Specific Pollution Factors

The principal types of pollutants set out below classified in accordance with the type of treatment to which they may be subjected.

1- Insoluble substances which can be separated physically with or without flocculation:
- 1.1- Floating greasy matter (greases, aliphatic hydrocarbons, tars, organic oils,.. etc)
- 1.2- Solids in suspension (sands, oxides, pigments, colloidal sulfur, latexes, fibers,..etc).

2- Organic substances separable by adsorption:
- 2.1- Dyes, detergents, miscellaneous macromolecular compounds, phenolic compounds.

3- Substances separable by precipitation:
- 3.1- toxic and nontoxic metals, Fe, Cu, Zn, Ni, be, Ti, Al, Pb, Hg, Cr, which can be Precipitated within a certain pH.
- 3.2- sulfites, phosphates, sulfates, and fluorides, by addition of Ca^{+2}.

4- Substances which can be precipitated in the form of insoluble iron salts or which can be chelated:
- 4.1- sulfides, phosphates, cyanides, sulfocyanides.

5- Substances separable by degassing or stripping:
- 5.1- H_2S, NH_3, alcohols, phenols, sulfides.

6- substances requiring a redox reaction:
- 6.1- Cyanides, hexavalent chromium sulfides, chlorine, nitrite.

7- Acids and bases:
- 7.1- hydrochloric, nitric, sulfuric, and hydrofluoric acids.
- 7.2- miscellaneous bases.

8- Substances which can be concentrated by ion exchange or reverse osmosis:
- 8.1- radionuclides such as I^*, Mo^*, Cs^*
- 8.2- Salts of strong acids and bases, non ionized organic compounds (reverse osmosis)

9- Substances treatable by biological methods:

9.1- All biodegradable substances by definition, e.g., sugars, proteins, phenols, biological treatment is also applicable after acclimatization to organic compounds such as formaldehyde, aniline, certain detergents.

The following points should be remembered:

1- The ratio of COD to BOD_5 in industrial effluents differs very substantially from that of domestic sewage. It changes during the stages of treatment, the final COD sometimes reaching a value more than 5 times that of corresponding BOD_5.

2- The presence of very active toxic substances may conceal that of biodegradable substances and thus seriously falsify measurement of BOD.

Neutralization of Wastes

وهي معادلة المياه المتخلفة التي تزيد او تقل الدالة الحامضية لها عن (7) بسبب الحوامض القوية مثل HCl ، H_2SO_4 ، HNO_3 ، او الضعيفة مثل H_2CO_3 ، والقواعد القوية مثل NaOH ، او الضعيفة $Al(OH)_3$ ، و جعلها (7) . عادة المياه الطبيعية لها دالة حامضية بين 8.5 ~ 6.5 ، و توجد عدة طرق للمعادلة منها:

1- Mixing wastes.
2- Passing acid wastes through beds of limestone.
3- Mixing acid wastes with lime slurries or dolomitic lime slurry.
4- Adding the proportions of concentrated solutions of caustic soda (NaOH) or soda ash (Na_2CO_3) to acid wastes.
5- Blowing wastes boiler - flue gas through alkaline wastes.
6- Adding compressed CO_2 to alkaline wastes.
7- Producing CO_2 in alkaline wastes.
8- Adding Sulfuric acid to alkaline wastes.

يعتمد اختيار الطريقة على كلفة المواد الكيمياوية و الاجهزة المستخدمة للمعادلة ، كما ان كمية المياه المتخلفة و نوعها و مقدار الحامض او القاعدة المراد معادلتها تحدد نوع المادة المستعملة للتعادل. في اي عملية معادلة يحدد المهندس الصحي اقل pH مسموح بها و الزمن اللازم للتفاعل لتحقيقها.

1- Mixing Wastes:

في نفس المعمل او بين معامل متجاورة تمزج المطروحات الحامضية و القاعدية لتعادل بعضها البعض

2- Limestone Treatment For Acid Wastes:

وذلك بامرار المطروحات الحامضية خلال اوساط من حجر الكلس بضخها من الاعلى او الاسفل اعتمادا على مقدار الارتفاع المتوفر و الكلفة بمعدل($1gpm/ft^2$)

$$CaCO_3 + H_2SO_4 \longrightarrow CaSO_4 + H_2CO_3$$

ويستمر التفاعل طالما هنالك حجر كلس وفي حالة فعالة ، و الحالة الاخيرة صعبة الادامة حيث يجب ان لايزيد تركيز محلول حامض الكبريتيك المعالج عن 5% و لا يزيد معدل الترشيح عن ($5gpm/ft^2$) لتجنب افساد الوسط. و يجب استبدال الوسط المستنفذ بمادة جديدة بفترات مناسبة.

3- Lime - Slurry Treatment for Acid Wastes.

ويشبه التفاعل ذلك مع حجر الكلس حيث يستهلك lime باستمرار و يتخول الى كبريتات الكالسيوم حيث تحمل خارجا مع المطروح و رغم كون التفاعل بطيء مع وجود قوة معادلة عالية فانه بالامكان تسريعه بالتسخين او اضافة الاوكسجين للمزيج. هذه الطريقة ليست غالية للكميات الصغيرة. الكلس المميع hydrated lime من الصعب جريانه لانه يميل الى التماسك و التقوس فوق فوهة الخروج من عبوات الخزن و هو مناسب لمعادلة المطروحات الصناعية الصغيرة الكمية و يمكن ان يخزن بشكل اكياس بدلا من انشاء مخازن خاصة. تم بنجاح معادلة مطروحات تحوي حامض الكبريتيك او النتريك لحد تركيز 1.5% باستخدام حجر دولومايت محروق يحتوي (CaO- 47.5%) و (MgO-34.3%) و ($CaCO_3$-1.8%)

4- Caustic - Soda Treatment for Acid Wastes:

اضافة محاليل مركزة من الصودا الكاوية او كاربونات الصوديوم للمطروحات الحامضية بنسب مناسبة ينتج معادلة سريعة و لكن بكلفة اكبر. حجوم اصغر من هذه المواد يتم استخدامها بالمقارنة بالمواد السالفة الذكر لانهابقوة اكبر ، و نواتج التفاعل تكون ذائبة و لا تزيد من عسرة المصادر المائية التي يتم الطرح لها. ويتم المزج للمطروحات الصغيرة بحقنها في ممص مضخة دفع المطروحات و للكميات الكبيرة نستعمل معدات مزج مناسبة مع خزان محلول صودا كاوية بحجم مناسب مع مضخات بسرع متغيرة.

$$Na_2CO_3 + CO_2 + H_2O \longrightarrow 2NaHCO_3$$

Carbonic acid

$$2NaOH + CO_2 \longrightarrow Na_2CO_3 + H_2O$$

$$NaOH + H_2SO_4 \longrightarrow NaHSO_4 + HOH$$

Sulfuric acid waste

$$NaHSO_4 + NaOH \longrightarrow Na_2SO_4 + HOH$$

اما معادلة المطروحات القاعدية فهي في الطرق التالية:

5- Using Waste Boiler - Flue Gas:

وذلك بنفخ الغاز المتخلف في مدخنة المرجل خلال المطروحات القاعدية ، وهي طريقة اقتصادية. ان غاز مدخنة الحرق الجيد يحتوي غاز CO_2 بنسبة حوالي 14% وان اذابته في المطروحات سيشكل حامض الكاربونيك و هو حامض ضعيف الذي يتفاعل مع المواد القاعدية في المطروحات و معادلتها:

$$CO_2 + H_2O \longrightarrow H2CO_3$$

Carbonic acid astewater Carbonic acid

$$H_2CO_3 + 2NaOH \longrightarrow Na_2CO_3 + 2H_2O$$

Carbonic acid — austic soda / Wastewater — Soda ash

$$H_2CO_3 + Na_2CO_3 \xrightarrow{H_2O} 2NaHCO_3 + 2H_2O$$

Excess Carbonic acid — Soda ash in waste — Sodium bicarbonate in waste

المعدات المطلوبة هي منفاخ (blower) يوضع في المدخنة و انابيب غاز لنقله الى موقع المعالجة و فلتر لازالة الكبريت و دقائق الكاربون غير المحترقة من الغازات مع diffuser لتشتيت الغاز في المطروح. يتحرر غاز H_2S الذي يجب ان يحرق و يمتص او يلفظ الى الطبقة العليامن الجو لمنع الحالات الضارة

6- carbon Dioxide Treatment for Alkaline Wastes:

يتم اضافة CO_2 المعبا باسطوانات الى المطروحات بنفس طريقة اضافة الهواء المضغوط في احواض التهوية للحماة المنشطة و يعادل المطروحات القاعدية بنفس الطريقة السابقة.

