جمهورية مصر العربية
وزارة الإسكان والمرافق والمجتمعات العمرانية
المركز القومى لبحوث الإسكان والبناء

الكود المصرى
لأسس تصميم وشروط تنفيذ
محطات تنقية مياه الشرب والصرف الصحى ومحطات الرفع
كود رقم ١٠١ - ١٩٩٧
ECP 101 - 1997

الجزء الأول : ١/١٠١
محطات الرفع - الصرف الصحى

اللجنة الدائمة لإعداد الكود المصرى
لأسس تصميم وشروط تنفيذ
محطات تنقية مياه الشرب والصرف الصحى ومحطات الرفع

طبعة ٢٠٠٥

الكود المصرى لأسس تصميم وشروط تنفيذ محطات تنقية مياه الصرف الصحى ومحطات الرفع - كود رقم ١/١٠١ - ١٩٩٧

Std.
628.1
M678cd
2005

جمهورية مصر العربية
وزارة الإسكان والمرافق والمجتمعات العمرانية
المركز القومى لبحوث الإسكان والبناء

الكود المصرى
لأسس تصميم وشروط تنفيذ
محطات تنقية مياه الشرب والصرف الصحى ومحطات الرفع
كود رقم ١٠١ - ١٩٩٧
ECP 101 - 1997

الجزء الأول : ١/١٠١
محطات الرفع - الصرف الصحى

اللجنة الدائمة لإعداد الكود المصرى
لأسس تصميم وشروط تنفيذ
محطات تنقية مياه الشرب والصرف الصحى ومحطات الرفع

طبعة ٢٠٠٥

زارة الإسكان والمرافق والمجتمعات العمرانية

مكتب الوزير

قرار وزارى

رقم (١٦٨) لسنة ١٩٩٧

بشأن الكود المصرى لمحطات الرفع لمياه الصرف الصحى

وزير الإسكان والمرافق والمجتمعات العمرانية

- بعد الاطلاع على القانون رقم ٦ لسنة ١٩٦٤ فى شأن أسس تصميم وشروط تنفيذ الأعمال الإنشائية وأعمال البناء.
- وعلى قرار رئيس الجمهورية رقم ٤٦ لسنة ١٩٧٧ فى شأن الهيئة العامة لمركز بحوث الإسكان والبناء والتخطيط العمرانى.
- وعلى القرار الوزارى رقم (٧٩) لسنة ١٩٩١ والقرار الوزارى رقم (٣١٨) لسنة ١٩٩٢ بتشكيل اللجنة الدائمة لإعداد الكود المصري لأسس التصميم وشروط التنفيذ لمحطات التنقية لمياه الشرب والصرف الصحي ومحطات الرفع .
- وعلي القرار الوزارى رقم (٤٩٢) لسنة ١٩٩٦ بتشكيل اللجنة الرئيسية لأسس تصميم وشروط تنفيذ الأعمال الإنشائية وأعمال البناء.
- وعلى المذكرة المقدمة من السيد الاستاذ الدكتور رئيس اللجنة الدائمة لأسس التصميم وشروط التنفيذ لمحطات مياه الشرب والصرف الصحى بتاريخ ١٩٩٧/٦/٥ .

قـــــرر

مادة (١) : يتم العمل بالمجلد الاول الخاص بالكود المصري لأسس التصميم وشروط التنفيذ لمحطات الرفع لمياه الصرف الصحى

مادة (٢) : تلتزم الجهات المعنية والمذكورة في القانون رقم (٦) لسنة ١٩٦٤ بتنفيذ ما جاء بهذا الكود.

مادة (٣) : يتولي مركز بحوث الإسكان والبناء المشار اليه العمل علي نشر ما جاء بهذا الكود والتعريف به والتدريب عليه.

مادة (٤) : ينشر هذا القرار في الوقائع المصرية ويعتبر نافذاً بعد مرور ستة أشهر من تاريخ النشر .

وزير الاسكان والمرافق والمجتمعات العمرانية

استاذ دكتور مهندس / محمد ابراهيم سليمان

تقديم

نظرا لضخامة الإستثمارات فى مجال البنية الأساسية لمشروعات الإمداء بالمياه والصرف الصحى وكذلك لما تمثله هذه المشروعات من احد الأولويات الملحة فى برامج التنمية ، ونظرا لتغيير الإنماط الحضارية فى مجتمعنا كان من الضرورى إختيار نظم وأساليب مناسبة لأعمال معالجة الصرف الصحى.

ولما كانت مشاريع الصرف الصحى تتم طبقا لشروط خاصة ومواصفات تتبعها كل جهة إدارية وبالتعاون مه الجهات والأجهزة القائمة على تنفيذ هذه الأعمال وقد أدى هذا الأمر الى تعدد الإجتهادات فى إعداد أسس التصميم وإشتراطات التنفيذ لأعمال الصرف الصحى (روافع ومحطات معالجة) تبعا لتعدد الأجهزة العاملة فى هذا المجال مما أدى الى الإختلاف فى الأسس والقواعد الواجب إتباعها لنفس نوعية الأعمال.

لذا فقد صدر قرار السيد المهندس/ وزير التعمير والمجتمعات العمرانية الجديدة والإسكان والمرافق رقم ٧٩ لسنة ١٩٩١ ، رقم ٣١٨ لسنة ١٩٩٢ بتشكيل اللجنة الدائمة لإعداد الكود المصرى لأسس التصميم وشروط التنفيذ لمحطات التنقية لمياه الشرب والصرف الصحى ومحطات الرفع بناء على القانون رقم (٦) لسنة ١٩٦٤.

وقامت اللجنة بإعداد المشروع الإبتدائى لكود محطات الرفع لمياه الصرف الصحى وتم توزيعه على الجهات المختصة من الهيئات العامة والجامعات والمكاتب الإستشارية والمراكز والمعاهد البحثية و القوات المسلحة وشركات المقاولات وغيرها لإبداء الرأى فيه ثم عقدت ندوه عامة لمناقشة مختلف الأراء وبناء على هذه المناقشات أعد هذا الكود فى صورته النهائية.

هذا وقد تم بعون الله إصدار هذا الكود بالقرار الوزارى رقم (١٦٨) لسنة ١٩٩٧ ، ويتولى مركز بحوث الإسكان والبناء العمل على نشر هذا الكود والتعريف به والتدريب عليه بما يحقق الإرتقاء بأعمال الصرف الصحى فى الجمهورية.

والله ولى التوفيق

وزير الإسكان والمرافق والمجتمعات العمرانية

أستاذ دكتور مهندس/ محمد إبراهيم سليمان

تمهيد

نظراً للتطور المتلاحق والتوسع المضطرد فى مجال الإنشاء والبناء والتعمير على نطاق قومى فقد صدر القانون رقم ٦ لسنة ١٩٦٤ فى شأن أحكام ونظم "أسس وشروط تنفيذ الأعمال الإنشائية وأعمال البناء" (المادة الأولى) على أن تتحمل وزارة الإسكان والمرافق والمجتمعات العمرانية مسئولية هذا العمل.

ومن هذا المنطلق فإن المركز القومى لبحوث الإسكان والبناء وطبقاً للقرار الجمهورى رقم ٦٣ لسنة ٢٠٠٥ " والذى يقضى أن يقوم المركز بإعداد وإصدار وتحديث والتدريب على الكودات ومواصفات بنود الأعمال والمواصفات الفنية لمواد البناء لكى تتماشى مع الإتجاهات العالمية وتناسب الظروف المحلية حتى تكون الكودات دليلاً للعمل فى مجال الأعمال الإنشائية وأعمال البناء كما يهتدى بها ويحتكم إليها المهندسون والعاملون فى مجال البناء.

ولضمان تحقيق الأهداف المرجوة من هذه الكودات تقوم اللجنة الرئيسية والمشكلة من ممثلين لوزارة الإسكان والمرافق والمجتمعات العمرانية والوزارات المعنية بأعمال التشييد والبناء وكذلك من أساتذة الجامعات والخبراء والإستشاريين فى هذا المجال بوضع المنهج العام فى جميع المجالات المرتبطة بالأعمال الإنشائية وأعمال البناء كما تضع السياسة العامة والتخطيط لأسلوب العمل بصفة دائمة ، كما تشكل اللجان الدائمة واللجان الفرعية التخصصية من الأساتذة والإستشاريين وكبار المهندسين فى المجالات التطبيقية والمرتبطة بأعمال التشييد والبناء ومن ذوى الخبرات الطويلة المشهود لهم فى هذا المجال من خارج المركز وداخله.

وقد إستفاد المركز من كافة الخبرات المتاحة فى الداخل والخارج فى اعداد الكودات بهدف دعم وزيادة فعالية جهود إعداد الكودات ، وجاءت اللجان المختلفة بوتقة تنصهر فيها كافة المعارف والخبرات ، ونموذجاً للصلة الوثيقة بين المركز والجامعات وقطاعات الإنتاج والخدمات ، وتعزيزاً لقومية المشاركة والإسهام فى هذا العمل القومى الذى يسهم فى زيادة فعالية التنمية للتخطيط العلمى.

ولعل أهم الضوابط لقياس حجم العمل فى الكودات هو تسجيل ما يتم إنجازه حتى نطمئن على الجهد المبذول ونتعرف على موقعنا من الطريق وذلك من خلال ما تم إعداده وإصداره من الكودات والمواصفات والواردة فى الجداول المرفقة ، علماً بأنه يتم تحديث الكودات بصفة مستمرة تبعاً لما يستجد من تطورات علمية وتكنولوجية وطبقاً للخبرات المكتسبة من ظروف التطبيق.

والله من وراء القصد وهو ولى التوفيق ،،

رئيس مجلس إدارة

المركز القومى لبحوث الإسكان والبناء

أستاذ دكتور مهندس / أميمة أحمد صلاح الدين

قائمة بكودات الأعمال الإنشائية وأعمال البناء الصادرة عن المركز

م	اسم الكود	الرقم الكودى
١	أسس تصميم وشروط تنفيذ محطات تنقية مياه الشرب والصرف الصحى ومحطات الرفع:	١٠١
	المجلد الأول : محطات الرفع (الصرف الصحى)	١/١٠١
	المجلد الثانى : أعمال المعالجة (الصرف الصحى)	٢/١٠١
	المجلد الثالث : محطات التنقية (مياه الشرب)	٣/١٠١
	المجلد الرابع : الروافع (مياه الشرب)	٤/١٠١
٢	تصميم وتنفيذ خطوط المواسير لشبكات مياه الشرب والصرف الصحى	١٠٢
٣	أعمال الطرق الحضرية والخلوية :	١٠٤
	الجزء الأول : الدراسات الأولية للطرق	١/١٠٤
	الجزء الثانى : دراسات المرور	٢/١٠٤
	الجزء الثالث : التصميم الهندسى	٣/١٠٤
	الجزء الرابع : مواد الطرق واختباراتها	٤/١٠٤
	الجزء الخامس : تصميم وإنشاء الجسور	٥/١٠٤
	الجزء السادس : التصميم الإنشائى للطرق	٦/١٠٤
	الجزء السابع : الصرف السطحى والجوفى للطرق	٧/١٠٤
	الجزء الثامن : معدات تنفيذ الطرق	٨/١٠٤
	الجزء التاسع : اشتراطات أعمال الطرق داخل وخارج المدن	٩/١٠٤
	الجزء العاشر : صيانة الطرق	١٠/١٠٤
٤	حساب الأحمال والقوى فى الأعمال الإنشائية وأعمال المبانى	٢٠١
٥	ميكانيكا التربة وتصميم وتنفيذ الأساسات :	٢٠٢
	الجزء الأول : دراسة الموقع	١/٢٠٢
	الجزء الثانى : الاختبارات المعملية	٢/٢٠٢
	الجزء الثالث : الأساسات الضحلة	٣/٢٠٢
	الجزء الرابع : الأساسات العميقة	٤/٢٠٢
	الجزء الخامس : الأساسات على التربة ذات المشاكل	٥/٢٠٢
	الجزء السادس : الأساسات المعرضة للاهتزازات والأحمال الديناميكية	٦/٢٠٢
	الجزء السابع : المنشآت الساندة	٧/٢٠٢
	الجزء الثامن : ثبات الميول	٨/٢٠٢
	الجزء التاسع : الأعمال الترابية ونزح المياه	٩/٢٠٢
	الجزء العاشر : التأسيس على الصخر	١٠/٢٠٢
	الجزء العشرون : المصطلحات الفنية	٢٠/٢٠٢

