادمة مثل زراعة الرسيم والأعلاف والأعشاب التي تكون للحيوانات وبزمن بركي الحالة في مواصفة بحيث انو لازم نعالج المياه حتى توصل لهاي الجودة بعدين نستخدمها مثل ما هي

Legal ← بنحكي عن standard ومواصفات وقوانين للبيئة والمياه

env. ← الملوثات الموجودة بالمياه ممكن تقطع ع التربة والمحاصيل

* المياه بالاردن بتنجي يوم او تنين بالاسبوع وبعدين بتقطع وهي بتوصل بالخزانات لبيوت حتى يضطروا انو ما يصير تلوث بزيدوا مستويات الكلور بالماء

Why Water Conditioning

نهاية الجفاف حنا بدنا نعالج مياه العادمة ، نادر بالهند المياه عم يصرفها مباشرة بدون معالجة الا اذا المنطقة كانت عم المياه تحت الارض او مصانع طبيعية او ينابيع مياه هون ممكن نستخدمها مباشرة

- Water conditioning and waste water purification is an essential function according to moral, legal, and environmental considerations.

drinking ← اخلاقيا ← قانونيا ← purification ← waste water ← waste ← treatment

- Industrial waste water presents a challenge that is considered a key operating expense.

بنحكي عن اللي نطلع من المصانع

← الان مطلوب من كل مصنع يعمل treatment بالمصنع نفسه قبل ما يسلطع لمحطة معالجة المياه الصناعية العادمة

- Some solutions: reuse of waste water, recovery of by-products to reduce cost of treatment, control of pollution.

← تستخدم 90٪ من المياه العادمة

mainly ← في الاصلاح

مياه بصرف الصحي البلدية فيها كميات هائلة من النفوز، اللي بعتبر حماد

- Water quality varies by location (also surface vs. ground water).

← تعاديه بتحتوي ع rare earth materials بالكي حيث اللي هي المعادن النادرة مثل النيوم بطاريات السيارات

مواصفات مياه الصحية مختلفة عامة عن المياه الجوفية

حتى المواسم مياه بالوسط مختلف عن الشمال و مختلف عن الجنوب

2

Scanned with CamScanner

* نقطة كمية كلور بالمي اعلى من المطلوب ، جزء منه راح يتفاعل مع المواد العضوية والبكتيريا والـ pipes اللي بالداخل
هاد راح يستهلك جزء من الكلور ، اللي تبقى بتسمية Free chlorine بكون زائد عن حاجة الشبكة ، هاد الكلور الزائد حتى المغنه دائماً انو المياه نظيفة ومعقمة، نضل بالمياه من 7 لـ 10 ايام ومع مرور الوقت نبعل كمية في المياه

← Reclaimed water :- اي شي وهلك كـ waste water معالجته وارسلته لاستخدام مفيد

← المياه قبل ما نستهلك خلال انها مواصفة او نوعية مختلفة عن مياه ما بعد ما نستهلك
بعد ما نستهلك مياه بتتعامل مع بعضها وبتروح لمزروعات بكل انواعها لانو اختلفت مياه بصرف الصحي مع مياه الامطار وصارت مخففة فبما قبل ما نستهلك منروح نستخدمها لمزروعات العادية ، فقط لمزروعات معينة مثل البرسيم والاعلاف

* ما بدي Soft water يعني Zero Mg+Ca لكنه اقل من level معينة بتسمى مياه Soft يعني الـ Ca والـ Mg منها ما بأثر ع الـ thermal process

* لو صبت مياه مقطرة الاصل ما فيها املاح يعني لو صبت الـ TDS الها المفروض بسادي zero ، بس بالحقيقة ما نقيسه بتلاقيه من 5 لـ 15 اصبت هاي لنسبة لسبب الـ bicarbonates لانو هي بالاصل جاي من غازات

Scanned with CamScanner

Hard Water

- ***Hard water*** is defined as that containing un-desirable amounts of dissolved salts of Ca and Mg, present as bicabronates, chlorides, sulfates, and nitrates.

- **Additional impurities in water**
  - Na salts, silica, alumina, iron, or manganese may present.
  - suspended insoluble matter (called ***Turbidity***)
  - Organic matter
  - Dissolved gases (CO_2, O_2, N_2, H_2S)

Types of Hardness

Hardness is expressed in terms of the dissolved Ca and Mg salts calculated as Ca carbonate equivalent (ppm, grain/gal, mg/L).

Hardness

Temporary (carbonate)	Permanent (non-carbonate)
▪ caused by bicarbonates of Ca and Mg. ▪ greatly reduced by heating	▪ caused by sulfates and chlorides of Ca and Mg ▪ reduced by chemicals

Scanned with CamScanner

Terminology

- ***Total Dissolved Solids (TDS)***: unit ppm
  Range of TDS: few ppm – thousands ppm
- ***Unit of Hardness*** (measured as if all is due to Ca carbonate)
  - ppm
  - mg/L
  - grain /gal = 17.1 mg/L
- ***Turbidity*** → always physical.
  suspended insoluble matter in water
- ***Softening*** → hardness عملية ازالة الـ
  processes which remove or reduce hardness of water
  ↳ part of TDS
- ***Purification*** التنقية
  Removal of organic matter and microorganisms from water.

Problems of Hard Water

- Salts of Ca and Mg give insoluble precipitates with soap
- Ca sulfate, Ca carbonate, and Ca silicate form clogging scales with low thermal conductivity on boilers.
- Mg silicate and Ca carbonate may reduce heat transfer in process heat exchangers.
- **Treated waste water can be reused for:**
  - agriculture → الري
  - cooling and process water
  - Non-potable domestic applications.

Scanned with CamScanner

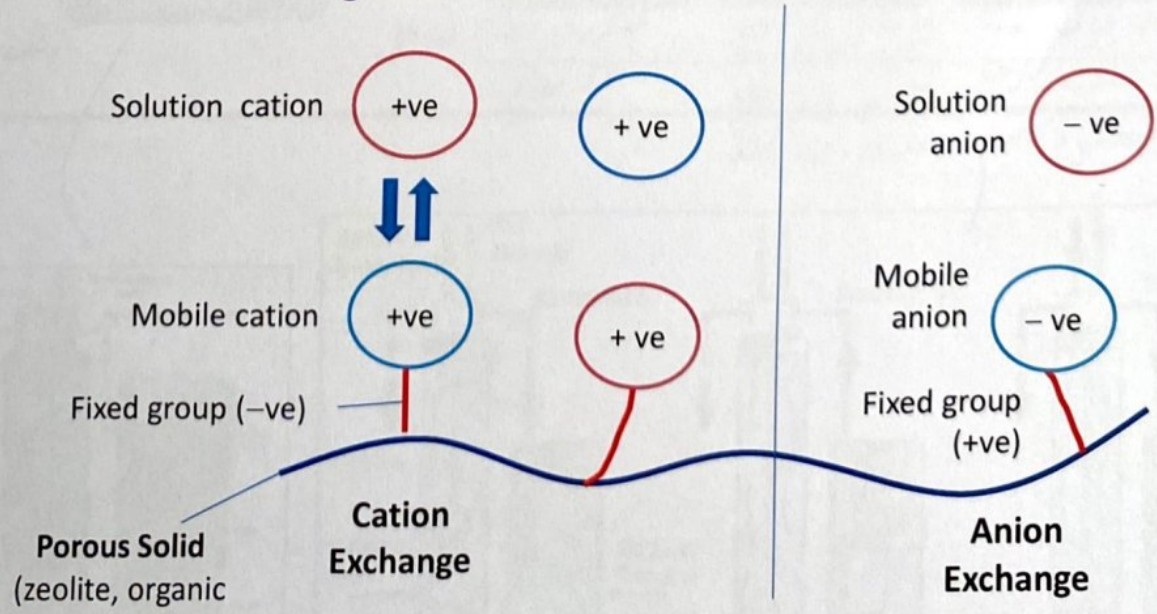
Methods of Water Conditioning

1) Ion exchange (التبادل الايوني)
2) Lime-Soda process (تتخلص من الـ hardness)
3) Phosphate conditioning
4) Silica removal
5) De-aeration → (تفاعلات اكسدة يدها excess level من الاكسجين)
6) Demineralization and desalting
7) Purification

(يكون عنا resin موجود بـ tank)

(1) Ion Exchange

- **Ion exchange** is a chemical reaction in which a mobile hydrated ions are exchanged, equivalent for equivalent, for ions of like charge in the solution.



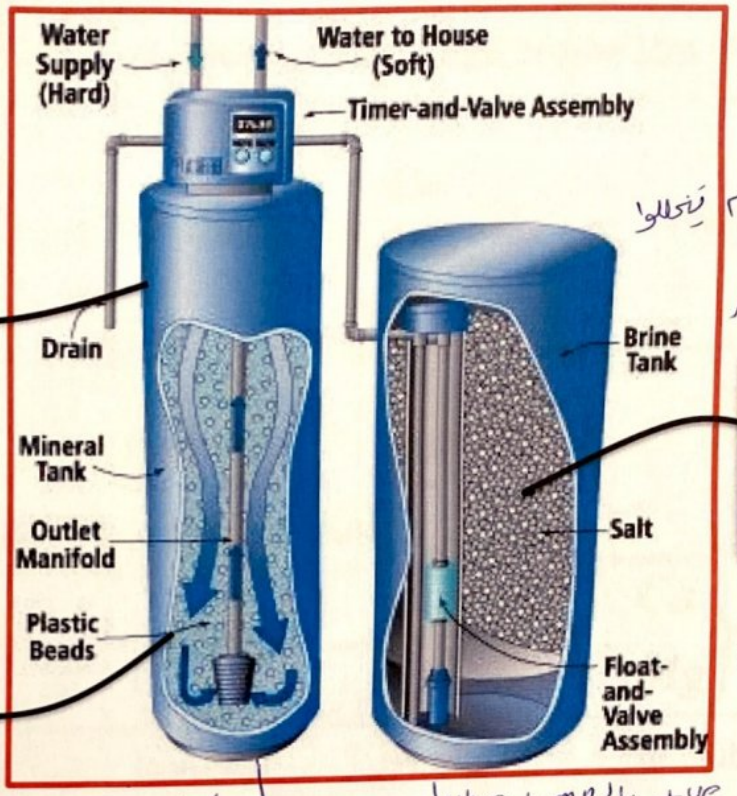
Scanned with CamScanner

Ion Exchange

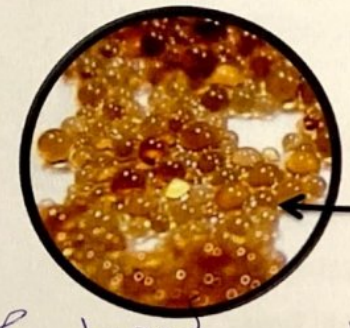
Water Softener

two tanks واحد شغال و تاني standby

Commercial softener



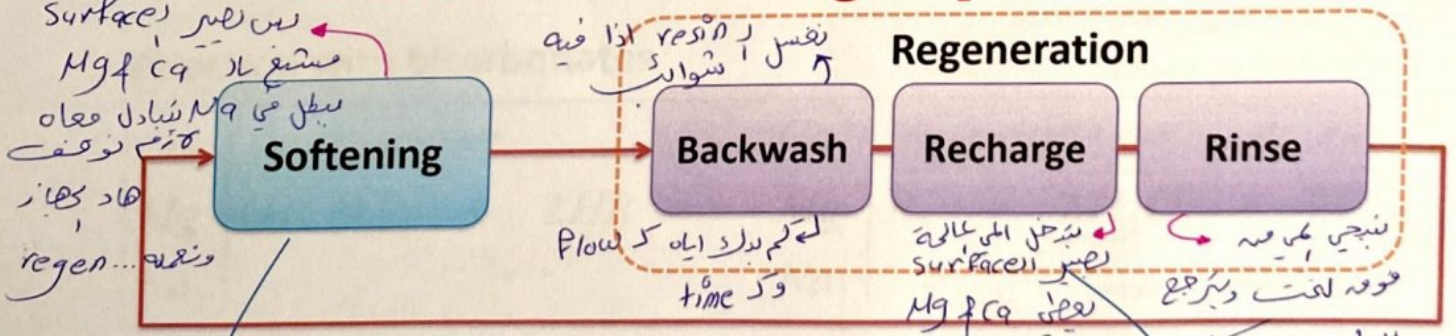
Ion exchange resin

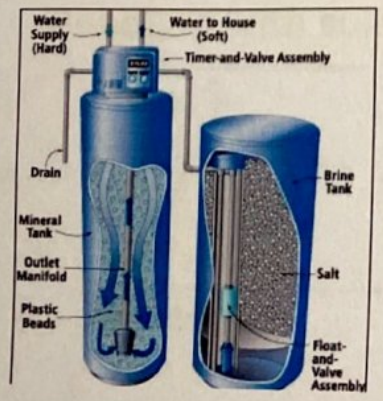


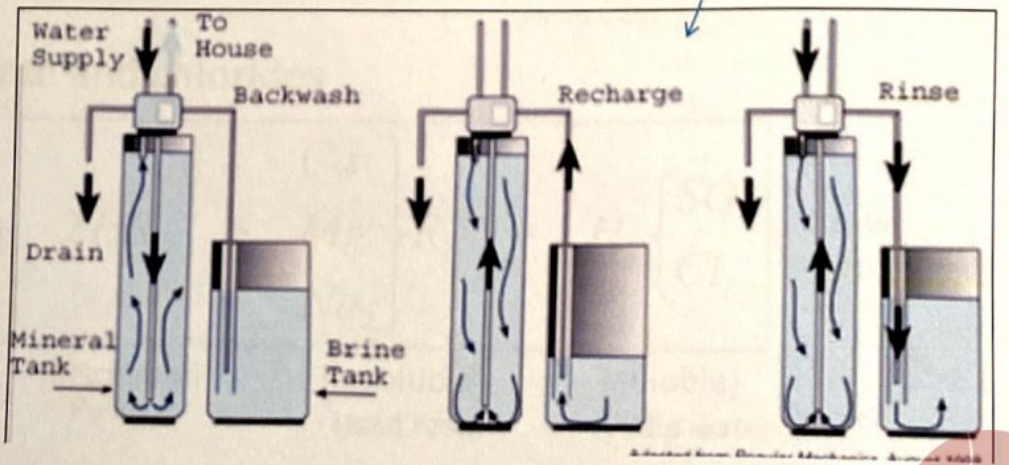
Regeneration salt used to prepare brine solution

Ion Exchange

Water Softening Operation







Scanned with CamScanner

+ve or -ve functional group في resin ال surface ع
بس بما انو بدكن عم hardness لازم يكونوا +ve . بنروح من
فالحة عليه بالتالي كل ال surface بدي resin مشبع بال Na.
بكون في two tanks فيه packed bed وفي بيتعلم مراحل
واحد بكون شغال وبتاني واقف وفي فوق ال head وهو عبارة عن
feed control system ، بتمشي بس عادة من فوق لتحت . هلا تمر
الي فيه إلغرانات بين ال resin بالمس ال surface تاع ال resin
بدي ال resin يعطي درشة هيدروجين مقابل د/ة كالسيوم او Mg
لحتى بدي ال surface تاع ال resin مشبع بال Ca & Mg

Na – Cation Exchange

(to remove Ca and Mg cations)

Softening: uses high capacity ion-exchange resins like Polystyrene

$$\begin{Bmatrix} Ca \\ Mg \end{Bmatrix} \begin{Bmatrix} (HCO_3)_2 \\ SO_4 \\ Cl_2 \end{Bmatrix} + 2NaR \rightarrow \begin{Bmatrix} Ca \\ Mg \end{Bmatrix} R_2 + Na_2 \begin{Bmatrix} (HCO_3)_2 \\ SO_4 \\ Cl_2 \end{Bmatrix}$$

(soluble)	(insoluble)	(insoluble)	(soluble)
Hard water	**Fresh resin**	**Used resin**	**Soft water**

Regeneration: uses NaCl brine solution

$$\begin{Bmatrix} Ca \\ Mg \end{Bmatrix} R_2 + 2NaCl \rightarrow 2NaR + \begin{Bmatrix} Ca \\ Mg \end{Bmatrix} Cl_2$$

(insoluble)	(soluble)	(insoluble)	(soluble)
Used resin	**Brine**	**Fresh resin**	**waste**

12

H – Cation Exchange

(to remove ALL cations)

Reaction with bicarbonates

$$\begin{Bmatrix} Ca \\ Mg \\ Na_2 \end{Bmatrix} (HCO_3)_2 + 2HR \rightarrow \begin{Bmatrix} Ca \\ Mg \\ Na_2 \end{Bmatrix} R_2 + 2H_2O + 2CO_2$$

(water, Carbon dioxide)

(soluble)	(insoluble)	(insoluble)
	Fresh resin	**Used resin**

Reaction with sulfate and chlorides

$$\begin{Bmatrix} Ca \\ Mg \\ Na_2 \end{Bmatrix} \begin{Bmatrix} SO_4 \\ Cl_2 \end{Bmatrix} + 2HR \rightarrow \begin{Bmatrix} Ca \\ Mg \\ Na_2 \end{Bmatrix} R_2 + H_2 \begin{Bmatrix} SO_4 \\ Cl_2 \end{Bmatrix}$$

to be neutralized

(soluble)	(insoluble)	(insoluble)	(soluble)
	Resin	**Used resin**	**Acidic water**

13

Scanned with CamScanner

H – Cation Exchange cont'd

(to remove ALL cations)

Regeneration: using sulfuric acid (H_2SO_4)

$$\left.\begin{matrix} Ca \\ Mg \\ Na_2 \end{matrix}\right\} R_2 \quad + \quad H_2SO_4 \quad \rightarrow 2HR \quad + \quad \left.\begin{matrix} Ca \\ Mg \\ Na_2 \end{matrix}\right\} SO_4$$

(insoluble) (soluble) (insoluble) (soluble)

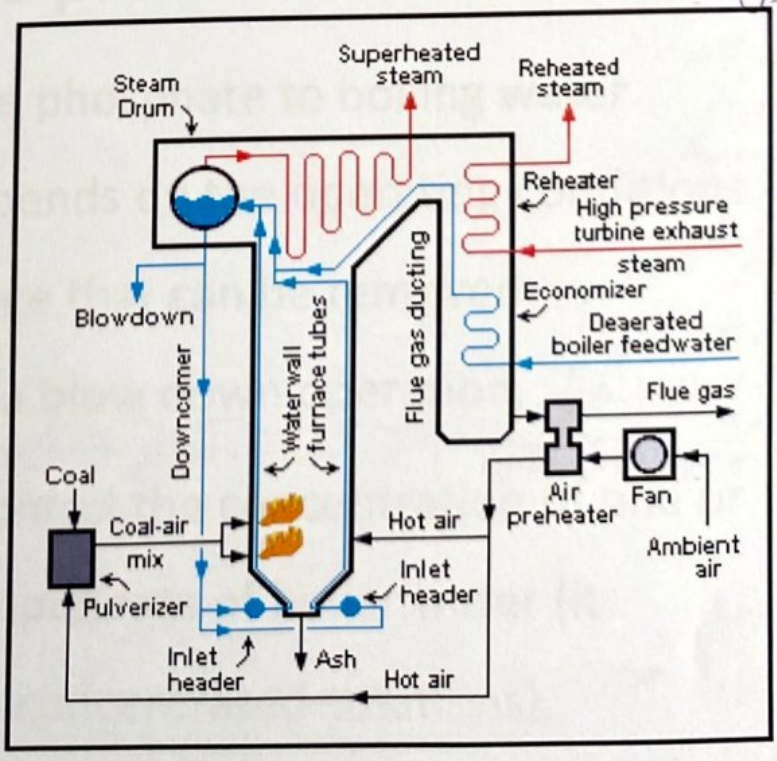
Used resin **fresh resin** **waste**

14

(3) Phosphate Conditioning

Purpose :

To ***internally*** remove Ca and Mg as sludge from boiler water in high pressure boilers for steam generation plants.



http://en.wikipedia.org/wiki/File:Steam_Generator.png

16

Scanned with CamScanner

← اللي هي طالعة من ال softener حتى لو انها soft
لانه لسه منها Mg & Ca
لكنه على درجة مش hard
هاد الشي ما بدو ع ال boiler مع ال heating كيسبب
لكنه بعمل اقل. حتى نمنع هاد الترسيب
نضيف مشتقات ال phosphate مع الماء

Scanned with CamScanner

Why Ca^{+2} & Mg^{+2} should be removed?

1. They precipitates as scales, e.g., $CaSO_4$, $CaCO_3$, SiO_2 and $Mg(OH)_2$ fused together.
2. Scales retards in heat transfer processes
3. Also overheating causes failure of metals.

Boiler scale on water side

http://www.lenntech.ae/applications/process/boiler/scaling.htm

Phosphate Conditioning

How to prevent scales?

1. By adding soluble phosphate to boiling water (10-60) ppm; depends on the operating conditions. This forms a sludge that can be removed subsequently by a blow down operation.
2. Blow down: To control the concentration of one or more natural components of boiler water (it removes solids in concentrated solutions).

Scanned with CamScanner

بال boiler كل فترة بـ تنظيف كمية ماء excess

او بنعمل blow down

بال boiler عنا :-

→ one stream in.