7- Producing Carbon Dioxide In Alkaline Wastes:

وذلك بحرق الغاز الطبيعي تحت الماء و تدعى الاحتراق الغاطس (submerged combustion) و قد تم استخدامه في التخلص من مطروحات النايلون في احد المعامل و ذلك بمعادلتها قبل المعالجة البايولوجية

8- Sulfuric - Acid Treatment For Alkaline Wastes:

و هو اضافة حامض الكبريتيك الى المطروحات القاعدية للتعادل و هي طريقة مكلفة.

$$2NaOH + H_2SO_4 \longrightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$$

Wastewater — Sulfuric acid as neutralizer — Resulting neutral salts

9- Acid - Waste Utilization In Industrial Process:

في بعض الحالات يمكن استعمال المطروحات الحامضية و ذلك لتحقيق نتائج مرغوبة في العمليات للغسل ، التبريد ، او تعادل المنتجات. مثلا استعمال مياه البزل للمناجم الحامضية لتنظيف الفحم الخام فهي بكميات كبيرة في صناعة الفحم ، و هي حامضية و تحتوي كبريتات الحديد و الالمنيوم فعند استعمالها لغسل الفحم الخام فنتائج تعادل تحصل لاحتواء الفحم كاربونات الكالسيوم و كاربونات المغنسيوم ، ففي احدى الحالات تم رفع الدالة الحامضية من (3) الى التعادل بهذا الغسل.

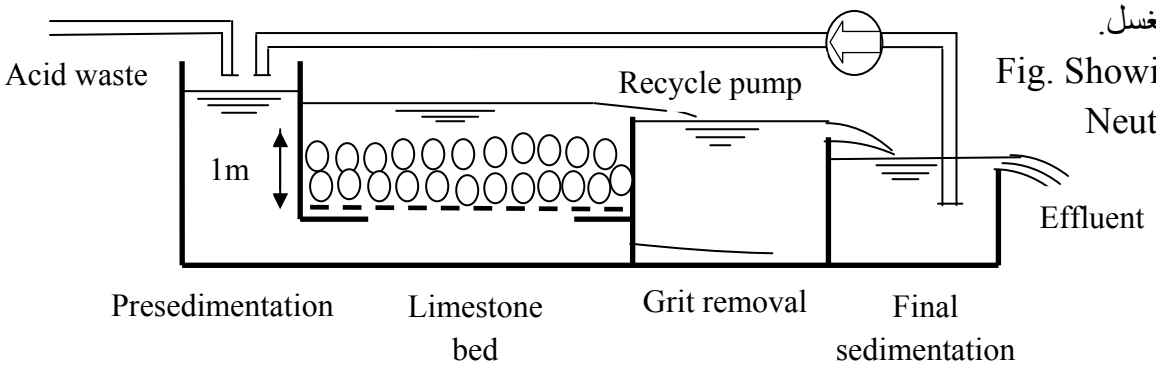


Fig. Showing Limestone Neutralization

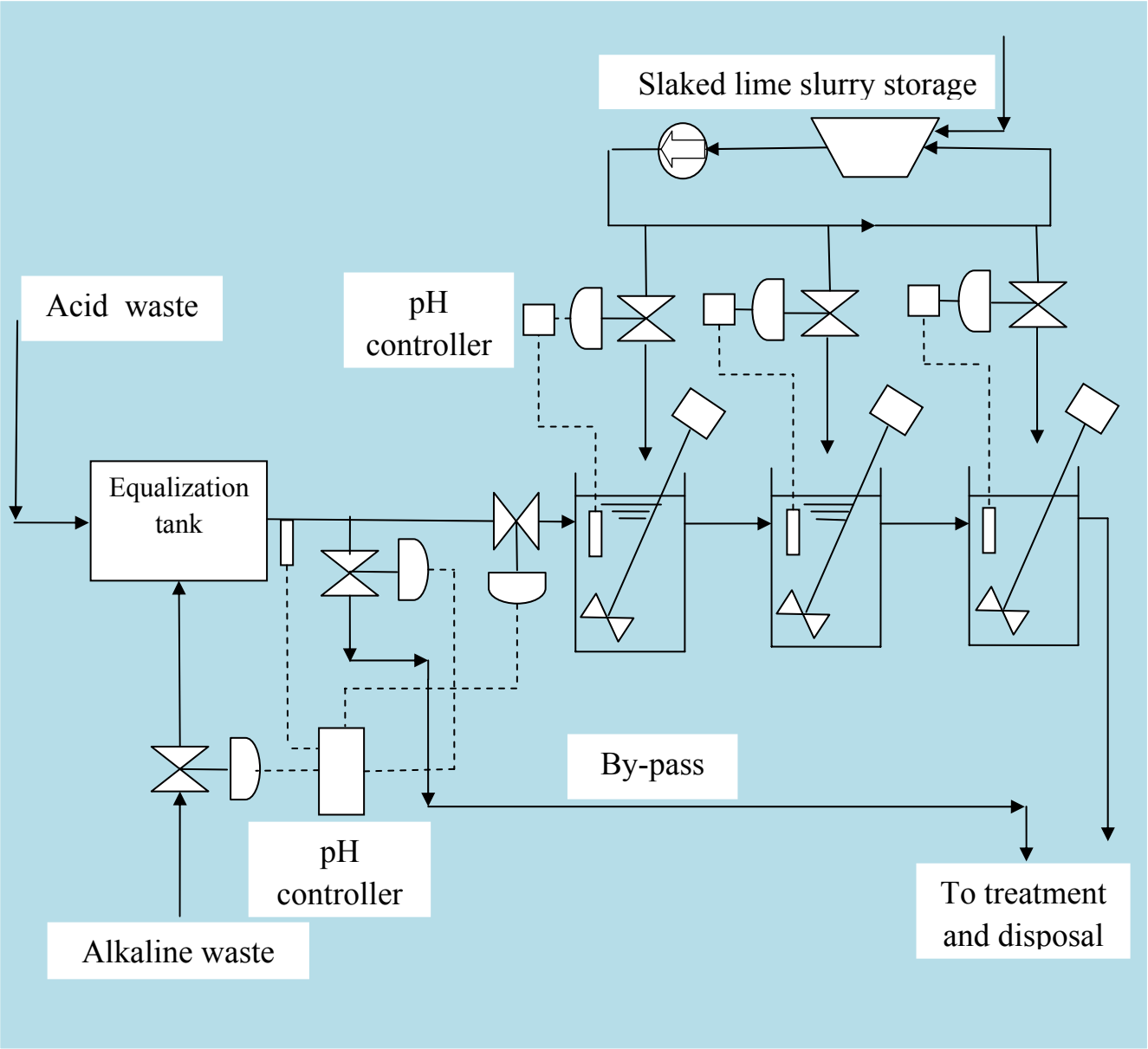
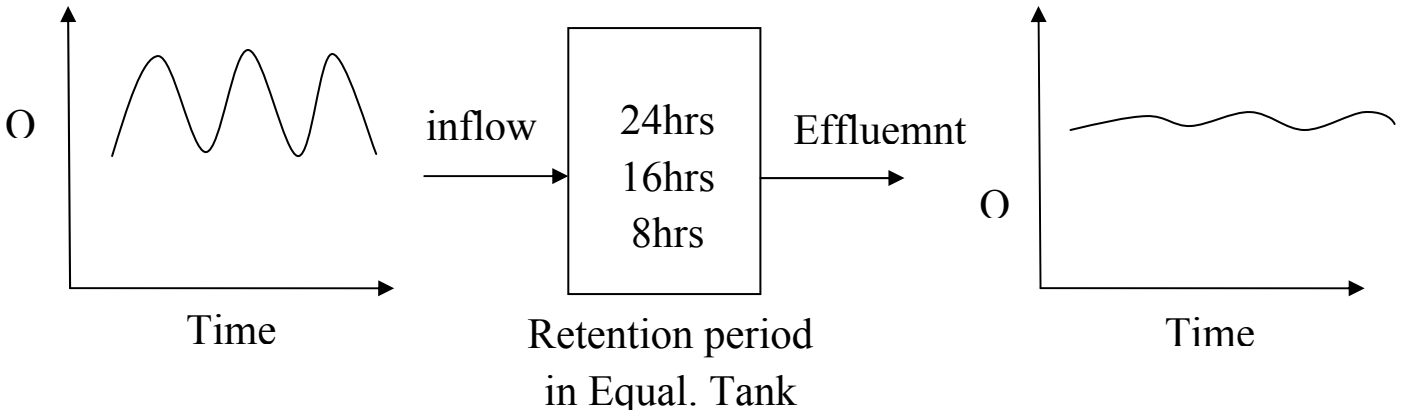