٦	تصميم وتنفيذ المنشآت الخرسانية المسلحة	٢٠٣
٧	أسس تصميم واشتراطات تنفيذ أعمال المبانى:	٢٠٤
	الجزء الأول: أعمال الموقع	١/٢٠٤
	الجزء الثالث: الحوائط الحاملة	٣/٢٠٤
	الجزء الرابع: الحوائط الخارجية غير الحاملة المستعملة كستائر خارجية	٤/٢٠٤
	الجزء الخامس: الحوائط الحاملة المستعملة كقواطيع	٥/٢٠٤
	الجزء السادس: العقود والقباب والأقبية	٦/٢٠٤
	الجزء السابع: مقاومة المبانى من الحوائط الحاملة للزلازل «الاشتراطات الإنشائية والمعمارية»	٧/٢٠٤
	الجزء الثامن: المصطلحات الفنية	٨/٢٠٤
٨	المنشآت والكبارى المعدنية (Steel Construction and Bridges)	٢٠٥
٩	أسس تصميم وشروط التنفيذ لهندسة التركيبات الصحية فى المبانى:	٣٠١
	الجزء الأول: التركيبات الصحية للمبانى	١/٣٠١
	الجزء الثانى: أعمال التغذية بالمياه ومعالجة مياه الصرف الصحى فى التجمعات السكنية الصغيرة	٢/٣٠١
	الجزء الثالث: أعمال التغذية بالمياه الساخنة وحمامات السباحة	٣/٣٠١
	الجزء الرابع: تجهيز المطابخ - المستشفيات - التخلص من القمامة	٤/٣٠١
١٠	أسس تصميم وشروط تنفيذ التوصيلات والتركيبات الكهربائية فى المبانى:	٣٠٢
	الجزء الأول: أساسيات	١/٣٠٢
	الجزء الثانى: أساسيات	٢/٣٠٢
	الجزء الثالث: جداول وملاحق	٣/٣٠٢
	الجزء الرابع: التاريض	٤/٣٠٢
	الجزء الخامس: الوقاية من الصواعق	٥/٣٠٢
	الجزء السادس: تحسين معامل القدرة	٦/٣٠٢
	الجزء السابع: التوافقيات	٧/٣٠٢
	الجزء الثامن: الملامسات والبادئات المستعملة فى التحكم فى المحركات التاثيرية ثلاثية الطور	٨/٣٠٢
	الجزء التاسع: التحكم فى الإضاءة	٩/٣٠٢
	الجزء العاشر: مولدات الطوارئ	١٠/٣٠٢
١١	أسس تصميم وشروط تنفيذ المصاعد الكهربائية والهيدروليكية فى المبانى (إنجليزى)	٣٠٣
١٢	أسس تصميم وشروط تنفيذ المصاعد الكهربائية والهيدروليكية فى المبانى (عربى)	٣٠٣

١٣	تكييف وتبريد الهواء :	٣٠٤
	المجلد الأول : تكييف الهواء	١/٣٠٤
	المجلد الثانى : التبريد	٢/٣٠٤
	المجلد الثالث : أعمال التحكم والكهرباء	٣/٣٠٤
١٤	أسس التصميم واشتراطات التنفيذ لحماية المنشآت من الحريق :	٣٠٥
	الجزء الأول : أسس التصميم واشتراطات التنفيذ لحماية المنشآت من الحريق	١/٣٠٥
	الجزء الثانى : متطلبات أنظمة خدمات المبنى للحد من أخطار الحريق	٢/٣٠٥
	الجزء الثالث : أنظمة الكشف والإنذار عن الحريق	٣/٣٠٥
١٥	تصميم واختيار أسس تنفيذ البياض الخارجى - الداخلى - الخاص	٤٠١
١٦	تصميم الفراغات الخارجية والمبانى لاستخدام المعاقين	٦٠١

قائمة بالملاحق والمعاجم المكملة للكودات

م	اسم الملحق
١	مساعدات التصميم مع أمثلة طبقا للكود المصرى
٢	دليل الاختبارات المعملية لمواد الخرسانة
٣	معجم مصطلحات ميكانيكا التربة وهندسة الأساسات (ثلاث لغات)
٤	دليل التفاصيل الإنشائية وإعداد الرسومات

قائمة بمواصفات بنود الأعمال و مستندات التعاقد الصادرة عن المركز

م	اسم المواصفة	الرقم الكودى
	مستندات التعاقد	٩٠١
١	عقد خدمات استشارية ودراسات وتصميمات	١/٩٠١
٢	الشروط العامة لعقد أعمال المقاولات	٢/٩٠١
٣	عقد خدمات استشارية هندسية للإشراف على التنفيذ «إدارة التشييد»	٣/٩٠١
٤	عقد خدمات استشارية هندسية للدراسات والتصميمات والإشراف المستمر على التنفيذ	٤/٩٠١
٥	عقد تصميم وتنفيذ (بتمويل من المالك)	٥/٩٠١
	مواصفات بنود الأعمال	٩٠٢
٦	مواصفات بنود الأعمال الصحية	١/٩٠٢
٧	مواصفات بنود أعمال الرخام	٢/٩٠٢
٨	مواصفات بنود أعمال النجارة المعمارية	٣/٩٠٢
٩	مواصفات بنود أعمال الألومنيوم	٤/٩٠٢
١٠	مواصفات بنود أعمال الأعمال الترابية (حفر وردم)	٥/٩٠٢
١١	مواصفات بنود أعمال عزل الرطوبة	٦/٩٠٢
١٢	مواصفات بنود أعمال الخرسانة المسلحة	٧/٩٠٢
١٣	مواصفات بنود أعمال الدهانات	٨/٩٠٢
١٤	مواصفات بنود أعمال المصروفات العمومية والالتزامات المالية العامة	٩/٩٠٢
١٥	مواصفات بنود أعمال البياض	١٠/٩٠٢
١٦	مواصفات بنود أعمال الحدادة المعمارية	١١/٩٠٢
١٧	مواصفات بنود أعمال التوصيلات والتركيبات الكهربائية فى المبانى «جزئين أول وثانى»	١٢/٩٠٢
١٨	مواصفات بنود أعمال العزل الحرارى «اشتراطات أسس التصميم والتنفيذ»	١٣/٩٠٢

تقديم عام

تمثل مشروعات إمداد المدن والقرى بمياه الشرب وكذلك معالجه والتخلص من سوائل الصرف الصحى بالمجتمعات الحديثة أحد الأولويات الملحه فى برامج التنميه ، حيث تعانى كثير من المدن المصريه ومعظم القرى من عدم وجود خدمات الصرف الصحى الكامله للتخلص من المخلفات السائله وتزايدت حدتها وكذلك إنعكاساتها السلبية مع إمداد المدن والقرى بمياه الشرب النقيه وتزايد عدد السكان .

وعلى ذلك تولى الدوله بأجهزتها المعنيه إهتماماً خاصاً لمشروعات الامداد بمياه الشرب وكذلك مشروعات الصرف الصحى ، ونظراً لتغير الأنماط الحضاريه فإن من الضرورى إختيار نظم مناسبه لأعمال التنقيه لمياه الشرب وكذلك لمعالجه المخلفات السائله .

ولما كانت مشروعات مياه الشرب والصرف الصحى تتم طبقاً لمواصفات وشروط خاصه تتبعها كل جهه اداريه وبالتعاون مع الجهات والاجهزه القائمه على تنفيذ هده الاعمال، الامر الذى ادى الى تعدد الإجتهادات فى إعداد أسس التصميم وإشتراطات التنفيذ لأعمال مياه الشرب (روافع ومحطات تنقيه) وكذلك الحال بالنسبه لمشروعات الصرف الصحى (محطات الرفع ومحطات المعالجه) تبعاً لتعدد الأجهزه العامله فى هذا المجال مما ادى الى الاختلاف فى الأسس والقواعد الواجب اتباعها لنفس نوعيه الاعمال .

ومما سبق فقد صدر قرار السيد المهندس وزير التعمير والمجتمعات العمرانيه الجديده والاسكان والمرافق رقم (٧٩) لسنه ١٩٩١ بتشكيل اللجنه الدائمه لأسس التصميم وشروط التنفيذ لمحطات التنقيه لمياه الشرب والصرف الصحى ومحطات الرفع

وقد قامت اللجنة بتقسيم الكود إلى أربعة مجلدات :

المجلد الاول : محطات الرفع .

المجلدالثانى : أعمال معالجه مياه الصرف الصحى .

المجلد الثالث : أعمال تنقيه مياه الشرب .

المجلد الرابع : الروافع .

وتنقسم المجلدات الأول والثانى والثالث والرابع الى ثلاثة فصول :

الفصل الاول : ويتناول أعمال الدراسات .

الفصل الثانى : ويتناول أسس التصميم .

الفصل الثالث : ويتناول شروط التنفيذ .

ويحدد هذا الكود بيان القواعد التطبيقية لأسس تصميم وشروط تنفيذ أعمال محطات الرفع ، كما يحدد الكود المتطلبات الدنيا التى يجب مراعاتها فى تصميم وتنفيذ وتحقيق كفاءة مشروعات الصرف الصحى ، على ألا يتعارض مع ما يضيفه المهندس الاستشارى من توصيات خاصة واشتراطات مناسبة للمشروع والتى تلائم طبيعة كل منها ، ولا يعطى خضوع التصميم والتنفيذ لما ورد بهذا الكود من أية مسئوليات أو التزامات قانونية .

شكر وتقدير

تشكر اللجنة الدائمة لإعداد الكود المصرى لأسس التصميم وشروط التنفيذ لمحطات التنقية لمياه الشرب والصرف الصحى ومحطات الرفع مركز بحوث الإسكان والبناء لما بذلوه من جهد وما قدموه من تسهيلات لإخراج هذا العمل بالصورة اللا ئقة .

كما نتقدم اللجنة بالتقدير للسادة الذين ساهموا بارائهم فى أثراء هذا العمل من خلال المناقشات وإبداء الآراء الفنية وهم :

- الهيئة القومية لمياه الشرب والصرف الصحى.
- الهيئة العامة لمرفق الصرف الصحى للقاهرة الكبرى.
- المركز الاستشارى للهندسة الصحية (سانيس).
- كلية الهندسة جامعة القاهرة.
- كلية الهندسة والتكنولوجيا - جامعة قناة السويس.

رئيس اللجنة الدائمة

أ.د.م/ ابراهيم هلال الحطاب

المحتويات

- فهرس لأشكال
- فهرس الجداول

الجزء الأول : محطات الرفع

الفصل الأول : الدراسات.

الصفحة

مقدمه : ٥

١ - عدد السكان والأنشطه المختلفه ٥

١-١- مراحل النمو السكانى ٥

١-١-١- مرحله البدايه والإزدهار ٦

١-١-٢- مرحله الإستقرار ٦

١-١-٣- مرحله التشبع ٦

١-٢- تقدير التعداد فى المستقبل ٦

١-٢-١- طريقه الزياده الحسابية .

١-٢-٢- طريقه الزياده الهندسية ٧

١-٢-٣- طريقه الزياده بالمعدل المتناقص ٧

١-٢-٤- تقدير عدد السكان بإفتراض كثافات سكانيه مرتبطه بإستخدامات الأراضى ٩

١-٢-٥- طريقه الأمتداد البيانى ٩

١-٢-٦- طريقه المقارنه البيانيه ٩

٢- الفترات التصميميه ١٠

٢-١- الاعمال المدنيه ١٠

٢-٢- الاعمال الميكانيكيه والكهربائيه ١٠

٣- اختيار موقع محطه الرفع ١١

٤- تحديد المناطق المخدومه ١٢

٥- التصرفات التصميميه ١٢

٥-١- التصرفات الوارده لمحطه الرفع ١٢

٥-١-١- التصرف المتوسط ١٢

٥-١-٢- معامل الذروه ١٢

الصفحة

٥-١-٣- معامل التصرف الادنى ١٣
٥-١-٤- التصرف الصناعى ١٣
٥-١-٥- التصرفات التجاريه ١٣
٥-١-٦- تصرف مياه الرشح ١٣
٥-١-٧- تصرف مياه الامطار ١٤
٥-٢ حساب التصرفات ١٥
٥-٢-١ التصرف الاقصى ١٥
٥-٢-٢ التصرف الادنى ١٥
٦- تحديد انواع محطات الرفع ١٥
٦-١- نوع البياره ١٦
٦-١-١- بياره جافه ١٦
٦-١-٢- بياره مبتله ١٦
٦-٢- الشكل ١٦
٦-٣- السعه ١٦
٧- وسائل التحكم والحمايه ١٦
٧-١- وسائل الحماية ١٦
٧-٢- وسائل التحكم ١٧
٧-٢-١- وسائل التحكم الميكانيكية ١٨
٧-٢-٢- وسائل التحكم الكهربائية ١٨
٧-٢-٣- وسائل التحكم الهيدروليكية ١٨
٨- المخطط العام ١٨
٩- الأعمال المساحيّة ١٩
١٠- دراسات التربة ١٩

