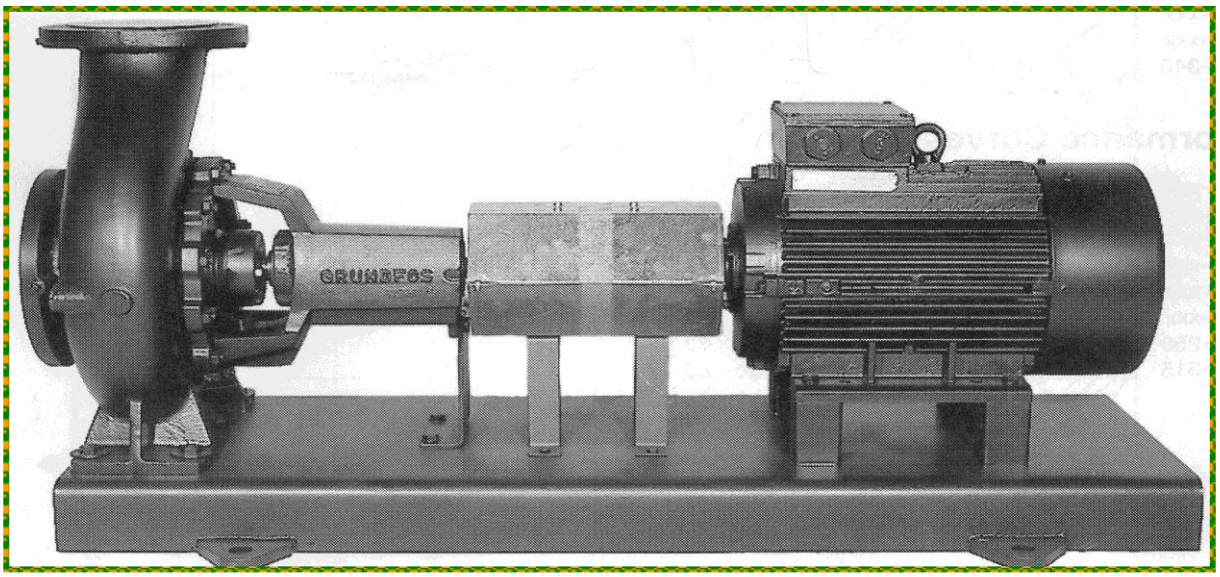
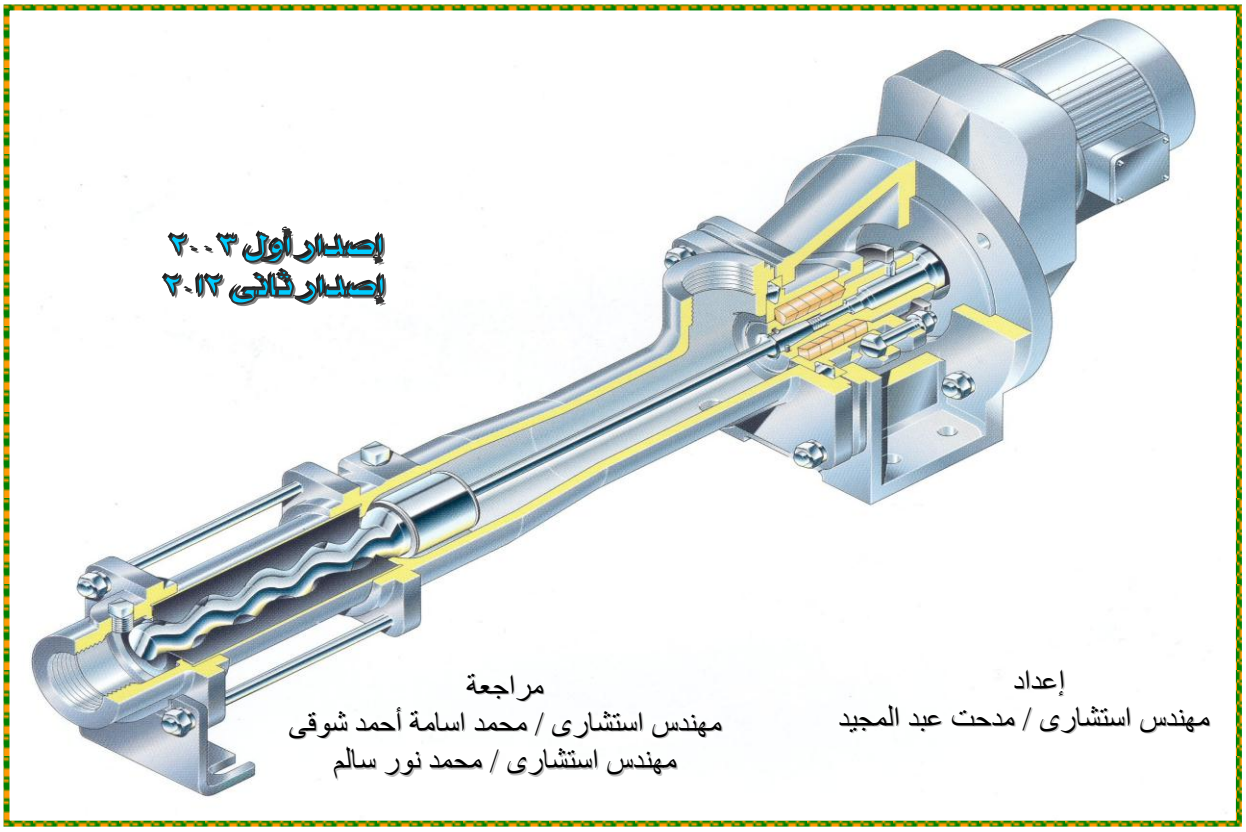
المضخـــات Pumps





إصدار أول ٢٠٠٣
إصدار ثانى ٢٠١٢

إعداد
مهندس استشارى / مدحت عبد المجيد

مراجعة
مهندس استشارى / محمد اسامة أحمد شوقى
مهندس استشارى / محمد نور سالم

CONTENTS المحتويــات

1- PUMP TYPES AND SELECTION	أنواع المضخات وطرق إختيارها
1-1 - DEFINETIONS	تعريفات
1-2 - PUMP INTRODUCTION	مقدمة عن المضخات
1.2.1 - FLUID	الموائع
1.2.2 - PIPING	المواسير
1.2.3 - PUMP TYPES	أنواع المضخات
1-3 - PUMP SELECTION	إختيار المضخات
2- PUMP SPECIFICATIONS	مواصفات المضخات
2-1 - GENERAL	عام
2-2 – PUMP SET SPECIFICATIONS	مواصفات وحدة الضخ
2.2.1 - PUMP DATA	بيانات وحدة الضخ
2.2.2 - PUMP MATERIALS	معادن وحدة الضخ
2.2.3 - PUMP CONSTRUCTIONS	تفاصيل وحدة الضخ
2-3 - MOTOR SPECIFICATIONS	مواصفات الموتور
2-4 - PUMP SET ACCESSORIES & MANUALS	ملحقات وحدة الضخ والكتالوجات
2-5 – NOTES	ملاحظات
3- REFRENCES	المراجع

1- Pump Types and selection

1-1 Definitions

BUMP

Momentary energization of motor that causes it to rotate a few revolutions.

عزم مختزن فى الموتور يسبب له عدة دورات

Cavitation

Vapor bubbles formed on a solid surface (often on impeller) in contact with the liquid. The vapor bubbles occur when the pressure in the liquid falls below the vapor pressure.

فقاقيع من الغاز تتكون على السطح الصلب (غالبا على ريشة المضخة) الملامس للسائل. وتحدث هذه الفقاقيع عندما يقل ضغط السائل عن ضغط التبخير الخاص به.

Demand

A schedule of water requirements

مقنن كمية المياه المطلوبة

Effluent

Liquid discharge from a pumping station

كمية المياه الناتجة من محطة الضخ

Force main

External piping to the station and filled with liquid under pressure, through which the station discharges.

ماسورة المياه الخارجية والمحملة بسائل مضغوط

Grooved-end pipe coupling

A pipe coupling used to make pipe fitting and disassembly easier often called a Victaulic coupling (a trademark name).

وصلة مواسير تستخدم فى الفك والتركيب وتشتهر بالاسم التجارى (فيكتوليك كبلينج).

Intake

A structure from which the pumps take suction

المأخذ الذى تسحب منه الطلمبات المائع

Invert

The inside bottom of pipe

الحافة السفلية للقطر الداخلى للماسورة

Jockey pump

A small pump that maintains pressure in a distribution system during periods of low demand.