Fig. Complicated Multistage Neutralization Unit

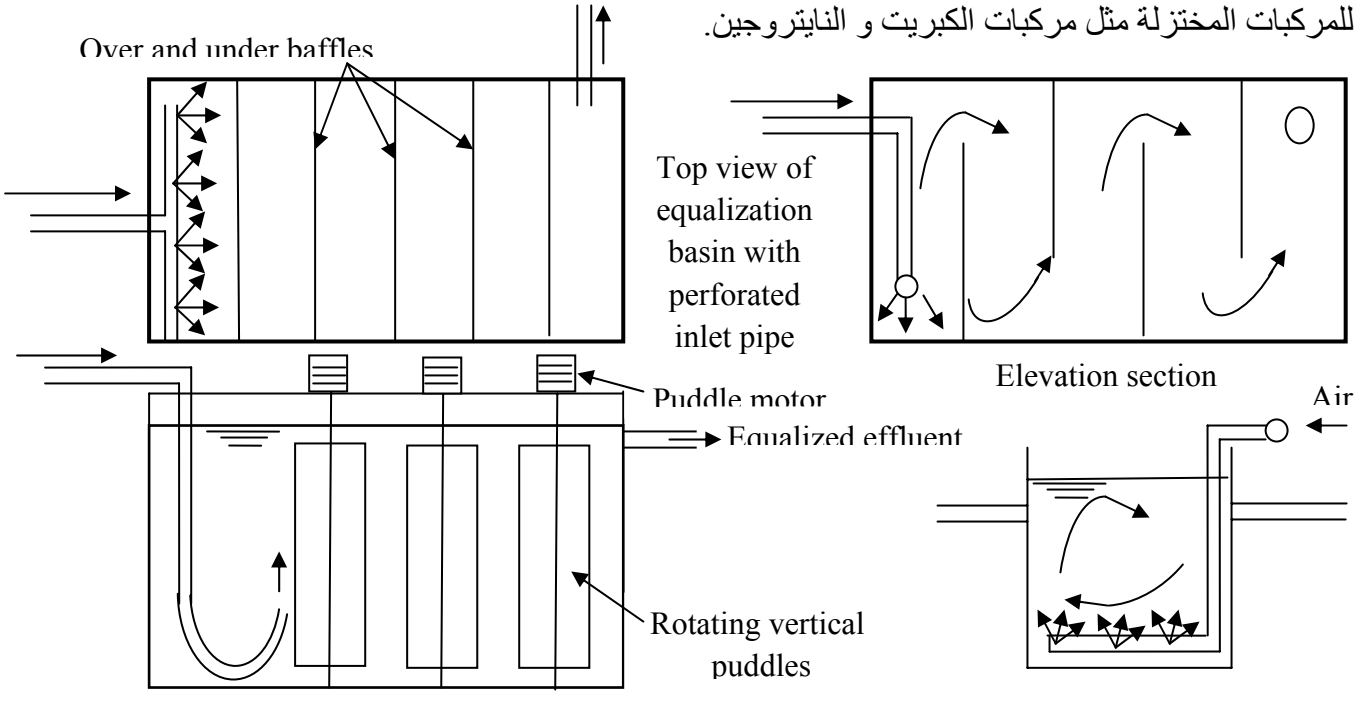
Equalization & Proportioning

Equalization: موازنة

وهو احتجاز التصاريف الصناعية القادمة في خزان لفترة زمنية مناسبة بحيث يكون التصريف الخارج من الخزان متجانسا في خصائصه الصحية (BOD , Alkalinity , Turbidity , Color , pH , etc) حيث تتوازن التراكيز العالية للملوثات مع التراكيزالقليلة وبذلك تنخفض الى معدلات ضمن مدى مناسب كما يمكن ضخ المطروحات من الخزان بتصريف ثابت وبدون تغيرات كبيرة مما يجعل عمل وحدة المعالجة اللاحقة مستقرا و كفوءا.



ن هنالك فوائد ثانوية تحصل داخل الخزان و ذلك بانخفاض تراكيز الملوثات نتيجة التفاعلات الكيميائية و البايولوجية و الفيزياوية. في بعض الاحيان يتم ضخ الهواء في هذا الخزان للحصول على مزج افضل و اكسدة كيمياوية للمركبات المختزلة و درجة ما من الاكسدة الهوائية للمركبات العضوية و تاجيج للمخلوط لمنع ترسبالمواد العالقة. ان حجم و شكل الخزان المطلوب للموازنة يعتمد على كمية التصاريف الصناعية القادمة اليه و اسلوب تصريفها من المعمل ، معظمها مستطيلة الشكل او مربعة و يعتمد الحجم على حجز التصاريف لزمن الدورة الانتاجية الواحدة (24hrs ~ 2) ، و في احد الامثلة لمعمل ادوية وجد ان المجانسة لمدة 72 hrs لضمان خلط كامل ستكون مناسبة لمنع الضرر لاحقا للكائنات المجهرية في الحمأة المنشطة. ان عملية المزج في حوض الموازنة يمكن ان تتم من خلال توزيع جيد للتصريف الداخل له و وضع الحواجز هو الاسلوب هو الاسلوب الاكثر اقتصادية و الاقل كفاءة و لكن قد تكون مفيدة في بعض المعامل. ان التصريف الداخل يجب ان يوجه نحو الاسفل و ذلك لتعمل سرعة الدخول على تاجيج اي راسب و دفعه الى الاعلى و اخراجه من الحيز. اما الاسلوب الميكانيكي فهو اكثر كفاءة للمزج بدون استخدام الحواجز. في الرسم ادناه ثلاثة مجاذيف خشبية تعمل بسرعة 15 rpm بماطور قوة 3hp اما الطريقة الثانية للمزج فهي الاكثر كفاءة و لكن الاكثر كلفة و ذلك بضخ الهواء بمقدار 0.5 قدم مكعب في الدقيقة لكل غالون من حجم خزان الموازنة و هي بالاضافة الى منع الترسبات تحقق اكسدة كيميائية اولية للمركبات المختزلة مثل مركبات الكبريت و النايتروجين.



Equalization basin with mechanical agitators

Proportioning:

و هو ضخ المطروحات الصناعية بكميات معينة الى مجاري الصرف الصحي لشبكة المدينة او النهر بحيث تتناسب مع مقدار التصريف في انبوب الصرف الصحي او في النهر. ان هذا الاجراء يهدف الى حماية محطة معالجة الصرف الصحي لبلدية المدينة التي تستعمل مواد كيمياوية من الخلل بفعل الجرعات العالية المفاجئة الموجودة في التصريف الصناعي و حماية المعالجة البايولوجية من تاثير تقليل فعالية البكتريا بفعل الاحمال المفاجئة للتصريف الصناعي و كذلك تقليل التغيرات للمقاييس الصحية في التصريف النهائي المعالج ، و في معظم الحالات يمكن جعل المناسبة و الموازنة في خزان واحد. ان التحكم بالتصريف الصناعي يمكن ان يكون يدوي او اوتوماتيكي. في بعضالحالاتعندما يكون التصريف الصناعي يحتوي مواد عضوية فقط و لاتوجد مواد سامة فان الطرح الليلي يكون مفضلا و ذلك لتوزيع الحمل ليلا و نهارا اما في حالة وجود مواد سامة فانه يتطلب تخفيفها لتقليل ضررها و تاثيرها مما يجعل التصريف في النهار و وقت وجود صرف صحي كافي في المجاري ضروريا.