الفصل الثانى: اسس التصميم

١- التصميم الهيدروليكى والميكانيكى ٢٣
١-١ تحديد حجم بياره التخزين ٢٣
١-٢ حساب حجم التخزين الفعال ٢٣
١-٣ عدد مرات التشغيل ٢٨

الصفحة

١-٤ حالات حساب حجم التخزين ٢٩
١-٥ المسافات البينية لمناسيب التشغيل والايقاف ٥٧
١-٦ اقل منسوب للمياه بالبياره (منسوب الايقاف) ٥٧
١-٧ اعلى منسوب للمياه بالبياره (منسوب التشغيل) ٥٨
١-٨ تحديد عمق التخزين بالبياره ٥٨
١-٩ تحديد مسطح البياره المغموره فى حاله البيارات المستديره ٥٩
١-١٠ حساب قطر البياره المستديره ٦٠
١-١١ تصميم الطلمبات الطارده المركزيه ٦١
١-١١-١ الرموز والمدلولات والوحدات ٦١
١-١١-٢ محددات الطلمبات ٦٤
١-١١-٢-١ تصرف الطلمبه ٦٤
١-١١-٢-٢ رفع الطلمبه ٦٤
١-١١-٢-٣ رفع المنظومه ٦٤
١-١١-٢-٤ سرعه الدوران ٦٥
١-١١-٢-٥ حساب القدره المستهلكه للطلمبه ٦٦
١-١١-٢-٦ منحنى الطلمبه ٦٧
١-١١-٢-٧ مميز المنظومه (او الماسوره) ٧١
١-١١-٢-٨ نقطه التشغيل ٧١
١-١١-٢-٩ التشغيل على التوازى ٧٥
١-١١-٢-١٠ التشغيل على التوالى ٧٥
١-١١-٣ خواص السحب ٧٩
١-١١-٣-١ ضغط السحب الموجب الصافى المطلوب. ٧٩
١-١١-٣-٢ ضغط السحب الموجب الصافى المتاح ... ٧٩
١-١١-٤ فاقد الضغط (الرفع) ٨٣
١-١١-٤-١ فاقد الضغط فى المواسير المستقيمه ٨٣
١-١١-٤-٢ فواقد الضغط فى المحابس والقطع الخاصه ٨٣
١-١١-٤-٣ فواقد الضغط للسوائل اللزجه فى
المواسير المستقيمه ٩٠

الصفحة

١-١١-٥ تغيير اداء الطلمبه ٩٠
١-١١-٥-١ تغيير السرعه ٩٠
١-١١-٥-٢ تشذيب (خرط) مروحه الطلمبه ٩٢
١-١١-٦ توصيف الطلمبات بمحطة الرفع ٩٥
١-١١-٦-١ عدد الطلمبات المركبة بالمحطة ٩٥
١-١١-٦-٢ حساب تصرف الطلمبة ٩٦
١-١١-٦-٣ الرفع ومدى التشغيل للطلمبة ٩٨
١-١١-٦-٤ متطلبات التصميم للطلمبات ٩٩
١-١١-٦-٤-١ النوع ٩٩
١-١١-٦-٤-٢ سرعة الدوران ١٠٠
١-١١-٦-٤-٣ سرعة دخول المياه إلى فتحة
المص للطلمبة ١٠٠
١-١١-٦-٤-٤ قطر الأجسام الصلبة المسموح
بمرورها داخل الطلمبة ١٠٠
١-١١-٦-٤-٥ خامات التصنيع لإجزاء الطلمبة ١٠١
١-١١-٦-٤-٦ طريقة التركيب للطلمبات ١٠٢
١-١٢ اختبير مواسير السحب والطرد للطلمبات ١٠٣
١-١٢-١ تصميم مواسير السحب ١٠٣
١-١٢-٢ تحديد قطر ماسورة الطرد ١٠٦
١-١٣ أنواع الطلمبات المستخدمة في محطات الصرف الصحى١١٢
١-١٣-١ الطلمبات الطاردة المركزية والطلمبات الحلزونية ١١٢
١-١٣-٢ الطلمبات موجبة الإزاحة..... ١١٢
١-١٣-٣ الطلمبات التى تعمل بدفع الهواء ١١٣
١-١٤ تصميم مبنى الطلمبات ١١٣
١-١٤-١ أبعاد المبنى ١١٤
١-١٤-٢ تهوية مبنى الطلمبات ١١٥
١-١٤-٢-١ تهوية عنبر الطلمبات تحت منسوب سطح
الارض ١١٥

الصفحة

١-١٤-٢-٢ تهوية عنبر المحركات فـوق منسوب سطح الأرض ١١٥
١-١٤-٣ إنارة مبنى الطلمبات ١١٥
١-١٤-٣-١ إنارة عنبر الطلمبات ١١٥
١-١٤-٣-٢ إنارة عنبر المحركات ١١٦
١-١٤-٤ طلمبات النزح ١١٦
١-١٤-٥ الأوناش العلوية ١١٧
١-١٤-٦ السلالم ومشايات الصيانة ١١٧
١-١٥ المصافى ١١٨
١-١٥-١ المصافى اليدوية ١١٨
١-١٥-٢ المصافى الميكانيكية ١١٩
١-١٦ المحابس والبوابات ١١٩
١-١٦-١ المحابس ١١٩
١-١٦-١-١ محابس السكينة ١١٩
١-١٦-١-٢ محابس عدم الرجوع ١٢٠
١-١٦-٢ البوابات ١٢٠
١-١٧ الطرق المائى ١٢١
١-١٧-١ حساب الطرق المائى ١٢١
١-١٧-١-١ سرعة إنتقال موجة التضاغط ١٢١
١-١٧-١-٢ فترة إنتقال الموجة ١٢٢
١-١٧-١-٣ ثابت خط المواسير ١٢٣
١-١٧-١-٤ الزيادة فى الضغط ١٢٣
١-١٧-٢ طرق حساب الطرق المائى ١٢٤
١-١٧-٣ كيفية منع الطرق المائى ١٢٥
٢ - تصميم الاعمال الكهربائيه
٢-١ المحركات الكهربائيه المستخدمه فى محطات الرفع ١٢٧
٢-٢ معدات التشغيل الكهربائيه ١٣٠
٢-٢-١ معدات تشغيل الضغط العالى ١٣٢

الصفحة

٢-٢-٢ بناء اللوحات فى الضغط العالى ١٣٧
٢-٢-٣ معدات تشغيل الضغط المنخفض ١٣٧
٢-٢-٤ المقنن الحرارى والمقنن داخل المحتوى لقواطع التيار.. ١٤٧
٢-٢-٥ بناء لوحات التوزيع الكهربائية جهد ٣٨٠ فولت ... ١٤٨
٢-٢-٦ التأريض ١٤٩
٢-٢-٧ بئر الأرضى ١٤٩
٢-٢-٨ حساب تيار القصر وتيار الوقاية للدوائر الكهربية.. ١٥٠
٢-٣ المحولات الكهربائيه ١٥١
٢-٣-١ انواع المحولات المستخدمه ١٥١
٢-٣-٢ القدرات الشائعه للمحولات ١٥٢
٢-٣-٣ التقسيمه ١٥٢
٢-٣-٤ ملفات المحولات ١٥٢
٢-٣-٥ اداء المحولات ١٥٤
٢-٣-٦ الفواقد فى المحولات ١٥٤
٢-٣-٧ الارتفاع فى درجه الحراره ١٥٥
٢-٣-٨ دليل التحميل للمحولات ١٥٩
٢-٣-٩ مقاومه الحريق ١٦١
٢-٣-١٠ التوصيلات ١٦٤
٢-٣-١١ نهايات التوصيلات ١٦٦
٢-٣-١٢ تبريد المحولات ١٦٦
٢-٣-١٣ تهويه مأوى المحولات ١٦٩
٢-٣-١٤ قوه (شده) العزل للمحولات ١٧٠
٢-٣-١٥ تشغيل المحولات على التوازى ١٧٣
٢-٣-١٦ حمايه المحولات ١٧٤
٢-٣-١٦-١ الحماية ضد التفاوت ١٧٤
٢-٣-١٦-٢ الحماية ضد عطل الارضى المقيد..... ١٧٤
٢-٣-١٦-٣ الحماية ضدعطل الارضى غير المقيد.. ١٧٤
٢-٣-١٦-٤ الحماية ضد زياده الحمل (التيار) .. ١٧٥

الصفحة

٢-٣-١٦-٥ مرحل الغاز والزيت (بوخلز) ١٧٥
٢-٣-١٦-٦ اجهزه تنفيث الضغط ١٧٥
٢-٣-١٦-٧ مبينات درجه حراره الملفات ١٧٦
٢-٤ الكابلات الكهربائية ١٧٧
٢-٤-١ التيار المقنن المسموح بمروره ١٧٧
٢-٤-٢ معاملات الخفض ١٨٠
٢-٤-٣ التنزيل في الجهد ١٨٦
٢-٤-٤ تيار القصر للكابلات ١٨٩
٢-٤-٥ الاعتبارات التصميمية لتركيب الكابلات والمواسير
والمجارى الخاصة بها ١٩٢
٢-٥ محطة التوليد الكهربائى ١٩٥
٢-٥-١ قدرة محطة التوليد الاحتياطية ١٩٥
٢-٥-٢ عدد وحدات محطة التوليد الكهربائية ١٩٥
٢-٥-٣ المواصفات المطلوبة لمحركات وحدة التوليد ١٩٥
٢-٥-٤ ملحقات محرك الديزل ١٩٦
٢-٥-٥ نظام الوقود ١٩٨
٢-٥-٦ نظم بدء الإدارة ٢٠٠
٣- الشروط الواجب توافرها عند تصميم الأعمال المعمارية والإنشائية .
٣-١ الاعمال المعماريه ٢٠٢
٣-١-١ الموقع العام ٢٠٢
٣-١-٢ وحدات المشروع ٢٠٢
٣-١-٢-١ عنبر المحركات ٢٠٣
٣-١-٢-٢ مبنى المحولات والتوليد ٢٠٣
٣-١-٢-٣ الورش والمخازن ٢٠٤
٣-٢- الاعمال الانشائيه ٢٠٤
٤ - اعداد مستندات العطاء ٢٠٥
٤-١ مقدمه ٢٠٥
٤-٢ مكونات مستندات العطاء ٢٠٥
٤-٢-١ دفتر الشروط العامة والخاصة والمواصفات
الفنية للمشروع ٢٠٥

الصفحة

٤-٣ نماذج التأمين ٢٠٧
٤-٤ التعاقد بين المالك والمقاول ٢٠٧
٤-٥ شروط التعاقد ٢٠٨
٤-٥-١ الشروط العامه ٢٠٨
٤-٥-٢ الشروط الخاصه المكمله ٢١٤

الفصل الثالث: شروط التنفيذ

١ - اداره تنفيذ المشروع ٢٢٠
١-١ مدير المشروع ٢٢٣
١-٢ الشئون الفنيه ٢٢٣
١-٢-١ مهندسو التصميم ٢٢٣
١-٢-٢ مهندسو التنفيذ ٢٢٣
١-٣ الشئون الاداريه ٢٢٤
١-٣-١ المدير المالى والادارى ٢٢٤
١-٣-٢ المراجعه الماليه ٢٢٤
١-٣-٣ حسابات المخازن ٢٢٥
١-٤ الاستشارى ٢٢٥
١-٤-١ الإشراف الفنى ٢٢٥
١-٤-٢ ضبط الجوده ٢٢٧
١-٤-٣ الوحده المحاسبيه ٢٢٧
١-٥ المقاول ٢٢٨
١-٦ المهندس المقيم ٢٢٨
١-٦-١ المكتب الفنى ٢٢٨
١-٦-١-١ المراجعه الفنيه ٢٣٠
١-٦-١-٢ التخطيط والمتابعه والاحتياجات
ومعدلات الأداء ٢٣٠
١-٦-١-٣ ضبط الجوده ٢٣١