→ overflow stream → steam

→ bottom stream → high sludge

مواد slurry ترسبت لبن بعضها

بـ particle ، بـ تعمل coating او layer

ع سطح ال boiler

من ناحية Cost معالجة مياه الشرب اقل شي ، المياه العادمة اعلى للصبوي
والمياه الصناعية اعلى بكتير

or treatment

WATER CONDITIONING

كل ماد اله مواصفة معينة
حتى هي اللي نسقي فيها المزروعات
بالشارع

لازم يكون في محطات لمعالجة :-
- مياه الشرب
- المياه العادمة البلدية
- المياه العادمة الصناعية

Chapter 3

pp. 19 -35

moral ← ما نقدر نزرع بمياه الصرف الصحي ، في زراعات معينة بالمياه العادمة
مثل زراعة الرسيم والأعلاف والاعذية اللي بتكون للحيوانات وبكتير بحالات الحالة في مواصفة
بحيث انو لازم نعالج المياه حتى توصل لهاي الجودة بعدين نستخدمها ما نستخدمها مثل ما هي

Legal ← نحكي عن standard ومواصفات وقوانين للبيئة والمياه

env. ← الملوثات الموجودة بالمياه لازم نتخلص ع التربة والمحاصيل

* المياه بالاردن بتجي يوم او تنين بالاسبوع وبعدين بتقطع وهي بتنزل بالخزانات
لهيك حتى يضمنوا انو ما يصير تلوث بزيدوا متبقيات الكلور بالماء

Why Water Conditioning

نهاية المطاف لازم نعالج مياه العادمة ، نادر بالهند مياه فيه وبصدرها مباشرة بدون معالجة الا اذا
مثلاً لو كانت منه المياه تحت الارض او مصاطات طبيعية او بنابيع مياه هون ممكن نستخدمها مباشرة

- ☐ Water conditioning and waste water purification is an essential function according to moral, legal, and environmental considerations.

drinking ← اخلاقيا — قانونيا

waste ← purification ← water

waste ← treatment

- ☐ Industrial waste water presents a challenge that is considered a key operating expense.

نحكي عن اللي نطلع من المصانع

الان مطلوب من كل مصنع يعمل treatment بالمصنع نفسه قبل ما يرسلاح محطة معالجة لمياه الصناعية العادمة

- ☐ Some solutions: reuse of waste water, recovery of by-products to reduce cost of treatment, control of pollution.

نستخدم 95% من المياه العادمة

مياه الصرف الصحي البلدية فيها كميات هائلة من النفسور اللي بعتبر حماد

mainly ← في الاملاح

- ☐ Water quality varies by location (also surface vs. ground water).

تعاعديه بتجتوي ع rare earth materials بالجي حيث اللي هي المعادن النادرة
مثل الليثيوم بطاريات السيارات

مواصفات مياه السطحية مختلفة عن المياه الجوفية

حتى المواطن مياه بالوسط بتختلف عن بشمال وبتختلف عن الجنوب

Scanned with CamScanner

* نضيف كمية كلور بالمي اعلى من المطلوب ، جزء منه راح يتفاعل مع المواد العضوية والبكتيريا والـ pipes اللي بالداخل
هاد راح يستهلك جزء من الكلور ، اللي تبقى بنسميه Free chlorine يكون زائد عن حاجة الشبكة ، هاد الكلور الزائد حتى المنه دائماً انو المياه نظيفة ومعقمة ، نضل بالمياه من 7 لـ 10 ايام ومع مرور الوقت نعمل كمية في الماء

← Reclaimed water :- اي شي وهلك waste water ك عالجته وارسلته لاستخدام مفيد

← المياه قبل ما نستهلك خلال انها مواصفة او نوعية مختلفة عن مياه ما بعد ما نستهلك
بعد ما نستهلك مياه تتجمع ع الغور وبتروح لمزروعات بكل انواعها لانو اختلطت مياه بصرف الصحي مع مياه الامطار وصارت مخففة بينما قبل ما نستهلك ممنوع استخدامها لمزروعات العادية ، فقط لمزروعات معينة مثل البرسيم والاعلاف

* ما بدي soft water يعني Hard water لكن اقل من level zero Mg+Ca
وهيه بنسميها مياه soft يعني الـ Ca والـ Mg منها ما بأثر ع الـ thermal process

* لو صبت مياه مقطرة الاصل ما فيها املاح يعني لو صبت الـ TDS إلها المفروض يساوي zero ، بس بالحقيقة ما نقيسه بتلاقيه من 5 لـ 15 اصبت هاي لنسبة بسبب الـ bicarbonates لانو هي بالاصل جاي من غازات

Scanned with CamScanner

Hard Water

- ***Hard water*** is defined as that containing un-desirable amounts of dissolved salts of Ca and Mg, present as bicabronates, chlorides, sulfates, and nitrates.

- **Additional impurities in water**
  - Na salts, silica, alumina, iron, or manganese may present.
  - suspended insoluble matter (called ***Turbidity***)
  - Organic matter
  - Dissolved gases (CO_2, O_2, N_2, H_2S)

Types of Hardness

Hardness is expressed in terms of the dissolved Ca and Mg salts calculated as Ca carbonate equivalent ($CaCO_3$) (ppm, grain/gal, mg/L).

Hardness

Temporary (carbonate)	Permanent (non-carbonate)
▪ caused by bicarbonates of Ca and Mg. ▪ greatly reduced by heating	▪ caused by sulfates and chlorides of Ca and Mg ▪ reduced by chemicals

Scanned with CamScanner

TDS < 3000 → Fresh water

5000 < TDS < 15,000 → Brackish water

15,000 < TDS < 30,000 → Sea water

30,000 < TDS < 50,000 → Salt water

Scanned with CamScanner

Terminology

- ***Total Dissolved Solids (TDS)***: unit ppm
  Range of TDS: few ppm – thousands ppm
- ***Unit of Hardness*** (measured as if all is due to Ca carbonate)
  - ppm
  - mg/L
  - grain /gal = 17.1 mg/L
- ***Turbidity*** → always physical.
  suspended insoluble matter in water
- ***Softening*** → hardness عملية ازالة الـ
  processes which remove or reduce hardness of water
  ↳ part of TDS
- ***Purification*** التنقية
  Removal of organic matter and microorganisms from water.

Problems of Hard Water

- Salts of Ca and Mg give insoluble precipitates with soap
- Ca sulfate, Ca carbonate, and Ca silicate form clogging scales with low thermal conductivity on boilers.
- Mg silicate and Ca carbonate may reduce heat transfer in process heat exchangers.
- **Treated waste water can be reused for:**
  - agriculture → الري
  - cooling and process water
  - Non-potable domestic applications.

Scanned with CamScanner

Methods of Water Conditioning

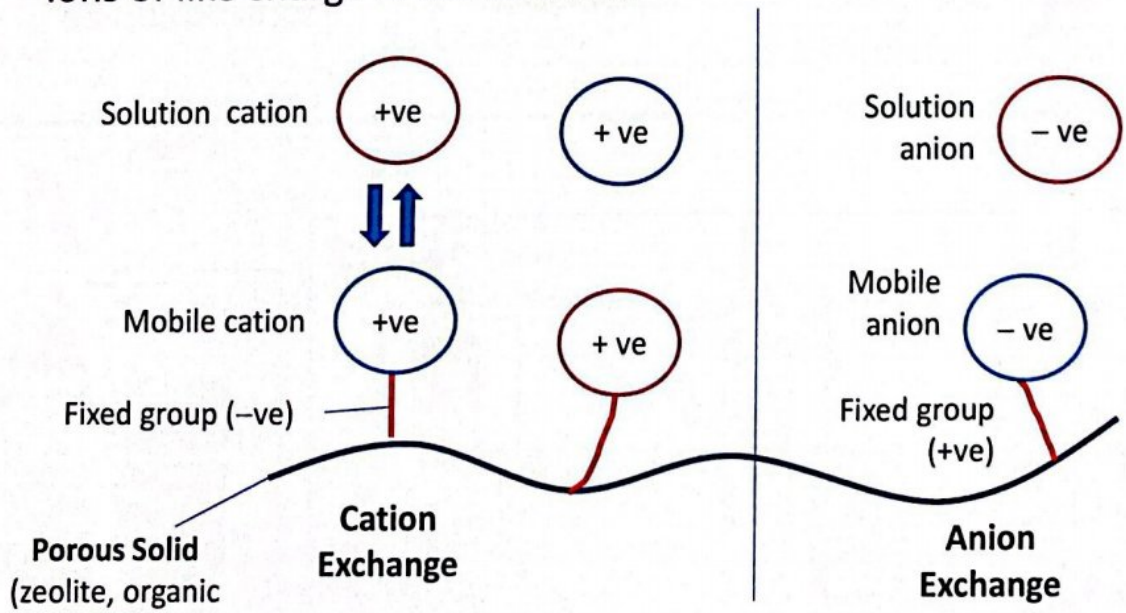
1) Ion exchange (التبادل الايوني)
2) Lime-Soda process (تتخلص من hardness)
3) Phosphate conditioning
4) Silica removal
5) De-aeration → (تفاعلات اكسدة يدها excess level من الاكسجين)
6) Demineralization and desalting
7) Purification

(1) Ion Exchange

(يكون عنا resin موجود بـ tank)

(متحرك)

- **Ion exchange** is a chemical reaction in which a mobile hydrated ions are exchanged, equivalent for equivalent, for ions of like charge in the solution.



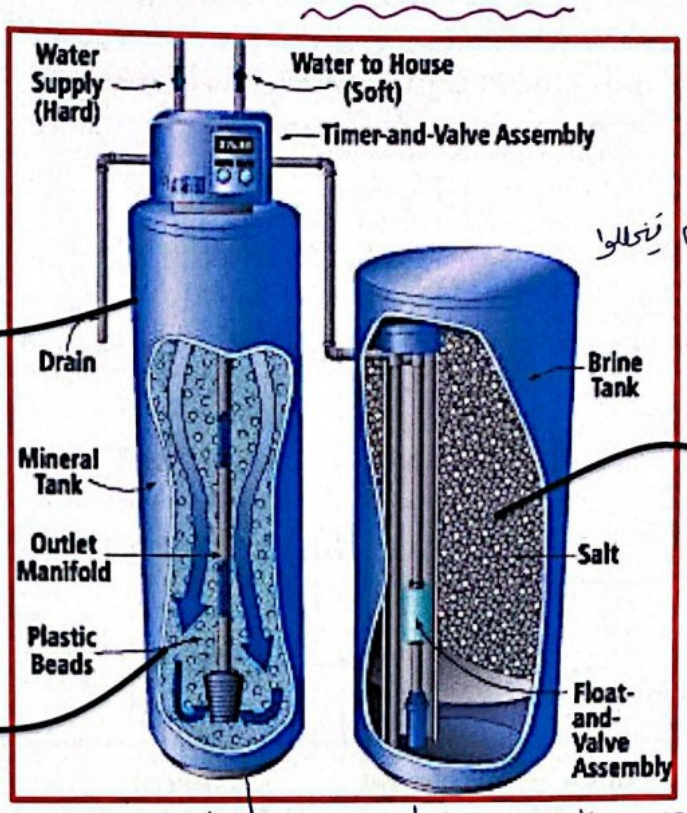
Scanned with CamScanner

Ion Exchange
Water Softener

two tanks واحد شغال وثاني standby

عملية تبديل: بتدخل مي عالجة فيه تحت حبيبات bed وبنفش هاد الـ bed وبتطير بمي المالحة وبعود جيم باغلفات بصير آخذ Mg, Ca وبعطي Na

Commercial softener



تتخلطوا

Ion exchange resin

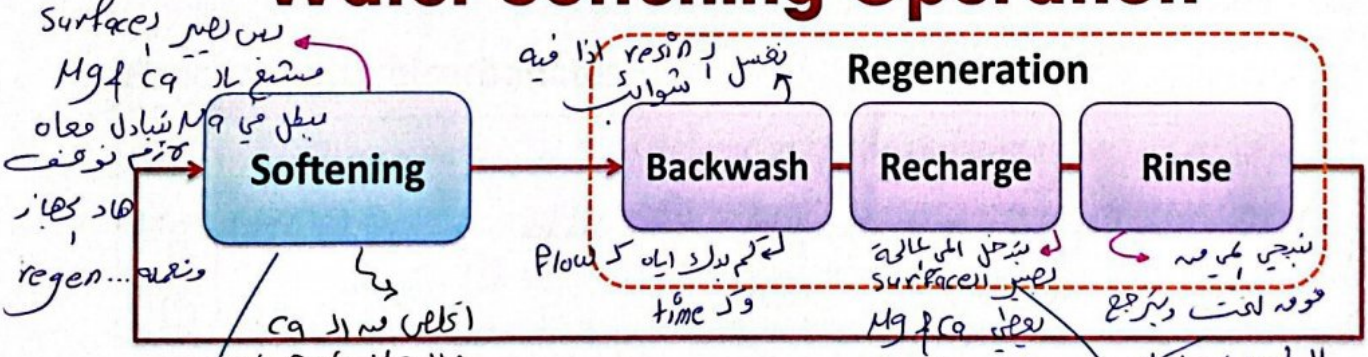
حبيبات صغيرة polymer لها اشياء

Regeneration salt used to prepare brine solution

hardness مي اللي فيها لازم يمشي ع الـ bed كامل وبطلع soft water

لنسحب الـ Column +ve بالاول والثاني بحب كل حرش -ve بعدها 10 بطلع الـ TDS اقل من 10

Ion Exchange
Water Softening Operation



Surfaces بين بصير مشبع بالـ Mg, Ca بيطل مي Mg بتبادل معاه لازم نوقف هاد بجهاز regen... ونعمله

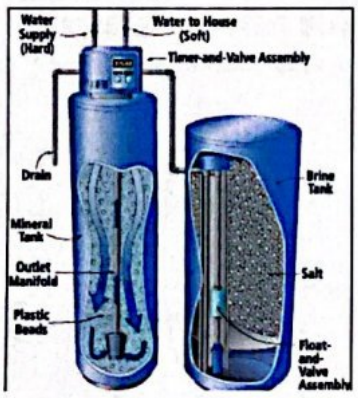
نغسل الـ resin اذا فيه شوائب

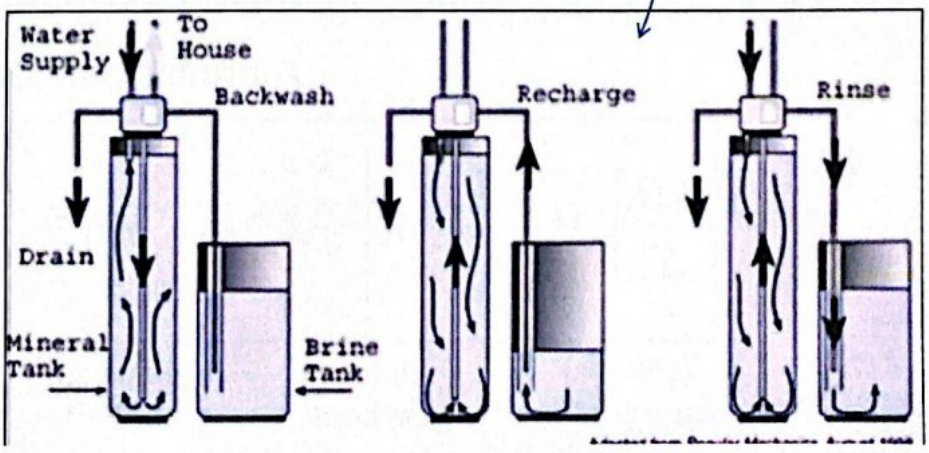
لنكمل بدك اياه كـ Flow وكـ time

بدخل على عالجة بصير Surfaces بعطي Mg, Ca وبوخد محله Na

بنبجي مي فيه فوقه لحت وبرجع الـ bed قبل ماكان

اكلس من الـ Ca والـ Mg عجوجدات باعي





Scanned with CamScanner

ع السطح surface تبع الـ resin في functional group +ve or -ve
بس بما انو بدكي عنه hardness كلهم يكونوا +ve . بيدخل مي
مالحة عليه بالتالي كل الـ resin تبع surface بصير مشبع بالـ Na.

بكونه في two tanks منظم packed bed وفي بنظم مساحات
واحد بكونه شغال وبالتالي واقف وفي فوقه الـ head وهو عبارة عنه
feed control system ، بتمشي بمي عادة من فوق لتحت . هلا تمر
المي من الفراغات بين الـ resin بلامس الـ surface تاع الـ resin
بصير الـ resin بعطي ذرتين هيدروجين مقابل ذرة كالسيوم او Mg
لحتى بصير الـ surface تاع الـ resin مشبع بالـ Ca او Mg

Na – Cation Exchange

(to remove Ca and Mg cations)

Softening: uses high capacity ion-exchange resins like Polystyrene

$$\begin{Bmatrix} Ca \\ Mg \end{Bmatrix} \begin{Bmatrix} (HCO_3)_2 \\ SO_4 \\ Cl_2 \end{Bmatrix} + 2NaR \rightarrow \begin{Bmatrix} Ca \\ Mg \end{Bmatrix} R_2 + Na_2 \begin{Bmatrix} (HCO_3)_2 \\ SO_4 \\ Cl_2 \end{Bmatrix}$$

(soluble) Hard water — (insoluble) Fresh resin — (insoluble) Used resin — (soluble) Soft water

Regeneration: uses NaCl brine solution

$$\begin{Bmatrix} Ca \\ Mg \end{Bmatrix} R_2 + 2NaCl \rightarrow 2NaR + \begin{Bmatrix} Ca \\ Mg \end{Bmatrix} Cl_2$$

(insoluble) Used resin — (soluble) Brine — (insoluble) Fresh resin — (soluble) waste

H – Cation Exchange

(to remove ALL cations)

Reaction with bicarbonates

$$\begin{Bmatrix} Ca \\ Mg \\ Na_2 \end{Bmatrix} (HCO_3)_2 + 2HR \rightarrow \begin{Bmatrix} Ca \\ Mg \\ Na_2 \end{Bmatrix} R_2 + 2H_2O + 2CO_2$$

(soluble) — (insoluble) Fresh resin — (insoluble) Used resin — water — Carbon dioxide

Reaction with sulfate and chlorides

$$\begin{Bmatrix} Ca \\ Mg \\ Na_2 \end{Bmatrix} \begin{Bmatrix} SO_4 \\ Cl_2 \end{Bmatrix} + 2HR \rightarrow \begin{Bmatrix} Ca \\ Mg \\ Na_2 \end{Bmatrix} R_2 + H_2 \begin{Bmatrix} SO_4 \\ Cl_2 \end{Bmatrix}$$

(soluble) — (insoluble) Resin — (insoluble) Used resin — (soluble) Acidic water — to be neutralized

Scanned with CamScanner

H – Cation Exchange cont'd

(to remove ALL cations)

Regeneration: using sulfuric acid (H_2SO_4)

$$\begin{Bmatrix} Ca \\ Mg \\ Na_2 \end{Bmatrix} R_2 + H_2SO_4 \rightarrow 2HR + \begin{Bmatrix} Ca \\ Mg \\ Na_2 \end{Bmatrix} SO_4$$

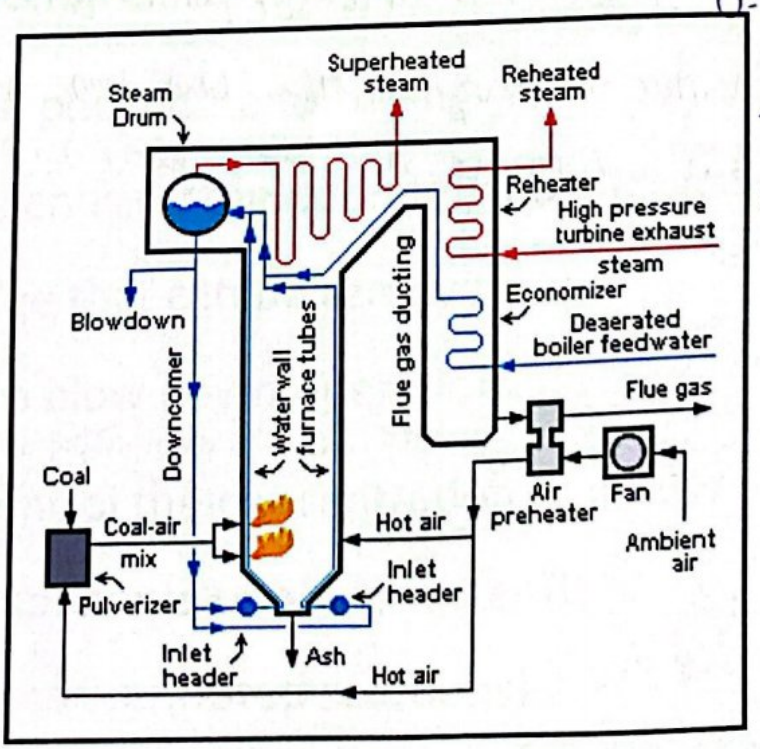
(insoluble)	(soluble)	(insoluble)	(soluble)
Used resin		**fresh resin**	**waste**

14

(3) Phosphate Conditioning

Purpose :

To ***internally*** remove Ca and Mg as sludge from boiler water in high pressure boilers for steam generation plants.



http://en.wikipedia.org/wiki/File:Steam_Generator.png

16

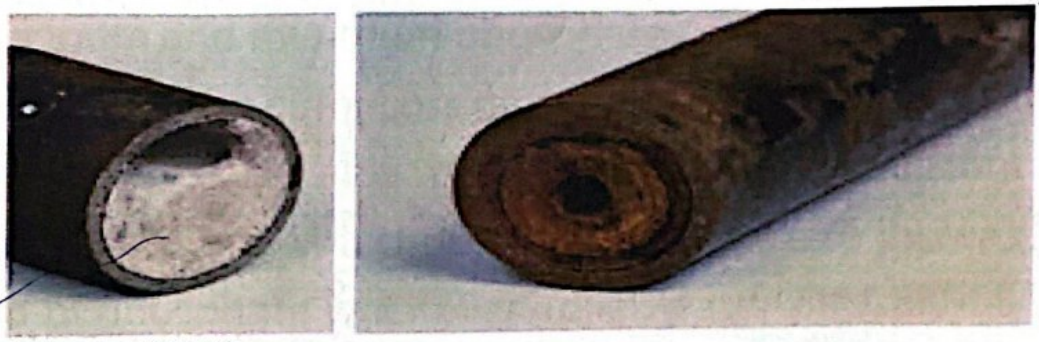
Scanned with CamScanner

← المي هي طالعة من ال softener حتى لو انها soft
ليس لسه منها Mg & Ca
لكنه على درجة مش hard
هاد اشي ما يروح ع ال boiler مع ال heating بيسبب
لكنه بمعدل اقل . حتى نمنع هاد الترسيب
نضيف مشتقات ال phosphate مع الماء

Scanned with CamScanner

Why Ca^{+2} & Mg^{+2} should be removed?