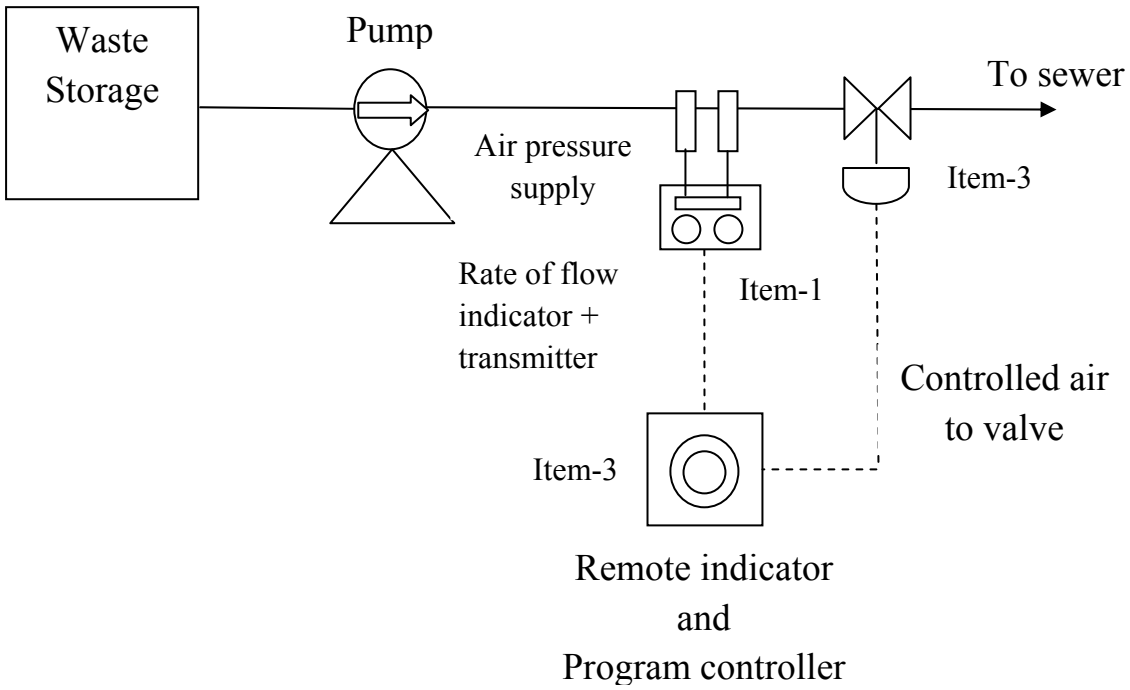


Fig.: Waste - Metering System

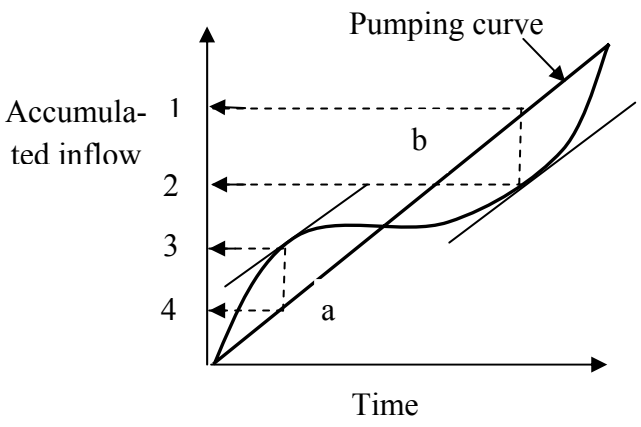
Calculation Of Required Volume Of Equalization Basin Graphically:

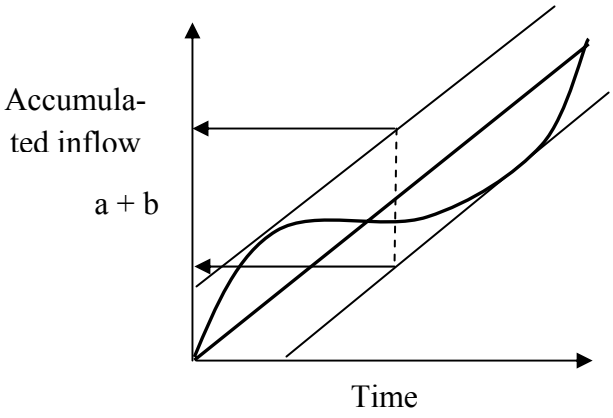
1- The capacity of the pumps to discharge wastewater from the equalization tank to the treatment unit can be calculated as follows:

$Q_{av} = \Sigma Q / t$ = slope of the pumping curve, where t = period of pumping

2- Equalization tank capacity = a + b (from graph)

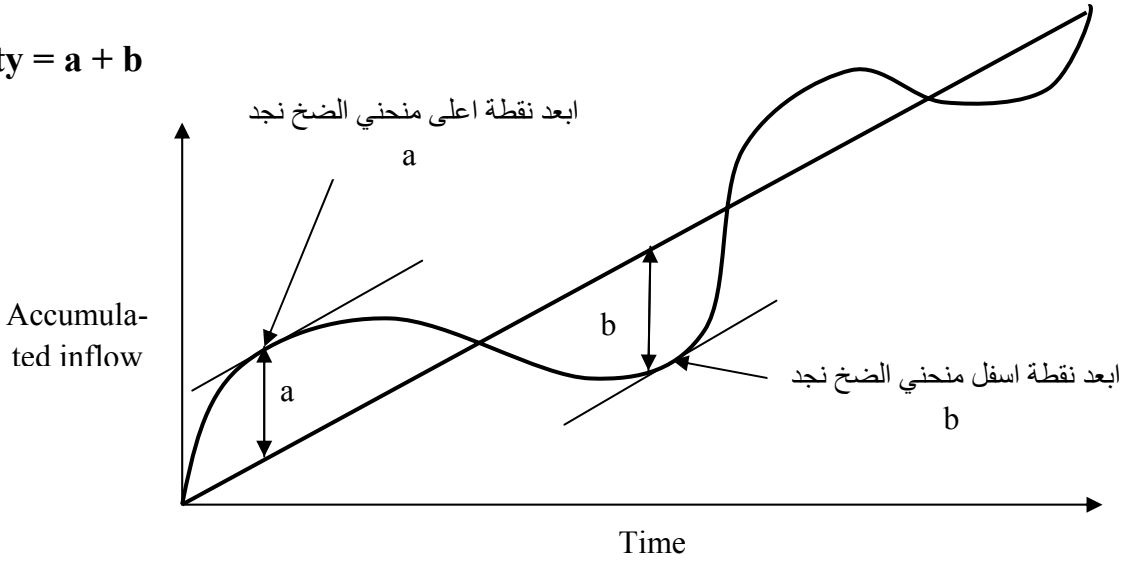
b = 1 - 2 , a = 3 - 4





<u>الطريقة :</u> نرسم مماس للمنحني يوازي خط الضخ المنتظم و نحدد قيمة كل من a و b

Capacity = a + b



<u>مثال:</u>

معمل صناعي يعمل ثمان ساعات يوميا ، تم قياس التصريف الناتج منه خلال كل ساعة عمل و كما في الجدول ادناه:

الساعة	1	2	3	4	5	6	7	8
التصريف م ^{3} / ساعة	12	22	55	75	64	33	22	19

احسب بطريقة الرسم حجم حوض الموازنة المطلوب و تصريف المضخة التي تسحب منه و تضخ الى و حدة المعالجة علما ان المضخة تتوقف عن العمل خلال الساعة الرابعة فقط.