الصفحة

١-٦-٢ الجهاز الفنى ٢٣١
١-٦-٢-١ مهندسو التنفيذ ٢٣١
١-٦-٢-٢ المشرفين الفنيين ٢٣٢
١-٦-٢-٣ العماله الفنيه ٢٣٣
١-٦-٢-٤ الصيانه والحمله الميكانيكيه ٢٣٣
١-٦-٢-٥ المخازن ٢٣٣
١-٦-٣ الشئون الماليه والإدارية ٢٣٤
١-٦-٣-١ الشئون الإداريه ٢٣٤
١-٦-٣-٢ الشئون الماليه ٢٣٥
١-٦-٤ الأمن ٢٣٦
١-٦-٤-١ الأمن الإدارى ٢٣٧
١-٦-٤-٢ الأمن الصناعى ٢٣٧
٢- تخطيط وتجهيز الموقع
٢-١ تحديد واستلام الموقع واعمال الرفع وإعداد الدراسات ٢٣٨
٢-١-١ تحديد استلام الموقع ٢٣٨
٢-١-٢ اعمال الرفع وإعداد الدراسات والتجهيز ٢٣٩
٢-٢ اعمال التخطيط والتنسيق والتجهيز للموقع العام ٢٤٠
٢-٢-١ الدراسات المطلوبة لعمل تخطيط سليم للموقع..... ٢٤٠
٢-٢-٢ العناصر التى يجب مراعاتها عند دراسة عمل
تخطيط سليم للموقع ٢٤١
٢-٣ اعمال المنشآت المؤقتة ٢٤٣
٢-٣-١ العوامل المؤثرة فى إنشاء المنشآت المؤقتة ٢٤٣
٣- تنفيذ الأعمال المدنيه والمعماريه ٢٤٥
٣-١ طرق تنفيذ البيارات ٢٤٥
٣-١-١ طرق تنفيذ البيارات المستديرة ٢٤٧
٣-١-١-١ طريقه الحفر بالتغويص ٢٤٧
٣-١-١-٢ طريقه الحفر بالتجريف ٢٥٤

الصفحة

٣-١-١-٣ طريقه الحفر بالهواء المضغوط ٢٥٥
٣-١-٢ طريقه الحفر المكشوف مع صلب جوانب الحفر ٢٦٠
٣-١-٢-١ الستائر المعدنيه ٢٦٢
٣-١-٢-٢ الشدات المختلطه ٢٦٨
٣-١-٢-٣ الشدات المترابطه ٢٧١
٣-١-٢-٤ الحوائط اللوحيه ٢٧٥
٣-١-٢-٥ الحوائط الخازوقية ٢٧٨
٤- تنفيذ الاعمال الميكانيكيه والكهربائية
٤-١ الطلمبات ٢٨٣
٤-٢ المحركات الكهربائيه ٢٨٥
٤-٢-١ ضبط المحورية ٢٨٧
٤-٢-٢ بدء التشغيل ٢٨٨
٤-٣ لوحات التحكم للمحركات ٢٨٩
٤-٤ الكابلات ٢٩١
٤-٥ المحولات ٢٩٣
٤-٦ لوحات التوزيع ٢٩٤
٥- الاختبارات ٢٩٧
٥-١ المواد ٢٩٧
٥-٢ الملحقات المعماريه (الخردوات) ٢٩٧
٥-٣ المهمات ٢٩٨
٥-٣-١ اختبار المهمات بمواقع الانتاج ٢٩٩
٥-٣-١-١ أختبار الضغط الهيدروليكى ٣٠٠
٥-٣-١-٢ أختبار المواد والاجهزه ٣٠٠
٥-٣-١-٣ الطلمبات المغمورة ٣٠٥
٥-٣-٢ أختبار المهمات بمواقع التنفيذ ٣٠٧
٦- تجارب الاداء والاستلام
٦-١- تجارب اداء المعدات ٣١٦
٦-١-١ شروط عامه ٣١٦
٦-٢- الاختبارات قبل اطلاق التيار الكهربائى ٣١٦
٦-٣- الاختبارات بعد اطلاق التيار الكهربائى ٣١٨
٦-٤- أختبار الطلمبات ٣١٩

الصفحة

٦-٥- الأعمال المدنية ٣١٩

الملاحـــق:-

ملحق رقم (١) : نماذج لمحطات الرفع لمياه الصرف الصحى .

ملحق رقم (٢) : أنواع الطلمبات المستخدمة فى محطات رفع الصرف الصحى.

ملحق رقم (٣) : درجات الحماية والإرتفاع فى درجات الحرارة فى المحركات الكهربائية.

ملحق رقم (٤) : أنواع بدء الحركة للمحركات الكهربائية .

ملحق رقم (٥) : معاملات فاقد الضغط فى المواسير الزهر المرن .

المراجـــع :

فهرس الاشكال: **رقم الصفحة**

الفصل الأول: الدراسات .

شكل (١-١) : منحنى النمو السكانى للمدينة..... ٨

الفصل الثانى: التصميم .

شكل (٢-١) : مستويات التشغيل والإيقاف ٢٤
شكل (٢-٢) : العلاقة بين زمن دور التشغيل T (أو عدد مرات
التشغيل فى الساعة) وبين النسبة بين التصرفات الواردة
للمحطة Qin إلى تصرفات الطلمبات العاملة بالمحطة Q..... ٣٠
شكل (٢-٣) : العلاقة بين معدل التشغيل ( ) والنسبة
بين التصرفات الواردة للمحطة إلى تصرف الطلمبة ٣٢٠
شكل (٢-٤) : العلاقة بين حجم التخزين الفعال وتصرف
الطلمبة عند معدلات التشغيل المطلوبة ٣٤
شكل (٢-٥) : رسم توضيحى لتشغيل طلمبتين متماثلتين بمحطة الرفع ٣٥
شكل (٢-٦) : رسم توضيحى لعمل طلمبتين بالتبادل بمحطة الرفع ٣٧
شكل (٢-٧) : نوموجرام معدل التشغيل لطلمبتين تعملان معاً بالتبادل ٣٨
شكل (٢-٨) : العلاقة بين معدل التشغيل والنسبة Qin / Ql ٤٠
شكل (٢-٩) : تأثير النسبةVh / VH على منحنى معدل
التشغيل Z عندما يكون VH ثابت وقيمة Vhمتغيرة..... ٤١
شكل (٢-١٠) : تأثير النسبة Qll/Ql على منحنى معدل
التشغيل (Z) عندما تكون النسبةVh / VH تساوى ٨ر٠ ٤٢
شكل (٢-١١) : تشغيل الطلمبات على مراحل مع الإيقاف عند منسوب مشترك ٤٣
شكل (٢-١٢) : التشغيل والإيقاف للطلمبات على مناسيب متدرجة ٤٥

رقم الصفحة

شكل (٢-١٣) : العلاقة بين معامل حجم التخزين k
ومعامل التصرف k لعدد أثنين أو ثلاثة أو أربعة
طلمبات تعمل بالنظام الأول ٤٨
شكل (٢-١٤) : نوموجرام العلاقة بين Tmin / Vmin فى حالة
استخدام طلمبات متماثلة ترفع تصرفاتها فى خط طرد مشترك ٥١
شكل (٢-١٥) : الاختلاف فى قيمة التصرف للطلمبات بإختلاف
عدد الطلمبات العاملة ٥٥
شكل (٢-١٦) : العلاقة بين تصرف الطلمبة Q وحجم التخزين الفعال
الأدنى Vmin الذى يحقق زمن دورة التشغيل Tmin المحددة ٥٦
شكل (٢-١٧ أ) : منحنيات الطلمبة الطاردة المركزية ٦٨
شكل (٢-١٧ ب) : منحنيات الطلمبة الطاردة المركزية (النموذج الثانى) ٦٩
شكل (٢-١٨) : منحنيات الطلمبة المنبسطة وشديدة الإنحدار ٧٠
شكل (٢-١٩) : منحنى ماسورة الطرد..... ٧٢
شكل (٢-٢٠) : تغير نقطة التشغيل B1 الى B3 على منحنى ماسورة
الطرد برفع سرعة الطلمبة من n1 الى n3 ..... ٧٣
شكل (٢-٢١) : تغير مكان نقطة التشغيل من B1 الى B3 على
منحنى التصرف والرفع وذلك بتغيير فتحة المحبس ٧٤
شكل (٢-٢٢ أ) : تشغيل طلمبتين متماثلتين على التوازى ٧٦
شكل (٢-٢٢ ب) : تشغيل طلمبتين متماثلتين على التوالى ٧٧
شكل (٢-٢٣) : تشغيل طلمبتين مختلفتى التصرف على التوازى ٧٨
شكل (٢-٢٤) : ضغط السحب الموجب الصافى المتاح على عمود السحب ٨١
شكل (٢-٢٥) : ضغط السحب الموجب الصافى المتاح عند السحب الموجب ... ٨٢
شكل (٢-٢٦) : الفاقد فى المواسير المستقيمة (حديد زهر) من قطر
(١٥) الى ٢٠٠٠ مم داخلى وذلك لتصرفات من
٥ إلى ٥٠٠٠٠ متر مكعب فى الساعه ٨٤

رقم الصفحة

شكل (٢-٢٧) : فاقد الضغط (Hj) لأنواع مختلفة من المواسير طبقاً لمعامل خشونه السطح ٨٥

شكل (٢-٢٨) : إستنتاج الفاقد(HJ) في المحابس والملحقات وسرعة السريان (V) بالنسبة لمساحة المقطع لسريان المياه ٨٦

شكل (٢-٢٩) : نوموجرام الفاقد فى المحابس والقطع الخاصة ٨٧

شكل (٢-٣٠) : معاملات الإحتكاك ( ) للمواسير المستقيمة فى حالة السوائل اللزجة ٩١

شكل (٢-٣١) : تأثير التغير في السرعة على منحنى الطلمبة ٩٣

شكل (٢-٣٢) : تأثير تغيير قطر المروحة علي منحنى الطلمبة ٩٤

شكل (٢-٣٣) : المسافات بين مواسير السحب وكل من قاع البيارة وحوائطها والمسافات البينية بين محاور المواسير والغطاء فوق فوهة الماسورة ١٠٥

شكل (٢-٣٤) : تصميم بيارة السحب ١٠٧

شكل (٢-٣٥) : نوموجرام حساب سرعة التدفق كدالة في معدل التصرف Q والقطر الداخلي للماسورة D.....١١٠

شكل (٢-٣٦) : منحنى العلاقة بين k1 , k2 عند القيم المختلفة لفترات التحميل t.....١٦٢

شكل (٢-٣٧) : مجموعات المتجه الشائعة الإستخدام فى محولات التوزيع .. ١٦٥

شكل (٢-٣٨) : نوموجرام تحديد مساحة منحنى دخول وخروج الهواء ١٧١

شكل (٢-٣٩) : تركيب المحولات فى مأوى مغلق ١٧٢

شكل (٢-٤٠) : نوموجرام حساب التنزيل فى الجهد للكابلات ثنائية القطب. ١٩٠

شكل (٢-٤١) : نوموجرام حساب التنزيل فى الجهد للكابلات ثلاثة القطب.. ١٩١

شكل (٢-٤٢) : نوموجرام العلاقة بين تيار القصر والزمن ومساحة المقطع للموصلات المستخدمة فى حالة الكابلات المعزولة بمادة pvc.....١٩٣

رقم الصفحة

شكل (٢-٤٣) : نوموجرام العلاقة بين تيار القصر وزمن المرور ومساحة مقطع الموصل فى حالة استخدام الكابلات المعزولة بمادة XLPE للكابلات ذات الموصلات النحاسية - ضغط منخفض ١٩٤

الفصل الثالث : شروط التنفيذ

شكل (٣-١) : تنظيم ادارة المشروع ٢٢١
شكل (٣-٢) : تشكيل الوحدة التنفيذية للمشروع ٢٢٢
شكل (٣-٣) : الهيكل التنظيمي للإستشاري ٢٢٦
شكل (٣-٤) : الهيكل التنظيمي للمقاول ٢٢٩
شكل (٣-٥) : تخطيط وتجهيز الموقع ٢٤٤
شكل (٣-٦) : قطاع تفصيلي للبيارة المستديرة ٢٤٦
شكل (٣-٧) : تفاصيل الخنزيرة ٢٤٨
شكل (٣-٨) : وعاء الحقن ٢٥٣
شكل (٣-٩) : رسم توضيحي لغرفة الضغط والقيسون ٢٥٧
شكل (٣-١٠) : مسقط افقي لأرضية البيارة مبيناً الفتحات ٢٥٨
شكل (٣-١١) : قطاع رأسي للبيارة مبيناً الفتحات ٢٥٩
شكل (٣-١٢) : عملية الحقن في البيارات المنفذة بالحفر المكشوف ٢٦١
شكل (٣-١٣) : تركيب الستائر بالهزاز ٢٦٣
شكل (٣-١٤) : تركيب الستائر باستخدام دليل رأسي مركب علي حفار.. ٢٦٥
شكل (٣-١٥) : الجباري ٢٦٦
شكل (٣-١٦) : تفاصيل الشدادات الدائمة والمؤقتة ٢٦٧
شكل (٣-١٧) : رأس الشداد ٢٦٩
شكل (٣-١٨) : استخدام الشدادات المختلفة للمشروعات ٢٧٠
شكل (٣-١٩) : قطاع في الشدات المختلطة وتدكيمها ٢٧٢

رقم الصفحة

شكل (٣-٢٠) : الشدات المترابطة ٢٧٣
شكل (٣-٢١) : تركيب الكلبس بالشدة المترابطة..... ٢٧٤
شكل (٣-٢٢) : الدكمة المعدنية..... ٢٧٤
شكل (٣-٢٣) : الشريط الكاوتشوك بطول الحائط لمقاومة مياه الرشح..... ٢٧٦
شكل (٣-٢٤) : الحاجز المعدني لصب الحوائط اللوحية..... ٢٧٧
شكل (٣-٢٥) : صب الحوائط اللوحية..... ٢٧٧
شكل (٣-٢٦) : خطوات تنفيذ الحوائط اللوحية..... ٢٧٩
شكل (٣-٢٧) : مسقط أفقي لبيارة مجاري من الخوازيق المتجاورة ٢٨٠
شكل (٣-٢٨) : الشدات الخلفية مع حوائط خازوقية منفذة ٢٨٢

فهرس الجداول: **رقم الصفحة**

الفصل الأول: الدراسات .