1. They precipitates as scales, e.g., $CaSO_4$, $CaCO_3$, SiO_2 and $Mg(OH)_2$ fused together.
2. Scales retards in heat transfer processes
3. Also overheating causes failure of metals.



Boiler scale on water side

http://www.lenntech.ae/applications/process/boiler/scaling.htm

Phosphate Conditioning

How to prevent scales?

1. By adding soluble phosphate to boiling water (10-60) ppm; depends on the operating conditions. This forms a sludge that can be removed subsequently by a blow down operation.
2. Blow down: To control the concentration of one or more natural components of boiler water (it removes solids in concentrated solutions).

Scanned with CamScanner

بال boiler كل فترة يا تنضيف كمية ماء excess
او بنعمل blow down

بال boiler عنا و-

→ one stream in.

→ overflow stream → steam

→ bottom stream → high sludge
↳ مواد slurry بترسب لبس بعدها
particle، ما عملت coating او layer
ع سطح ال boiler

بكونه في بال boiler دايمًا set point ال عالـ TDS بيرفع لـ level
معينه مباشرة بعمل blow down. وبتخلص منه بكمي اللي بال boiler حتى
تحافظ ع التراكيز ثابتة ومنع ترسب او عمل scaling لدي
مادة

Scanned with CamScanner

Phosphate Conditioning

How to prevent scales ?

- The amount of reserve phosphate required in boiler water depends upon the calcium content of the feed water, boiler pressure and the type of boilers involved, blow down procedure, and the chemical feeding method employed.
- Maximum and minimum phosphate control limits are normally 10-60 ppm. Loss of the reserve of the phosphate must almost inevitably result in deposition of calcium scale. Therefore, you should never hesitate to increase the feed of phosphate whenever boiler water phosphate concentrations run near or below the specified minimum.

Phosphate Conditioning

Types of Phosphates Used

Different sodium phosphates are used:

- Orthophosphates, such as trisodium phosphate
- Complex phosphates, such as sodium hexametaphosphate

Sodium phosphates are widely used to:

1. Inhibit $CaCO_3$ precipitation in heated water.
2. Minimize corrosion and pickup of iron by water in:
   a. Circulating cooling water
   b. Plant water distribution system
   c. Municipal systems

Scanned with CamScanner

حوا الـ boiler انت قاعد بتولد steam يعني انت قاعد بنقل
الـ volume بتبع بي حوا الـ boiler للمتقل بي كـ Fluid المحلول حوا بي
كـ TDS تركيزه بزيد (volumetric mass اقل ← تركيز عالي)
حتى ما تترسب هاي لازم داخل الـ boiler
نضيف مواد كيميائية

* بستخدموا بالـ cooling tower اذرع منه خشب . في Fluid
مصيه ساخنه نازل من الـ top وهوا طالع من الـ bottom ، بدك تعمل
contact بين الهوا وبي عشان الـ surface area والـ eff يزيدوا
منه طريقة Baffles ، وهي نازلة هاي بي بترد ولحتى نمنع اي مشاكل
فيه متل الـ scale ولهيدا بستخدم ← anti-scaling & anti-corrosion

Scanned with CamScanner

Types of Phosphates Used

Different *orthophosphates* are used depending on pH of the boiler water:

1. Sodium dihydrogen phosphate (acidic) NaH_2PO_4

$$3CaCO_3 + 2NaH_2PO_4 \rightarrow Ca_3(PO_4)_2\downarrow + Na_2CO_3 + 2H_2O + 2CO_2$$

2. Disodium hydrogen phosphate (weakly acidic) Na_2HPO_4

3. Trisodium phosphate (alkaline) Na_3PO_4.

$$3CaSO_4 + 2Na_3PO_4 \rightarrow Ca_3(PO_4)_2\downarrow + 3Na_2SO_4$$

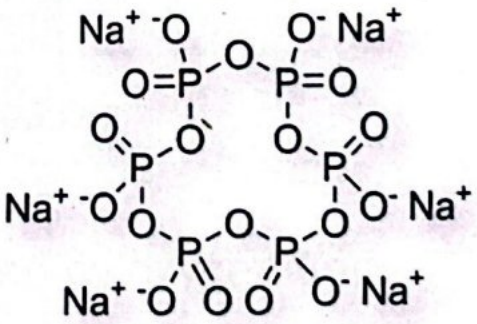
$$3Mg(OH)_2 + 2Na_3PO_4 \rightarrow Mg_3(PO_4)_2\downarrow + 3Na_2SO_4$$

www.expertsmind.com; Chemistry of engineers book-page 92

Sodium Hexametaphosphate

$(NaPO_3)_6$

- a commonly used source of orthophosphate anion used to precipitate calcium in low pressure boilers.
- With dispersants the calcium phosphate becomes a fluidized sludge capable of being blown down and out of the boiler before the calcium can form a deposit.



Scanned with CamScanner

(4) Silica Removal

- Silica is *not* removed by H-cation or Na-cation exchange.
- Silica is *partially* removed in lime-soda process.
- It can form a *tenacious scale*.
- It can be removed by:
  - the use of dolomitic lime $CaMg(CO_3)_2$ or activated magnesia in the softener, which lowers silica concentration, then blowdown is applied.
  - Demineralization, which produces water with only traces of silica.

(5) Deaeration

- Necessary to condition water properly for industrial boiler use.
- Dissolved oxygen hastens corrosion.
- Iron water corrosion accelerated by oxygen under alkaline or neutral conditions:

$$Fe \rightarrow Fe^{2+} + 2e \quad \text{(anodic half reaction)}$$

$$O_2 + 2H_2O + 4e \rightarrow 4OH^- \quad \text{(cathode half reaction)}$$

$$Fe^{2+} + 2OH^- \rightarrow Fe(OH)_2$$

$$2Fe + O_2 + 2H_2O \rightarrow 2Fe(OH)_2 \quad \text{(overall reaction)}$$

Scanned with CamScanner

Deaeration

How to Stop the Corrosion?

كيف بنوقف الـ rxn ؟!

- By removal of dissolved oxygen. بنعمل تيار كهربائي داخل الـ system بنعمل
- By electrode polarization. → بنصير نحمي الأملاح وبراي الحالة انت بتقطع الـ circuit نبعت الـ rxn corrosion بالتالي بيطل يصير في corrosion
- By organic inhibitors. → بنضيفهم عشان يصير مقاومة للصدأ
- By protective salts: chromates, silicates, phosphates, alkalies بنعمل Film ع الـ surface عشان يصير Perric structure بالتالي بيمنع حدوث الصدأ
  - They act as anodic inhibitor by forming a film over the anodic side, and thus interrupt the electrochemical sequence.

* دايمًا بالـ thermal units بكون corrosion & scaling ودايمًا الـ scaling بسبب الـ corrosion ، اي مكان بصير فيه scaling بعدين بصير فيه corrosion

Deaeration

How to Remove Dissolved Oxygen?

بدخل الـ steam من تحت وبنزل بمي فوق عشان فوق عشان طرطعه الـ spraying هاد شي راح بنزع الـ O_2 من المي بالسخنة وراح بطلع مع الـ steam اللي طالع من الـ top

- By spraying or cascading the water over a series of trays contained in pressurized vessel, with steam rising upward.
  - **In closed deaerating heaters (105 °C):** dissolved O_2 content will be lowered to below 10^{-2} ppm.

- Complete deoxygenation can be achieved by using **oxygen scavengers:**

  Sodium sulfite: $O_2 + 2Na_2SO_3 \rightarrow 2Na_2SO_4$

  Hydrazine hydrate: $O_2 + N_2H_4 \cdot H_2O \rightarrow 3H_2O + N_2$

هدول اذا بتضيفهم عالمي ع طول بيسحبوا الـ O_2 (شبيه البرم بيقدم للطفايات الحريق)

Scanned with CamScanner

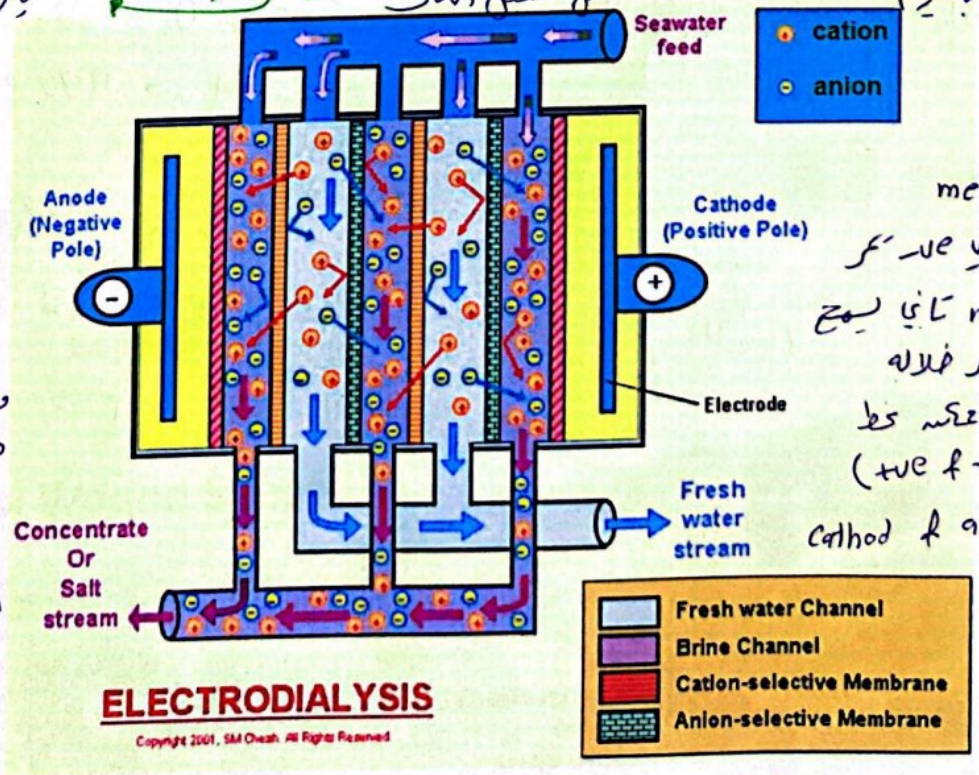
لا تعمل blow down انت بتخلص من مي سخنة
وتضيف مكونه بارد وبدك (boiler
يسخنه بدك ترفع من حرارة 30 حرارة عالية (بدك steam
ع حرارة فوق ١٠٠) (او بدك تعطي مي سخنة ع 70 او 80)
هاد بقابله استهلاك للوقود بالتالي تكلفة زيادة
لهيك الهدف قرار يكونه في set point بال boiler
وال system حاله عمل control وبقرر متى يعمل blow down

(6) Demineralization & Desalting

- Read the related section in Shereve's textbook and answer the following questions:
  - What is the difference between partial and complete desalting processes?
  - Write down 6 different methods used for desalting.
  - Define the performance ratio.
  - The book states that the largest desalination plant in the world is being built near Yuma, Ariz, and is designed for a capacity of 360,000 m^3/day. What and where is the largest desalination plant in the world nowadays? What is its capacity. Write a one page (~300 words) summary about that desalination plant.

Demineralization & Desalting

Electrodialysis (ED)



Scanned with CamScanner

Fuel cell ← يستخدموها عشان يطلعوا H_2 من ماء البحر
واسعها اكتر من application
وحدة بتفصل الاكسجين عن الهيدروجين بالي
Fuel cell جوا الـ membrane وبتكون في
بتسمح بس للـ H_2 اللي هو الـ +ve عشان يعدي خلاله
membrane، تاني بتفصل الـ O_2 لحاله

واذا رجعت الـ H_2 و الـ O_2 لبعض يرجع بخار H_2O

Scanned with CamScanner

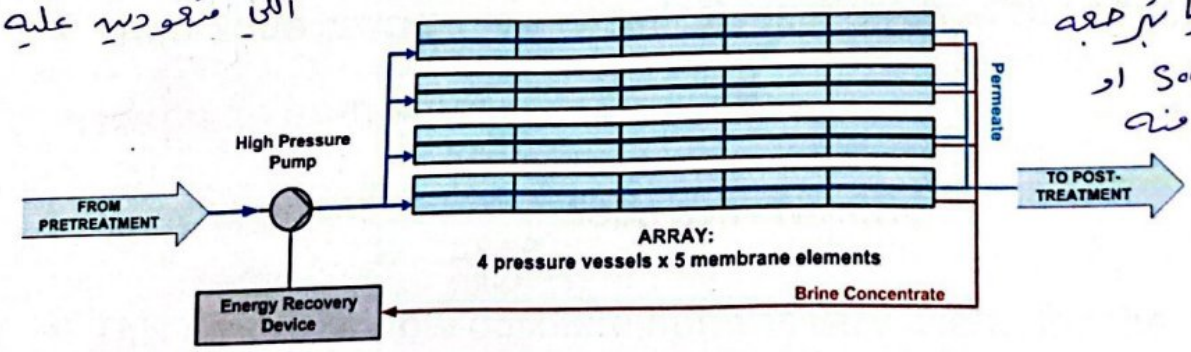
Demineralization & Desalting

Reverse Osmosis (RO)

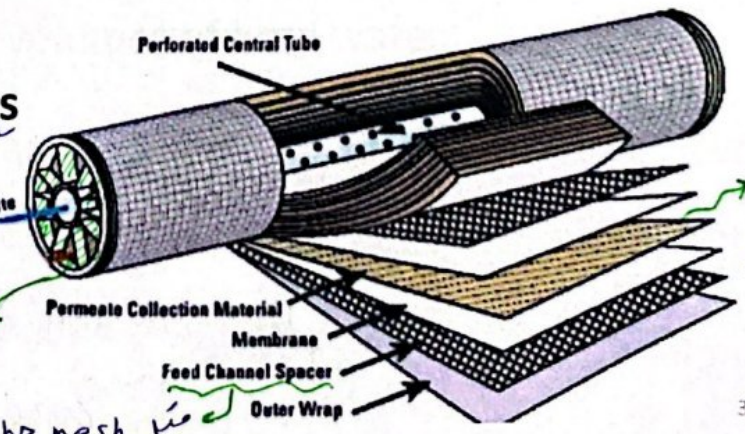
- Utilizes the application of pressure above the osmotic pressure to force pure water through a semipermeable membrane from the concentrated brine solution.
- **Two types of membranes:**
  - Bundles of very fine capillaries
  - Spiral-wound sheets
- **Membranes material:**
  - Cellulose acetate → for brackish water
  - Polyamides → for seawater

Demineralization & Desalting

Reverse Osmosis (RO)



Spiral Wound Sheets



Scanned with CamScanner

الخاصية الاسموزية هي سحب المياه من مكان تركيزه
عالي لمكان فاضي تركيز (مثل مثال الغابة).

هنا بدنا نطلع الماي من الاكثر ملوحة الى الاقل ملوحة
حتى نعمل الحكي هاد بدك تعمل عكس الخاصية الاسموزية
عن طريق توليد ضغط اعلى من ضغط الاسموزي

* الـ feed spacer بسمح للماي تمر من خلاله فيصير عملية perpendicular diffusion ع الـ surface تبع الـ membrane بتسمح فقط للماء والشوية ملح تمر من خلاله و ما بتخلي يطلع من الـ other side

* دايمًا بدخل عندك 100% ملح ويطلع اقل من 1% بالمياه المحلاة و 99% من الملح بتكب

* مشكلة الـ RO-system

① بدو energy لحتى تتغلب ع الطبيعة

② بتخدم من 3 الى 5 اشهر بالسنة فقط

Scanned with CamScanner

(7) Purification

- Usually necessary to produce potable and safe water
- Coagulation and filtration through sand or hard coal + oxidation by aeration → sufficient to remove organic matter (and some microorganisms) →
- Further chlorine treatment might be needed →

Study Figure 3.5 and make sure that you know what every and each unit is used for!

(2) Lime-Soda Process

- **Lime-Soda process:** is a chemical reaction used to reduce hardness from water.
- **Lime** = $Ca(OH)_2$ **Soda ash**= Na_2CO_3
- This process is now obsolete but was very useful for the treatment of large volumes of hard water.
- Addition of lime ($Ca(OH)_2$) and soda (Na_2CO_3) to the hard water precipitates calcium as the carbonate ($CaCO_3$), and magnesium as hydroxide ($Mg(OH)_2$).

Scanned with CamScanner

Types of Lime Soda Process

Cold lime process

- Partial softening → uses cheap lime.
- For conditioning cooling water that contains Ca bicarbonate (scale former), and paper mill water.
- Needs addition of coagulants
- Disadvantages: produces bulk amounts of sludge; disposal is expensive and troublesome.

Hot lime process

- For conditioning boiler feed water.
- Operates at a higher temperature so reactions, coagulation and precipitation are faster, and gases are driven out.

35

Lime Process Reactions

- As lime is added to a water, it will react with any carbon dioxide present as follows:

$$Ca(OH)_2 + CO_2 \rightarrow CaCO_3 \downarrow + H_2O \quad \text{....(1)}$$

- The lime will react with carbonate hardness as follows:

$$Ca(OH)_2 + Ca(HCO_3)_2 \rightarrow 2CaCO_3 \downarrow + 2H_2O \quad \text{.....(2)}$$

$$Ca(OH)_2 + Mg(HCO_3)_2 \rightarrow \underline{MgCO_3} + CaCO_3 \downarrow + 2H_2O \quad \text{.....(3)}$$

- The $\underline{MgCO_3}$ in eq (3) is soluble, so more lime is added to remove it:

$$Ca(OH)_2 + MgCO_3 \rightarrow CaCO_3 \downarrow + Mg(OH)_2 \downarrow \quad \text{.....(4)}$$

- Also, magnesium non-carbonate hardness, such as magnesium sulfate, is removed:

$$Ca(OH)_2 + MgSO_4 \rightarrow \underline{CaSO_4} + Mg(OH)_2 \downarrow \quad \text{.....(5)}$$

36

Scanned with CamScanner

Soda Process Reactions

- Lime addition removes only magnesium hardness and calcium carbonate hardness.
- In equation 5 magnesium is removed ($MgSO_4$), however, an equivalent amount of calcium is added as $\underline{CaSO_4}$.
- The water now contains the original calcium non-carbonate hardness and the calcium non-carbonate hardness produced in equation 5. Soda ash is added to remove calcium non-carbonate hardness:

$$Na_2CO_3 + CaSO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + CaCO_3 \downarrow \quad ....(6)$$

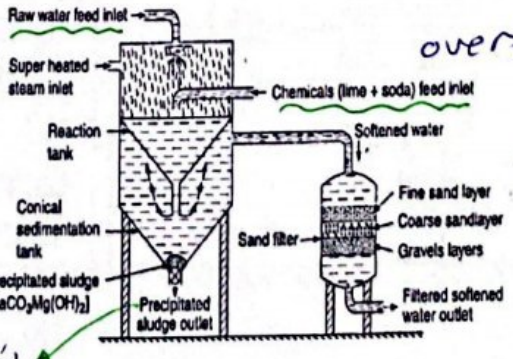
Hot Lime Soda Process

- The water to be purified is treated with chemicals at a temperature of 95-100°C. Softeners used may be intermittent or continuous type.

(a) Intermittent type (Batch process)

- Similar to the cold lime soda process except that heating coils are present for heating the water.