مضخة صغيره نسبيا يتم وضعها فى النظام لبقاء الضغط ثابت فى خطوط المواسير فى فترة عدم وجود ذروة سحب.

Mechanical seal

An assembly consisting of one or two pairs of polished surfaces, one of each pair mounted on (and turning with) the shaft and other connected to the casing to inhibit the leakage of liquid between the casing and the shaft.

زوج أو أثنين من موانع التسرب ذات الأسطح اللامعة يوضع إحداها على العمود الدوار للطلمبة والأخر على جدار الطلمبة ليمنع تسرب السائل بين جسم الطلمبة والعمود الدوار.

Stuffing box

An assembly containing packing or a mechanical seal through which the pump shaft passes.

نظام يوضع بين العمود الدوار وجسم الطلمبة ليمنع التسريب.

Packing

Semi plastic material installed in a stuffing box to seal the shaft opening in the casing to restrict the leakage of liquid from the casing along the shaft.

معادن شبه بلاستيكيه توضع بنظام معين بين العمود الدوار للطلمبة وجسم الطلمبة لمنع تسرب السائل بين العمود وجسم الطلمبة.

Poppet valve

A spring loaded valve that operates automatically to relieve excessive pressure.

صمام زنبركى يعمل تلقائى ويسرب الضغط فى حالة وجود ضغط زائد عن حد معين فى النظام..

Prime

Pump casing and suction piping completely filled with liquid.

جسم الطلمبة وخط السحب مملوء بالسائل.

(Units)

Mile & Mil

Mile	=	1610	meter
Mil	=	0.0000254	meter

1-2 Introduction

القوانين الرئيسية

1-2-1 fluid:

Conservation of mass	(بقاء الكتلة)	Q	التدفق
Conservation of energy	(بقاء الطاقة)	p	ضغط المائع
Conservation of momentum	(بقاء القوى)		

Steady state

$Q = A * V$ = Constant

$Z + P/\gamma + V^2/2g$ = Constant

$(Z + P/\gamma)$ **طاقة وضع**

$(V^2/2g)$ **طاقة حركة**

- Pipe losses

$$H = f * L/D * V^2/2g$$

A	مساحة مقطع الماسورة
γ	الوزن النوعى
z	إرتفاع الماسورة
v	سرعة المائع
f	معامل الاحتكاك
g	عجلة الجاذبية الأرضية
h	الفقد فى المواسير
L	طول المواسير
D	قطر الماسورة

Transient state

هناك نظريتين لدراسة هذه الظاهرة:

- Rigid water column theory (surge theory) نظرية الدفع
- Elastic theory (water hammer) الطرق المائى

1-2-2 Piping:

- Pipe type

    1- Exposed piping (المواسير الخارجية) خارج نطاق محطات المضخات

    2- Buried piping المواسير داخل نطاق محطة الضخ

- **Pipe fitting type**
    1- Flange
    2- Threaded
    3- Hose
- **Design of pipe**
- **Pipe selection**
- **Special piping**
- **Valves**
    1- Valve position
    2- Valve type (selection)

1-2-3 Pump types:

Pumps

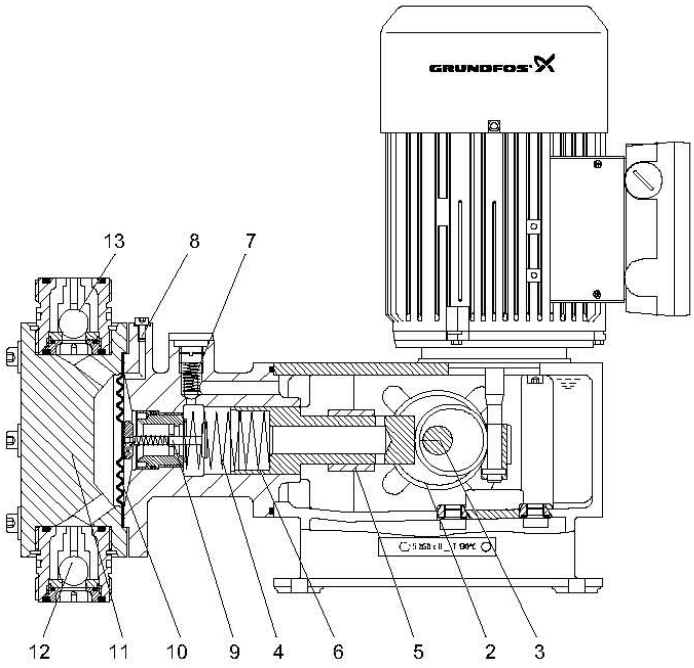
1-2-3-1 Positive displacement

- **Reciprocating:**
  - Plunger
  - Diaphragm fig (1)
- **Rotary:**
  - Lobe
  - Screw fig (2)
  - Progressive cavity (helical)fig(3)
  - Gear
- **Pneumatic:**

1-2-3-2 Roto Dynamic

- **Centrifugal:**
  - Self - priming
  - Submersible fig (4)
  - Axial fig (5)
  - Radial
  - Mixed flow
  - Deep well fig (6)
  - Horizontally mounted fig (7)
  - Turbine
  - End Suction
  - Split Case
  - Vertical mounted

مضخة غشائية
Diaphram Pump



Pos.	Description
1	Motor
2	Worm gearing
3	Eccentric
4	Return spring (some models excluded)
5	Control slide
6	Piston
7	Combined pressure relief and degassing valve
8	Oil degassing valve
9	Diaphragm protection valve (AMS)
10	Dosing diaphragm
11	Dosing head
12	Suction valve
13	Discharge valve
14	Stroke-length adjusting knob
15	Aeration screw with oil-level gauge

Fig (1)

مضخة حلزونية
Screw pump

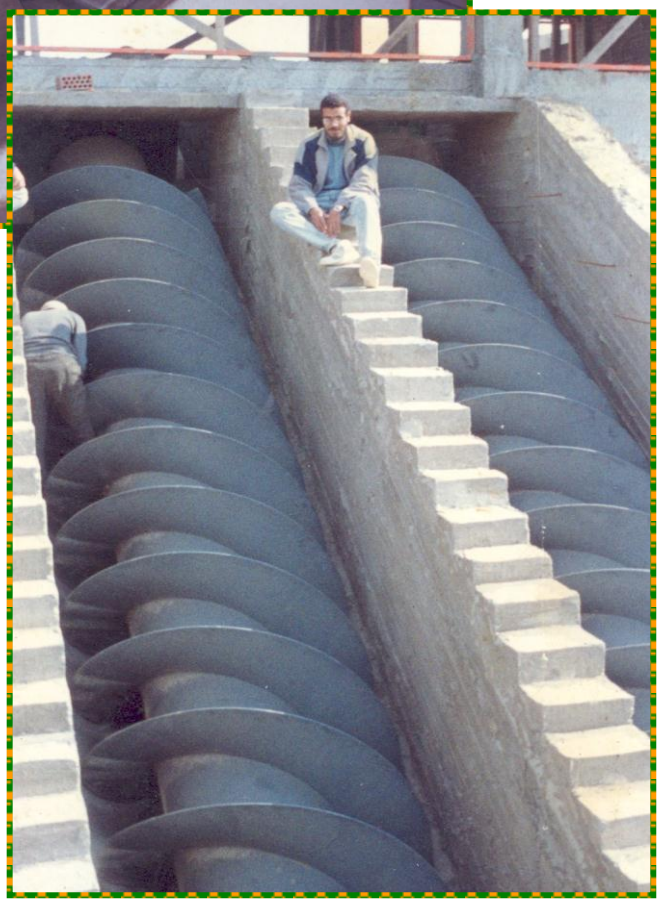


Fig (2)