<u>الحل</u>:

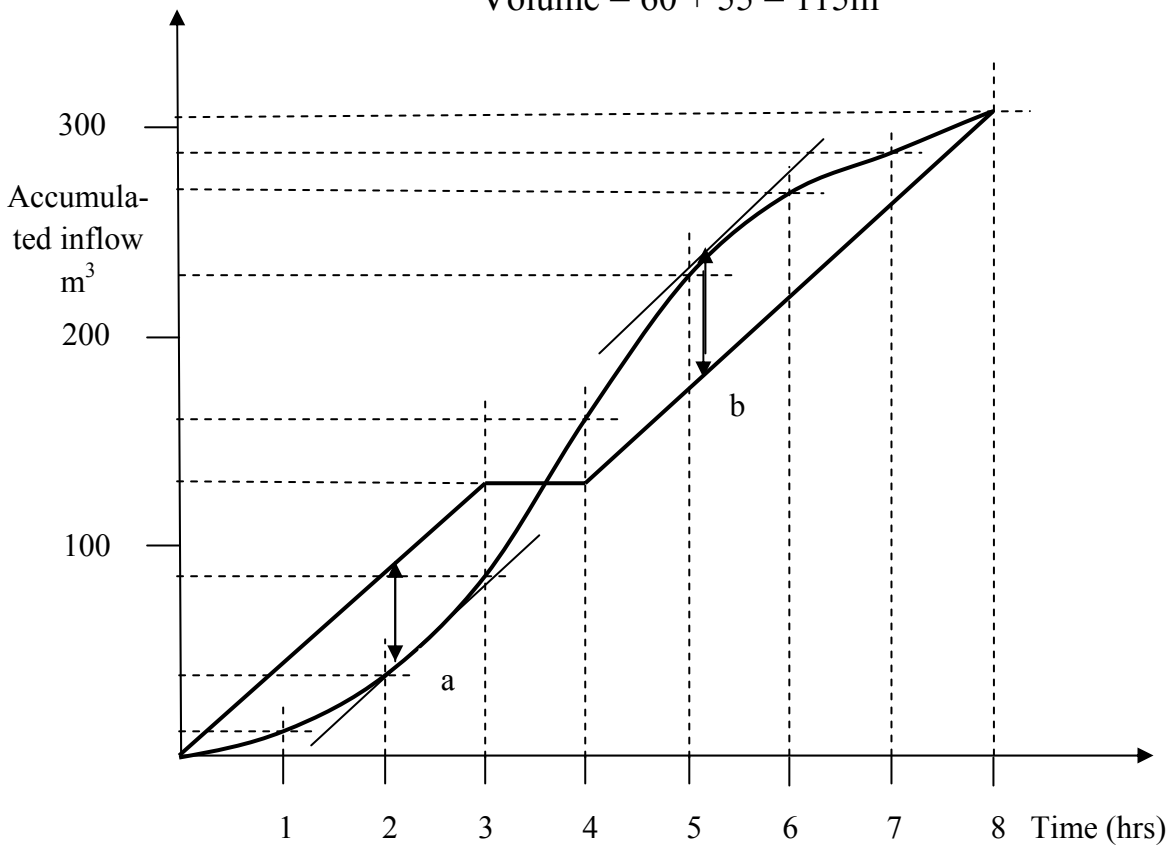
8	7	6	5	4	3	2	1	الساعة
302	283	261	228	164	89	34	12	التصريف الكلي القادم م^3

$$Q_p = \Sigma Q / t = 302 / 7 = 43.14 m^3/hr$$

$$a = 60 m^3$$

$$b = 55 m^3$$

$$Volume = 60 + 55 = 115 m^3$$



HOMEWORK;

Time (hrs)	Inflow gall/min	Time (hrs)	Inflow gall/min
8pm	50	8	380
9	92	9	208
10	230	10	80
11	310	11	60
12	270	12	70
1	140	1	53
2	90	2	40
3	110	3	70

4	80	4	75
5	150	5	45
6	230	6	55
7	305	7	35

اوجد حجم حزان الموازنة مع مقدار الضخ المنتظم منه الى و حدة المعالجة بواسطة طريقة الرسم.

Removal Of Suspended Solids

1- ***By Sedimentation*:**

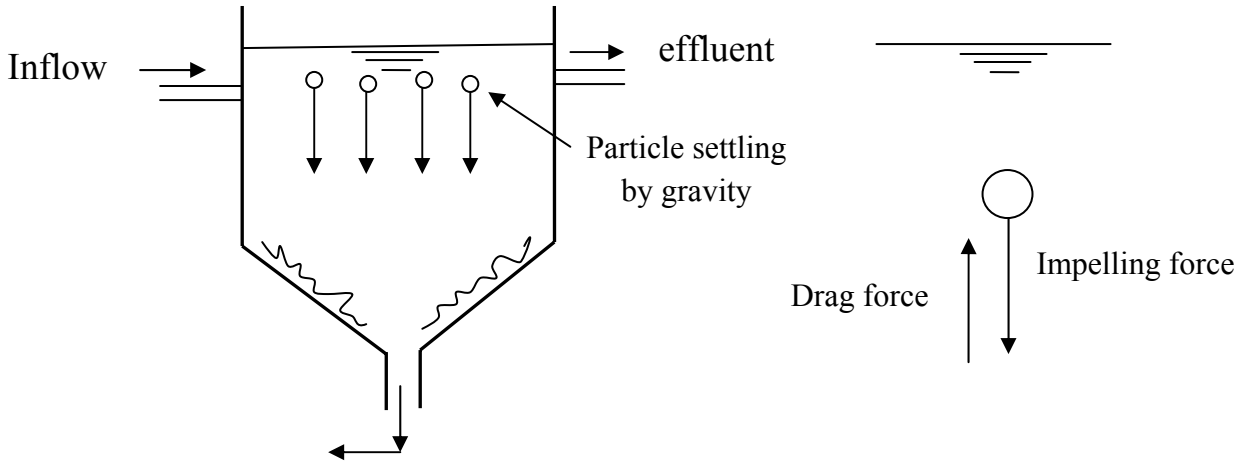
يستعمل الترسيب في اغلب حالات الصرف الصحي و للتصاريف الصناعية في حالة خلطها مع الصرف الصحي او احتوائها نسبة عالية من الدقائق الصلبة القابلة للترسيب مثل تلك التي في صناعة التعليب (Cannery) ، الورق (paper) ، غسل الرمال و الحصى و الفحم و غيرها.

كفاءة احواض الترسيب تعتمد على:

1- Detention Period
2- Wastewater Characteristics
3- Tank Depth
4- Floor Surface Area And Overflowrate
5- Operation (Cleanliness)
6- Temperature
7- Particle Size
8- Inlet And Outlet Design
9- Velocity Of Particles
10- Density Of Particles
11- Container Wall Effect
12- Number Of Basins Baffles
13- Sludge Removal
14- Pretreatment (Grit Removal)
15- Flow Fluctuation
16- Wind Velocity

يستعمل الترسيب قبل المعالجة البايولوجية في محطات الصرف الصحي لازالة الدقائق العالقة الثابتة و البايولوجية (BOD) لحماية المعالجة البايولوجية. هنالك ترسيب لدقائق تبقى منفصلة discrete و سرعتها ثابتة و آخر فيها الدقائق تتلبد مع بعضها اثناء الترسب فيتغير شكلها و تزيد سرعتها.