(b) Continuous type



Scanned with CamScanner

هنا تضيف Chemicals وتصير عندي ترسيب بالتالي
بدك unit فيها Geometry قادرة انو يدخل
one stream اللي هو اد hardness water
ويطلع two stream

وبكون في dosing pump تضيف lime او Soda ash
وتصير عنا راسب بترسب بال bottom وبدي اسحبه لحاله

بال lime Soda ash process :-

① تضيف Chemicals
② بتكمل mixing
③ بتكون راسب بال bottom بتخلص منه
④ اد product اللي بدك اياه بطلع ع اد overflow
وبتكمل طريقه

* الرواسب لما تتراكم كتير بتصير ع شكل slurry (معلقه بماء)
لما افتح اد valve بسحب slurry بالتالي بدك تخفف
المي اللي فيه وناخد اد $CaCO_3$ او $Mg(OH)_2$ وتبيعه او تدفنه
بالتالي هاد بشي اله فوائد بتكون حلبت مشكلة
وصبت مشكلة ثانية

Scanned with CamScanner

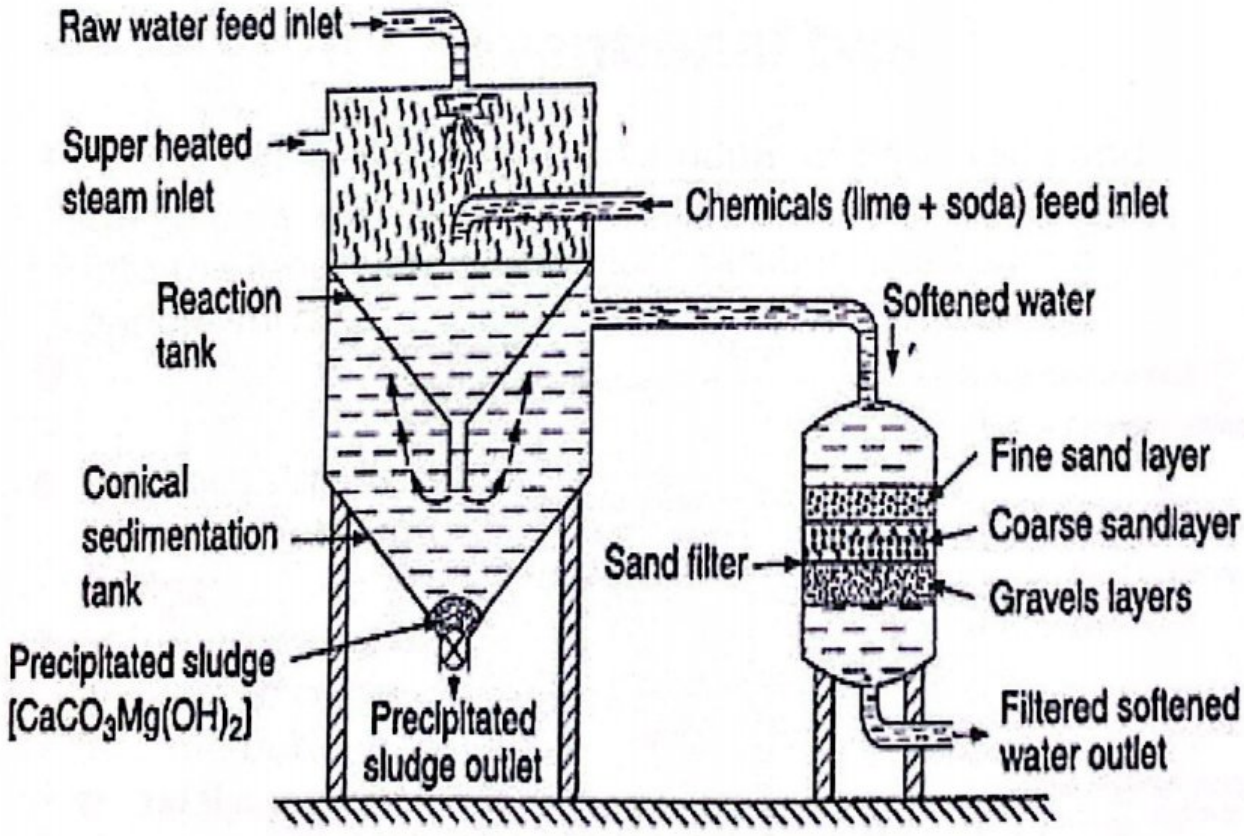
Hot Lime Soda Process
(b) Continuous type

It has the following parts:

i. Reaction tank: The central reaction tank has three separate inlets through which raw water, chemicals and superheated steam is passed and then mixed together in the reaction tank.

ii. Conical sedimentation tank: In this tank the mixed water enters and the sludge settles down.

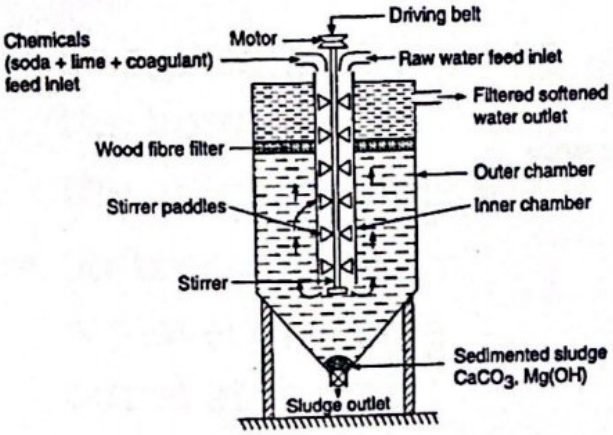
iii. Sand filter: Layers of coarse and fine sand act as filter which ensures complete removal of sludge. A soft water with 15-30 ppm of residual hardness is obtained.

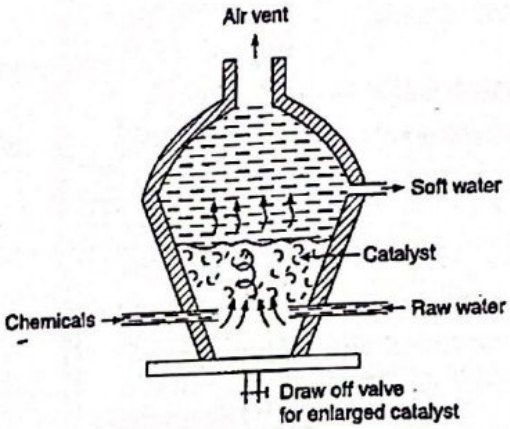


Scanned with CamScanner

Continuous Cold Lime Soda Softeners

i. Conventional type
ii. The sludge blanket type
iii. Catalyst or Separator type

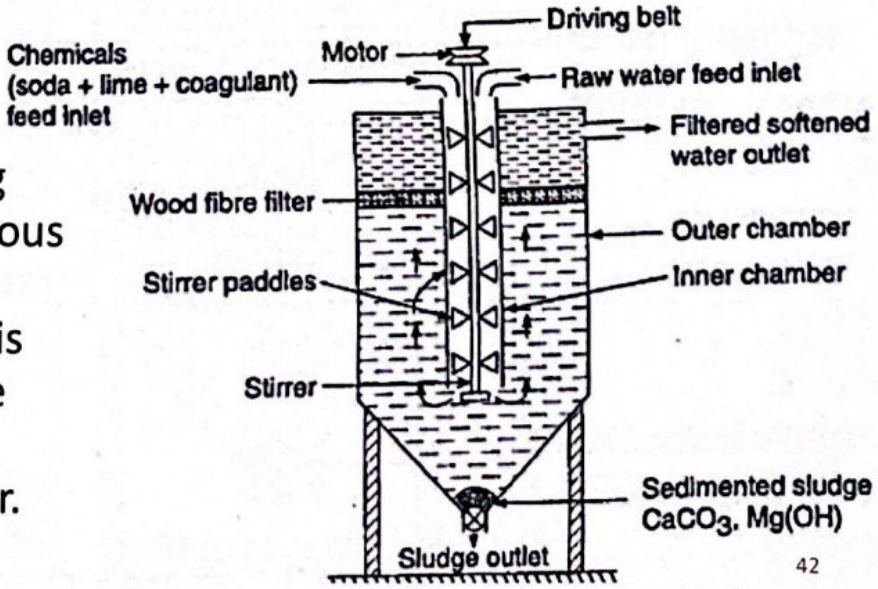




41

Continuous Cold Lime Soda Softeners
(i) Conventional type

- Raw water and the required amount of lime, soda and coagulants are fed at room temperature from the top into the inner vertical circular chamber fitted with a paddle stirrer.
- Vigorous stirring ensures continuous mixing;
- Softened water is allowed to come into the outer co-axial chamber.

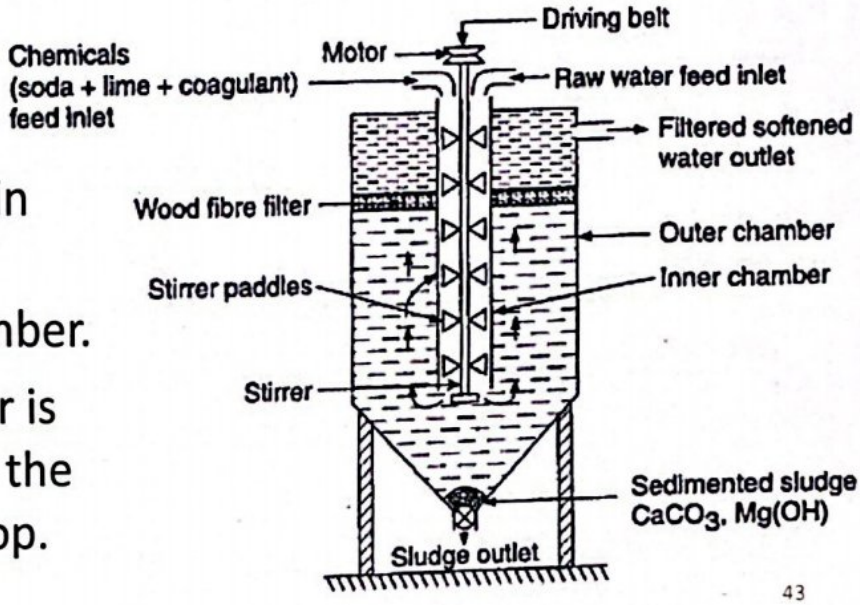


42

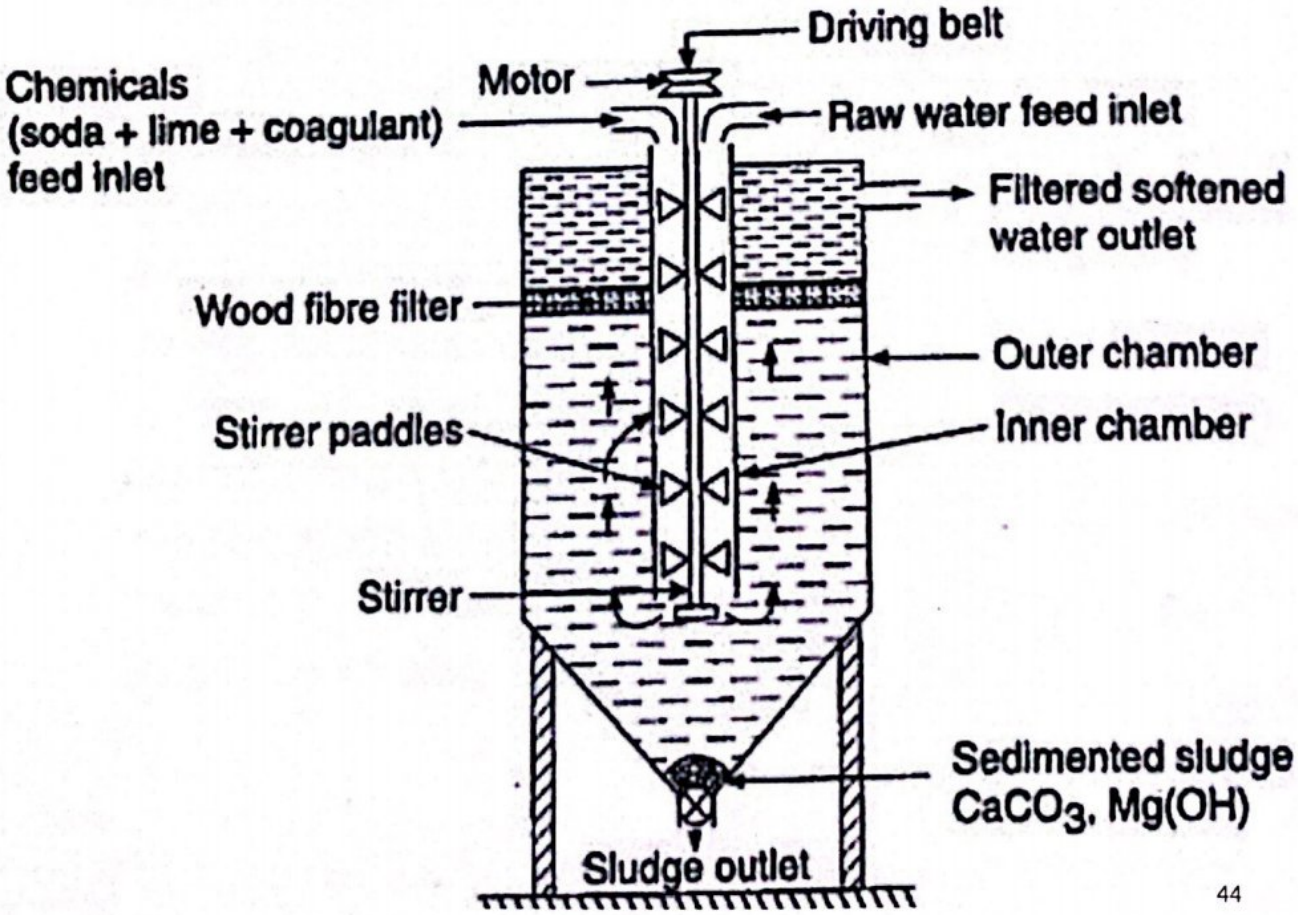
Scanned with CamScanner

Continuous Cold Lime Soda Softeners
(i) Conventional type

- Rising up the water passes through a wood fiber filter where traces of sludge are removed.
- Sludge settles in the bottom of the outer chamber.
- Softened water is removed from the outlet at the top.



43



44

Scanned with CamScanner

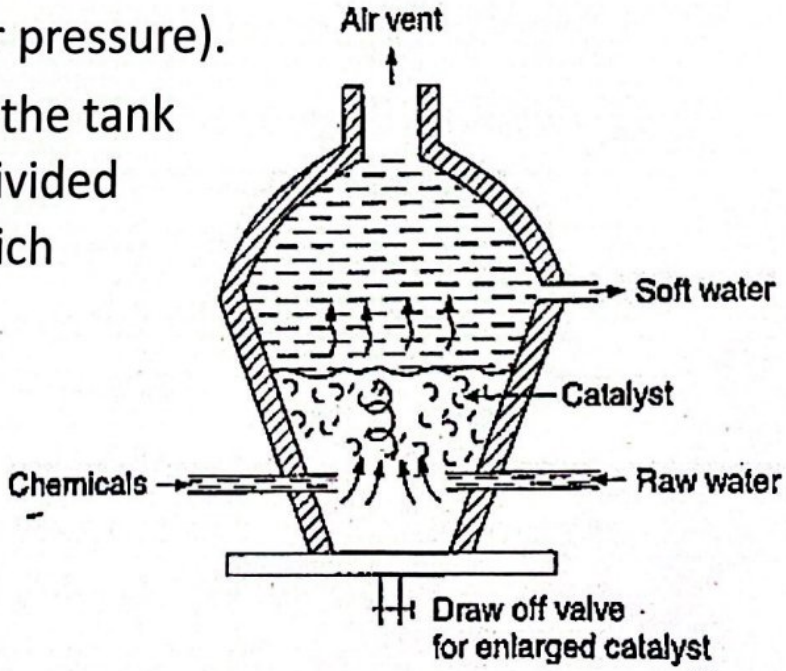
Continuous Cold Lime Soda Softeners
(ii) Sludge Blanket type

- It is similar to the conventional type but the treated water is filtered upwardly through a suspended sludge blanket composed of-previously formed precipitates.
- Some lime is wasted in the conventional type as is carried down with the sludge before it has time for dissolution and reaction.
- Silica is better removed in sludge blanket type.
- Retention time required is one hour as compared to four hours for the conventional.

Reference:
http://www.transtutors.com/homework-help/engineering-chemistry/softening-of-water/continuous-softeners.aspx

Continuous Cold Lime Soda Softeners
(iii) Catalyst or Separator type

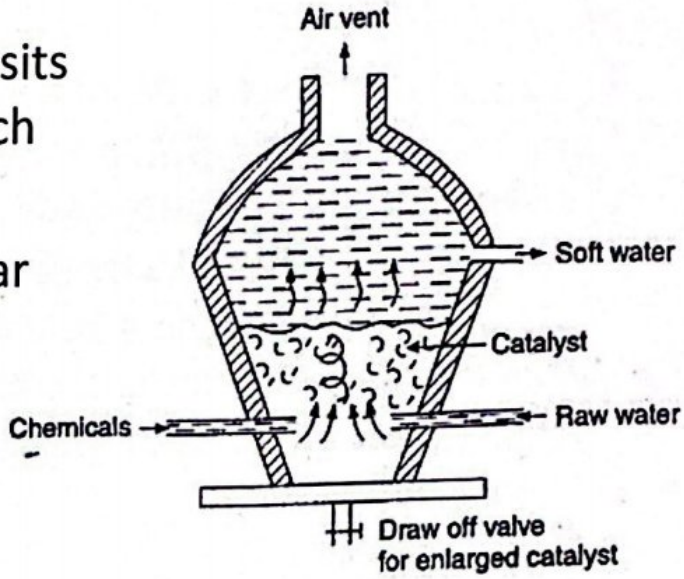
- A conical tank is used which may be open (for gravity operation) or closed (for operation under pressure).
- About two-thirds of the tank is filled with finely divided granular catalyst which may be green sand or sand or graded calcite.



Scanned with CamScanner

Continuous Cold Lime Soda Softeners
(iii) Catalyst or Separator type

- Raw water and chemicals enter tangentially near bottom and spiral upwards through suspended catalyst bed.
- The sludge formed deposits on granular catalyst which grows in size.
- Sludge formed in granular shape can be drained and dried rapidly, which also makes it easy to handle.



47

بدي اضيف شي بنسبة excess لبسطة عشان اتأكد انو التفاعل كله تم

Soda Process Reactions

- Precipitation of $CaCO_3$ requires a pH of about 9.5; while $Mg(OH)_2$ requires a 10.8 pH, therefore, an excess lime of about 1.25 meq/l is required to raise the pH. (excess value) هاد الـ excess بترفع الـ pH
- The amount of lime required: lime (meq/l) = carbon dioxide (meq/l) + carbonate hardness (meq/l) + magnesium ion (meq/l) + 1.25 (meq/l)
- The amount of soda ash required: soda ash (meq/l) = non-carbonate hardness (meq/l).
- After softening, the water will have high pH and contain the excess lime and the magnesium hydroxide and the calcium carbonate that did not precipitate

بتضيف الـ lime والـ soda ash للـ dosing pump بالتالي بكونوا عم بشكل وزا بالتالي بدك تحول الـ mass لـ Volumetric flow rate

49

Scanned with CamScanner

Recarbonation

- Recarbonation (adding carbon dioxide) is used to stabilize the water. The excess lime and magnesium hydroxide are stabilized by adding carbon dioxide, which also reduces pH from 10.8 to 9.5 as the following:

$$CO_2 + Ca(OH)_2 \rightarrow CaCO_3 \downarrow + H_2O$$

$$CO_2 + Mg(OH)_2 \rightarrow \underline{MgCO_3} + H_2O$$

- Further recarbonation, will bring the pH to about 8.5 and stabilize the calcium carbonate as the following:

$$CO_2 + CaCO_3 + H_2O \rightarrow Ca(HCO_3)_2$$

- It is not possible to remove all of the hardness from water. In actual practice, about 50 to 80 mg/l will remain as a residual hardness.

Chemical handling and sludge handling are critical issues in Lime Soda Softening.