Helical pump

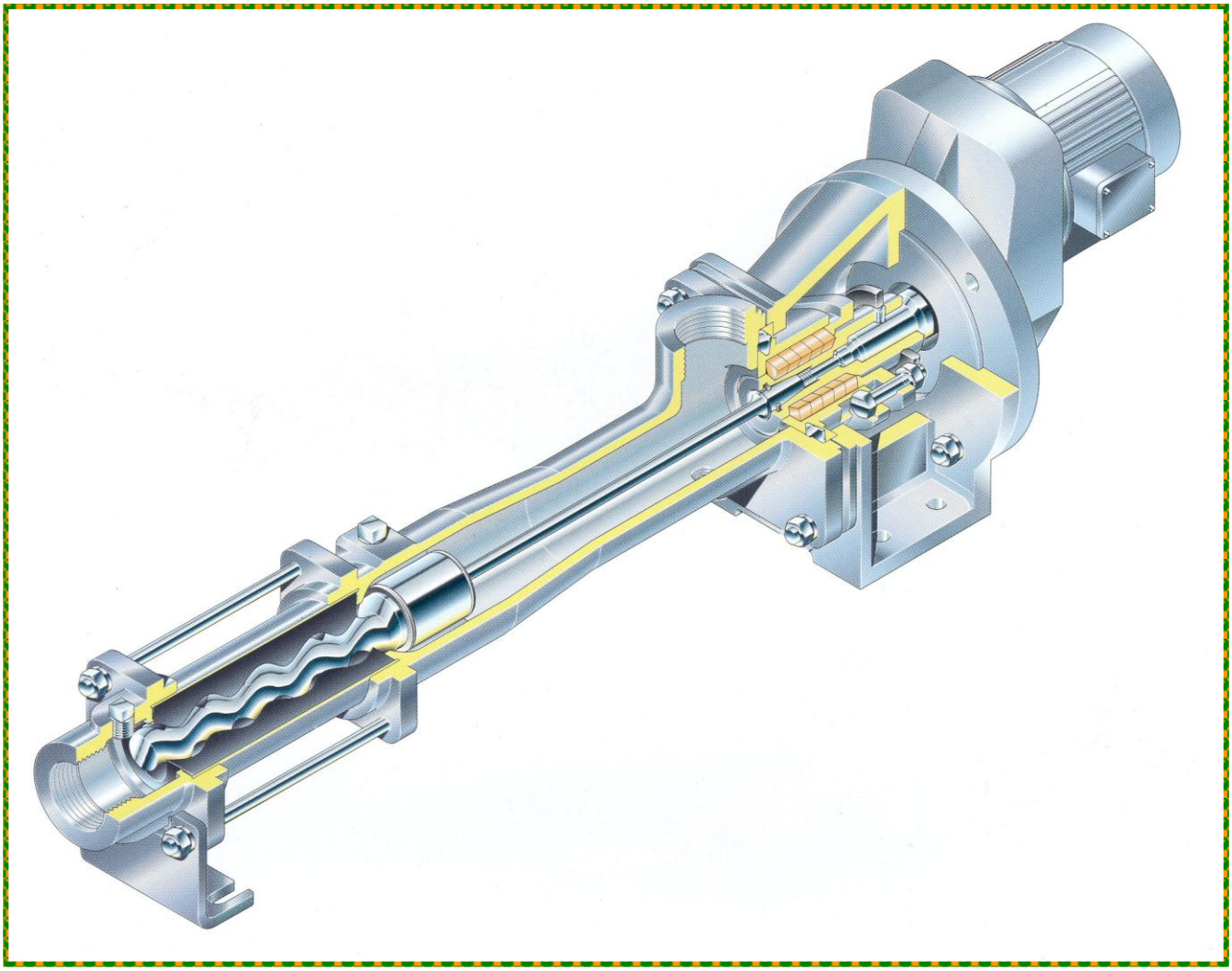


Fig (3)

مضخة غاطسة
Submersible pump

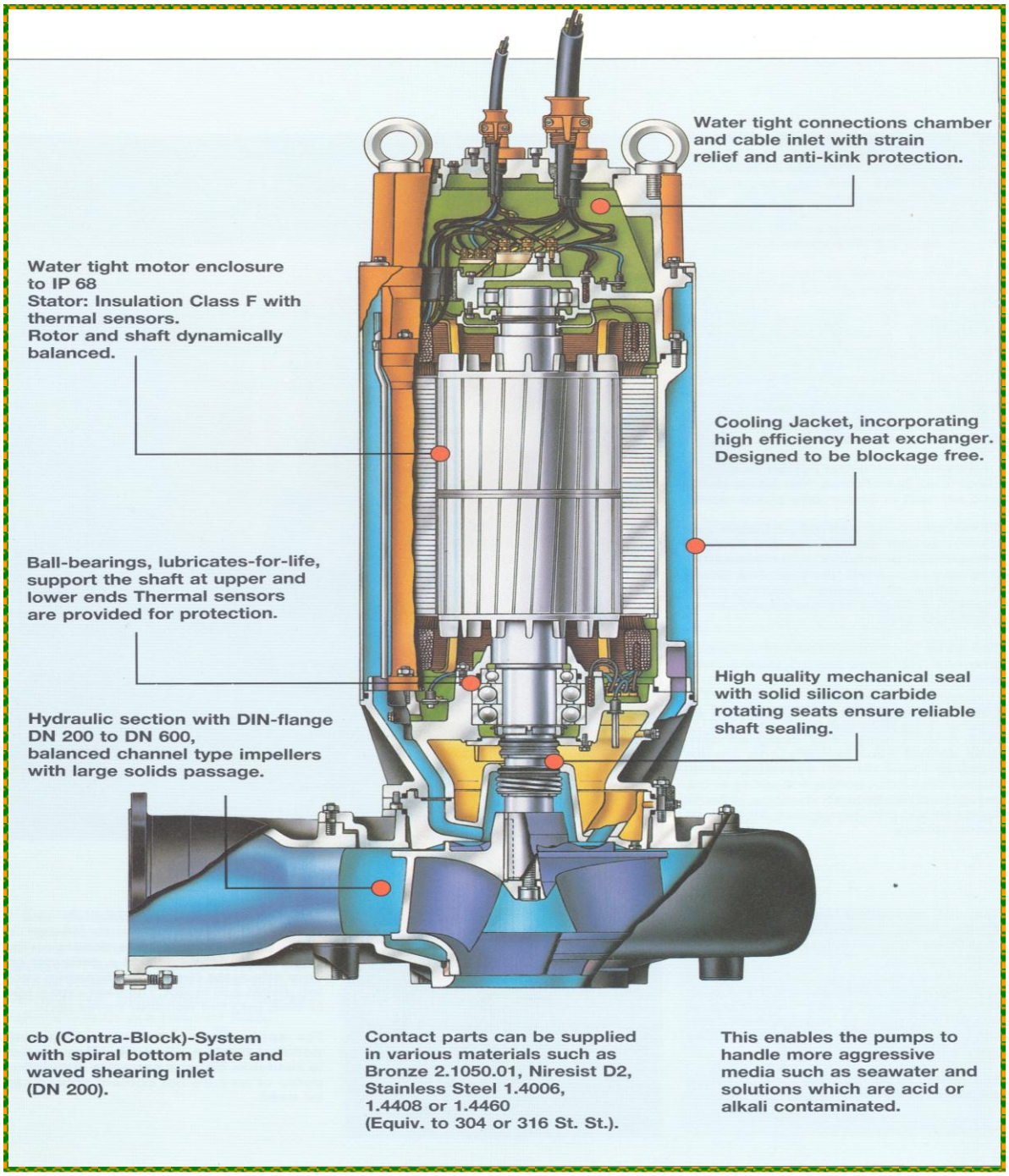


Fig (4)

مضخة طاردة مركزية
Centrifugal pump

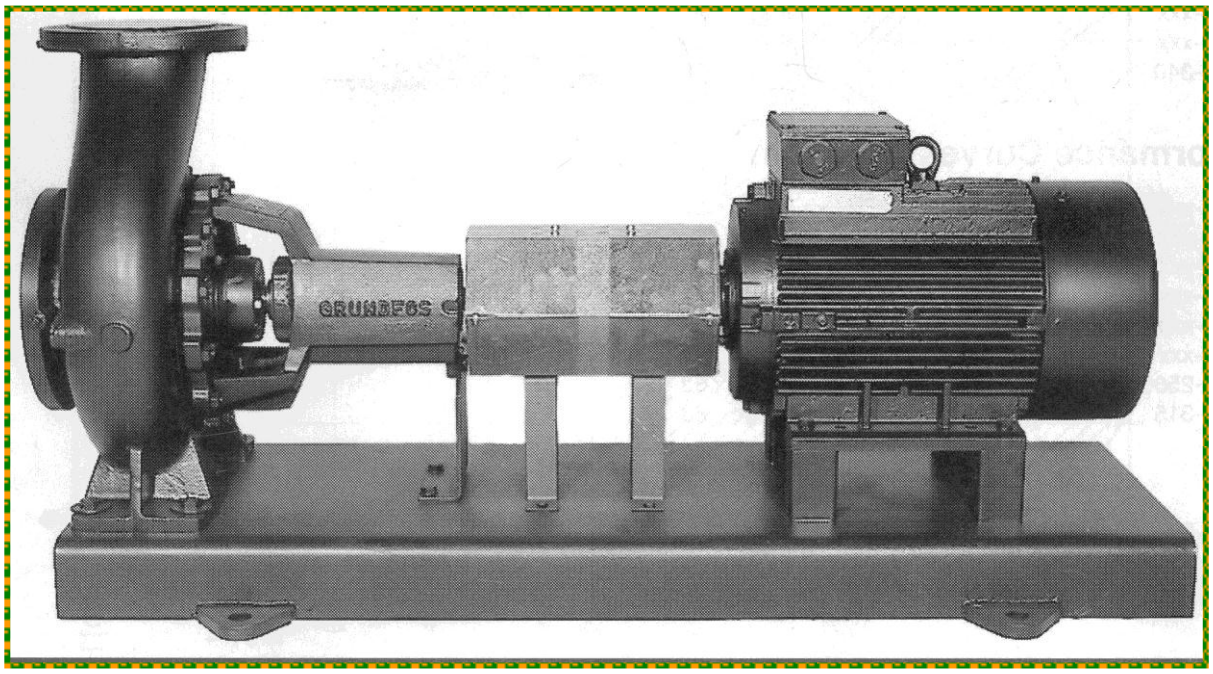


Fig (5)