1- By



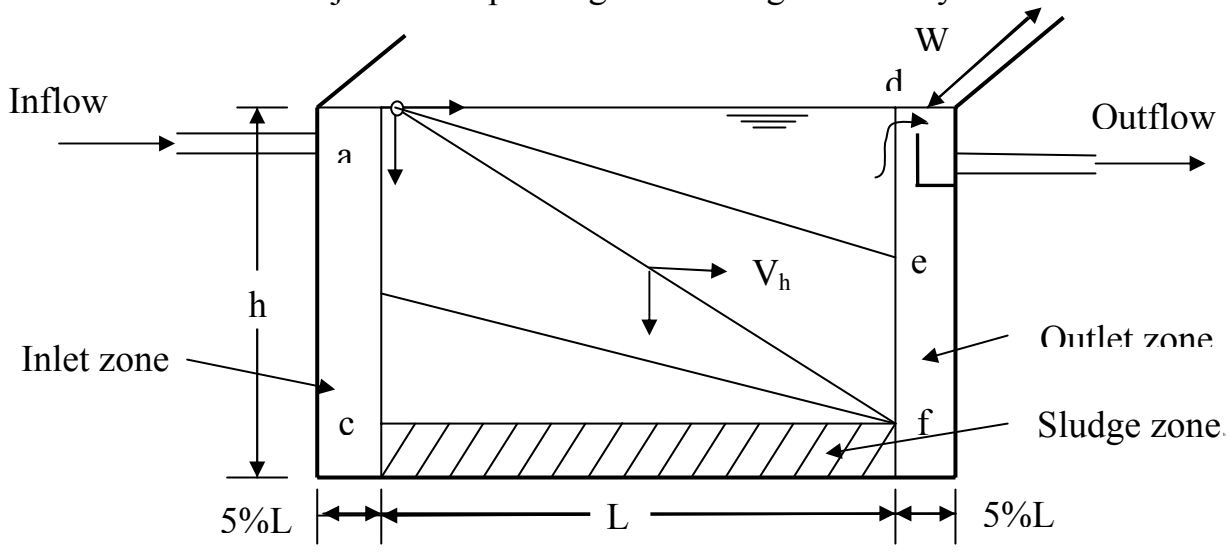
Terminal velocity is constant when drag force = impelling force

$$v = [\ (4/3)\ (\ gd/C_d)\ \{(\rho_s - 1)/\rho\}\ ]^{0.5}$$

$$C_d = 24/N_R + 3 / \sqrt{N_R} + 0.34$$

Where: v = velocity
g = gravity acceleration rate
C_d = drag coefficient
ρ_s , ρ = density of particle and fluid
N_R = Reynolds number = $vd\rho/\mu$
μ = absolute viscosity of fluid

the settling basin should be as shallow as possible and contains ample floor area, but not less than 6ft otherwise subjected to upsetting or scouring or velocity currents.



If N_R is small less than 0.5

$C_d = 24/N_R = 24\mu/\rho dv$

$v = (g/18\mu)\ (\rho_s - \rho_w)\ d^2$

particle entering the basin has $v_h = Q/W.\ h$

$v_s/v_h = h/L$

$v_s = v_h\ (h / L) = (h / L)(Q / W.h) = Q / L.W$ = SOR = represents the settling velocity of the slowest settling particle which is 100% removed. Those particles which settle at velocities equal to or greater than SOR will be entirely removed in direct proportion to the ratio of their settling velocity to v_s .

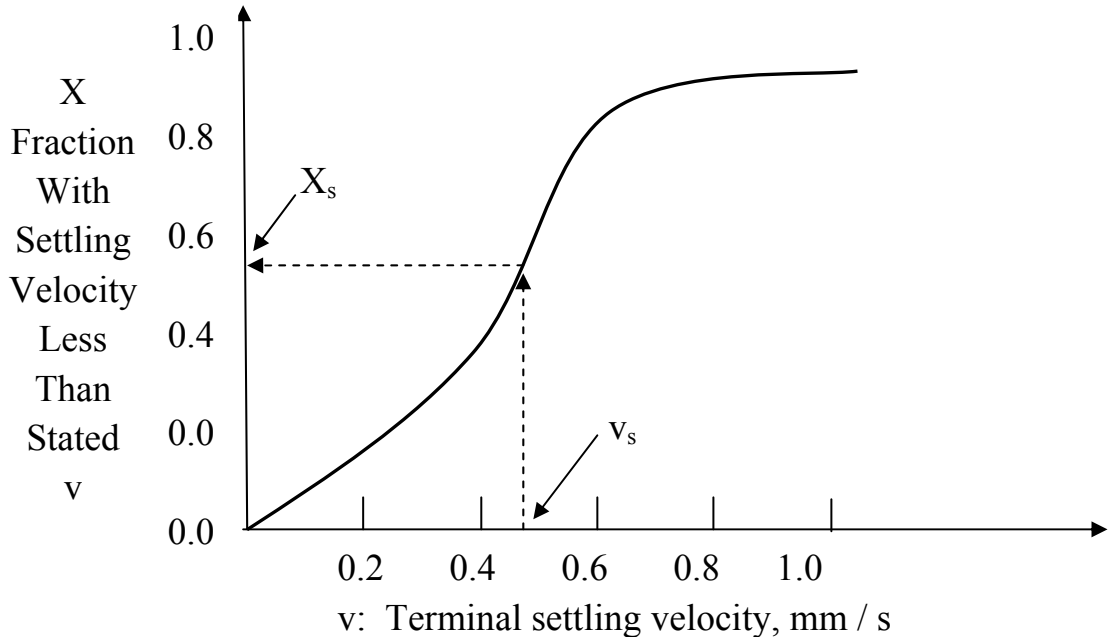


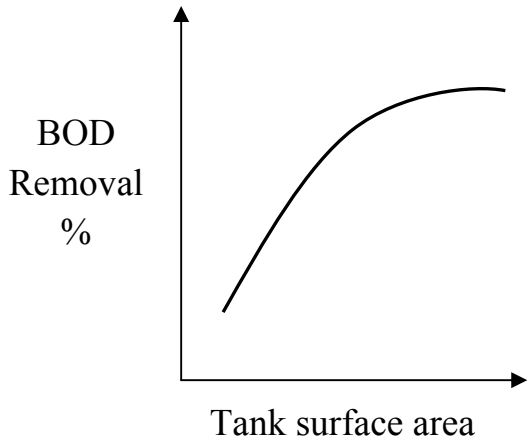
Fig.: Cumulative distribution of particle settling velocity

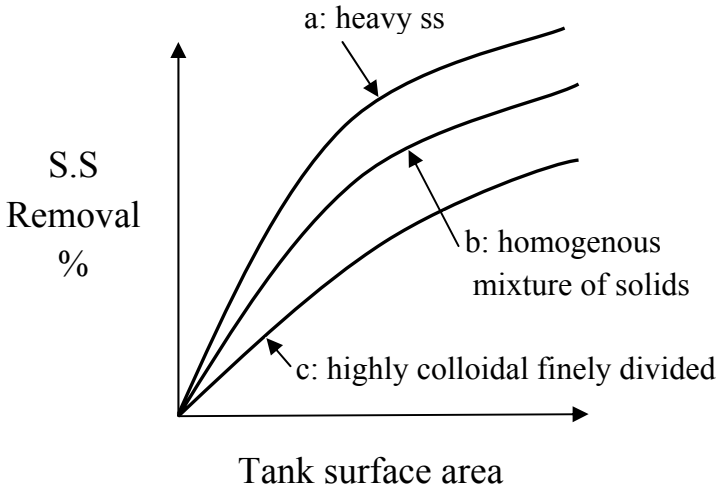
Fraction of particles removed: $F = (1 - X_s) + \int_0^{X_s} v / v_s\ dx$

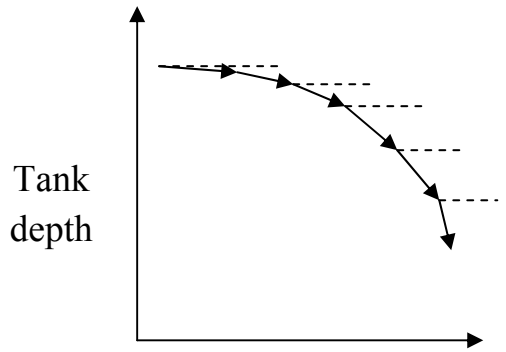
Or $F = (1 - X_s) + (1 / v_s)\ \Sigma\ v\ \Delta X$