Water Softening Unit

References:

http://textilelearner.blogspot.com/2012/06/lime-soda-water-softening-process.html#ixzz27b9iadUH
http://textilelearner.blogspot.com/2012/06/lime-soda-water-softening-process.html

Scanned with CamScanner

Wastewater Treatment

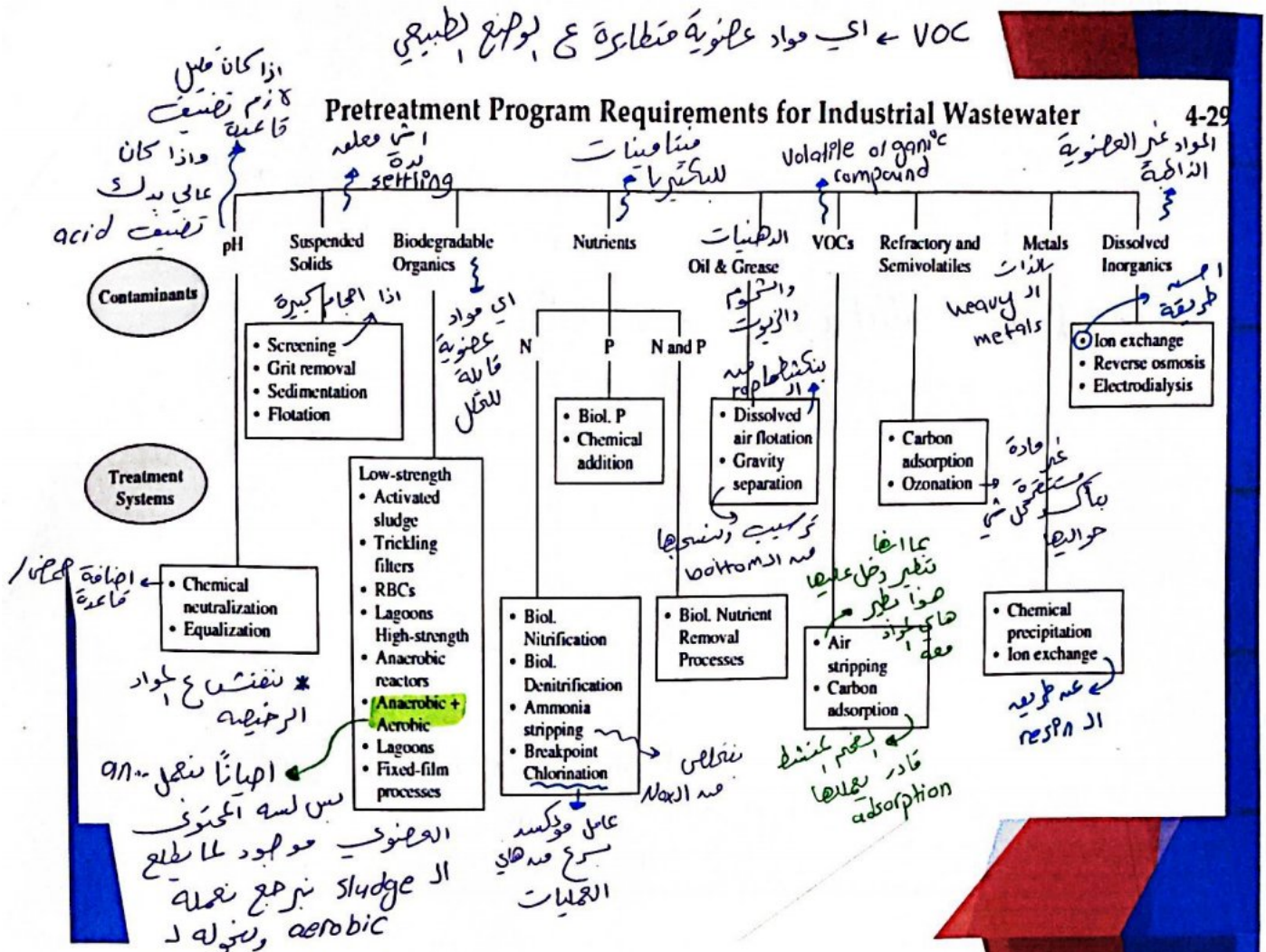
Wastewater Treatment

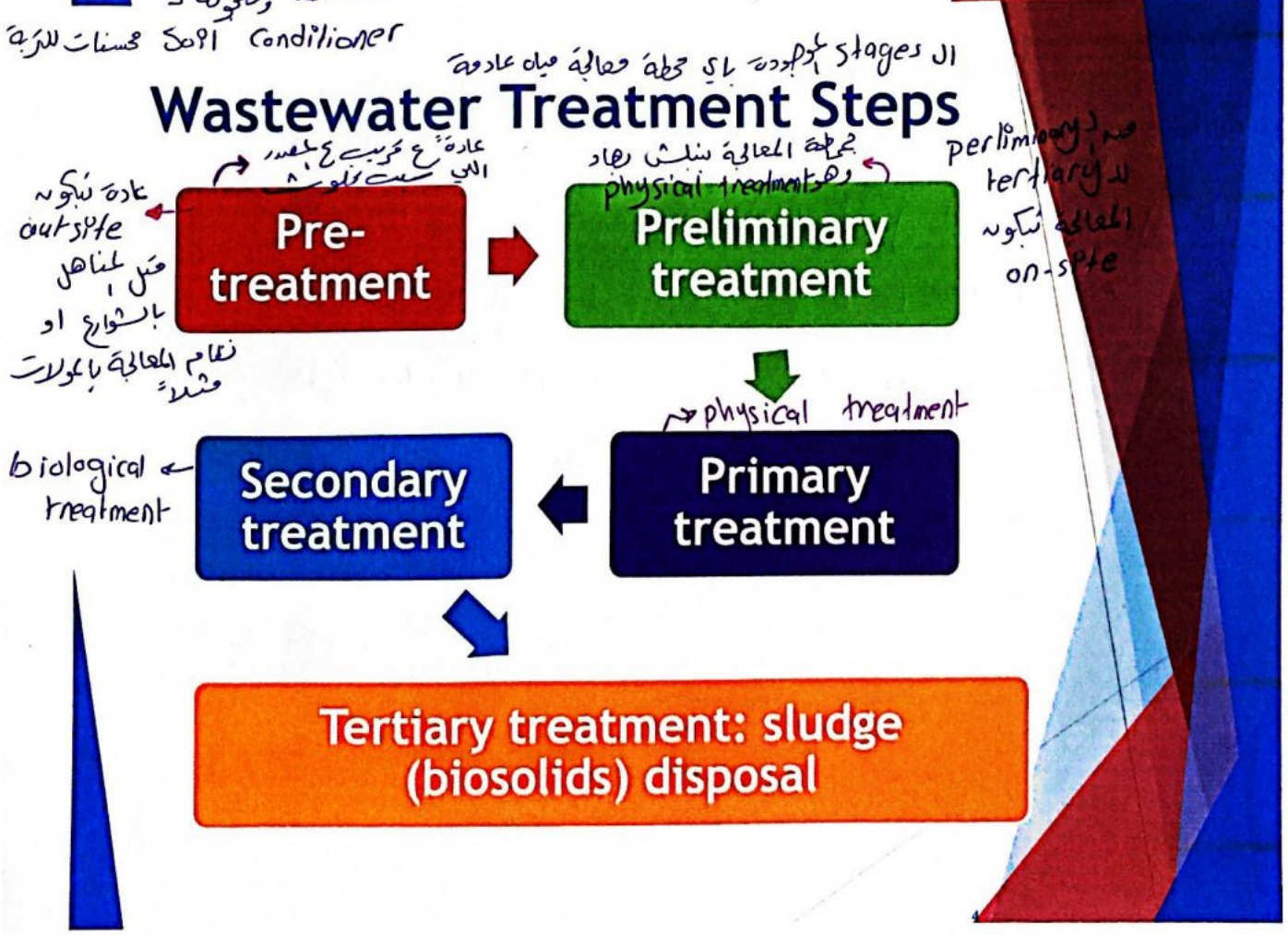
- **Purpose**
  - To manage water discharged from homes, businesses, and industries to reduce the threat of water pollution.

- مثال ع الـ commercial sector مثل المحلات والمولات والمطاعم
- القطاع المؤسسي Institutional sector مثل الجامعات والمدارس والاماكن اللي بيجي عليه عدد من الناس لفترة زمنية معينة هاد المكان بياخد الى حد ما طابع حكومي

* زمان كانت المياه المطلعة (الـ waste) بروحوا عا اقرب بحر مثل ما هي مباشرة ع اساس انه مياه البحر قادرة تعمل dilution treatment بس من 80 سنة لشوا يعملوا treatment لهيك انشئت محطات معالجة المياه العادمة

Scanned with CamScanner





Scanned with CamScanner

هاي المياه العادمة صار فيها organics واد waste اللي طالع من المجلات والمطاعم وغيرها بالتالي دخل عليها load هاد الـ load بكون organic عضوي، حيوي، كربوني وبعض الـ heavy metals والعوالق وغيرها بالتالي لازم هاي المياه تتعالج ونعبر عن هاي الأشياء اللي تلوث المياه بال BOD لانها bulk organic compounds بالتالي بصير نحكي عنها بلغة الكربون وهاد الكربون عشان يتأكسد بده أكسجين بالتالي الـ BOD (biological oxygen demand) قدش بدي أكسجين حتى إزالة العضوية بصيرلها أكسدة

بالتالي لطلنا نحكي عن مصدر المياه سواد مطعم او مصدر بروتين ولا كربوهيدرات صار عنا mix في أكثر من نقطة مختلفة ببدجي فيها الـ waste water المختلفة مثل المطاعم والمنازل والمستشفى والجامعة بالتالي بكون في mixing point لـ diff. sources

لما بكون في ارتفاع كيميائية نتيجة ← COD وهو أشمل من الـ BOD

* Screening ← مثل الغطاء تاع المجلى بتفصل bars في بينهم فراغات تقلتر 2 cm وفوقه
* grit removel ← اي شي من coarse لـ fine
* sedimentation ← اوك بمي بالتالي العوالق لحالها بتترسب بال bottom
* Flotation ← اذا كانت الـ density اقل من واحد بالتالي تطفوا ع السطح مثل الزيوت والشحوم والدهون بعدين بتنشطها عن سطح المي
* Trickling filter ← بفرد المي بحتواها العضوي على bed من الحصور بارتفاع 20 cm ع ارض واسعة المساحة بيلش اتمط ع organics ع سطح هاي الحصور وتصير تاكل فيه
* Rotating Biological contactor ← drum بتغطس جزء منها بالماء وتصير تلف بطريقة بطيئة
* lagoons ← برك مفتوحة بتتخمر فيها المي وبتنشط البكتيريا فيها وبتعمل هضم للمواد العضوية
* Anaerobic reactor ← بكون الأكسجين اقل من الكميات المطلوبة بالتالي في بكتيريا اخرى بتنشط وبتعمل المحتوى العضوي في المي وبتعطي غاز المثنان و CO_2
* Fixed film ← عندك surface بتعرض للمي اللي فيها كربون وبتعمل هضم وهاد الـ surface بكون عليه biofilm.

عنا نوع تاني اللي هي aeration tank مثل suspended bio. volume

واد secondary clarifier

Scanned with CamScanner

* احسن حل بالنسبة لل N انو نكسر النيتروجين ونحوله لامونيا ونحوله مرة ثانية لـ Nox ونيتروجين بعدين نتخلص منه بالتالي دايمًا Nitrification ← Denitrification ← Stripping بكونوا ورا بعض عشان نتخلص من اي محتوى نيتروجيني

* طرق التخلص من P :-

① عن طريق بكتيريا بتاكل الـ bio. P القابل للتحلل

② الـ Fixed.P اللي باقي من محتوى الـ phosphate بده مواد كيميائية ترسبه بال bottom

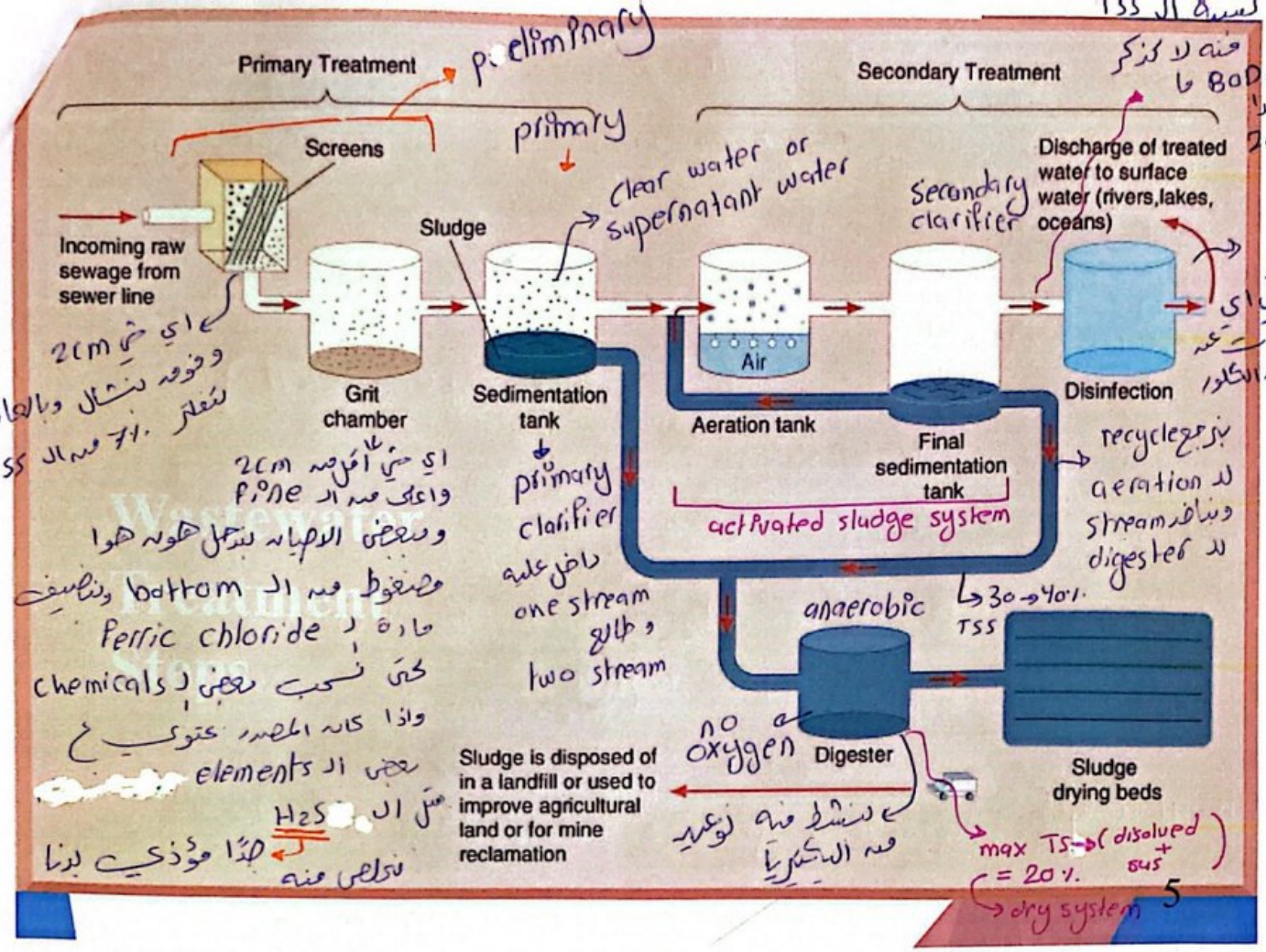
* انواع الكربون :-

Free & Fixed ← الكربون المتفاعل

له طرق اخرى للأكسدة وقد نضطر للتسخين على حرارة عالية

* اكبر مشكلة للمحطات لما تشتي لانو انت بتدخل مي dilute waste water يعني كمية مي عالية وكمية الـ organic قليلة بالتالي لما تدخل ع الـ system بدل ما تشغل البكتيريا وتعمل هضم راح تشغف البكتيريا وتموت لانو ما في إلها اكل كتير كلوا مياه الامطار بيرك وبصيروا بعالجوها شوي شوي لحتى ما تموت البكتيريا اللي عنده

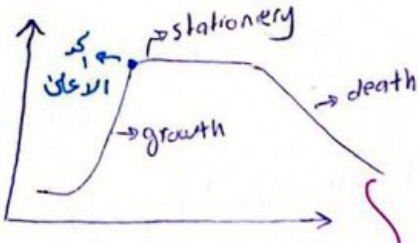
Scanned with CamScanner



5

* لبش بال primary للنوع الـ prel-- جوه منه هم التنبيه، physical وبهدف نظام ازالة العوالق وجزء من المواد المعلقة اللي بشيلها ممكن يكون الها اصل كربوني حيوي مثل بقايا شجر
* الرمل بنبع وادي رم فيه سيليكا و بسيليكا بها hardness عالي بالتالي اذا دخلت ع المحطة بتصير تعمل تجريح بالادوات وتآكل بالتالي بتصير عنا هيدا بال system بالتالي بتخلص منها بال Grit chamber
* ما في داعي لاضافة الـ Coagulant والـ Floc. لمعالجة الـ waste water للنوع العوالق الها كثافة عالية density بتصير مع بوقت بتترسب كالها
* ليش كمان activated sludge!

لازم اطلع الـ aeration tank والـ secondary clar. عدد الـ cells منظم ع الـ stationery level حتى ما يصير system بال substrate و death - هيدا بكتيريا
بلشت البكتيريا تاكل منظم وخلص الاكل بتصير البكتيريا تاكل حالها وتاكل اللي عوت حواليها . بالتالي عشانه البكتيريا الجوعانة هاي ما عوت بترجع بدخلها مرة ثانية وبتلش تاكل مرة ثانية
* بكون عدد البكتيريا وصل للحد الاعلى لهيك بدي احافظ ع هاد العدد كانو مش بالساهل نوصله



هون بتموت بسبب نقص الغذاء
الاكل الاكيلة → $\frac{F}{m}$ - لا يقل الاكل بتبلش تموت البكتيريا

Scanned with CamScanner

انواع البكتيريا اللي بتشتغل بال digester :-

① acidogens ← بتكسر البروتينات والكربوهيدرات والسكريات للبنية الاساسية تتعفن واللبنة الأساسية تتعفن كلها acids مثل ال amino acid و acetic acid وما شابه بالتالي بتوقع ال pH عنا ينزل هاي البكتيريا بتتفاعل بسلاسل الطويلة وتكسرها لـ acid

② methanogens ← هاي تاخذ ال acid وتتعفن بتخرجوا وبتطلع كهرباء [CO_2 و CH_4]

* هدول التوعيين من البكتيريا ليه
range معينة للحرارة يا ranges
عوتوا بين ال 40 وال 50 معوكوا
تحت ال 40 وفوق ال 50 هاد ال range بتعفن

فوق ال 50 ← thermophilic ← بدها حرارة
تحت ال 40 ← mesophilic ← بتشتغل ع الحرارة الطبيعية (ambient temp)

in digester
80% water & 20% solid → dry system
90% water & 10% solid → wet System

* اصلياً ال Tss بكون قليل اللي جاي من ال secondary وال primary وبالتالي عالية لهيك بتبنا ع thickener

* ال thickener وال clarifier نفس ال Geometry بالتصميم بس بتعمد ع شو انت مهتم
اذا مهتم بتنقية ال liq بتسمية clarifier
واذا مهتم انك تعمل thickening لل solid بتسمية thickener

* اذا اجتنا thickener بدنا نعمل بعده sludged conditioning و dewatering وبطلع مادة صلبة وبتخلص منها

* او بنخرجها بال digester وبطلع CH_4 & CO_2 وبطلع بلدة صلبة من ال digester وبعملوا منها سماد عضوي

Scanned with CamScanner

Wastewater Treatment

- Water discharged from homes, businesses, and industry enters sanitary sewers.
- Water from rainwater on streets enters storm water sewers. Combined sewers carry both sanitary wastes and storm water.
- Water moves toward the wastewater plant primarily by gravity flow
- Lift stations pump water from low lying areas over hills.

Pre-treatment

- Occurs in business or industry prior to discharge
- Prevention of toxic chemicals or excess nutrients being discharged in wastewater

Scanned with CamScanner

Preliminary Treatment

- Removes large objects and non-degradable materials
- Protects pumps and equipment from damage
- Bar screen and Grit chamber are used

Bar Screen

- Catches large objects that have gotten into sewer system such as bricks, bottles, pieces of wood, etc.

Scanned with CamScanner

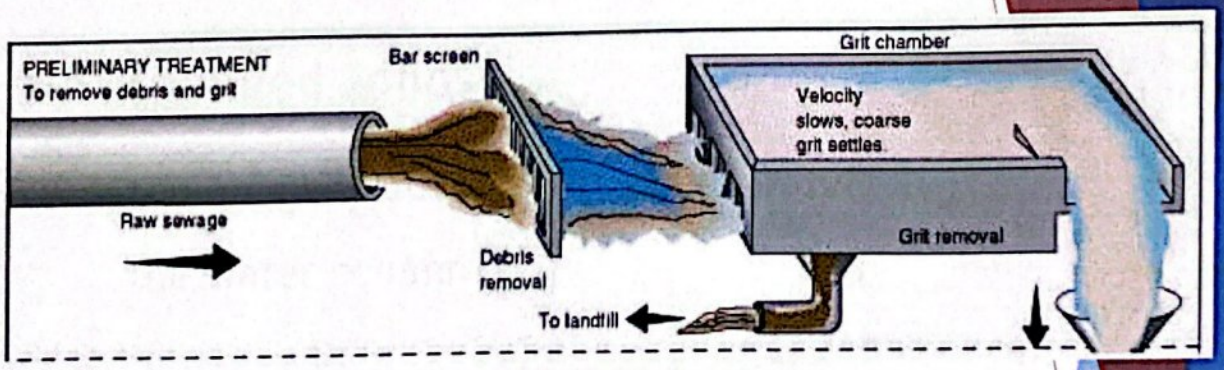
Grit Chamber (تراب وحجار)

- Removes rocks, gravel, broken glass, etc.

Mesh Screen

- Removes diapers, combs, towels, plastic bags, syringes, etc.

Preliminary Treatment



Scanned with CamScanner

Measurement & Sampling of Inlet Structure → طلبي فاهني

- Flow meter continuously records the volume of water entering the treatment plant
- Water samples are taken for determination of suspended solids and BOD.