مضخة آبار
Deep well pump

Fig (6)

مضخة رأسية ذات تثبيت أفقى
Vertical Pump, Horizontal Mounted

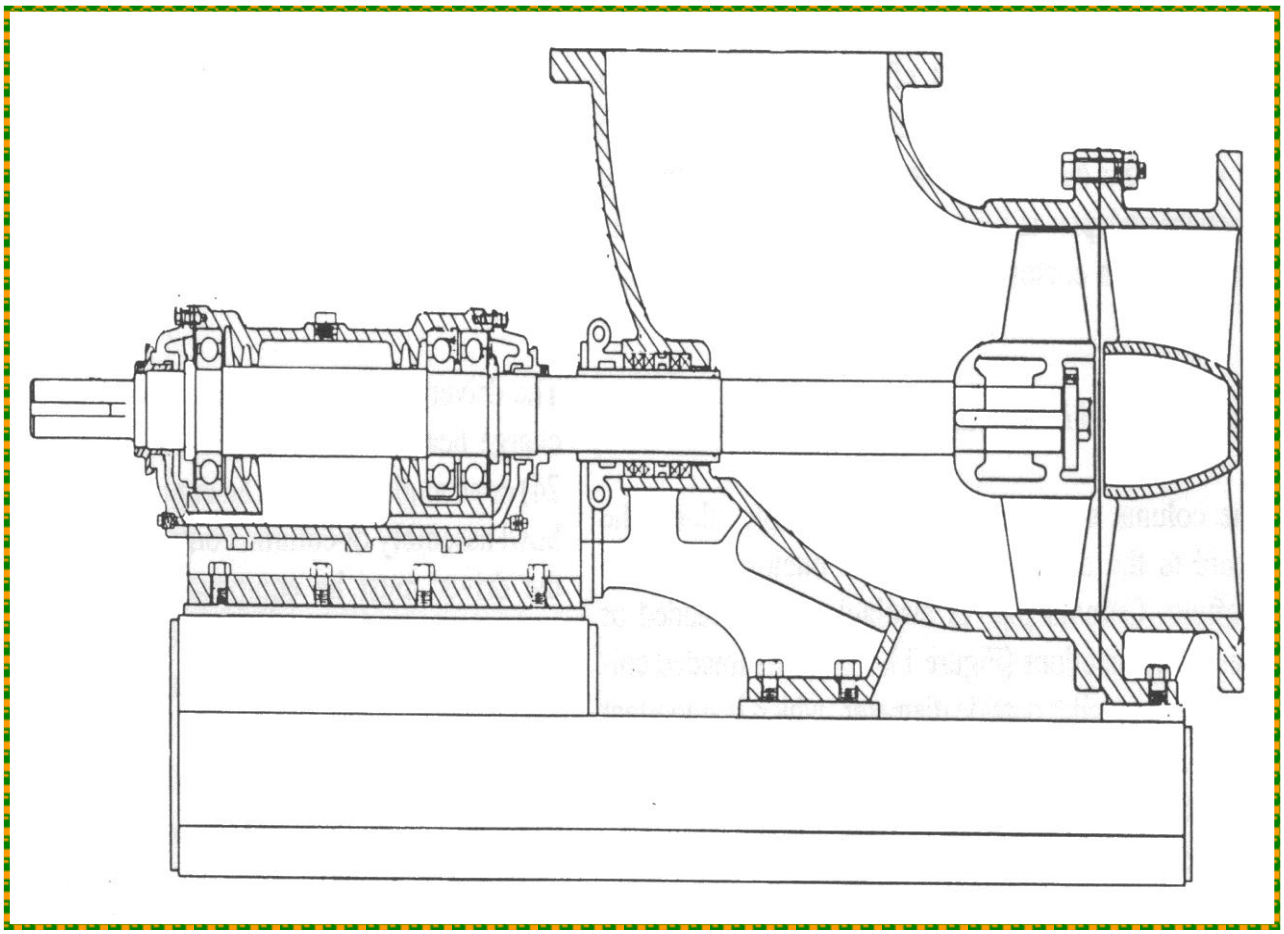


Fig (7)

1-3 pump Selection

First screening
General Conditions
الظروف العامة

Quality of the fluid to be pumped

مواصفات المانع الذى يضخ فى المضخة يؤثر على إختيار الطلمبة من حيث النوعية فى التصميم وكذا المعادن المستخدمة فى أجزاء الطلمبة.

Required design capacity

تحديد نظام التدفق المطلوب (حد أدنى وحد أقصى) من المضخة أو نظام الضخ يؤثر على تحديد عدد المضخات وتدفن كل منها حيث أن المتطلبات قد تكون متباينة أو غير متباينة.

Operating conditions

يعتبر هذا البند من البنود الهامة جداً حيث أنه لا بد من تحديد النظام المطلوب دمج المضخة داخله وسيتم شرح هذا البند بالتفصيل فيما بعد.

Mode of operation

هذا البند تم الإهتمام به أخيرا بعد حوادث إنفجار المواسير بالرغم من الأخذ فى الاعتبار كل القوى الخارجية المؤثرة على خطوط المواسير.

وهذا البند أساساً يعتمد على دراسة عدد مرات توقف المضخة فى الساعة وعليه يتم دراسة الطرق المائى والاهتزازات فى نظام الضخ.

Type of drive

تحديد طريقة دوران المضخة من حيث أنه مصدر كهربائى أو مصدر ميكانيكى (محرك احتراق داخلى)

Station location, configuration and constrains

تحديد مكان تركيب المضخة والجو المحيط حيث أنه يحدد بشكل كبير مواصفات الطلمبة من حيث الشكل ونوعية المعدن.

Second Screening
Pump Curve
منحنى الطلمبة

١ – طريقة توقيع منحنى الطلمبة

فيما يلى سيتم دراسة منحنى الطلمبة الطاردة المركزية حيث أنه يتم رسم منحنى يوضح العلاقة بين تدفق المضخة والضغط الناتج منها وغالباً يتم التعبير عن الضغط بمتر عمود مياه بفرض ثبات الكثافة ($P=\rho gh$) وكما هو موجود بشكل (٩) نجد الآتى:

١- ٤ منحنيات لعدد ٤ ريش يمكن تركيب واحدة منهم على الطلمبة وكذا منحنيات الكفاءة لهذه الطلمبة

٢- منحنى يوضح القدرة المسحوبة فى المضخة مع التدفق المقابل.

٣- منحنى يوضح العلاقة بين تدفق المضخة وقيمة رفع السحب الموجب (NPSH) وهذه القيمة يتم معرفتها للطلمبة لتحديد وضع المضخة ومدى إمكانية تصميم خط السحب وذلك حتى لا نصل بالمائع عند الريشة الى ضغط التبخير ويحدث التكهف (Cavitation)

٤- معادلة حساب (NPSH) موضحة بالملاحظات فيما بعد.

٢ – نقطة تشغيل الطلمبة المثلى

كل مضخة يتم توقيع نقطة على المنحنى الخاص بها وعليه يتم تحديد تدفق ضغط المضخة وتكون هذه النقطة هى المثلى لتشغيل المضخة ، المحدد الوحيد لتوقيع هذه النقطة هو الكفاءة وعليه كما هو موضح بشكل (٩) نرى الآتى:

١- أقصى كفاءة لهذه الطلمبة ٦٣% فى حالة تركيب ريشة قطرها ٧ بوصة.

٢- أقصى كفاءة لهذه الطلمبة ٥٨% فى حالة تركيب ريشة قطرها ٥.٥ بوصة.