$v_s = h / t$, $h = 2 \sim 3.5$ m, $t = 1 \sim 2$ hr

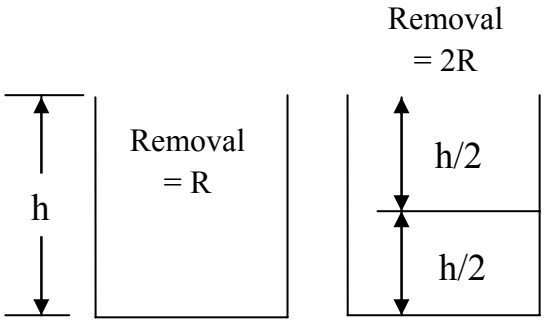
depth = volume / area , $h = V / A$







Flocculation increases
settling rate



Effect of floor area and halving the depth

<u>انواع احواض الترسيب</u>

حسب الشكل:

1- احواض ترسيب دائرية

2- احواض ترسيب مستطيلة

حسب اتجاه الجريان داخل الحوض:

1- ذات جريان افقي

2- جريان باتجاه عمودي

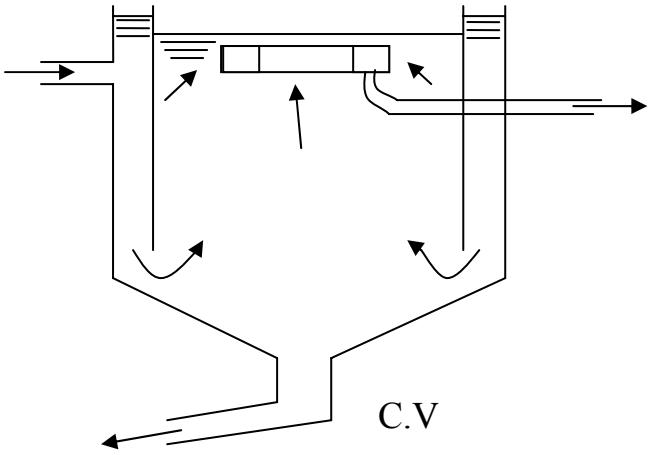
3- نوع ساكن

حسب وجود الواح داخلية:

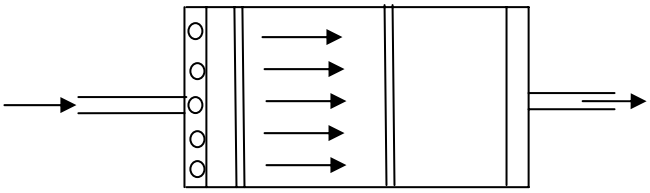
1- بدون الواح

2- Tray Settling Tank

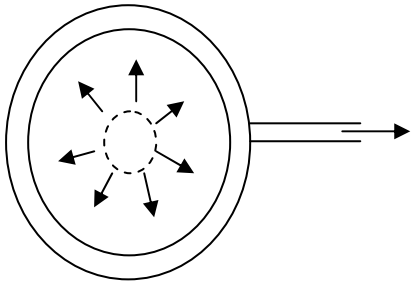
3- Tilted Plate Separator



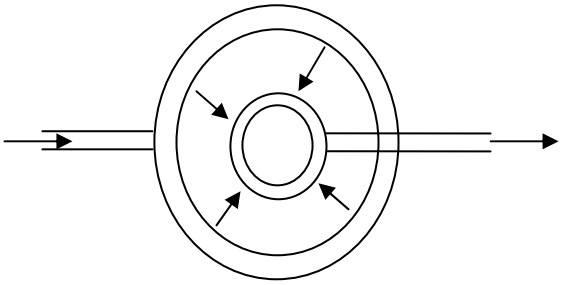
C.V



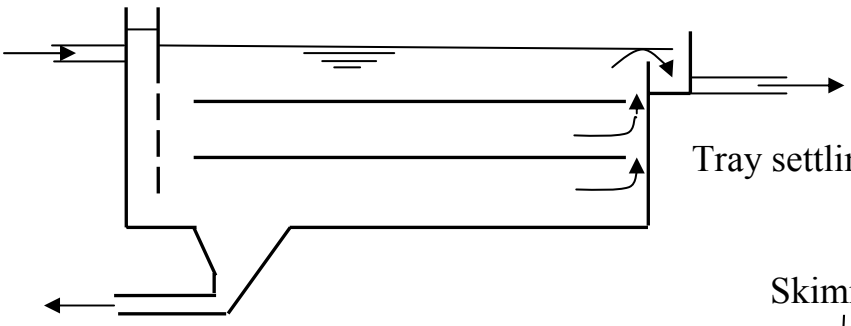
Rectangular-Horizontal



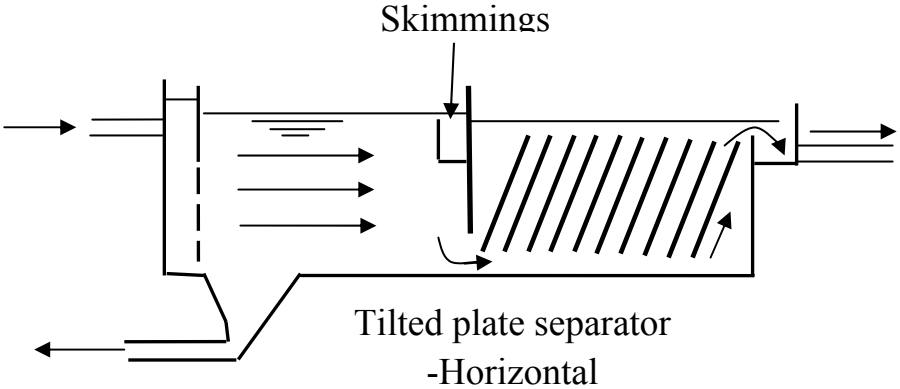
Circular-vertical



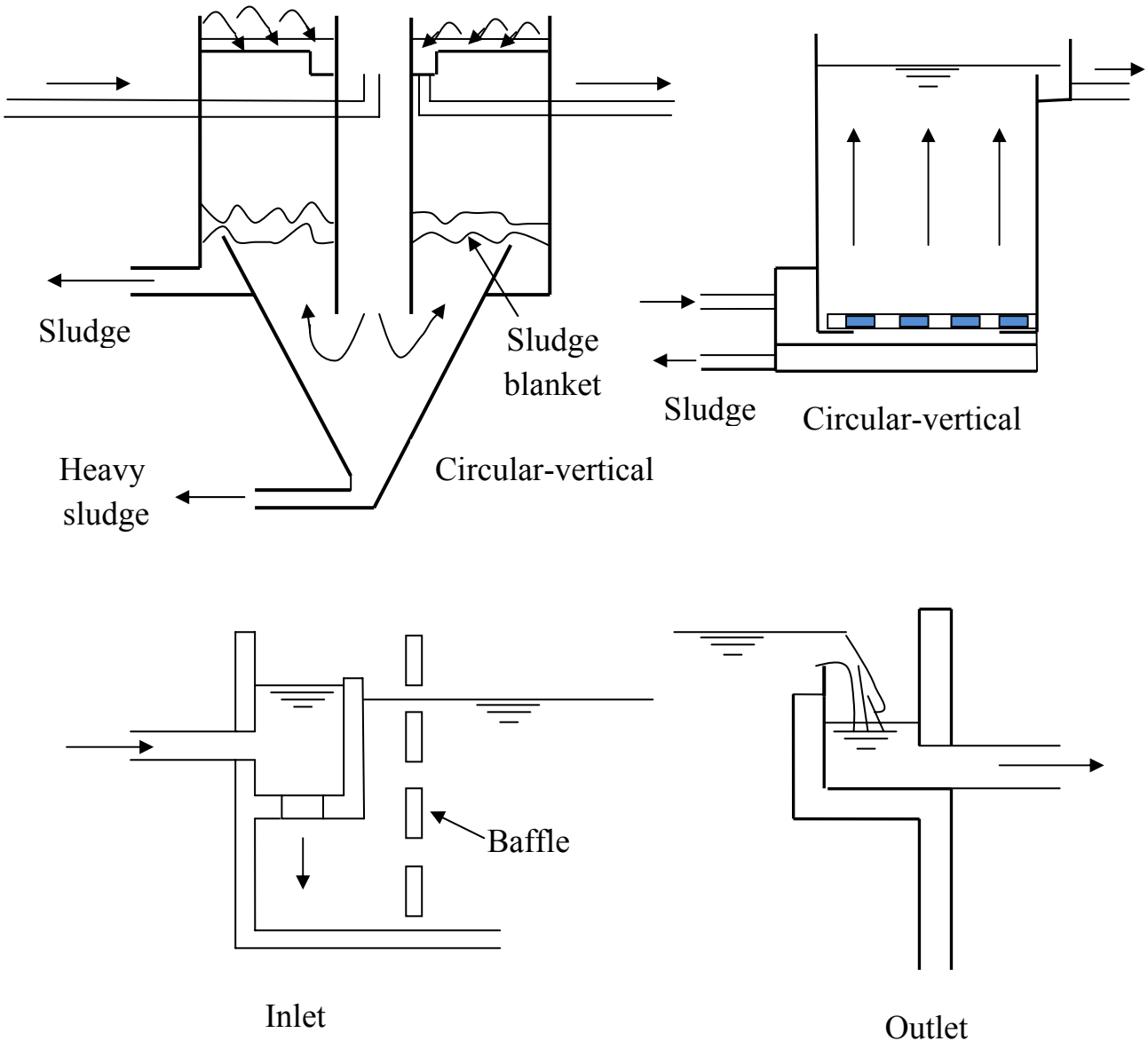
Circular-vertical



Tray settling tank



Tilted plate separator
-Horizontal



2- ***By Floatation*****: بواسطة الطفو و التعويم**

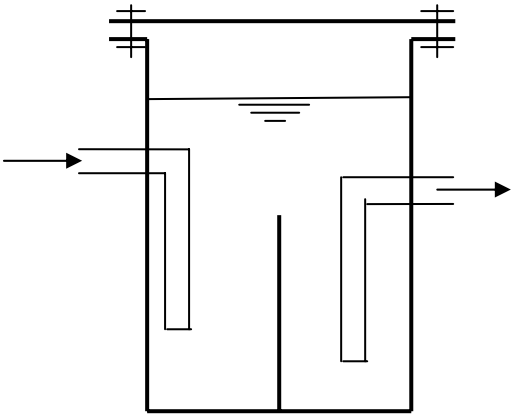
وهي العملية التي تتضمن تحويل المواد العالقة و بعض الغرويات و المستحلبات (emulsified) و المواد الذائبة التي لها كثافة اقل من الماء الى تكتلات تطفو على سطح الماء. ان المواد الغروية بالامكان تلبيدها بمواد معينة و كذلك المستحلبات بعد كسر اصرتها مع الماء و تسريع طفوها باستخدام فقاعات الهواء التي تلتصق بها و ترفعها ، ثم استخدام كاسحات لقشطها من سطح الماء و ازالتها. هنالك سوائل ملوثة للماء اخف منه تطفو على سطحه كالنفط و الزيوت. قد تستخدم بعض المواد المخثرة و الملبدة في هذه العملية كالشب ، كلوريد الحديديك ، كبريتات الحديديك ، هيدروكسيد الكالسيوم ، و البوليمرات الصناعية ، ان الخبث المزال من سطح السائل يترك في خزان لبضع ساعات و يسحب من اسفل السائل و بذلك بتركز اكثر.

هنالك نوعان من الطفو:

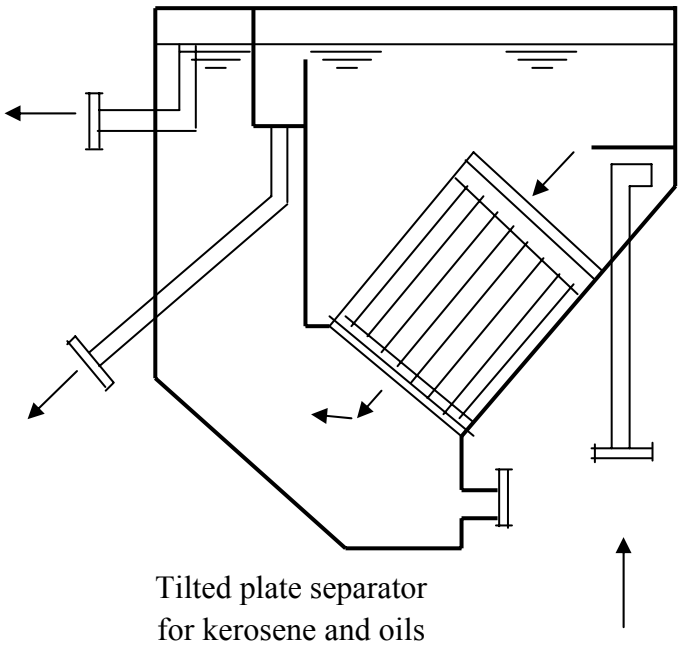
1- Spontaneous Flotation طفو تلقائي

يحصل للمواد ذات الكثافة الاقل من الماء مثل النفط ، الزيوت ، الشحوم ، و المواد المستحلبة بعد كسر اواصرها مع الماء في احواض تبطا فيها سرعة التصريف و لزمن مكوث مناسب مع وجود وسيلة لقشط الخبث و ازالته.

For domestic sewage: V_s = SOR = 0.001 ~ 0.003 m/s, tank depth = 1 ~ 2 m,
t = 300 ~ 1500 sec.



Grease Trap

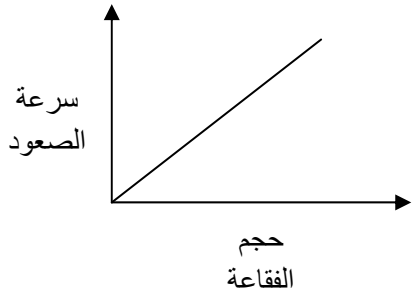


Tilted plate separator
for kerosene and oils

2- Induced Flotation طفو محفز

يمكن تسريع طفو المواد التي اخف من الماء او ازالة المواد التي اثقل قليلا من الماء و ذلك بضخ هواء في اسفل خزان الفصل لتكوين فقاعات هوائية تلصق نفسها بالدقائق العالقة و تعمل على تطويفها. الفقاعات يمكن ان تكون صغيرة جدا ، صغيرة ، متوسطة ، و كبيرة. و يحصل التطويف بفعل :

1- التصاق فقاعات الهواء مع السائل او الصلب العالق
2- بحجز الفقاعة في هيكل النوى مع ارتفاع الفقاعة
3- امتصاص الفقاعة الهوائية في هيكل النوى عند تشكلها



ويوجد نوعان من وحدات الفصل بالهواء

1- وحدات الطفوبالتفريغ
2- وحدات التطويف بالضغط

في الاولى تتم تهوية التصريف باستخدام air diffusers او مراوح ، خلال فترة 30 ثانية حيث يضخ 0.025 ~ 0.05 قدم مكعب هواء لكل غالون من المياه المتخلفة ، ثم يترك لفترة قصيرة لكي تزول

الفقاعات الكبيرة ثم يدخل الى خزان مغلق و مفرغ من الهواء بدرجة 9 انج من الزئبق مما يؤدي الى تولد و ارتفاع الفقاعات وتطويف العوالق. اما في الطريقة الثانية يتم ضخ الهواء في المياه المتخلفة تحت تاثير ضغط 4 bars ~ 2 في خزان و لمدة مكوث 1 دقيقة و يمكن اضافة مواد مخثرة و ملبدة مثل Alum او silica مع هواء في ممص مضخة الضغط لتحقيق المزج الجيد و بعد خزان الضغط يعرض للضغط الجوي في خزان التطويف فان فقاعات صغيرة جدا تتشكل و تساعد على طفو العوالق و المستحلبات و هنالك معدات قشط لازالتها و ضخها لاحقا كخبث الى مناطق التخلص.