Suspended Solids & BOD

- **Suspended Solids**
  - the quantity of solid materials floating in the water column
- **Biological Oxygen Demand (BOD)**
  - a measure of the amount of oxygen required to aerobically decompose organic matter in the water

Scanned with CamScanner

Suspended Solids & BOD

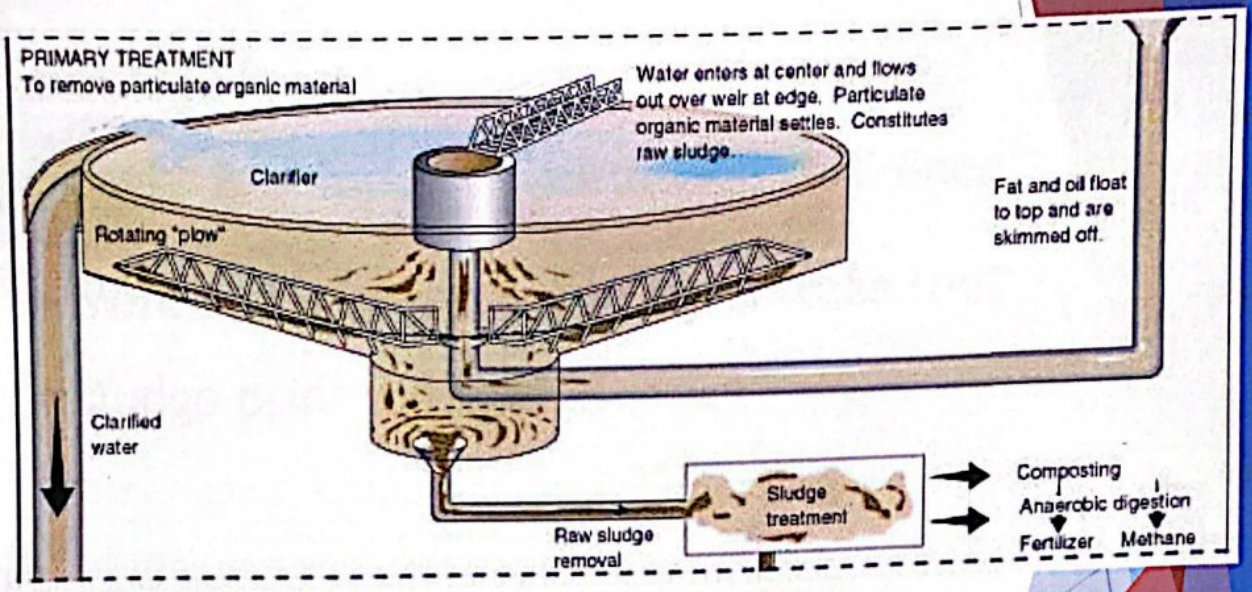
- Measurements of Suspended Solids and BOD indicate the effectiveness of treatment processes
- Both Suspended Solids and BOD decrease as water moves through the wastewater treatment processes

Primary Treatment

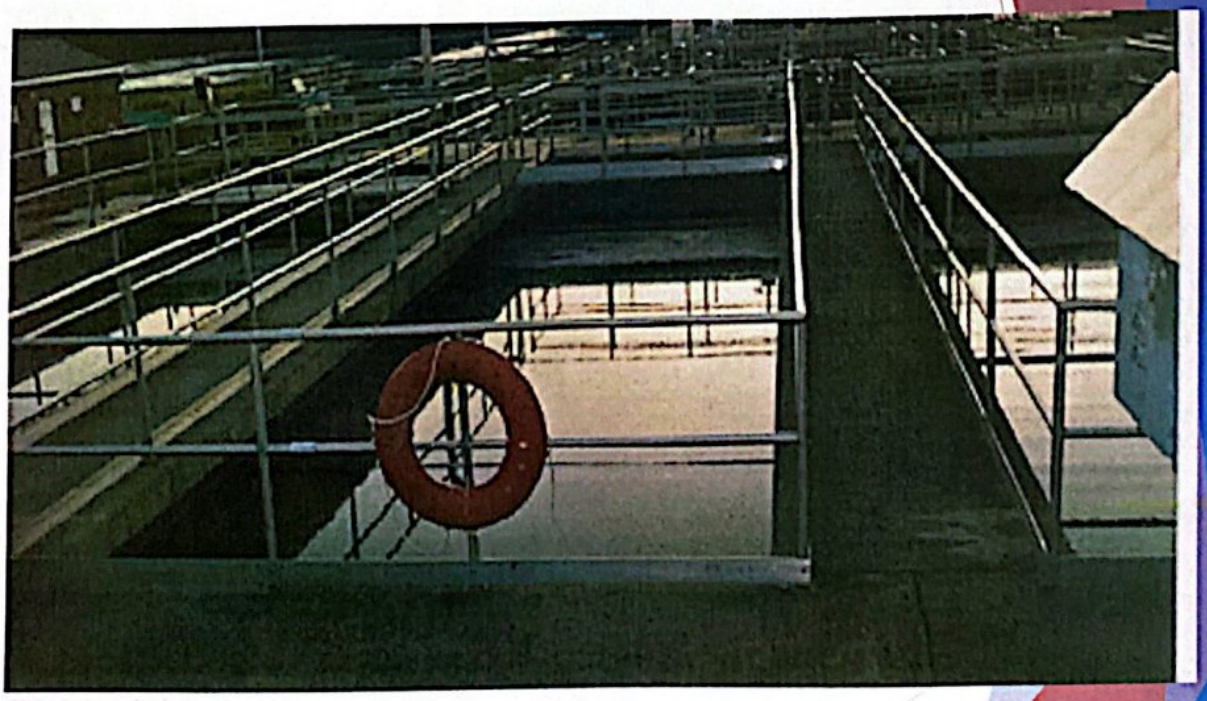
- A physical process
- Wastewater flow is slowed down and suspended solids settle to the bottom by gravity
- The material that settles is called sludge or biosolids

Scanned with CamScanner

Clarifier in Primary Treatment



Primary Treatment



Scanned with CamScanner

-: primary clarifiers ال

ال stream اللي بال bottom للعوالق اللي كسبت مع بعض

وهو ال top clear water

لا يعني مياه شفافة . هي حي شفافيتها

اعلى شوي من ال bottom لسا شوي في معكرة

هاي المعكورة اقل ما يمكن لسه موجودة

بال primary لنبشال حوالي 30 % من العوالق (TSS الداخلة) مع كسب

ال TSS تحت ال Solid percentage بال bottom بتكون 10% و 90% ماء

تحت ما بتكون مثل بطيئة بتكون في معكرة

* احنا اللي طالع من ال bottom و رايح ع ال anaerobic digester

بتكون في بكتيريا لا هوائية بتاكل اي شوي عضوي فيها وبتعطي biogas

Natural gas	Bio gas
CH_4 → up to 90 %	CH_4 → 60 %
CO_2 → 5 %	CO_2 → 40 %
light gases	light gases

بختلفوا شوي بعض بالنسب فقط وشوية

Scanned with CamScanner

Primary Treatment

- Sludge from the primary sedimentation tanks is pumped to the sludge thickener.
- More settling occurs to concentrate the sludge prior to disposal

Primary Treatment

- Primary treatment reduces the suspended solids and the BOD of the wastewater.
- From the primary treatment tanks, water is pumped to the trickling filter for secondary treatment.
- Secondary treatment will further reduce the suspended solids and BOD of the wastewater.

Scanned with CamScanner

Secondary Treatment

- Secondary treatment is a biological process
- It utilizes bacteria, protozoa and algae to metabolize organic matter in the wastewater
- Human waste, food waste, soaps, and detergents are some examples of sewage biological content (dissolved organic matter)

Secondary Treatment

Microbial Action

- The organic waste is consumed by microbial action. This microbial action can be divided into two categories:
  - free swimming
  - fixed media filters
- In **free-swimming** systems, the microorganisms are free-swimming in the water, so they must be cycled through the system. After being used to break down BOD, they are removed from the wastewater in a clarifier and returned to the aeration chamber or oxidation ditch.
- Packaged plants and oxidation ditches are an example of the free swimming microbial action.

Scanned with CamScanner

Substrate الـ هو اللي biomass الـ Secondary اللي طالع من

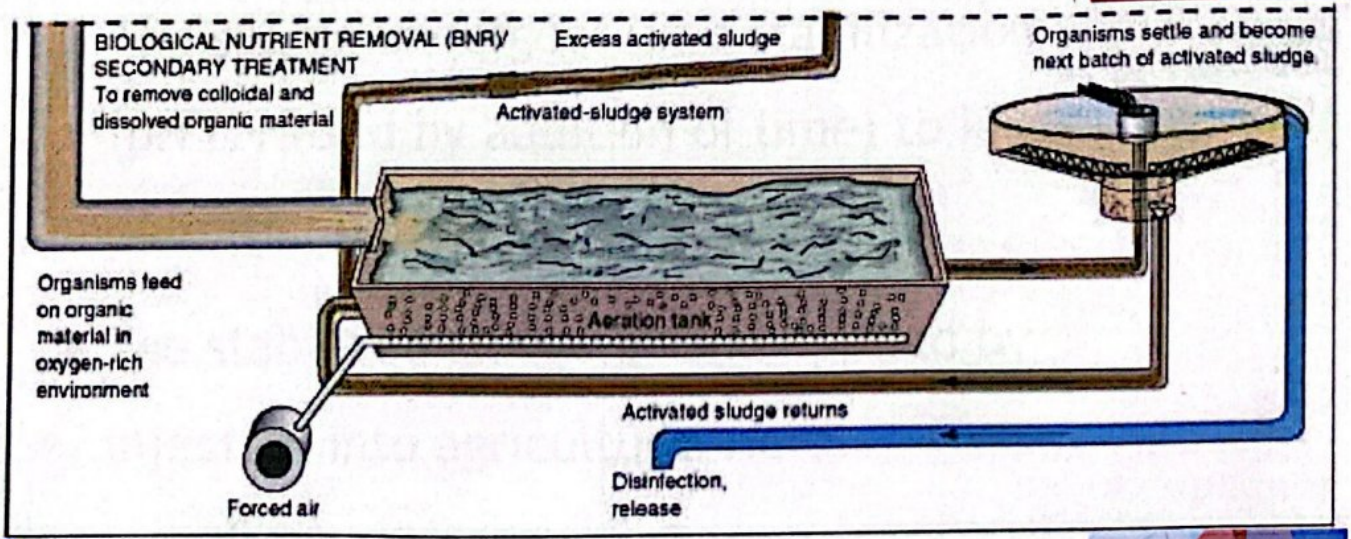
اللي انهضم واللي ما انهضم والبكتيريا اللي ماتت واللي ما ماتت

Scanned with CamScanner

Microbial Action

- In contrast, **fixed media filters** use microorganisms attached to a medium (rocks, plastic, metal, etc.) The microorganisms stay in place and do not need to be cycled through the system. Instead, wastewater is circulated past the fixed microorganisms.
- A fixed media filter mimics the treatment method used in a healthy stream in which microorganisms produce a slick coating on rocks and pebbles. This coating of microorganisms is able to trap and consume BOD and ammonia in the water.

Secondary Treatment



Scanned with CamScanner

Secondary Treatment

- From secondary treatment, e.g., the trickling filter, water flows to the final clarifiers for further removal of sludge.
- The final clarifiers are another set of primary sedimentation tanks. They remove additional sludge and further reduce suspended solids and BOD.
- From the final clarifiers the water is discharged out.

Disposal of Sludge or Biosolids

- The sludge undergoes lime stabilization (pH is raised by addition of lime) to kill potential pathogens
- The stabilized sludge is land applied by injection into agricultural fields

Scanned with CamScanner

Secondary Treatment

- Three different approaches
  - Fixed film system (trickling filter)
  - Suspended film system
  - Lagoon system

Secondary Treatment Approaches

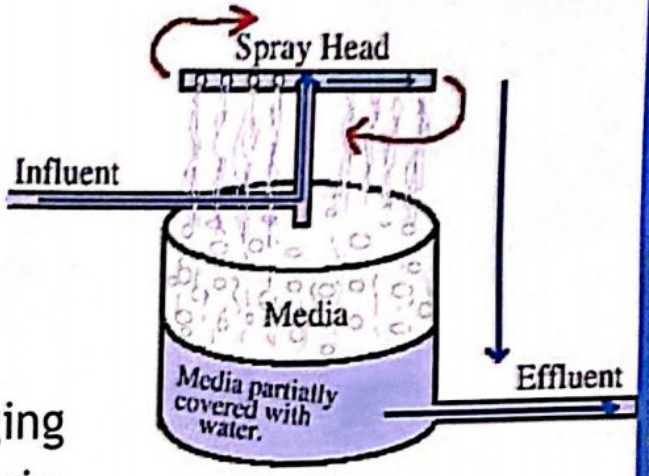
(1) Fixed Film Systems

- grow microorganisms on substrates such as rocks, sand or plastic
- wastewater is spread over the substrate
- Example: Trickling filters, rotating biological contactors

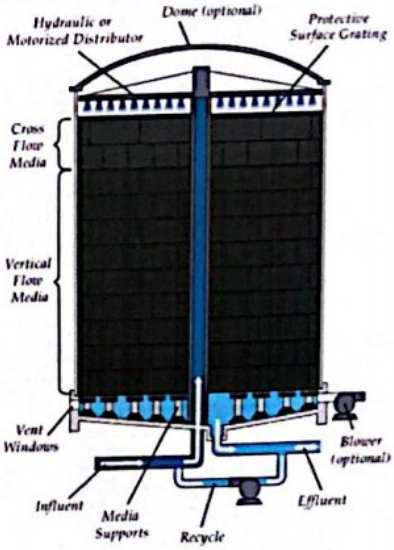
Scanned with CamScanner

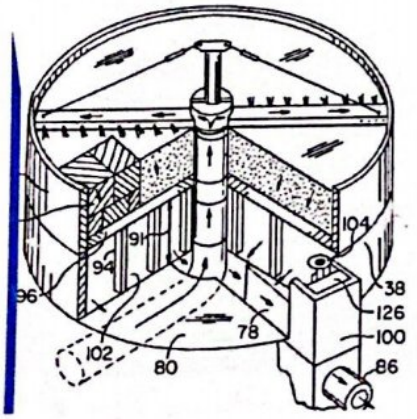
(1) Fixed Film Systems

Trickling filter



- The trickling filter does not "filter" the water. Water runs over a plastic media and organisms clinging to the media remove organic matter from the water.
- Wastewater is distributed evenly over the surface of the trickling filter media. As the wastewater flows over the media the organisms remove the organic matter from the flow.





Scanned with CamScanner

(1) Fixed Film Systems

Trickling filter

- Spread wastewater over microorganism
- Made of coke (carbonised coal), limestone chips or specially fabricated plastic media
- Optimize their thickness by insect or worm grazing

(2) Lagoon Systems

- Hold the waste-water for several months
- Natural degradation of sewage

Scanned with CamScanner

(3) Suspended Film Systems

- Stir and suspend microorganisms in wastewater
- Settled out as a sludge
- Pumped back into the incoming wastewater
- Example: Activated sludge, extended aeration

3) Suspended Film Systems

Activated sludge

- Mixed community of microorganisms
- Both aerobic and anaerobic bacteria may exist
- Biological floc is formed

Scanned with CamScanner

3) Suspended Film Systems

Activated Sludge Process

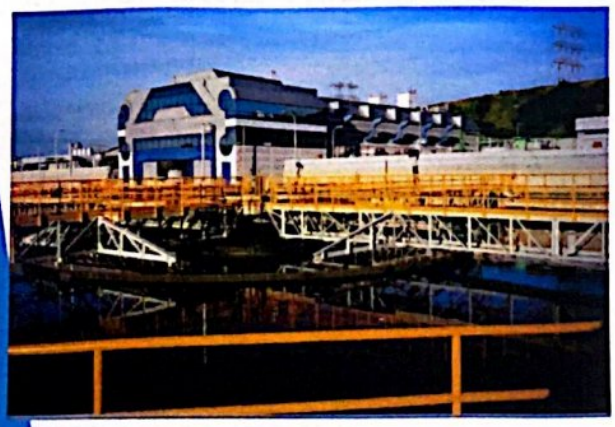
Aeration Tank
- Oxygen is introduced into the system

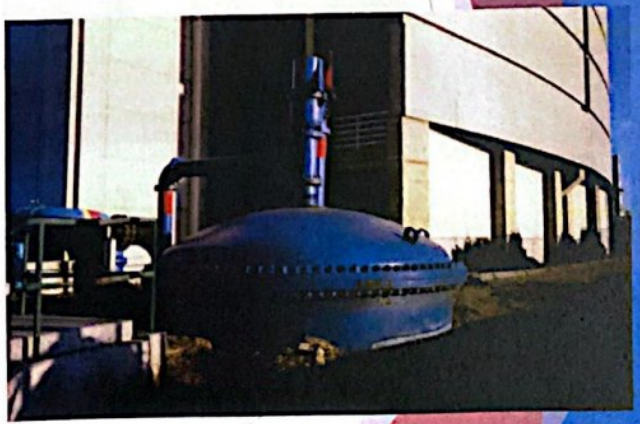
Aeration Source
- Ensure that adequate oxygen is fed into the tank
- Provided as pure oxygen or compressed air

Secondary Clarifiers
- Activated-sludge solids are separated from the surrounding wastewater

Activated Sludge Outflow Line
- Pump activated sludge back to the aeration tank

Effluent Outflow Line
- Discharge effluent into bay or tertiary treatment plant





Scanned with CamScanner

Tertiary Treatment

- Remove disease-causing organisms from wastewater
- Three different disinfection processes
  - Chlorination
  - UV light radiation
  - Ozonation

Disinfection Processes

Chlorination

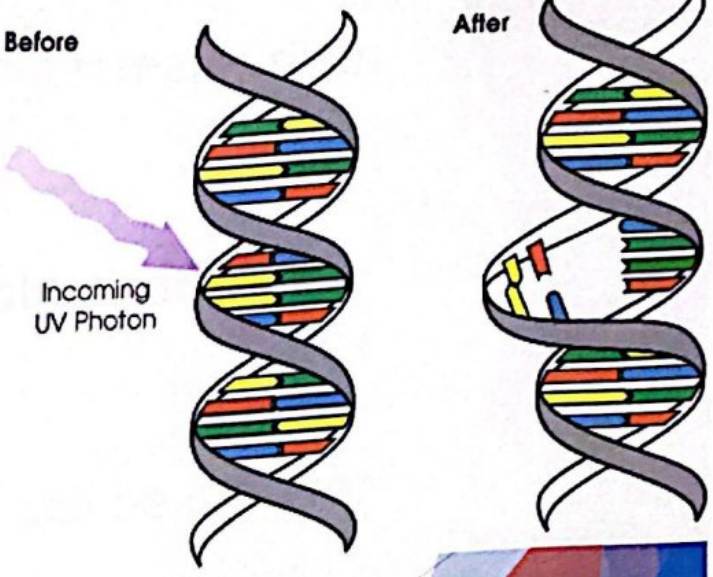
- Most common
- **Advantages:** low cost & effective
- **Disadvantages:** chlorine residue could be harmful to environment

Scanned with CamScanner

Disinfection Processes

UV Light Radiation

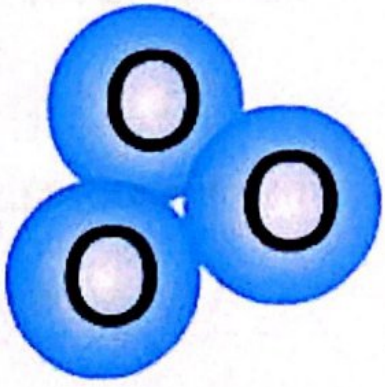
- Damage the genetic structure of bacteria, viruses and other pathogens.
- **Advantages:**
  - no chemicals are used
  - water taste more natural
- **Disadvantages:** high maintenance of the UV-lamp



Disinfection Processes

Ozonation

- Oxidize most pathogenic microorganisms
- **Advantages:** safer than chlorination, fewer disinfection by-product
- **Disadvantage:** high cost



Scanned with CamScanner

What can Effluent Treated Water be Used for?

- Can be discharged into a stream, river, bay, lagoon or wetland
- Can be used for general irrigation purposes
- If sufficiently clean, it can be used for groundwater recharge

Sludge Treatment

- Primary sludge usually have strong odors
- Secondary sludge have high concentration of microorganism
- **Goals of Sludge Treatments:**
  - Reduce odors
  - Remove water to reduce volume
  - Decompose organic matter

Scanned with CamScanner

Sludge Treatment

- Untreated sludge are about 97 percent water
- Settling can reduce about 92 to 96 percent of water
- Dried sludge is called ***sludge cake***

Sludge Treatment Methods

- Aerobic digestion
- Anaerobic digestion
- Composting (سماد)

Scanned with CamScanner

Sludge Treatment Methods

Aerobic Digestion

- Bacterial process
- Needs oxygen
- Consumes organic matter
- Converts organic matter into carbon dioxide (CO_2)

Sludge Treatment Methods

Anaerobic digestion

- Bacterial process
- Does not require oxygen
- Consumes organic matter
- Produces biogas, which can be used in generators for electricity

Scanned with CamScanner

Composting

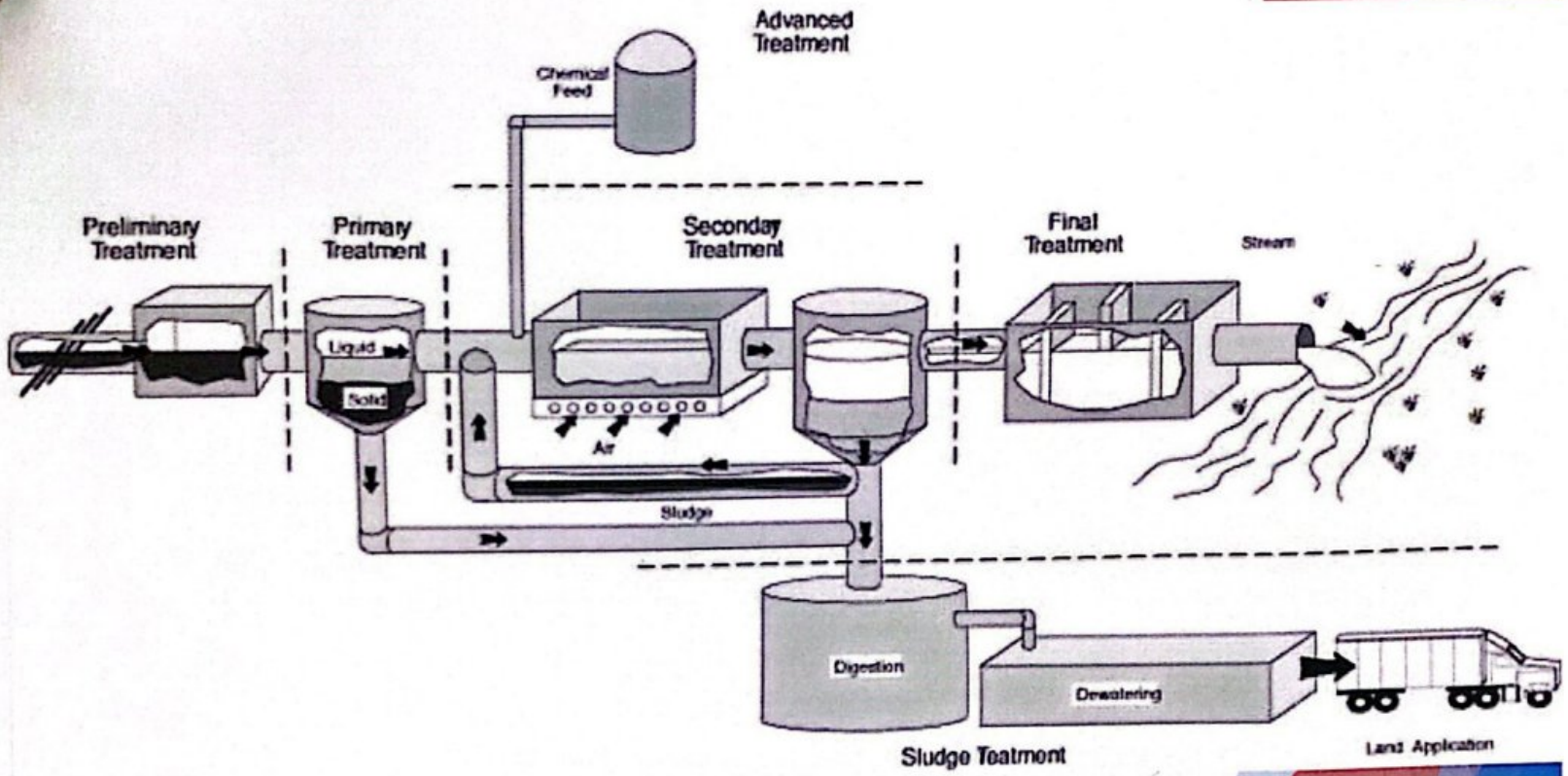
- Aerobic process
- Requires the correct mix of carbon, nitrogen, oxygen and water with sludge
- Generate large amount of heat

Sludge Disposal

- Superheat sludge and convert it into small granules that are rich in nitrogen
  - Sell it to local farmer as fertilizer
- Spread sludge cake on the field
- Save landfill space

Scanned with CamScanner

Summary



Scanned with CamScanner

CERAMIC

Reference: Shreve's Book Ch. 9, pp. 138-155

Definition

- Ceramic Industries , some time refers to clay products or silicate industries.