جدول (١-١) : الكثافات السكانية التي تستخدم عند حساب..... ٩
عدد السكان المتوقع في تخطيط المدينة أو المنطقة .
جدول (١-٢) : معامل فائض مياه الأمطار ١٤

الفصل الثانى: التصميم .

جدول (٢-١) : معامل الفقد في المحابس ٨٨
جدول (٢-٢) : معامل الفقد للقطع الخاصة ٨٩
جدول (٢-٣) : مقارنة بين انواع قواطع التيار المستخدمة فى الضغط العالى... ١٣٨
جدول (٢-٤) : فئات ادارة قصر الدائرة ١٤٥
جدول (٢-٥) : حدود الارتفاع فى درجة الحرارة طبقاً لمواصفات IEC..... ١٤٦
جدول (٢-٦) : القدرات المقننة شائعة الاستخدام لمحولات التوزيع..... ١٥٣
جدول (٢-٧) : مقارنة بين الفواقد الكهربائية فى بعض أنواع المحولات
(ذات القدرة ١٠٠٠ ك ف أ) ١٥٦
جدول (٢-٨) : جدول الارتفاع فى درجة الحرارة للمحولات الجافة ١٥٧
جدول (٢-٩) : حدود الارتفاع فى درجة الحرارة للمحولات المغمورة فى الزيت . ١٥٨
جدول (٢-١٠) : دليل التحميل للمحولات المغمورة فى الزيت..... ١٦٠
جدول (٢-١١) : نقطة الاشتعال لبعض المواد المقاومة للحريق..... ١٦٣
جدول (٢-١٢) : قيم معدلات التخلص من الحرارة لبعض المواد المقاومة للحريق ١٦٣
جدول (٢-١٣) : الأحرف الهجائية المستخدمة كرموز للدلالة
على طريقة التبريد لمحولات التوزيع..... ١٦٧

رقم الصفحة

جدول (٢-١٤) : مقننات التيار للكابلات النحاسية المعزولة بمادة
pvc والمحددة فى الهواء ١٨١
جدول (٢-١٥) : مقننات الغيار للكابلات النحاسية المعزولة بمادة
pvc والمحددة على الأرض ١٨٢
جدول (٢-١٦) : مقننات الغيار للكابلات النحاسية المعزولة بمادة
XPLE والمحددة فى الهواء ١٨٣
جدول (٢-١٧) : مقننات الغيار للكابلات النحاسية المعزولة بمادة
XPLE والمحددة على الأرض ١٨٤
جدول (٢-١٨) : مقننات التيار للكابلات متعددة الأقطاب المعزولة بمادة
pvc أو XPLE ١٨٥
جدول (٢-١٩) : دليل عمل لمعاملات الخفض فى حالات إرتفاع
درجة حرارة الوسط المحيط ١٨٧

الفصل الأول
الدراسات

مقدمة :

عند البـــدء فى تصـــمـــيم أعـــمـــال مـــحطات رفع المـــخلفـــات الســـائلة (Pumping Stations) الواردة من مدينة أو قرية أو تجمع سكانى فإن ذلك يقتضى القيام بالدراسات الآتية:

١ – عدد السكان والأنشطة المختلفة.

٢ – تحديد الفترة التصميميه.

٣– أختيار موقع محطة الرفع .

٤– تحديد المناطق المخدومة .

٥ – حساب التصرفات التصميميه .

٦– تحديد أنواع محطات الرفع .

٧– وسائل التحكم والحماية .

٨ – المخطط العام .

٩ – الأعمال المساحيه .

١٠ – دراسات التربة .

١- عدد السكان والأنشطة المختلفة

١-١ مراحل النمو السكانى:

عند دراسة التعداد السكانى للمدينة أو القرية أو التجمع السكانى بهدف تصميم محطات الرفع يتم دراسة النمو السكانى طبقاً للمراحل الأتية :-

١-١-١ مرحلة البداية والإزدهار:

وتتسم هذه المرحلة بمعدل زيادة سكانية متزايدة على صورة زيادة هندسية.

١-١-٢ مرحلة الإستقرار:

وهى التى تستقر فيها عوامل جذب السكان مما يستدعى معه توسع سكانى بمعدل ثابت ويكون حساب نمو التجمع السكنى طبقاً للطريقة الحسابية.

١-١-٣ مرحلة التشبع:

وهى مرحلة الوصول إلى الزيادة المتناقصه للنمو السكانى نتيجة توقف عوامل الجذب أو نتيجة إنشاء تجمعات سكنية أخرى مجاوره ذات عوامل جذب أقوى . وعلى المصمم الأخذ فى إعتباره الفرق بين التنبؤ فى النمو السكانى لمجتمع عمرانى قائم ومجتمع عمرانى جديد.

١-٢ تقدير التعداد فى المستقبل:

يقدر التعداد فى نهاية الفترات التصميميه بالإستعانه بالإحصائيات التى تقوم بها الأجهزة الحكوميه المعنيه بالدراسات السكانيه لمعرفة التعداد الحالى والمستقبلى مع مراعاة توقعات النمو والتوسع للأنشطة الصناعية والخدميه والتجارية المختلفة،. وللوصول إلى هذا الغرض توجد طرق علميه مختلفة منها ما يتم عن طريق تطبيق بعض المعادلات الرياضيه ومنها ما يتم عن طريق توقيع الأحصائيات على رسومات بيانيه. وفيما يلى بعض الطرق الرياضيه المستخدمة فى التنبؤ بعدد السكان :

١-٢-١ طريقة الزيادة الحسابيه Arithmatic Increase

والمعادله التى تطبق هى

$$P_n = P_1 + K_a (t_n - t_1) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

وتمثل هذه الطريقة بيانياً بخط مستقيم.

١-٢-٢ طريقة الزيادة الهندسية Geometrical Increase

والمعادلة التى تطبق فى هذه الطريقة هى

$$\ln P_n = \ln P_1 + K_g (t_n - t_1) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

وتمثل بيانياً بمنحنى متزايد من الدرجة الأولى.

١-٢-٣ طريقة الزيادة بالمعدل المتناقص Decreasing Rate of Increase

والمعادله التى تطبق فى هذه الطريقة هى

$$P_n = S - (S - P_1) e^{-K_d (t_n - t_1)} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

وتمثل بيانياً بمنحنى متناقص من الدرجة الأولى والرموز المستخدمة فى المعادلات (١) ، (٢) ، (٣) كالتالى:

P_n : التعداد الذى يخدمه المشروع فى سنة الهدف.

P_1 : آخر تعداد للمنطقة ويؤخذ حسب بيان التعبئه والإحصاء.

K_a : معدل الزيادة السنوية للسكان فى الطريقة الحسابيه (معدل ثابت).

K_g : معدل الزيادة السنوية للسكان فى الطريقة الهندسية (متزايد).

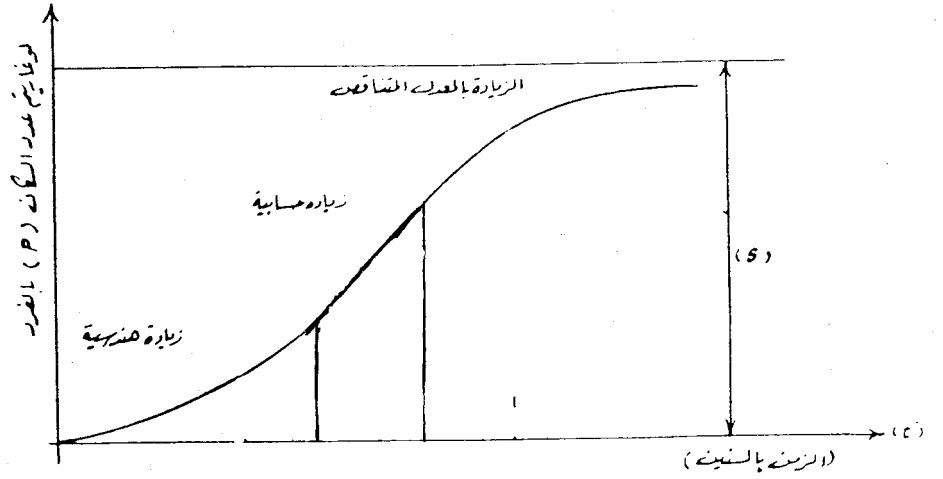
K_d : معدل الزيادة السنوية المتناقص للسكان فى طريقة الزيادة بالنقصان.

S : القيمة القصوى لعدد السكان المتوقع (حد التشبع).

$(t_n - t_1)$: الفترة الزمنيه التى يخدمها المشروع.

ln : اللوغاريتم الطبيعى للأساس (e)

والشكل (١-١) يمثل منحنى النمو السكانى للمدينة وهو يوضح العلاقة بين التعداد والفترات الزمنية التى تمثلها كل طريقة من الطرق السابقة.



شكل (١-١) منحنى النمو السكانى للمدينة

من الشكل يتضح أن النموالسكانى للمدينة يكون ذو معدل متزايد فى البداية ثم يقل بنمو المدينة وإنحسار الأنشطة، وتحدث الزيادة بالطريقة الهندسية فى فترات النمو نتيجة للتوسع العمرانى أو عند التخطيط لمدينة جديدة ذات مناطق جذب صناعى أو تجارى أو زراعى ويلى ذلك زيادة ثابتة تعبر عن إستقرار المدينة بعد التوسعات المتوقعة وتمثل هذه الزيادة بالطريقة الحسابية ثم يلى ذلك تناقص فى معدلات الزيادة نظراً لقلة الموارد الإقتصادية للمدينة بعد تشبعها وكذلك قلة فرص العمل وحدوث هجرة من المدينة وتمثل الزيادة بالمعدل المتناقص.

هذا بالإضافة إلى الطرق التالية لتقدير السكان فى المستقبل.

١-٢-٤ تقدير عدد السكان بإفتراض كثافات سكانيه مرتبطة بإستخدامات الأراضى:

وتتوقف هذه الطريقة على تخطيط المدينة أو المنطقة.

والجدول رقم (١- ١) يعطى الكثافات السكانيه تبعاً لإستخدامات الأراضى.

جدول رقم (١ - ١) الكثافات السكانيه التى تستخدم عند حساب عدد السكان المتوقع فى تخطيط المدينة أو المنطقة

الكثافات السكانية (فرد/ هكتار)	إستخدامات الأراضى
٢٠ - ٥٠	فيلات درجة أولى
٥٠ - ١٠٠	فيلات درجة ثانيه
١٠٠ - ٢٥٠	عمارات سكنيه صغيرة
٢٥٠ - ٧٠٠	عمارات سكنيه متوسطة
٧٠٠ - ١٢٠٠ أو أكثر	عمارات سكنيه كبيرة
٥٠ - ٧٥	مناطق تجاريه
٢٠ - ٣٠	مناطق صناعية

١-٢-٥ طريقة الإمتداد البيانى Graphical Extention Method

وهى طريقه تقريبيه يستنتج منها التعداد المستقبلى عن طريق رسم منحنى النمو السكانى للمنطقة فى الماضى ثم عمل إمتداد له لإستنتاج التعداد عند سنة الهدف المطلوبة.

١-٢-٦ طريقة المقارنة البيانيه Graphical Comparison Method

وفيها يتم رسم منحنى النمو السكانى للمنطقه موضوع الدراسة مشابهاً لمنحنى النمو السكانى لمدينة مشابهه لها فى الأنشطة وأكبر منها فى التعداد ثم يمد المنحنى

مماثلاً لمنحنى النمو السكانى للمدينة الكبيرة وبالتالى يتم إستنتاج التعداد السكانى المطلوب فى المستقبل.

٢ - الفترات التصميميه :

٢-١ الأعمال المدنية

يتم تصميم الأعمال المدنية لمحطات الرفع ومبانى الخدمات لتحقيق متطلبات الخدمة حتى سنة الهدف والتى تتراوح بين ٤٠-٥٠ سنة .