وكما نرى كلما قل قطر ريشة الطلمبة إنخفضت كفاءة الطلمبة حيث أن معدل التسريب يكون أعلى وبالتالى كفاءة الطلمبة تقل.

شكل (٨) يوضح عدد طرازات ويتم تحديد الطراز بناء على التدفق والضغط المطلوب.

٣ – طريقة توقيع منحنى النظام

فى هذه الحالة يتم توقيع منحنى النظام بين التدفق فى نظام خطوط المواسير والفقد فى الضغط داخل هذا النظام وكما نرى فى شكل (١٠) يتضح الآتى:

١- يبدأ المنحنى عند تدفق صفر بقيمة معينة للضغط وهذه القيمة تعتبر فرق الإرتفاع بين نقطة المطلوب الضخ إليها ونقطة السحب.

٢- المنحنى يأخذ الشكل البيضاوى فى الزيادة حيث أن زيادة الفقد فى الضغط مع زيادة التدفق علاقة تربيعية وتحتوى على البنود التالية.

أ – الفقد فى الضغط نتيجة الإحتكاك داخل المواسير.

ب – الفقد فى الضغط نتيجة الإحتكاك داخل الوصلات والمحابس.

٤ – إختيار الطلمبة

تتم هذه العملية بعد معرفة منحنى النظام المطلوب إضافة مضخة إليه وعليه يتم الآتى:

أ – الأخذ فى الإعتبار الأربعة البنود التى تم ذكرها فى مرحلة (screening).

ب – يتم اختيار منحنى طلمبة يتقاطع مع منحنى النظام وفى هذه الحالة نقطة التقاطع تكون هى نقطة التشغيل (شكل ١٠).

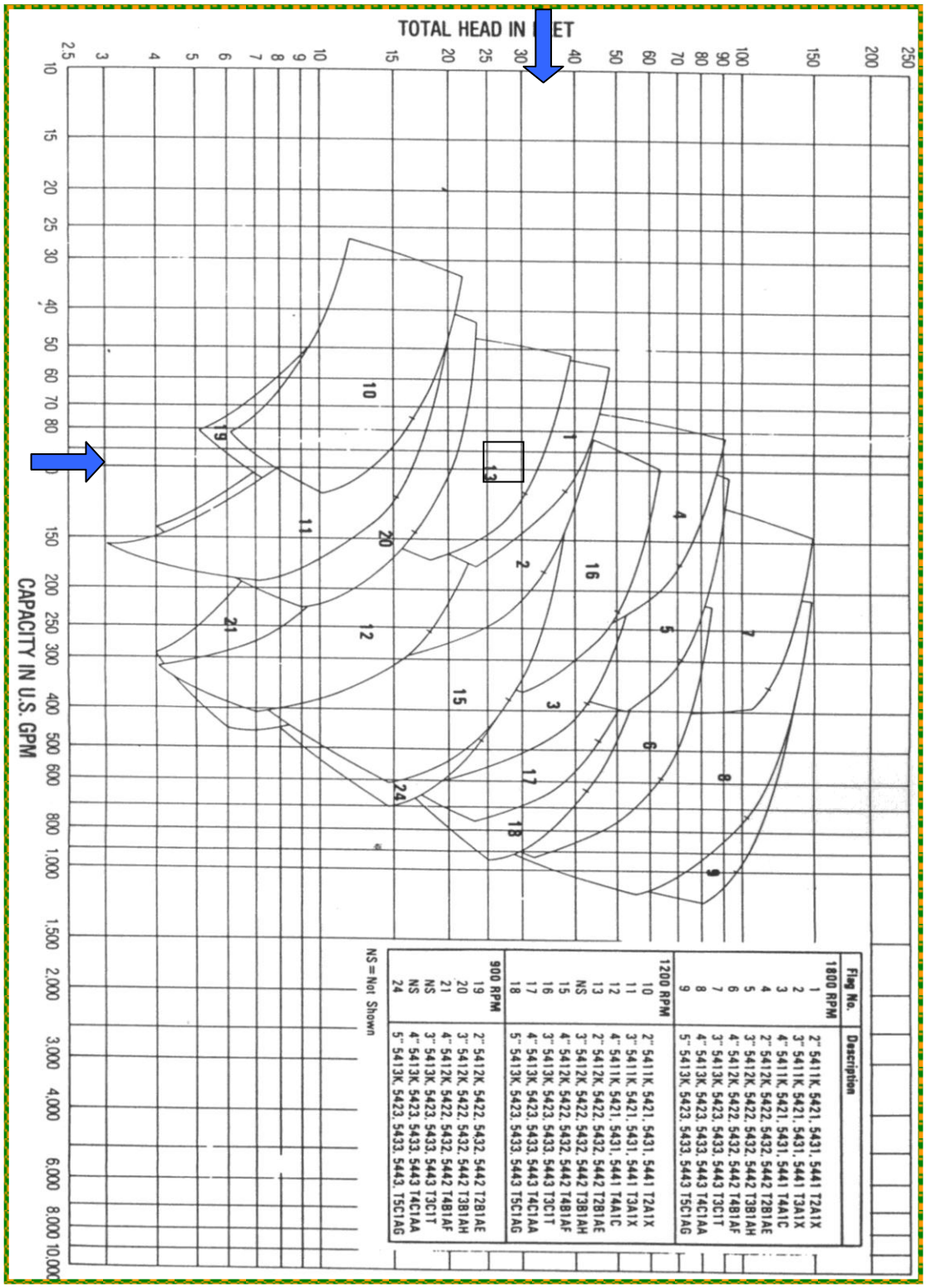
جـ – أفضل طلمبة هى التى تحقق الآتى:

- لابد من أن يكون التدفق المطلوب هو التدفق الناتج من نقطة التقاطع أو يقل عنه.
- لا يكون هناك فارق كبير بين نقطة التقاطع (نقطة التشغيل) ونقطة التشغيل المثلى للمضخة.

د – كما نرى فى الشكل (١٠) هناك منحنى نظام بحد أقصى وبحد أدنى وهذه المنحنيات ترسم طبقا لفارق المنسوب بين نقطة السحب ونقطة الطرد ودراسة تغير هذه المناسيب للحصول على هذين المنحنيين وعليه يتم رسم منحنى متوسط يتم التعامل معه.

هـ- فى حالة استخدام أكثر من طلمبة يتم توقيع منحنى الطلمبتين وعليه يتم تكرار الخطوات السابقة.

منحنى عام لعدة طرازات من الطلمبات الطاردة المركزية



Flag No.	Description
1800 RPM	
1	2" 5411K. 5421. 5431. 5441 T2A1X
2	3" 5411K 5421. 5431. 5441 T3A1X
3	4" 5411K. 5421. 5431. 5441 T4A1C
4	2" 5412K. 5422. 5432. 5442 T2B1AE
5	3" 5412K. 5422. 5432. 5442 T3B1AH
6	4" 5412K. 5422. 5432. 5442 T4B1AF
7	3" 5413K. 5423. 5433. 5443 T3C1T
8	4" 5413K. 5423. 5433. 5443 T4C1AA
9	5" 5413K. 5423. 5433. 5443 T5C1AG
1200 RPM	
10	2" 5411K. 5421. 5431. 5441 T2A1X
11	3" 5411K. 5421. 5431. 5441 T3A1X
12	4" 5411K. 5421. 5431. 5441 T4A1C
13	2" 5412K. 5422. 5432. 5442 T2B1AE
NS	3" 5412K. 5422. 5432. 5442 T3B1AH
15	4" 5412K 5422 5432. 5442 T4B1AF
16	3" 5413K. 5423. 5433. 5443 T3C1T
17	4" 5413K. 5423. 5433. 5443 T4C1AA
18	5" 5413K. 5423. 5433. 5443 T5C1AG
900 RPM	
19	2" 5412K. 5422. 5432. 5442 T2B1AE
20	3" 5412K. 5422. 5432. 5442 T3B1AH
21	4" 5412K. 5422. 5432. 5442 T4B1AF
NS	3" 5413K. 5423. 5433. 5443 T3C1T
NS	4" 5413K. 5423. 5433. 5443 T4C1AA
24	5" 5413K. 5423. 5433. 5443. T5C1AG

Fig (8)