كي هي اعتبار لصناعة الاوعية والادوات التي كانت تتصنع من clay وهي عبارة عن تركيبة فيها معادن تعطيها ثبات و structure تركيب وديمومة

السيليكا هي المصدر الرئيسي التي يعطينا محمل حرارات عالية

ديمومة لسيراميك افضل وتحمل حرارة وما شابه

- Ceramic materials are withstand higher temperature, resist greater pressure, have superior mechanical properties, possess special electrical characteristics, or can protect against corrosive chemicals.

مقارنة مع اوعية وصنعة من مواد مختلفة

يعني بتخلي عن pH

ممكن تخلي توصل للتيار الكهربائي او لا حسب شو شرط بالخلطة عندك

Scanned with CamScanner

Types of ceramic products

3

1. Whitewares : any of a broad class of ceramic products that are white to off-white in appearance and frequently contain a significant vitreous, or glassy, component. Including products as china ware, earthenware, pottery, porcelain, stoneware and vitreous ware.

2. Structural clay products: building brick, face brick, terra cotta, sewer pipe, and drain tile.

3. Refractories : fire brick, silica, chromite , magnesite, magnesite-chromite bricks, silicon carbide and zirconia refractories alumiuim silicate and alumina products.

Types of ceramic products

4

4. Specialized ceramic products.

5. Enamels and enameled metal.

Scanned with CamScanner

earthenware ← الاشياء اللي عمله لطينه مثل الفخارات

Stoneware ← الاشياء اللي فيها بلعاصه وزجوجات بألوانه

Scanned with CamScanner

Raw Materials

5

Ceramic materials

Clay

Hydrated aluminum silicate

Clays are plastic and moldable when sufficiently finely pulverized and wet, rigid when dry and vitreous when fired at a suitable temperature.

Feldspar

A group of rock-forming of a group of aluminosilicate minerals that contain calcium, sodium, or potassium.

Sand

Raw Materials/Minerals

6

- In addition of three principal raw materials, a wide variety of other minerals, salts, and oxides are used as fluxing agent and special refractory ingredients.

Fluxing agent (which lower temperature)	Special refractory ingredients
Borax ($Na_2B4O_7.10H_2O$)	Alumina (Al_2O_3)
Boric acid (H_3PO_3)	Zirconia (ZrO_2)
Soda ash (Na_2CO_3)	Titania (TiO_2)
Iron oxides	Chromite ($FeO.Cr_2O_3$)
Barium minerals	Magnesite ($MgCO_3$)

Scanned with CamScanner

Raw Materials/Clay

7

Clay mineral

- Kaolinite
  - $K_2CO_3+Al_2O_3.2SiO_2.2H_2O$
  - hydrate
- Bentonite
  - Aluminium phyllosilicate clay
  - Used when high plasticity is desired

Raw Materials

8

- Chemical reaction

$$K_2O.Al_2O_3.6SiO_2 + CO_2 + H_2O \rightarrow K_2CO_3 + Al_2O_3.2SiO_2.2H_2O + 4\ SiO_2$$

Feldspar — Kaolinite — Silica

Scanned with CamScanner

Raw Materials/Clay

9

- Clays vary so much in their physical properties and in impurities present that is frequently necessary to upgrade them by beneficiation procedure wherein sand and mica (silicate minerals) are removed.

1. Physical treatment :

- size separation (screening, selective settling, filtration and drying.
- Colloidal properties are controlled by appropriate additives such as sodium silicate and alum.
- Froth flotation

2. Chemical purification is used for high purity materials such as alumina and titania.

Chemical Conversion

10

Raw materials
(Clay, fledspar , sand, and additives)

→

High temperature 700- 2000 °C

- Dehydration (150-650 °C) water removal
- Calcination e.g. of $CaCO_3$ (600-900 °C)
- Oxidation of ferrous iron and organic matter (350-900°C)
- Silicate formation (900 °C and higher)

↓

Ceramic

Scanned with CamScanner

Froth flotation

مثل الdistillation بكون في liq نازل وال vap طالع من ال tray نفسها بتكون مخروقة - هاد ال vap وهو طالع بمر من ال layer تاعت ال liq الموجود ع ال tray ويعمل فقاعات حتى ينقذ ويحتك بسخنة ال liq اللي نازل

بالتالي ال layer تاعت ال liq بتنفش (صار عدد ال volume)

* ال bubbling بزيد ال surface area وبصير بتجمع ع ال surface بين ال bubbles اللي ال density اقل من الماء (بسبب البوتر بسطحي)

Scanned with CamScanner

Burning Process

بعد ما عملت الخلطة وشكلت القالب اللي بدك اياه بتدخلها ع الافران وبتعمل حرق ع حرارات عالية

11

- Water hydration (this occurs about 600 to 650°C and absorbs much heat, leaving an amorphous mixture of alumina and silica.)

اللي طلعت وتركت وراها فراغات وبلا بتكون عندك Free volume معناها ان هاد amorphous str.

$$Al_2O_3.2SiO_2 + 2H_2O \rightarrow Al_2O_3 + 2SiO_2 + 2H_2O$$

الاسبنس عشوائية

- As heating continued, the amorphous alumina changes quite sharply at 940 °C to crystalline form of alumina

ordered & linear structure

وهاد اللي بعطيها خاصية الصلابة وتحمل الحرارة وايضاً ان بتكون crystalline بتحمل اكتر الفلوت اللي جاية

Burning Process

12

- At slightly higher temperature beginning at about 1000 °C , the alumina and silica combine to form mullite ($3Al_2O_3.2SiO_2$).

فوق ال 1000

- At a still higher temperature, the remaining silica is converted to crystalline cristobalite. Therefore the over all reaction in heating of clay is as follows:

طلعت بلي منه

$$3(Al_2O_3.3SiO_2.2H_2O) \rightarrow 3Al_2O_3.2SiO_2 + 4\ SiO_2 + 6\ H_2O$$

unhydrated مركب بتحول hydrated مركب

Scanned with CamScanner

Kiln

13

- Muffle kiln

بندخل كل حاجة وبنسخن وبنرفع الحرارة تدريجيًا حتى تصل لـ steady state

Kiln

14

- Tunnel kiln

نوع قديم

بتدخل البضاعة على عربيات وبتتحرك جوه النفق (بطيء الحراري)

بتتسحب من الناحية البعيدة عن الفرن

بتحمل عليها الخامة

Tunnel Kiln Car loaded with Wares (Refractory Bricks) coming out of the Kiln after Firing

Source : http://www.idc-online.com/technical_references/pdfs/mechanical_engineering/Kilns_And_Furnaces_Used_In_Ceramic_And_Refractory_Industries.pdf

Scanned with CamScanner

QC: Analysis of Ceramic

كل منتج له مواصفة

- Flexural Strength of Ceramics. This test method describes the method of determination for the flexural strength of ceramic materials at an ambient temperature.
- Fracture Toughness of Ceramics.
- Chemical durability of glass ceramics, and multiphase glass ceramic waste forms by evaluating the concentrations of the chemicals released to a test solution.
- Slow crack growth parameters of ceramics products by using a stress-rate

قوة الكسر بكونه جاي ع نقطة معينة بالمنتصف مش قاعد شد او ضغط بنزل فيكسر ع الـ surface لغاية ما يقع السيراميك

→ comp or tension

toughness ← القوة الميكانيكية

3D بال str. لـ

شرخ جديد بيتمدد

* لا يمكن تدخل ع السيراميك تخليه ينفش شوي

* بالمصور شركوا فراغ صغير 2 ← 5cm عشانه لما تتمدد ما تنكسر

durability ← دعوة هاد السيراميك ليتحمل مواد كيماوية (corrosive)
فنضيف عليه محلول بـ pH قليل او قاعدة بـ pH عالي (12 وفوق)
ونشوف كيف راح يكون هاي المادة

Scanned with CamScanner

PHOSPHATE PART I

https://www.ipmc.com.jo/Default.aspx

Reference: Shreve's Book Ch. 10, pp. 244-261

What is phosphate?

- The term phosphate rock (or phosphorite) is used to denote any rock with high phosphorus content.
- Phosphate rock when very finely pulverized, has limited use of itself, because of the slow availability of P_2O_5.

ال main component اللي بكونه موجود بالصخور اللي بدي اعتبر انو هي اللي بدي اشتغل عليه واعمله استخراج

$CaF_2.3Ca_3(PO_4)$

Scanned with CamScanner

Phosphate history in Jordan

3

- Phosphate was discovered in Jordan in 1908 in both regions of Russaifa and Al-Hassa while laying down the Hejaz Railway. The first time investment in phosphate was in 1935 in Russaifa.

General chemistry and technology used

4

- Phosphate fertilizers are produced by adding acid to ground phosphate rock. حسب نوع الـ acid اللي بضيفوه ع الصخور بعطينا نوع من انواع السماد
- If sulfuric acid is used, then super-phosphate or single, phosphate (SSP) is produced having a phosphorous content of 16-21 percent as (P_2O_5). المركب اللي بعبر عنه بكمية الفسفور الموجود بأي سماد
- If phosphoric acid is used to acidulate the phosphate rock, then triple super phosphate (TSP) is the result.
- TSP has a phosphorous content of 45-50 percent as P_2O_5.

Scanned with CamScanner

Super phosphate production

5

- Superphosphate, $Ca(H_2PO_4)$ is produced by combination of phosphate rock and concentrated sulfuric acid, approximately equal amounts of the two ingredients are mixed.

- Overall reaction

highly concentreated

$$CaF_2.3Ca(PO_4)_2 + 7H_2SO_4 + 3H_2O \longrightarrow 3CaH_4(PO_4)_2.H_2O + 2HF + 7CaSO_4$$

Super phosphate production

6

- The produced superphosphate is discharged from the cone mixer to pug mill, where additional mixing takes place and the reaction starts.
- Superphosphate drops from mill to den conveyer, which has very low travel speed to allow about 1 hr to solidify.
- when the conveyer is completely filled, it is moved slowly to cutter which form thin slices of product.
- The conveyers den is totally enclosed so that fumes do not escape in the working area.
- These fumes are scrubbed by water to remove acid and fluoride before being exhausted to the atmosphere.
- Scrubber water is neutralized by passing through limestone bed where the acid and fluoride are removed.

Scanned with CamScanner

Super phosphate production

7

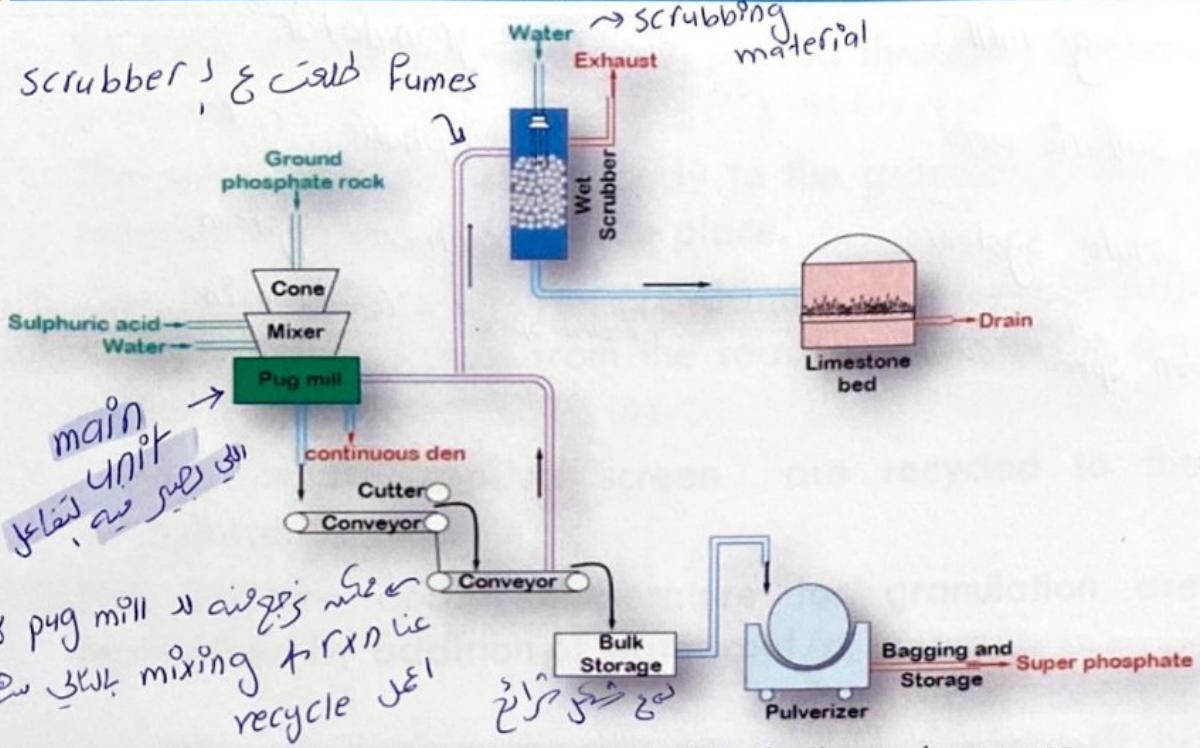


Figure: Manufacturing of Superphosphate by Continuous-den process

Triple superphosphate Production

8

- Triple superphosphate (TSP) is more concentrated fertilizer than SSP, containing 45-50 % P_2O_5, nearly three times the amount in SSP.
- TSP is produced by adding phosphoric acid to phosphate rock producing mono calcium phosphate with no calcium sulfate.
- -

$$CaF_2.3Ca(PO_4)_2 + 14H_3PO_4 \longrightarrow 10\,Ca(H_2PO_4)_2 + 2\,HF$$

Scanned with CamScanner

Triple superphosphate Production

9

- 95-98% of finely ground rock, passed through 100 mesh is mixed with H_3PO_4. → slurry تشكل mixture ال تطلع
- The mixture is fed continuously to the granulator, where reaction and granulation take place. تطلع تشكل حبيبات
- The den conveyer is faster (10-30 min) than for SSP (30-120 min), the mixture from the reaction goes to the den where it solidifies.
- Fines from the product screen are recycled to the granulator.
- The moisture and temperature for granulation are maintained by addition of water and/or steam.

نتحكم محتوى الماء عن طريق اضافة الماء او تبخيرها اذا كانت كمياتها عالية

Triple superphosphate Production

10

- Fumes are scrubbed by water to remove acid and fluoride before being exhausted to the atmosphere.
- The granulator is horizontal rotating cylindrical vessel.
- The granules overflow to rotary cooler, where they are cooled and dried by counter current flow of air.
- The exhaust gases from the cooler pass through the cyclone, where dust is collected and returned to the granulator.
- The cooled product is screened, the coarse material being milled and recycled along with fines to the granulator.
- The product is then conveyed to bulk storage, bagging and shipping.

عالها حبيبات وجهت راح لكسر تكسر وتعطي dust تبدي تطلع Quality حسب particle ال size المطلوب

Scanned with CamScanner

SSP

- bug mill
- Sulfuric acid
- dilute system
- den speed : 30 - 120 min

TSP

- granulator
- phosphoric acid
- concentrated system
- din speed : 10 - 30 min

Scanned with CamScanner

Triple superphosphate Production

11

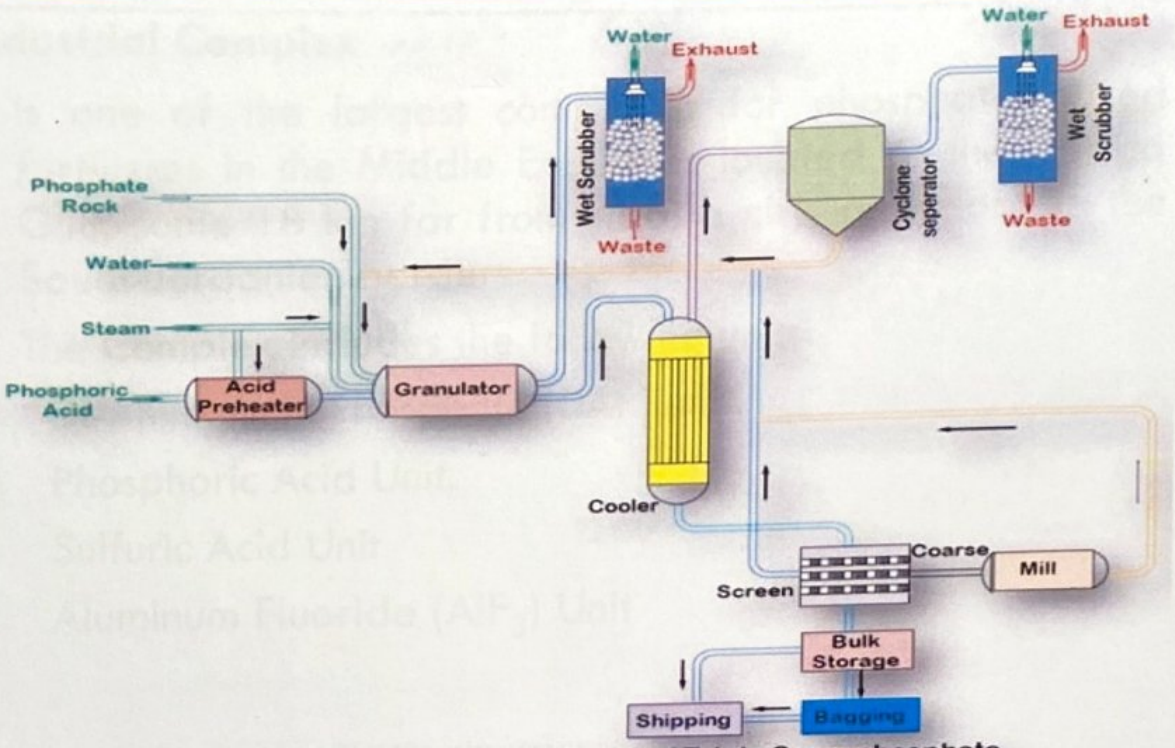


Figure: Manufacturing of Triple Superphosphate

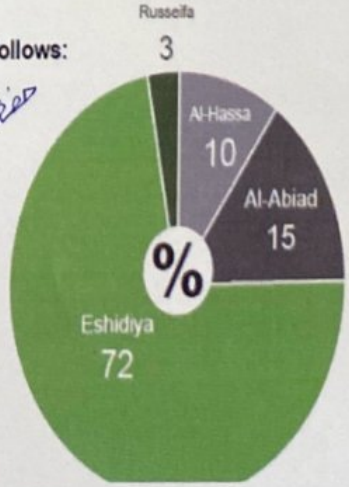
Production of phosphate / Jordan

12

- Production of phosphate in 2018 reached (8,022,393) tonnes; compared to (8,687,581) tonnes in 2017; a decrease of (7.7%).
- Jordan Mines

- The dry phosphate quantities which were produced in 2018 distributed as follows:

Mine	Production (tonnes)
Al-Hassa	798,740
Al-Abiad	1,204,140
Eshidiya	5,776,948
Russeifa	242,565
Total	8,022,393



Scanned with CamScanner

Phosphate Mines

13

Industrial Complex → مجمع الأسمدة بالعقبة

- Is one of the largest complexes for phosphate based fertilizers in the Middle East. It is located at the Aqaba Gulf, some 18 km far from Aqaba city, and close to the Saudi-Jordanian borders.
- The Complex includes the following units:

1. Di-Ammonium Phosphate (DAP) unit.
2. Phosphoric Acid Unit.
3. Sulfuric Acid Unit
4. Aluminum Fluoride (AlF_3) Unit

Fertilizer production/Industrial complex

14

- Production of the Chemical Fertilizers at Industrial Complex in Aqaba in 2018 as follows:

Product	Production (tonnes)
DAP Fertilizer	632,400
Phosphoric Acid	281,000
Sulphuric Acid	856,000
Aluminium Fluoride	6,180

Scanned with CamScanner

Di-Ammonium Phosphate(DAP)

لسماد اول

15

- Di-Ammonium Phosphate (DAP), as a fertilizer is produced at a capacity reaching to 3000 metric tons daily.