٢-٢- الأعمال الميكانيكية والكهربائية

يعتمد تحديد الفترات التصميمية لمحطات الرفع على طبيعة تدرج التصرفات الحالية والمستقبلية الواردة لهذه المحطات حتى سنة الهدف وذلك على النحو التالى :

- بالنسبة للمحطات التى تخدم تجمعات سكنية قائمة ولها زيادة سكانية ثابتة تقريباً بالاضافة الى زيادة معدلات استهلاك المياه فان هذه المحطات تتزايد تصرفاتها بصورة متدرجة على مدى الفترة التصميمية وبمعدل محدود وعلى ذلك يتم تصميم وحدات الرفع على أساس فترة تصميمية تتناسب مع العمر الافتراضى لهذه الوحدات ويؤخذ ١٥ سنة مضافاً اليها فترة التصميم والتنفيذ (بدء التشغيل) . ويتم بعدها استبدال هذه الوحدات بأخرى جديدة يراعى فيها التصرفات الخاصة بالفترة التصميمية التالية .
- بالنسبة للمحطات التى تخدم تجمعات سكنية جديدة فإن الزيادة السكانية لها تكون مضطردة مما يترتب عليه تغييرات غير منتظمة فى التصرفات الواردة بالمحطة على الفترات الزمنية المتتابعة مما يستدعى مراعاة وجود مراحل تنفيذية لتركيب وحدات الرفع لمجابهة تطور ورود التصرفات حتى سنة الهدف مع مراعاة العمر الافتراضى للطلمبات .

- بالنسبة للمحطات التى تخدم مناطق لها طابع خاص والمحطات الرئيسية التى يصعب معها التغيير المستمر لوحدات الرفع أو القرى السياحية والتى تختلف فيها التصرفات الواردة للمحطة اختلافا كبيرا خلال فصول العام وفى هذه الحالة يتم تركيب مجموعات مختلفة التصرفات من وحدات الرفع تعمل فى الفصول المصممة لها ويترتب على ذلك زيادة سنوات العمر الافتراضى للمعدات وتكون الفترة التصميمية ٢٠ - ٣٠ سنة .

٣ - أختيار موقع محطة الرفع

يلزم أن تتوافر فى الموقع الشروط الآتية :

١ - أن يكون الموقع بالاماكن ذات المناسيب المنخفضة لتقليل تكاليف الانشاء سواء للشبكات أو للمحطة ويفضل أن تتوسط بقدر المستطاع منطقة الصرف .

٢ - يفضل أن يكون الموقع فى اراضى مملوكة للدولة لتفادى اجراءات نزع الملكية.

٣ - مراعاة أن تكون مسارات شبكة الانحدار التى تخدم هذا الموقع لا تتقاطع مع العوائق المائية ذات الاعماق الكبيرة كلما أمكن ذلك .

٤ - أن يكون الطريق المؤدى للمحطة والمار به خطوط الانحدار المؤدية اليها وخطوط الطرد بعرض كاف لاستيعاب هذه الخطوط مع سهولة الوصول للمحطة وتجنب الطرق السريعة كمسارات للخطوط قدر الامكان .

٥ - عدم وجود عوائق بالموقع (انابيب غاز - خطوط كهرباء ...) .

٦ - أن يكون الموقع قريب قدر الامكان من أماكن التغذية بالكهرباء والمياه .

٧ - يراعى ألا يزيد عمق ماسورة الداخل للمحطة على ٦ر٥ متر فيما عدا الحالات التى تتطلب الدراسة الفنية والاقتصادية لها زيادة العمق عن ذلك .

٨ - أن يكون الموقع بعيداً عن المنشآت القائمة بمسافة كافية .

٩ - مراعاة النواحى البيئية مع تجنب تداخل موقع المحطة مع مواقع منشآت التغذية بمياه الشرب على درجة الخصوص .

٤ - تحديد المناطق المخدومة

يعتمد اعداد المخطط العام لشبكات الصرف الصحى للمدينة أو القرية على المخطط العمرانى والتخطيط الهيكلى وطبوغرافية المنطقة ويراعى عند اعداد المخطط العام لشبكات الصرف الصحى الاستفادة الكاملة من طبوغرافية المنطقة لتقليل عدد محطات الرفع الى أقل عدد ممكن ، وتخدم كل محطة منطقة يفضل أن تكون خالية من العوائق (سكة حديد - ترع) وتصب هذه المحطات مباشرة الى محطات المعالجة (محطات رئيسية) أو الى محطة أخرى قريبة أو الى المجمعات الرئيسية (محطات فرعية) .

٥ - التصرفات التصميمية

٥-١- التصرفات الواردة لمحطة الرفع

يتم حساب التصرفات كما ورد بالكود المصرى لتصميم وتنفيذ خطوط المواسير لشبكات مياه الشرب والصرف الصحى .

٥-١-١- التصرف المتوسط: Qav

ويؤخذ من (٨ر٠ - ٩ر٠) من متوسط الاستهلاك اليومى للمياه وذلك للمدن والتجمعات السكانية التى يغلب عليها الطابع السكنى مشتملا على الانشطة الصناعية والتجارية التى تخدم السكان مع مراعاة أن يؤخذ فى الاعتبار الفرق فى الاستهلاك بين فصلى الشتاء والصيف .

٥-١-٢- معامل الذروة:

ويتم حسابه من المعادلة (P.F.) (عند أقصى تصرف صيفى جاف)

$$\text{Peak Factor} = 1 + 14 / (4 + \sqrt{p})$$

حيث (P) تعداد السكان بالألف .

٥-١-٣- معامل التصرف الأدنى:

ويتم حسابه من المعادلة (M.F.) (عند أدنى تصرف شتوى جاف)

$$\text{Min Flow Factor} = 0.2\sqrt[6]{P}$$

حيث (P) تعداد السكان بالألف

٥-١-٤- التصرف الصناعى Qindust

فى حالة وجود مناطق مخصصة للانشطة الصناعية للمدينة يؤخذ التصرف الصناعى من ١-٢ لتر/ث/الهكتار وذلك فى حالة عدم توافر بيانات محددة عن نوع الصناعات

أما فى حالة توافر هذه البيانات فيؤخذ التصرف حسب نوع الصناعة .

٥-١-٥- التصرف التجارى .Qcomm

فى حالة وجود مراكز تجارية تؤخذ قمة التصرف ما بين (٥ر٠ - ٧ر١) لتر/ث/هكتار .

٥-١-٦- تصرف مياه الرشح .Qinf

- يتم حساب تصرفات مياه الرشح الواردة للشبكة تبعاً لارتفاع منسوب مياه الرشح فوق الراسم العلوى للمواسير فى الشبكة مع مراعاة إستبعاد المساحة الذى ينخفض فيها منسوب مياه الرشح عن خط المواسير وفى حالة عدم توفر بيانات كافية تؤخذ :

- ٤٦ر٠ م٣ / يوم / ١ سم من قطر المواسير / ١ كم من خط المواسير
- أو ٢ر٠ ل / ث / هكتار .
- أو ٥-١٥ ٪ من التصرف المتوسط

٥-١-٧- تصرف مياه الأمطار

ويتم حسابه من المعادلة $Q_{rain} = 2.75\ C*I*A \quad (\ lit/s\ )$

حيث :

C : معامل فائض مياه الأمطار .

I : كثافة سقوط مياه الأمطار (مم/ ساعة)

A : المساحة المعرضة لسقوط الامطار والتى يخدمها الخط (هكتار)

جدول (١-٢) معامل فائض مياه الأمطار

نوع الأسطح	قيمة (C)
١ - الأسطح والشوارع المرصوفه .	٠,٧٠ - ٠,٩٥
٢ - التربة الطينية والحدائق والشوارع غير المرصوفه .	٠,١٠ - ٠,٤٠
٣ - التربة الرملية .	٠٥ر - ٢ر
٤ - المناطق السكنيه (مستويه)	٠,٣٠ - ٠,٥٠
٥ - المناطق السكنيه (جبليه)	٠,٥٠ - ٠,٧٠
٦ - المناطق الصناعية (صناعات خفيفه)	٠,٥٥ - ٠,٦٥
٧ - المناطق الصناعية (صناعات ثقيله)	٠,٦٠ - ٠,٨٠

٥-٢ حساب التصرفات

٥-٢-١- التصرف الأقصى Qmax

ويؤخذ إما مساوى لاقصى تصرف صيفى جاف عند سنة الهدف ويتم حسابه من المعادلة

$$Qmax = P.F. * Qav\ summer + Qidust. + Qcomm. + Qinf.$$

حيث $Qav\ summer = (1.2\text{-}1.3)\ Qav$

$$Qmax = P.F. * Qav\ winter + Qidust. + Qcomm. + Qinf + Qrain$$

حيث $Qav\ winter = (0.7\text{-}0.8)\ Qav$

٥-٢-٢- التصرف الأدنى Qmin

ويؤخذ مساوى لادنى تصرف شتوى جاف ويتم حسابه من المعادلة

$$Qmin = (M.F. * Qav) + Qidust + Qcomm + Qinf.$$

٦ - تحديد انواع محطات الرفع

تصب شبكات الصرف الصحى تصرفاتها فى بيارة تجميع حيث يتم تركيب الطلمبات إما مباشرة فى هذه البيارة (بئر مبتل) أو يخصص جزء من البيارة لتركيب الطلمبات (بئر جاف) وتؤخذ العوامل الأتية عند تحديد نوع المحطة :-

- المساحة المتاحة لمحطة الرفع
- نوع التربة بموقع المحطة .
- كمية التصرفات الواردة للمحطة

وبذلك تقسم محطات الرفع لمياه الصرف الصحى طبقا لنوع البيارة وشكلها والقدرة الاستيعابية كالتالى :-

٦-١ نوع البيارة

٦-١-١ بيارة جافة

تستخدم فى محطات الرفع ذات التصرفات المتوسطة والكبيرة .

٦-١-٢ بيارة مبتلة

وتستخدم فى محطات الرفع ذات التصرفات الصغيرة والمتوسطة .

٦-٢ الشكل

يتم تحديد شكل البيارة مستطيلة أو مستديرة طبقاً لنوعية التربة ومنسوب المياه الجوفية وأسلوب الانشاء المتبع ويمكن تقسيم البيارة من الداخل حسب نوع الطلمبات المستخدمة .

٦-٣ القدرة الاستيعابية (السعة)

٦-٣-١ التصرفات الصغيرة حتى ٤٠ لتر / ث

٦-٣-٢ التصرفات المتوسطة من ٤٠ - ٣٠٠ لتر / ث

٦-٣-٣ التصرفات الكبيرة أكبر من ٣٠٠ لتر / ث

٧ - وسائل الحماية والتحكم

٧-١ وسائل الحماية :

الغرض من استخدام وسائل الحماية هو :

- حماية البيئة من التلوث بفعل المخلفات السائلة ورواسبها والغازات المنبعثة منها وذلك بتغطية جميع الفتحات الموجودة بالمحطة بالطرق المناسبة مع عمل الحواجز والدرابزينات حول المحطة لمنع الافراد من الدخول اليها لغير المختصين مع مراعاة وسائل التهوية المناسبة والتى لا تسبب تأثيرا مباشرا على البيئة المحيطة بالمحطة .
- حماية الافراد العاملين بالمحطة من الاخطار الناتجة عن تعاملهم المباشر مع المخلفات السائلة وما قد تسببه من إختناق وأمراض وأوبئة وذلك باستخدام أجهزة الوقاية من اسطوانات اكسجين والبدل العازلة والقفازات والاحذية العازلة وخلافه .

- حماية وحدات الرفع وخطوط الطرد من الانسداد والتأكل باستخدام المصافى وأحواض ترسيب الرمال ووحدات تصفية وترسيب إذا لزم الأمر .
- حماية وحدات الرفع وخطوط مواسير الطرد من الطرق المائى باستخدام الاجهزة المناسبة .
- الحماية ضد اخطار التعرض للصدمات الكهربائية الناتجة عن ملامسة الوحدات المتصلة بالتيار الكهربائى واخطار الحوادث الناتجة عن الاجزاء الدوارة بالمهمات الميكانيكية للمحطة وذلك بتطبيق تعليمات ومقتضيات الأمن الصناعى .
- حماية المعدات الميكانيكية والأجهزة الكهربائية باستخدام مبينات التيار والجهد واستخدام وسائل الفصل التلقائى فى حالة زيادة الحمل أو اختلاف الجهد أو قصر الدائرة .
- الحماية ضد انخفاض أو أرتفاع مناسيب المخلفات السائلة فى بيارة التجميع باستخدام وسائل الانذار الصوتى والضوئى المناسبة .