منحنى طراز محدد لطلمبة طاردة مركزية

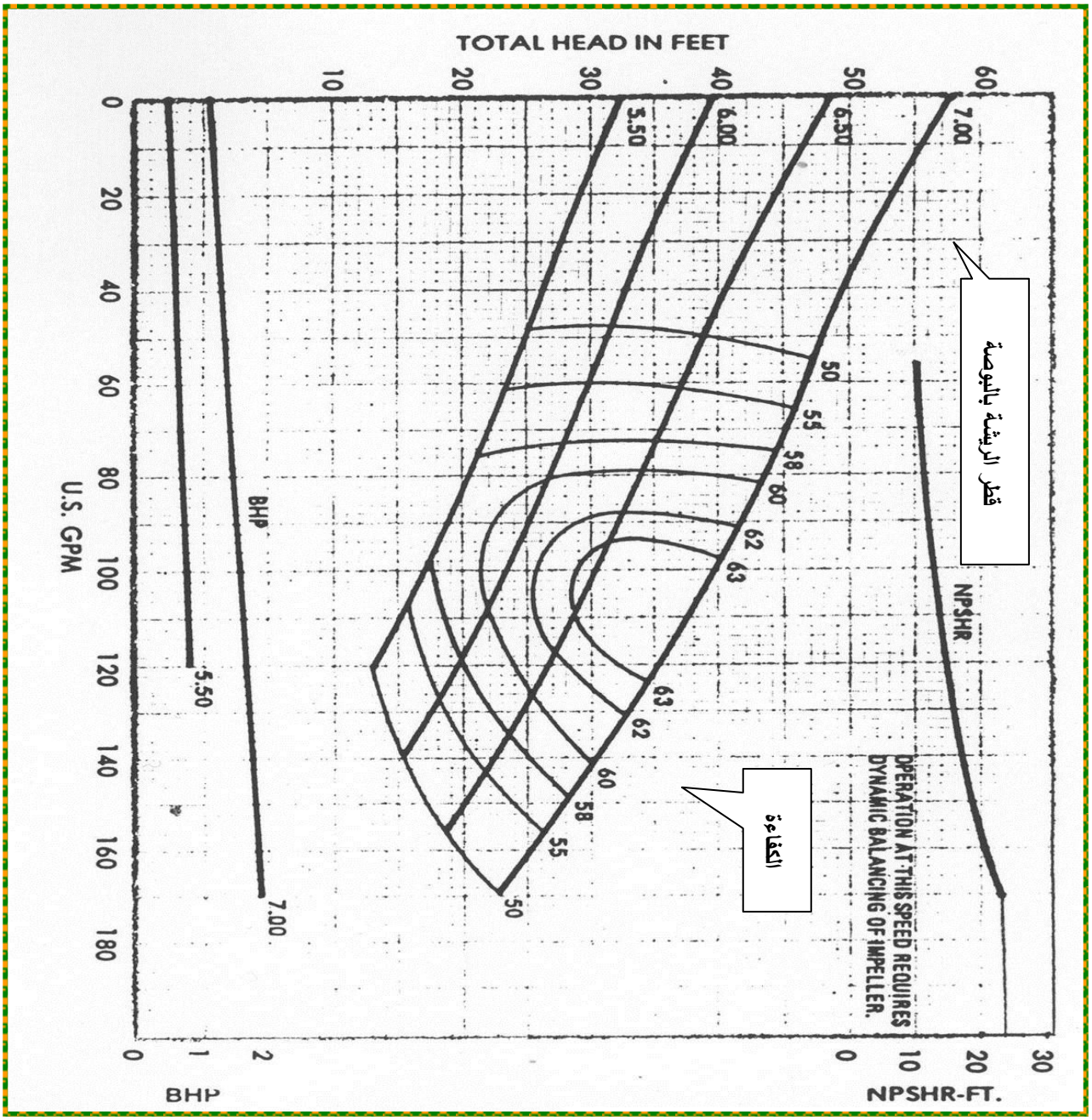


Fig (9)

منحنى طلمبة طاردة مركزية موقع عليها منحنى النظام ونقطة التشغيل فى هذه الحالة

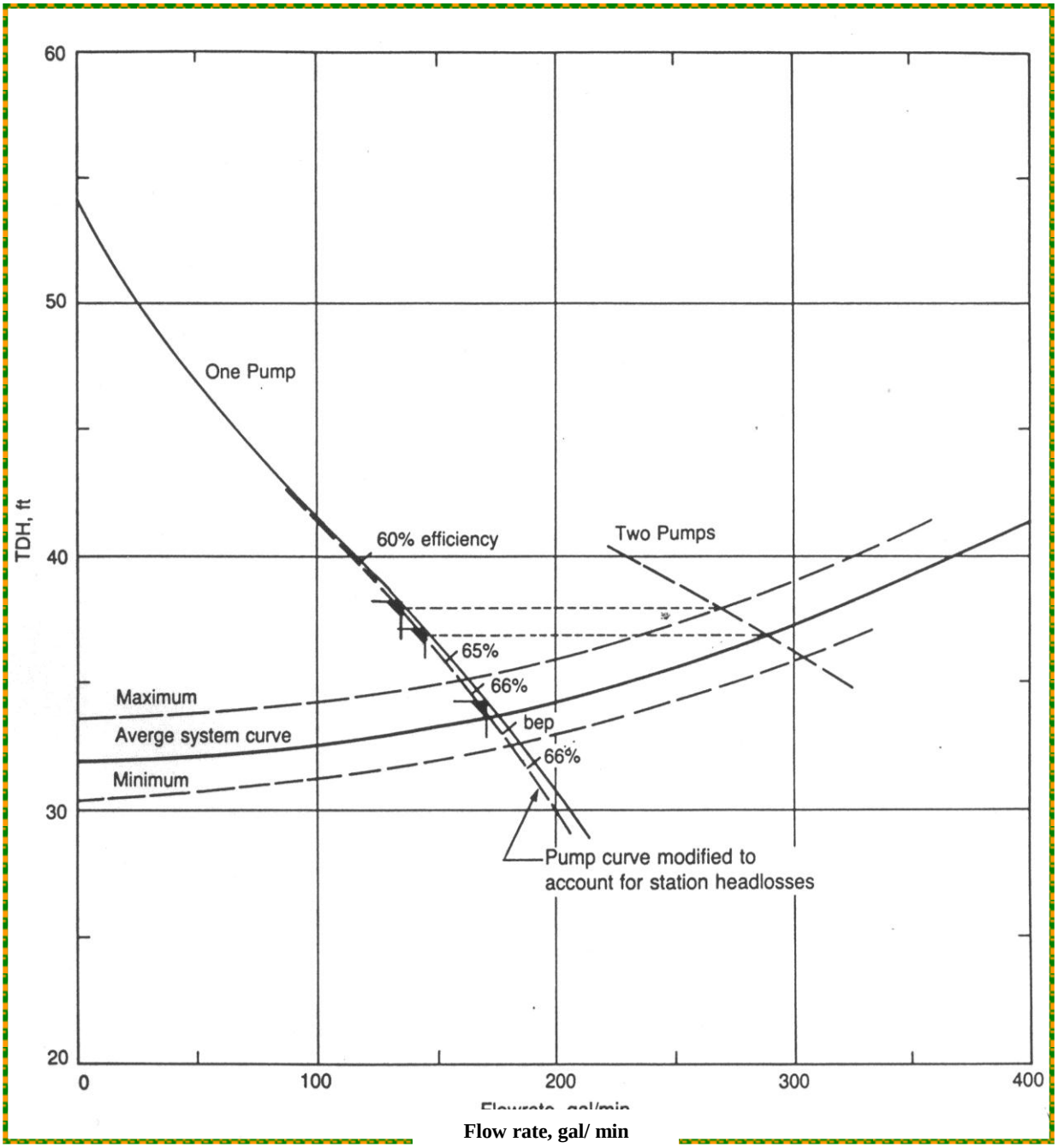


Fig (10)

أمثلة لمحطات الرفع:

١ – محطة رفع مياه صرف صحى.

كما نرى فى الشكل (١١) قطاع رأسى فى محطة الضخ وقد تم استخدام طلمبة رأسية بعمود كردان.

٢ – محطة رفع مياه خام (مياه شرب)

كما نرى فى الشكل (١٢) قطاع طولى فى مأخذ المحطة ومحطة الضخ وخط الطرد إلى أن يصل إلى الخزان المطلوب ضخ المياه إليه ويوقع على الرسم البيانات الآتية:

أ – أقطار المواسير.

ب– مستوى خطوط المواسير.

جـ – أقصى وأدنى منسوب لخزانات السحب والطرد حيث من هذه المناسيب يتم حساب أقصى وأدنى طاقة وضع يتم رفعها بواسطة الطلمبات.