المكونات الرئيسية للسماد (N, P, K)
بكيس بنوجد واحد فيهم عشان يعتبر سماد

- It contains 18% Nitrogen, and 46% P_2O_5, which is soluble granular, and leads to easy absorption by the plants and vegetations.

- It can be used by farms machinery, for all crops and trees, and for either rain-fed or irrigated lands.

تطبيقاته سهلة
للمزارعين

DAP production

16

Production

الامونيا مادة سامة وقابلة للانفجار

- Ammonia is imported from several Arab and foreign countries by ships.

كنوا الامونيا بالبواخر وهاد شي خطير واكتر الحوادث تصير
لما تشبك الـ pipe اللي بالميناء بالباخرة وتسحب الامونيا لل tanks

- pumped through a 14 inch pipe to two storage tanks.
- Temperature inside the tanks is kept around (-33) °C , 1 atm, using special compressors.
- Ammonia is pumped to a reactor, where it reacts with concentrated phosphoric acid to produce slurry, which is pumped to a fertilizer granulator.

لازم نضيف عليها كمامة

$NH_3 + H_3PO_4 \longrightarrow NH_4H_2PO_4$ (Monoammonium phosphate)

unhydrous ammonia

$NH_3 + NH_4H_2PO_4 \longrightarrow (NH_4)_2HPO_4$

Madar ask, share & recieve
Scanned with CamScanner

type of ammonia

→ unhydrous ammonia

↓

اللي بدخل بصناعة المتفجرات

وهو من اخطر المواد

وهي عبارة عن مادة سيلة

phosphoric acid تضاف لـ

slurry عشان يطير عنا

← liq. ammonia

Scanned with CamScanner

DAP production

17

- Additional ammonia is added to the granulator to reach the required mixtures. بدنا نوصل الـ nitrogen للنسبة تبعته
- Fertilizer is then moved to a rotary dryer, which dries the fertilizer by hot gases produced by burning fuel oil, so its moisture content doesn't exceed 1.5%.
- The fertilizer is conveyed to sieves to get the required size, and then cooled down in a machine similar to the dryer, and moved to the storage silos.

Usages:

- The fertilizer is used either directly or as an input to produce other fertilizers such as liquid and suspended compound fertilizers.

DAP production

18

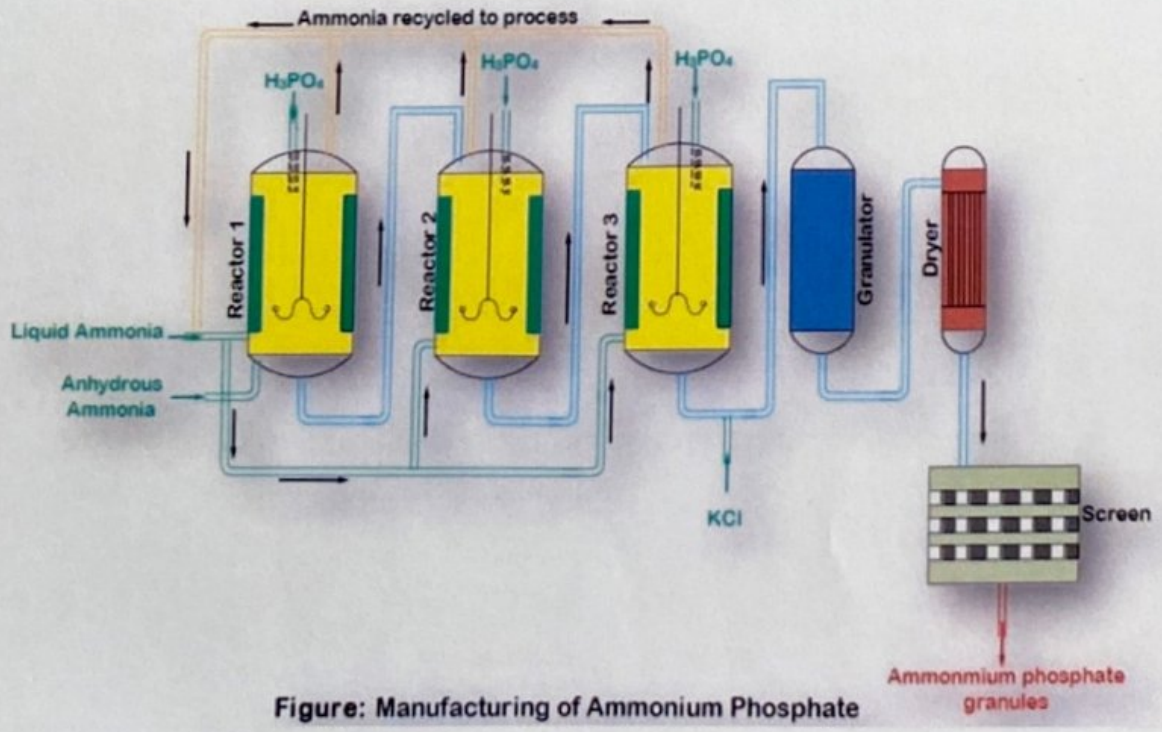


Figure: Manufacturing of Ammonium Phosphate

Scanned with CamScanner

Environmental Hazards of DAP Production

- The gaseous emissions from the reactor and granulator are absorbed in the gas scrubber.

- The dust from the drier, the screens and the product cooler is recovered by cyclones. → وكمان فيه مرة تانية للتصنيع

Scanned with CamScanner

PHOSPHATE PART II

https://www.jpmc.com.jo/Default.aspx

Reference: Shreve's Book Ch. 10, pp. 244-261

Phosphoric Acid Production

- Metallic acid with the chemical formula of (H_3PO_4), also called Orthophosphoric Acid.
- Orthophosphoric acid used in fertilizers industry.
- Diluted phosphoric acid of (28% P_2O_5) concentration are produced daily, depending on the type.
- By acidulation with Sulfuric Acid, Phosphate rock is converted to Phosphoric Acid and Gypsum is a by product.
- The phosphoric acid plant produces the following by – products:

  25% hexa fluorosilicic acid (H_2SiF_6)

  Gypsum, 25-30% free water.

Scanned with CamScanner

كيف نطلعوا ال phosphoric acid ؟!

بنجيب ال phosphate rock ونخلط عليها sulfuric acid

بعطي ← phosphoric acid & gypsum

↳ اكبر فايدة موجودة

عنا بالجبوب لانو عنا فلايين

الاطنان المتكونة منه

Scanned with CamScanner

Phosphoric Acid Production

3

Production

- Phosphate is moved by conveyor belts to Phosphate Crusher, where all particles are having the size of less than 500 micron.
- Powdered phosphate reacts with sulfuric acid in a reactor which produced diluted phosphoric acid and gypsum.

$$3Ca_3(PO_4)_2CaF_2+10H_2SO_4+20H_2O \longrightarrow 6H_3PO_4+10CaSO_4.2H_2O+2HF$$

- The mixture is, then pumped to three incubators, in order to enlarge the gypsum crystals.

humidity فيها
عالية بالتالي بتعمل
gypsum crystals لـ growth
بالتالي بنقدر نتخلص منه بهاي بطريقة

Phosphoric Acid

4

بعد ما كبرت كريستالات الجبس بنعلزلهم

- The resulting solution is filtered, and the diluted phosphoric acid is sent to the acid storage, to be concentrated later.
- The resulting gases from the reaction, which include multiple fluoride compounds, water vapor, and acids, are washed by absorption towers before they are released to the atmosphere.

بنودي الـ Fluoride والـ acids والـ water vapor
لـ absorption system تنسحبه

Scanned with CamScanner

Phosphoric Acid

5

- Diluted phosphoric acid is concentrated in heat- exchangers from 28% to 52% in three concentration lines, using vacuum evaporation.
- During this concentration process HF reacts with silica (which is present in the rock in sufficient amounts) producing fluorosilicic acid (H_2SiF_6) in 22% concentration and water vapor.

$$6HF + SiO_2 \longrightarrow H_2SiF_6 + 2H_2O$$

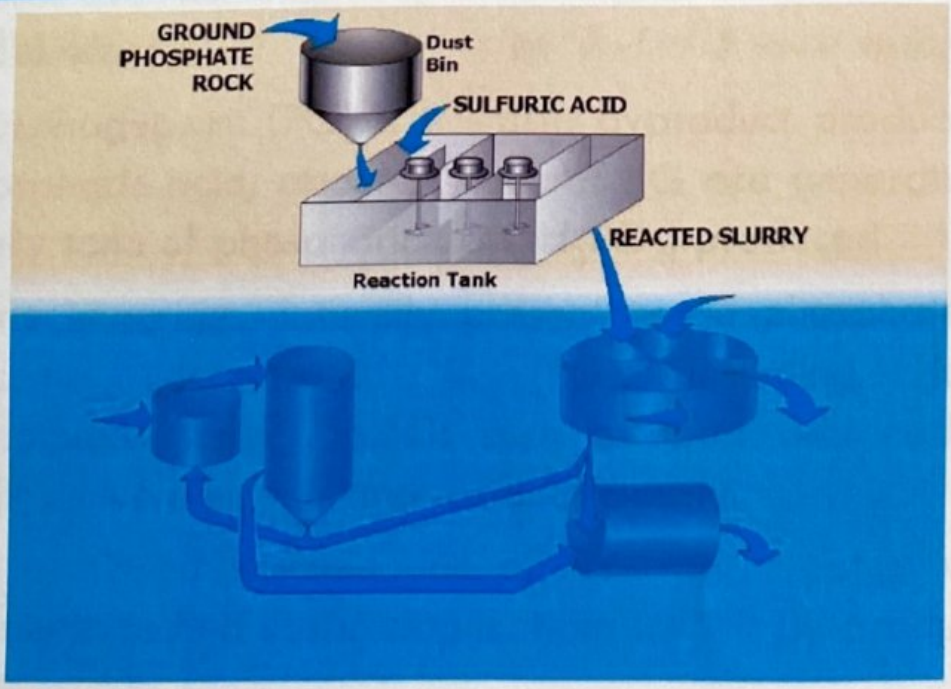
- Purification to part of the acid is applied to have part of the final product for exporting as a final product; a minor part is sent to the local market.

Usages:

Phosphoric acid is an intermediate product for multiple industries such as fertilizers, animal feed, detergents, and some food industries.

Phosphoric Acid

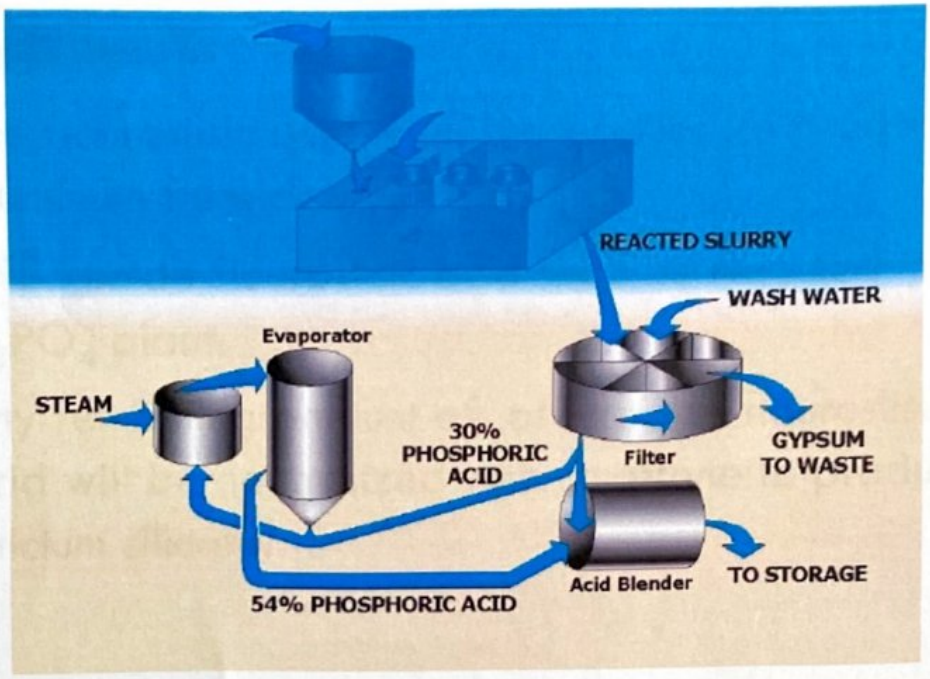
6



Scanned with CamScanner

Phosphoric Acid

7



Environmental Hazards of H_3PO_4 Production

8

1. Solid waste

- Phosphogypsum (PG) is a waste byproduct produced by phosphoric acid, about 5 tones of PG are generated for every tone of phosphoric acid (H_3PO_4) produced.
- Some impurities naturally present in the phosphate rock become concentrated in (PG), including fluoride compounds, heavy metals such as lead and cadmium, radioactive elements and residual acidity.
- The continued accumulation of (PG) has created urgent pressures to find useful applications for this by-product.

Scanned with CamScanner

Environmental Hazards of H_3PO_4 Production

9

2. Liquid waste

- The flouroslisic acid shall be supplied to produce aluminum fluoride.
- Off- grade flouroslisic acid shall be recycled to H_3PO_4 plant.
- Any remaining amount of off- grade flouroslisic acid will be neutralized with limestone to produce calcium silicate.

Environmental Hazards of H_3PO_4 Production

10

3. Emissions

a. Major emissions from H_3PO_4 production include SiF4, HF, fluorine gas.

- These gases will be collected by ventilation system and the sent to scrubber.

b. The secondary emission is dust originated from handling, grinding of phosphate rock.

- Dust collecting equipment will be installed.

اكبر مشكلة بتواجهها مصانع الفوسفات

Scanned with CamScanner

Sulphuric Acid Production

11

- It is a strong metallic soluble acid at all concentrations, has a chemical formula H_2SO_4.
- Sulfuric acid is produced in two units with 98.5% concentration, and a designed daily capacity of 2,500 tons for each unit.
- Sulfur used in producing sulfuric acid is imported from Arab neighboring countries, Iraq and Saudi Arabia, and from some foreign countries as Russia and Iran.
- Sulfur is stored in a storage facility of a capacity of 35,000 tons.

Sulphuric Acid Production

12

Production

- Sulfur is dragged from the stores by loaders and fed onto conveyor belts, where it gets melted in special pools by medium-pressure vapor, and adding some materials for purification.
- Lime was used to neutralize sulfur acidity before melting.
- Liquid sulfur is stored in a heat-insulated storage at a temperature of 135 °C.
- Liquid sulfur is pumped into a kiln at a temperature of 1000 °C, where it is burnt with the presence of dry atmospheric air to be transformed into sulfur dioxide in the state of gas.
- As that chemical reaction is an exothermal one, the released temperature is then used in producing high pressure steam (at 46 atm), which conveyed to the Facilities Unit.

Scanned with CamScanner

Sulphuric Acid Production

13

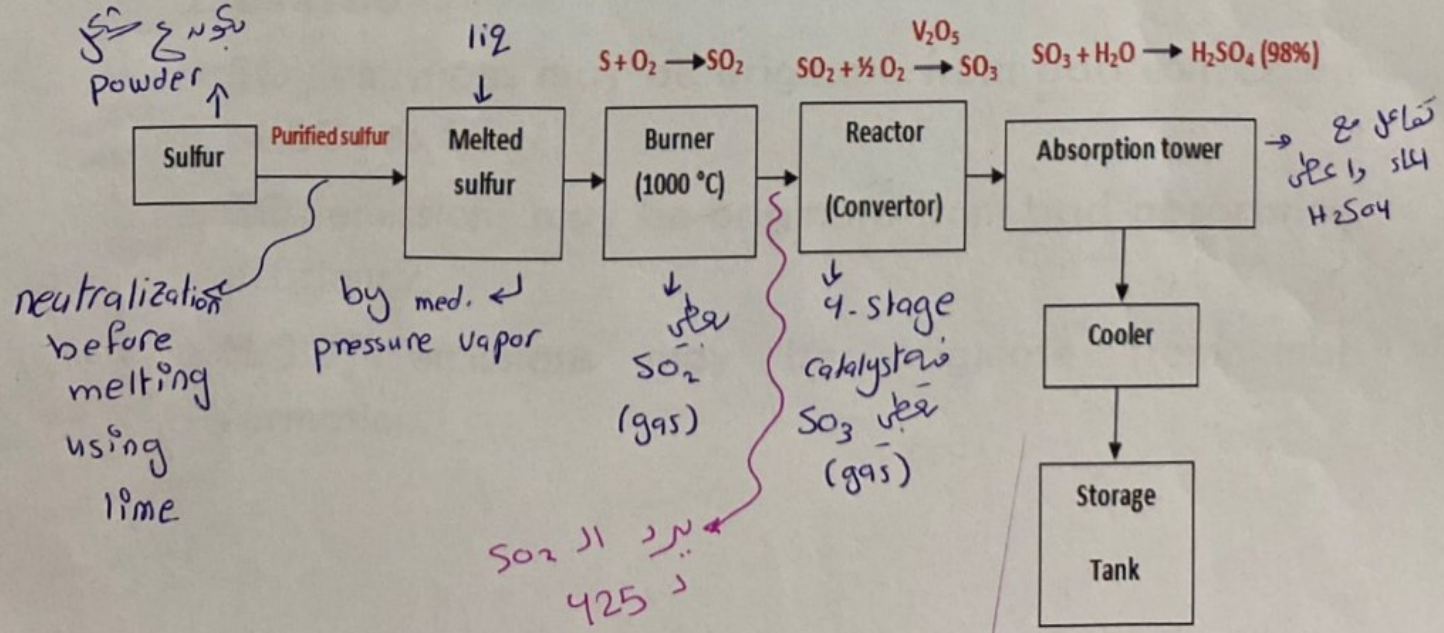
- Sulfur dioxide, cooled to (425°C) and passed in the state of gas into a four-stage reactor containing Vanadium oxide (V_2O_5) as a catalyst, where it is transformed into sulfur trioxide (SO_3).
- That gas is then directed to absorption towers where it reacts with water producing sulfuric acid at a concentration of 98.5%, then, cooled down and stored in two tanks.

Usages:

- Sulfuric acid is used in various industries such as water treatment, batteries, and as a solvent in various industries. It is also used in producing phosphoric acid.

Sulphuric Acid Production

14



Sulfuric acid production process

Scanned with CamScanner

Environmental Hazards of H_2SO_4 Production

15

1. Solid waste

A. Spent Vanadium pentoxide (V_2O_5) should be carefully dealt since is considered as hazardous material.

- The spent catalyst is sealed in steel or plastic containers and stocked in old mines.

B. Sulfur generated from filtration process(filter cake).

- This waste will be mixed with gypsum and disposed in the gypsum disposal area.

Environmental Hazards of H_2SO_4 Production

16

2. Emissions

- SO_2 emissions may be originate from bad conversion of SO_2 to SO_3.
- SO_3 emissions may be originate from bad absorption efficiency.
- H_2SO_4 emissions may be originate from mist formation.

Scanned with CamScanner

Aluminum Fluoride Production

17

Production

- Aluminum fluoride is produced from fluorosilicic acid coming as waste product from the phosphoric acid plant and Aluminum hydroxide, which is imported from abroad.
- The unit includes the follow steps: $Al(OH)_3$ handling and drying, fluorosilicic acid (H_2SiF_6) heating, reaction, silica filtration, AlF_3 crystallization, filtration, drying, and bagging.

Aluminum Fluoride Production

18

- By the completion of the reaction, the resulting mixture would be consisting of the solvent aluminum fluoride, and silica sand.
- Sand is then removed by a filtration belt, and disposed onto the belt carrying gypsum from the Phosphoric Acid Unit.
- Aluminum fluoride solution is then sent to 16 crystallizers to be separated by a filtration belt, dried through roasting in special equipment using burnt diesel, and packed according to demand in 25 kg, 50 kg, or 75 kg bags as demanded.
- **Usages:**
- Aluminum fluoride is used in extracting Aluminum from its ores by lowering the melting point in the electrical cells during the manufacturing process.

Scanned with CamScanner

بنتحكم بال particle size بشغلتين

① بالطحن بنسميها top-down

وهاي عبارة عن physical mechanical process وهاي بتفقد السيطرة فا بطلع one uniform particle size بطلع توزيع للحجم

② عن طريق التذويب بال solvent بعدين بنبخر هاد ال solvent واعمل تبريد بنبلش الكريستالات تطلع وتكبر بالتالي بطلع معي particle size homogeneous نسبيًا اكتر (uniform particle size عادة ال crystallization بطلع)

Scanned with CamScanner

Environmental Hazards of Aluminum fluoride Production

- Environmental features were installed in most important areas to minimize dust emissions and recycle product (like cyclone and bag filters, and scrubbers).

Scanned with CamScanner