٧-٢- وسائل التحكم

تستخدم وسائل التحكم فى محطات الرفع بغرض تنظيم استخدام المعدات للحصول على أحسن أداء بما يضمن التشغيل الامثل لهذه المعدات مع عدم حدوث خلل فى معدلات التشغيل للمحطة يؤدى الى ظاهرة الطفح أو تخزين المخلفات بالشبكة (مواسير الانحدار) مما يسبب انسدادها وتآكلها نتيجة تراكم الرواسب بها أو بالبيارات وغرف التفتيش علاوة على انبعاث روائح كريهة والتلوث البيئى .

وعادة يتم الجمع بين نظم التشغيل اليدوى والاوتوماتيكى فى جميع المحطات لتحقيق هذا الغرض .

ويتم اختيار نظام التشغيل والتحكم طبقاً للحالة سواء كانت تشغيل مستمر متوافق بالطلمبات والاجهزة الملحقة بها أو حدوث أعطال مفاجئة أو مواجهة احمال كبيرة غير طبيعية سواء عند تصرفات الذروة أو الامطار الغزيرة أو حدوث كسور بخطوط المواسير وتنقسم نظم التحكم المختلفة الى الآتى :

٧-٢-١- وسائل التحكم الميكانيكية

- كالمبينات الميكانيكية والمنظمات والعوامات ومبينات الضغط والتصرف .

٧-٢-٢- وسائل التحكم الكهربائية

- مثل أجهزة التحكم ونقل الاشارات والحاسبات الآلية وأجهزة التحكم المبرمج والأجهزة الذكية للتحكم فى تشغيل وحدات الرفع .

٧-٢-٣- وسائل التحكم الهيدروليكية

- كأجهزة تشغيل المحابس والبوابات والتحكم فى المناسيب والقياس .

٨ - المخطط العام

بعد تحديد واختيار الموقع يتم اعداد المخطط العام للمحطة بهدف توزيع مكوناتها الرئيسية حسب نوع المحطة رئيسية أو فرعية أخذا فى الاعتبار العناصر المساحية والهيدروليكية والانشائية والميكانيكية والكهربائية على النحو التالى :

- الرفع المساحى للموقع ومناسيبه .
- ربط الموقع بالطرق العمومية .
- اتجاه دخول خطوط الانحدار وخروج خطوط الطرد .
- توزيع وحدات المحطة وارتباطها بما يساعد على سهولة التشغيل واداء الغرض منها مع ترك المسافات المناسبة بين وحدات المحطة والمبانى الملحقة لضمان سهولة الاعمال الانشائية وتسهيل اعمال التركيب والتشغيل والصيانة للمهمات الميكانيكية والكهربائية وإمكانية التخلص من المخلفات الناتجة من أعمال التطهير والتصفية داخل بيارة التجميع .
- تزويد الموقع بالمرافق اللازمة مثل شبكات التغذية بمياه الشرب والصرف الصحى للمبانى الادارية ومكافحة الحريق وري المسطحات الخضراء وانارة الموقع والاتصالات
- اقامة سور خارجى لحماية الموقع من المؤثرات الخارجية شاملا الحراسة والاستعلامات.

- توفير المبانى الادارية ومبانى الخدمات والمسطحات الكافية للخزانات (الوقود والتبريد) والمعدات التى تركب خارج المبنى .
- تحقيق التنسيق المعمارى بين وحدات ومبانى المحطة من حيث الارتفاعات والابعاد والمسافات اللازمة للتهوية والاضاءة الطبيعية مع تجميل الموقع .
- إنشاء الطرق الداخلية المناسبة .

٩ - الأعمال المساحية

تجرى الاعمال المساحية بموقع محطات الرفع بهدف الأتى :

- رفع المعالم الرئيسية المحيطة بالموقع من طرق - مصارف - ترع ... وخلافه
- تحديد نقطة ثابتة معلومة المنسوب داخل الموقع فى مكان مناسب مع توصيفه للرجوع اليه .
- تحديد المنسوب المطلق للمحطة لحساب الرافع الاستاتيكى للمحطة
- تحديد التسوية المطلوبة لموقع البيارة بالنسبة لطريق الخدمة للمحطة .

١٠ - دراسات التربة

يلزم عند تصميم وتنفيذ محطات الرفع اجراء ابحاث التربة والاساسات بهدف الأتى :

- تحديد الاجهادات اللازمة لتصميم اساسات محطة الرفع ومبانى الخدمات .
- تحديد نوعية واعماق الاساسات
- تحديد اسلوب تنفيذ البيارة واسلوب الانشاء
- تحديد منسوب المياه الجوفية ونوعيتها ونوعية التربة لتحديد كمية ونوعية الاسمنت المستخدم والمواد العازلة لحماية المنشآت .

ويراعى بالاضافة الى ذلك ما جاء بالكود الخاص بالاساسات واختبارات التربة .

الفصل الثانى : التصميـم

١- التصميم الهيدروليكى والميكانيكى

٢- تصميم الأعمال الكهربائية

٣- التصميم المعمارى والإنشائى

٤- مستندات التعاقد

١- التصميم الهيدروليكى والميكانيكى

١-١- تحديد حجم بيارة التخزين Sump Volume

يعتبر حجم التخزين الذى يتم حسابه هو الحد الأدنى للتشغيل الآمن تحت أصعب الظروف بإعتبار عدد مرات التشغيل لوحدات الرفع فى الساعة (أو معدل التشغيل). وعند تحديد حجم بيارة التخزين فى محطة الرفع فإن هناك عدة عوامل يجب مراعاتها وهى :

١- العلاقة بين التصرفات الواردة وسعة الطلمبات العاملة بالإضافة الى عدد مرات التشغيل والإيقاف فى الساعة والمقننة لمحركات الطلمبات وأجهزة بدء الحركة لها.

٢- التصرفات الزائدة الفجائية لمنع حدوث الإرتجاع الهيدروليكى الى شبكة الصرف الخاصة بالمحطة (adverse hydraulic conditions) أو أى أحمال إضافية عليها (surcharge) .

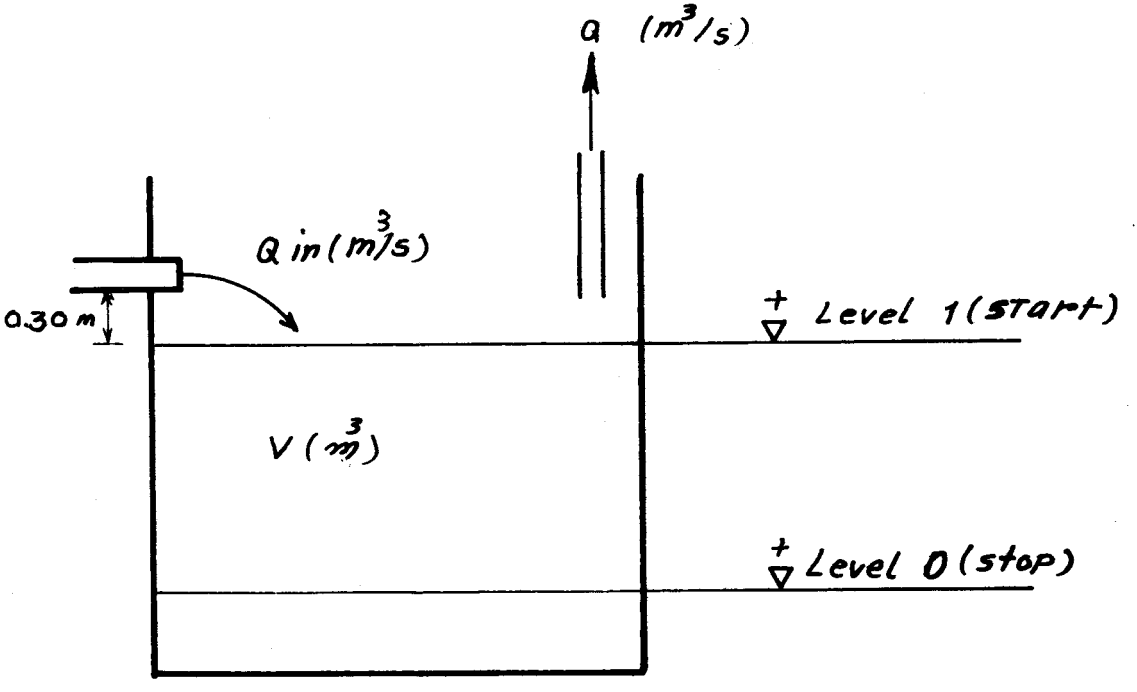
٣- تصميم أبعاد وأماكن توزيع الطلمبات والمواسير والبلوف داخل البيارة.

٤- توفير حجم تخزين إحتياطى والذى قد يحتاج إليه فى حالة الأعطال لإستيعاب تصرفات الذروة الواردة الى المحطة .

ويعتبر العامل الأول هو أساس الحسابات الخاصة بتحديد حجم التخزين بالبيارة ويتم التحقق بعد ذلك من توفر العوامل الأخرى السابقة لضمان التشغيل الآمن .

١-٢ حساب حجم التخزين الفعال Active Volume

يتم حساب حجم التخزين الفعال للبيارة فى محطة الرفع على أساس عدد مرات التشغيل والإيقاف لوحدات الرفع فى الساعة طبقا للقاعدة الآتية : والموضح بالشكل رقم (٢-١)



شكل (٢-١) مستويات التشغيل والإيقاف

$$T = \frac{V}{Qin} + \frac{V}{Q-Qin} \quad \text{.....(1)}$$

حيث

T = الزمن بين وضعى تشغيل متتاليين وهو زمن دورة التشغيل للطلمبة (ثانيه) .

V = الحجم الفعال لبيارة التخزين وهو حجم التخزين بين منسوبى التشغيل والإيقاف للطلمبات العاملة بالمحطة (متر مكعب) .

Q = سعة الوحدات العاملة بالمحطة (حجم التصرفات التى يتم رفعها بواسطة هذه الوحدات) (متر مكعب / ثانيه) .

Q_{in} = التصرف الأقصى الوارد للمحطة (متر مكعب / ثانيه) .

(التصرف المتوسط × معامل الذروة المناظرة) .

- يقسم زمن دورة التشغيل (T) الى زمن العمل للطلمبات (Operating) (t_p) وزمن توقف الطلمبات لملء البيارة (off time) (t_s)

$$T = t_p + t_s \quad \text{..... (2)}$$

$$t_s = \frac{V}{Q_{in}} \quad \text{..... (3)}$$

حيث :

t_s= وهو الزمن اللازم لملء حيز التخزين بالبيارة بين منسوب الأيقاف (level-0)

ومنسوب التشغيل (level-1)

$$t_p = \frac{V}{Q - Q_{in}} \qquad (4)$$

حيث :

t_p = الزمن اللازم لتفريغ البيارة بين منسوب التشغيل (level - 1) ومنسوب الأيقاف (level -O) وذلك عندما يكون $Q \geq Q_{in} \geq O$

أما عندما يكون $Q < Q_{in}$ فإن منسوب المياه داخل البيارة سوف يزداد حتى فى حالة تشغيل الطلمبات بصفة دائمة.

ويمكن إعادة كتابة المعادلة (1) على الصورة الآتيه

$$T = V \left\{ \frac{1}{Q_{in}} + \frac{1}{Q - Q_{in}} \right\} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (5)$$

ومنها يتضح أن زمن دورة التشغيل (T) هو دالة فى التصرفات الواردة (Q_{in}) عند حجم تخزين محدد (V) وسعة للطلمبات العاملة (Q)

ويمكن الحصول على التصرفات الواردة والتى عندها يكون زمن دورة التشغيل أقل ما يمكن عندما يكون

$$dT / d\,Q_{in} = 0$$

وبالتعويض فى المعادلة (5) فإن :

$$Q_{in} = \frac{Q}{2} = \varphi \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (6)$$

وتسمى φ التصرف الحرج (Critical inflow)

أى أن زمن دورة التشغيل يكون أقل ما يمكن عندما تكون التصرفات الواردة Qin نصف سعة الرفع للطلمبات Q وبالتعويض فى المعادلة (5) من المعادلة (6) فإن أقل زمن لدورة التشغيل

$$Tmin = \frac{4V}{Q} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (7)$$

ومن ثم يتم تحديد أقل زمن لدورة التشغيل مقدما وبناء عليه يتم حساب حجم بيارة التخزين التى تحقق زمن دورة T أكبر من Tmin للتصرفات الواردة للمحطة.

وبذلك يكون أقل حجم فعال لبيارة التخزين

$$Vmin = \frac{Tmin.Q}{4} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (8)$$

ومن هذه العلاقة يمكن حساب أقل حجم تخزين فعال للبيارة لعدد محدد من مرات التشغيل للطلمبات فى الساعة.