محطة طلمبات مياه صرف Vertical pumps

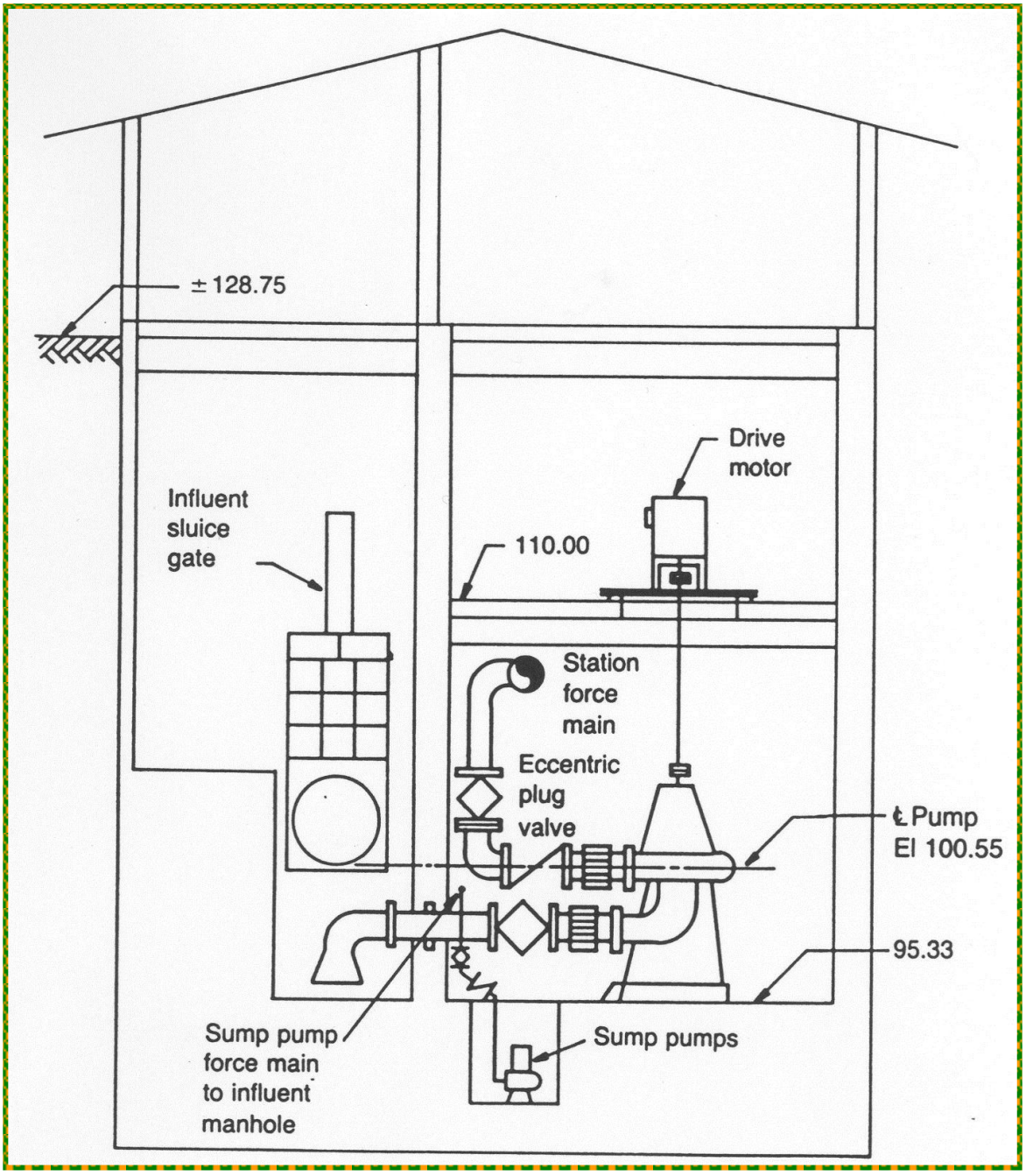


Fig (11)

Vertical turbine pump (barrel type or can) محطة طلمبات مياه خام

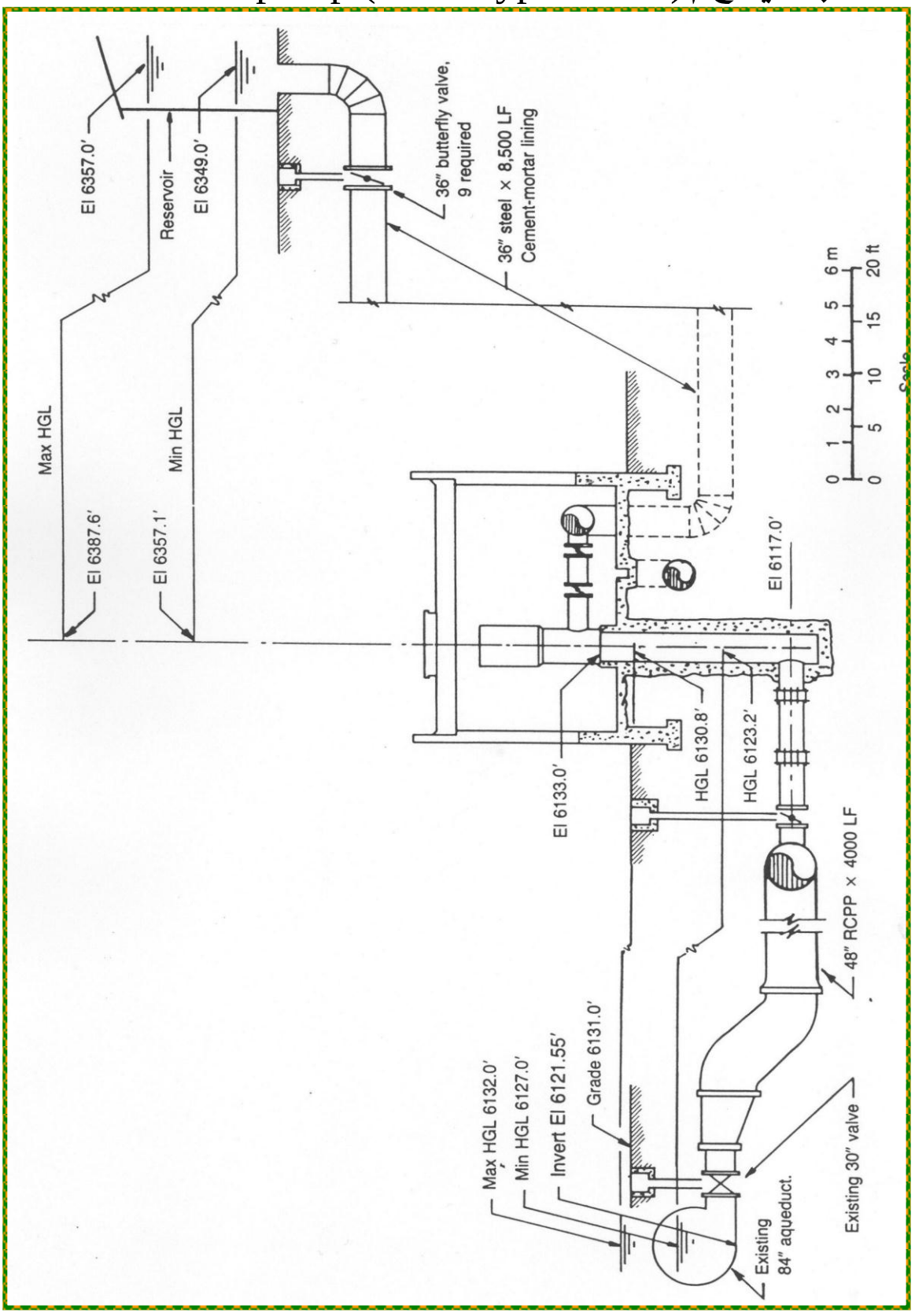


Fig (12)

2- Pump specification

2-1 General

APPLICATION

☐ Water Works أعمال المياه	☐ Refineries التكرير	☐ Chemical injection حقن الكيماويات
☐ Fire fighting system أنظمة الحريق	☐ Air conditioning أعمال التكييف	☐ Irrigation الرى
☐ Drainage الصرف	☐ Power station محطات توليد الكهرباء	☐ Industrial التطبيقات الصناعية

INSTALLATION

☐ On ground على مستوى الأرض	☐ Deep well أعماق غاطسة (بئر)	☐ Submersible غاطسة

TYPE

☐ Submersible centrifugal طاردة مركزية غاطسة	☐ Close coupled centrifugal طاردة مركزية جسم الطلمبة والموتور مدمجين	☐ Separately coupled centrifugal طاردة مركزية جسم الطلمبة منفصل عن الموتور
☐ Reciprocating ترددية	☐ Gear submerged ترسية	☐ Axial محورية
☐ Diaphragm غشائية	☐ Air lift رفع هواء	☐ Screw حلزونية
☐ Helical دودية	☐	☐

MEDIA HANDLED (ضرورة بيان بتحليل المياه قبل إختيار الطلمبة)

☐ Clean نقية	☐ Corrosive تآكلية	☐ Abrasive ترسيبية
☐ Sewage صرف صحى	☐ Sludge حمأه	☐ Sand رملية
☐ Solid صلبة	☐	☐

2-2 Pumps set specification

2-2-1-PUMP DATA بيانات وحدة الضخ

ITEM NAME	Description		Unit	Egyptian code	Remark
	Range or limit request	Value			
Make					
Model					
Origin					
Manufactured date					
Self priming type	(Ejector - Foot valve - Central)				
No. off operation per hours			-------		See note (1)
Operation condition					
Temperature of liquid	Please refer to specification		*deg C*		
Pump speed	750 -3000		*rpm*		
Maximum water speed in the pump inlet			*m/s*	< 4	
Capacity rated			*L/s*		
Total discharge head at rated capacity (TDH)			*m*		
Operating head rang			*m*		
Absorbed power	Rated – working range End of pump curve		*KW*		
Excess power	Rated – working range End of pump curve		*KW*		
Efficiency at design point			*%*		
Efficiency at rated point			*%*		
NPSH required			*m*		See note 2
Free passage			*mm*		See note 3
Shut off pressure			*m*		
WEIGHT			-------		
Net weight			*Kg*		
Pressure at fixation point			*Kg/cm2*		
Operation weight			*Kg*		
IP					
Shaft sealing (packing)			*IP*		
Coupling sealing			*IP*		
Impeller wearing ring			-------		St. steel
Bearing house			-------		St. steel
Wet bolting			-------		
FLANGES			-------		
Suction size			*mm*		
Suction connection type			-------		
Discharge size			*mm*		
Discharge connection type			-------		
Impeller			-------		
Impeller diameter			*mm*		
Impeller diameter rang for this model			------		
Impeller type			-------		See note (5)
Thoma factor			-------		See note (4)

2-2-2 MATERIALS المعادن المستخدمة فى تصنيع بعض الأجزاء

CASING جسم الطلمبة

☐ Cast iron (C.I) ☐ Ductile iron (D.I)

☐ Duplex steel ☐ C.I -Ni

IMPELLER ***الريشة***

☐ Bronze ☐ Cast iron

☐ Cast iron duplex st. (C.I) ☐ Stainless steel

☐ Ductile

SHAFT ***عمود الطلمبة***

☐ St. steel ☐ Bronze

☐ Ally steel (chromium Nickle steel ***(CR.NI.ST.)*** ☐ Duplex st.

☐ Quenched tempered st.

SHAFT SLEEVE ***جلب عمود الطلمبة***

☐ St. steel. ☐ Bronze

GLAND/SHAFT STEEL END PLATE ***موانع التسريب المثبتة على عمود الطلمبة***

☐ Burflon ☐ Bronze

☐ Shaft packing

CASING WEAR RING ***حلقات موانع التسريب الموجودة على الجسم***

☐ St. steel ☐ Bronze

☐ Chromium NI St.

2-2-3 pump construction تفاصيل وحدة الضخ

FIXATION

☐ VL mounting تثبيت رأسى ☐ HL mounting تثبيت أفقى

STAGES

☐ Double stage ذات مرحلتين ☐ Single impeller ذات ريشة واحدة ☐ Double impeller ذات ريشتين

☐ Multistage impeller متعددة المراحل ☐ Single stage ذات مرحلة واحدة ☐

ROTATING FACING DRIVEN END

☐ CW فى إتجاه عقارب الساعة ☐ ACW عكس عقارب الساعة ☐

PRIMING SYSTEM

☐ Self ☐ Pumping ☐ External

SHAFT SEAL

☐ Shaft protection sleeve جلب منع التسرب ☐ stuffing box packing
منظومة مواد شبه بلاستيكية مرتبة بشكل معين ☐ gland packing
حلقات شبه بلاستيكية لمنع التسرب

☐ Soft packing
مواد بلاستيكيه ذات مواصفات خاصة ☐ Mechanical seal
مانع تسريب ميكانيكى ☐

METHOD OF LUBRICATION

☐ Grease شحم ☐ Oil زيت ☐ Water ماء

CASING

☐ Split case ☐ End suction

2-3 Motor specification

2-3 MOTOR SPECIFICATION ٢-٣ مواصفات الموتور

ITEM NAME	Description		Unit	Egyptian code	Remark
	Range or limit request	Value			
MOTOR DATA					
Make			.....		
Model			.....		
Origin			.....		
Voltage			*V*		
Rated output			*KW*		>Max power consumed
Starting type	Direct on line Auto transformer Resistance slipring		------- ------- -------		
Protection class			*IP*		
Mounting	VL Down VL Up HL		....		
Cooling method	With fan - Without fan		.....		
Motor type	Squirrel cage induction - Slipring		.....		
Insulation class			.....		F
Winding insulation calss			.....		Class B
Standard			.....		IEC
Speed			*rpm*		
Ambient temp.			C^0		
Bearing life time			.....		
Efficiency at 100%load 75%load 50%load			 % % %		 91.5
Power factor at 100%load 75%load 50%load					
Net weight			*Kg*		
Design altitude			*m*		

2-4 Pumps set
Accessories & Manuals

ITEM NAME	Description		Unit	Egyptian Code	Remark
	Range or limit request	Value			
ACCESSORIES					
Strainer					
Flexible coupling					
Coupling guard					
Base plate for pump and motor					
Set of spanners					
Anchor bolts					
Foundation bolts					
Suction and delivery pressure gauge					
Air relief cock					
Anti condensation in heater with (220 V) supply					
Embedded sensors for over heat protection (one per phase)					
MANUALS					
Operation & maintenance (o & m) manuals					
Workshop manual					
Spare parts manual					
CD catalog					
Installation manual					

2-5 Notes

١- لتحديد عدد مرات تكرار التشغيل فى الساعة يتم إختيارها من الجدول التالى.

قدرة المحرك	عدد مرات تكرار التشغيل فى الساعة
أقل من ٥ كيلووات	٢٥ مرة /ساعة
من ٥ – ٢٠ كيلووات	٢٠ مرة /ساعة
من ٢٠ – ٥٠ كيلووات	١٥ مرة /ساعة
من ٥٠ – ١٠٠ كيلووات	١٠ مرة /ساعة
من ١٠٠– ٢٠٠ كيلووات	٦ مرة /ساعة
أكثر من ٢٠٠ كيلووات	٤ مرة /ساعة

٢- لتحديد أكبر قطر للأجزاء الصلبة التى يمكن سحبها عن طريق المضخة يتم إختيارها من الجدول التالى وهذا الجدول يستخدم فى تطبيقات الصرف الصحى.

معدل تصرف المضخة	أكبر قطر للأجزاء الصلبة
الطلمبات حتى ٣٠ ل/ت	٥٠ مم
الطلمبات من ٣٠–١٠٠ ل/ت	٧٥ مم
الطلمبات من ١٠٠–٢٠٠ ل/ت	١٠٠ مم
الطلمبات من ٢٠٠–٤٠٠ ل/ت	١٢٥ مم
الطلمبات أكبر من ٤٠٠ ل/ت	١٥٠ مم

٣- لتحديد نوعية ريشة المضخة يتم إختيارها طبقا للجدول التالى بعد تحديد N_s:

$$N_S = N * \sqrt{Q} / H^{3/4}$$

Ns	:	Pump specific speed	Dimensionless
N	:	Pump speed	rpm
H	:	Pump head	m
Q	:	Pump discharge	m^3/s

Ns	Impeller type
١٠-٣٥	Radial
٣٥-٨٠	Francis
٨٠-١٦٠	Mixed flow
> ١٦٠	Axial

4- تحديد أقصى طول خط سحب ($NPSH_{required}$)

$$(NPSH)_{required} \geq (NPSH)_{available}$$

$$\downarrow$$

$$NPSH_{available} = P_{atm} - Hs_{ss} - P_v$$

NPSH	:	Net positive suction head	meter
$P_{atm.}$	:	Atmospheric pressure	meter
HS_{ss}	:	Total head loss	meter
P_v	:	Vapor pressure	meter

3- References

٣- المراجع

1. **Pumping Station Design (Robert L. Sanks, Phd . PF).**

2. **K.S.B General Catalogue.**

3. **A.B.S General Catalogue.**

4. **Pump Design Hand Book (Butter Worths George Tchobanoglous).**

5. **Grundfos General Catalogue.**

6. **Egyptian Code.**