ويمكن إستخدام نفس العلاقة (8) على الصورة الآتية :

$$Vmin = \frac{0.9\ Q}{Z} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (9)$$

حيث

Vmin = أقل حجم فعال لبيارة التخزين (متر مكعب)

Z = عدد مرات تشغيل الطلمبات فى الساعة (معدل التشغيل)

Q = تصرف الطلمبات العاملة (لتر / ثانية)

ويتوقف تحديد عدد مرات التشغيل للطلمبات فى الساعة على سعة الطلمبات ونوعها والرفع المانومترى التى تعمل ضده. ويؤخذ فى الإعتبار أنه كلما زاد عدد مرات التشغيل المطلوبة فى الساعة كلما إرتفعت تكلفة المحركات الكهربائية وأجهزة التحكم بصورة كبيرة.

وبناءا عليه فإنه كلما زادت سعة الطلمبات وزاد الرفع المانومترى وبالتالى قدرة المحركات الخاصة بها فإن ذلك يستلزم تقليل عدد مرات التشغيل فى الساعة (معدل التشغيل) وذلك حفاظا على الناحية الإقتصادية فى إنشاء المحطة.

١-٣ معدل التشغيل للطلمبات

تكون عدد مرات التشغيل / الساعة المسموح بها فى الحدود التالية (طبقا لقدرات المحركات الكهربائية اللازمة لإدارة الطلمبات).

أقل من ٥ كيلووات	٢٥ مرة / الساعة
أكبر من ٥ - ٢٠ كيلووات	٢٠ مرة / الساعة
أكبر من ٢٠- ٥٠ كيلووات	١٥ مرة / الساعة
أكبر من ٥٠ - ١٠٠ كيلووات	١٠ مرة / الساعة
أكبر من ١٠٠ - ٢٠٠ كيلووات	٦ مرة / الساعة
أكبر من ٢٠٠ كيلو وات	٤ مرة / الساعة

ويجب عند إعداد المواصفات الخاصة بالمحركات الكهربائية ذكر عدد مرات التشغيل المطلوبة فى الساعة .

والشكل رقم (٢-٢) يبين العلاقة بين زمن دورة التشغيل T (أو عدد مرات التشغيل في الساعة z) وبين النسبة بين التصرفات الواردة للمحطة Qin إلى تصرف الطلمبات العاملة بالمحطة Q وأزمنة الإيقاف ts والتشغيل tp للطلمبات في الحالات الثلاثة

$Q_{in}/Q = \varphi$, $Q_{in} < \varphi$, $Q_{in} > \varphi$

١-٤ تنقسم حسابات حجم التخزين الى الحالات الثلاثة الآتية :-

- محطة رفع بها طلمبة واحدة عاملة (Single pump P.S)
- محطة رفع بها طلمبتين تعملان بالتبادل (Alternating use of two pumps)
- محطة رفع بها أكثر من طلمبتين عاملتين (Multipump system)

أ) محطة الرفع ذات الطلمبة الواحدة

حجم التصرفات الواردة للمحطة خلال دورة واحدة :

$$V = Q_{in} \cdot T$$

وبما أنه يجب أن يتم رفع نفس الحجم من المحطة خلال زمن التشغيل فإن :

$$V = Q\,t$$

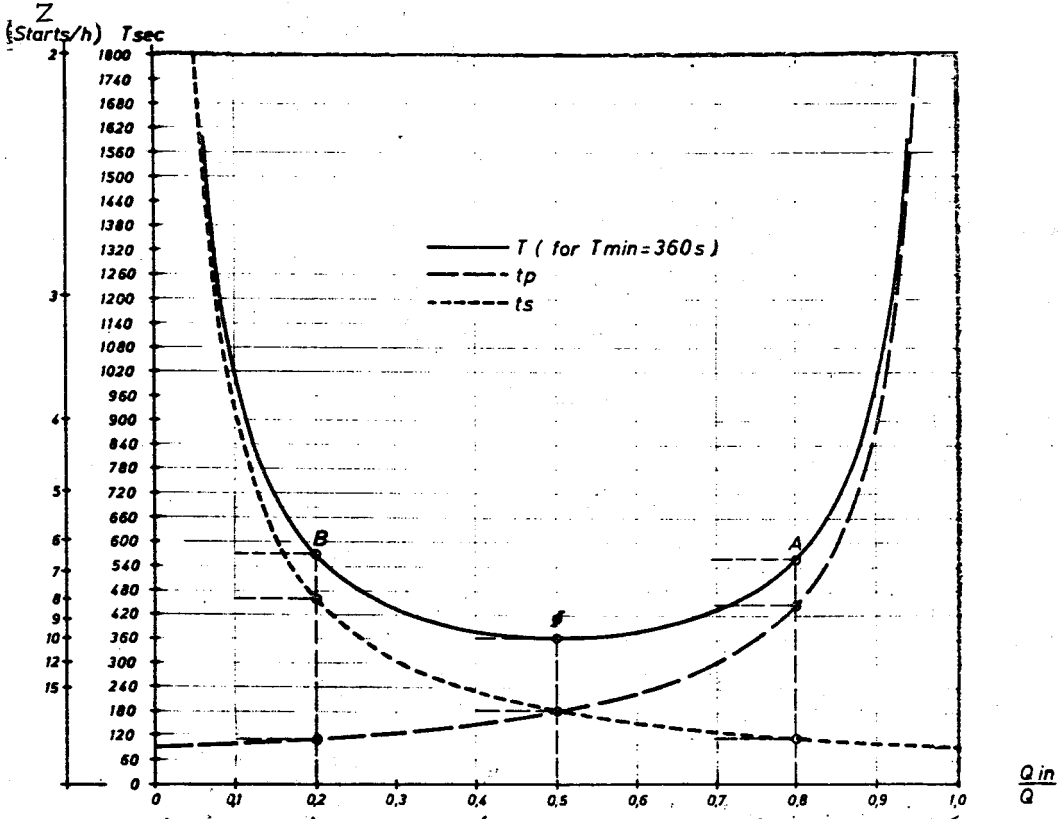
حيث Q = معدل تصرف الطلمبة

t = زمن عمل الطلمبة

وعلى ذلك يكون

$$Q_{in} \cdot T = Q\,t$$

$$t = \frac{Q_{in}\,T}{Q}$$



شكل رقم (٢-٢) : العلاقة بين زمن دورة التشغيل T (أو عدد مرات التشغيل في الساعة Z) وبين النسبة بين التصرفات الواردة للمحطة Q_{in} الى تصرفات الطلمبات العاملة بالوطء Q

وعند توقف الطلمبة فإن الحجم V_h والمكافئ للحجم الفعال بين منسوبى التشغيل والأيقاف يتم ملؤه خلال زمن قدره $(T - t)$

ومن ذلك فأن زمن الدورة

$$T = \frac{V_h \, Q}{Q_{in} \, Q - Q_{in}^2}$$

ويكون معدل التشغيل (Z) هو معكوس (T)

$$Z = \frac{Q_{in} \, Q - Q_{in}^2}{V_h \, Q}$$

ومنه يتضح أن معدل التشغيل Z دالة فى النسبة Q/Q_{in}

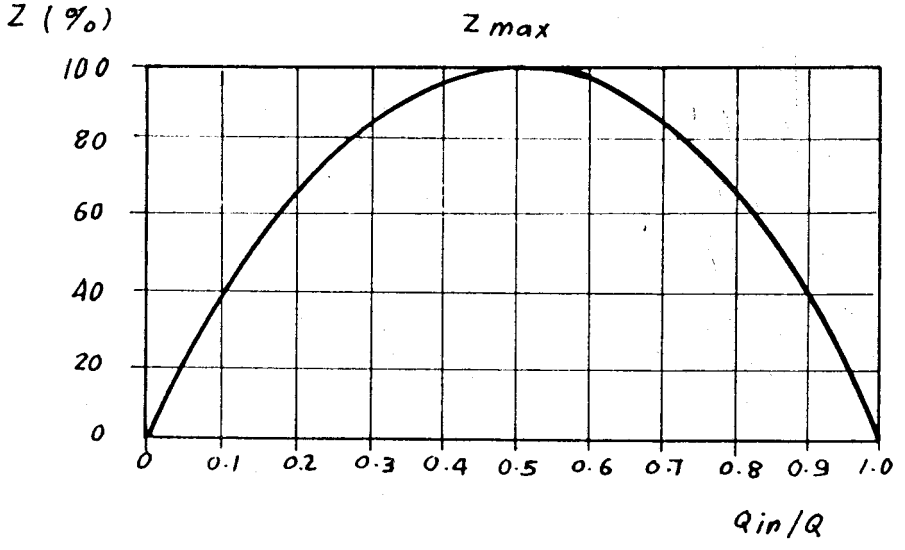
والشكل رقم (٢-٣) يوضح العلاقة بين معدل التشغيل وتصرف الطلمبات

ويمكن حساب أقصى معدل للتشغيل بإجراء التفاضل للعلاقة السابقة

$$\frac{dZ}{dQ_{in}} = \frac{Q - 2\,Q_{in}}{V_h \, Q}$$

وهذه النسبة تساوى صفرا عندما يكون $Q_{in} = 1/2\ Q$

وبالتعويض بهذه القيمة للتصرفات الواردة Q_{in} فى المعادلة الخاصة بمعدل التشغيل .



شكل (٢-٣) : العلاقة بين معدل التشغيل (Z) والنسبة بين التصرفات الواردة للسوطة الى تصرف الطلمبة

$$Zmax = \frac{Q}{4\ Vh}$$

ومن ثم يكون الحجم الفعال Vh المكافئ لأقصى معدل للتشغيل

$$Vh = \frac{Q}{4\ Zmax}$$

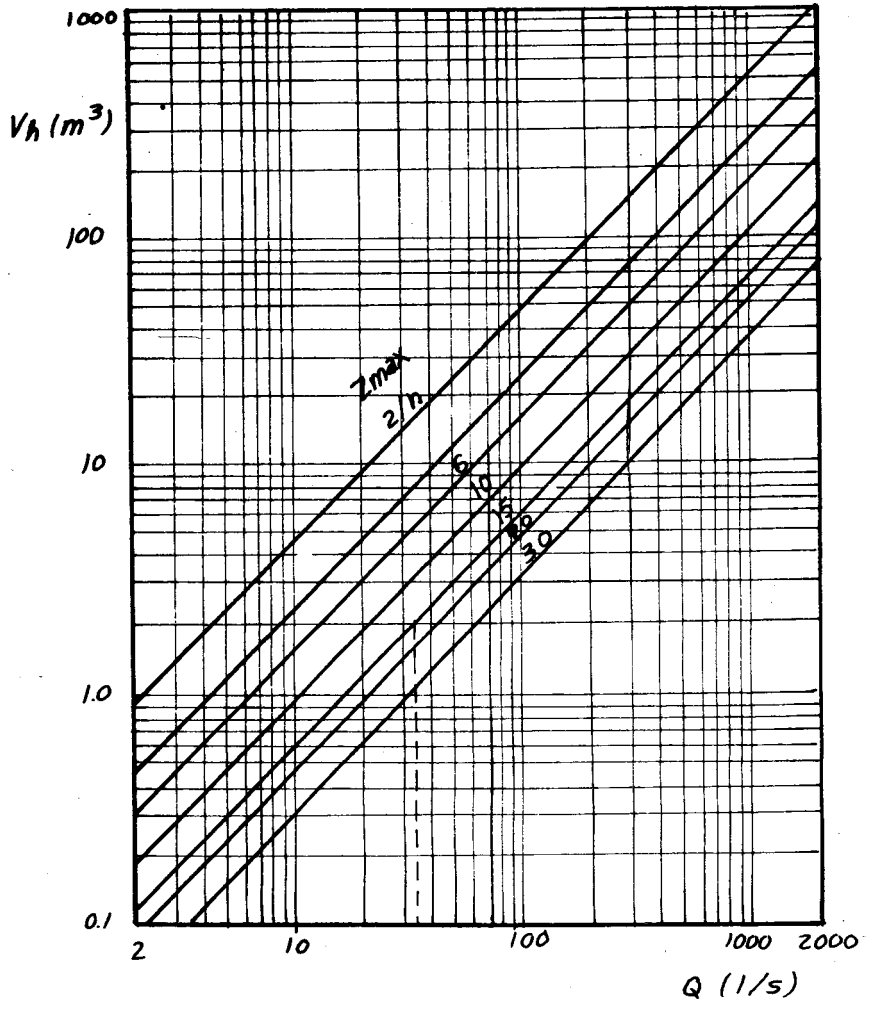
والشكل رقم (٢-٤) يوضح العلاقة بين حجم التخزين الفعال وتصرف الطلمبات عند معدلات التشغيل المطلوبة.

ب) حالة تشغيل طلمبتين بالتبادل

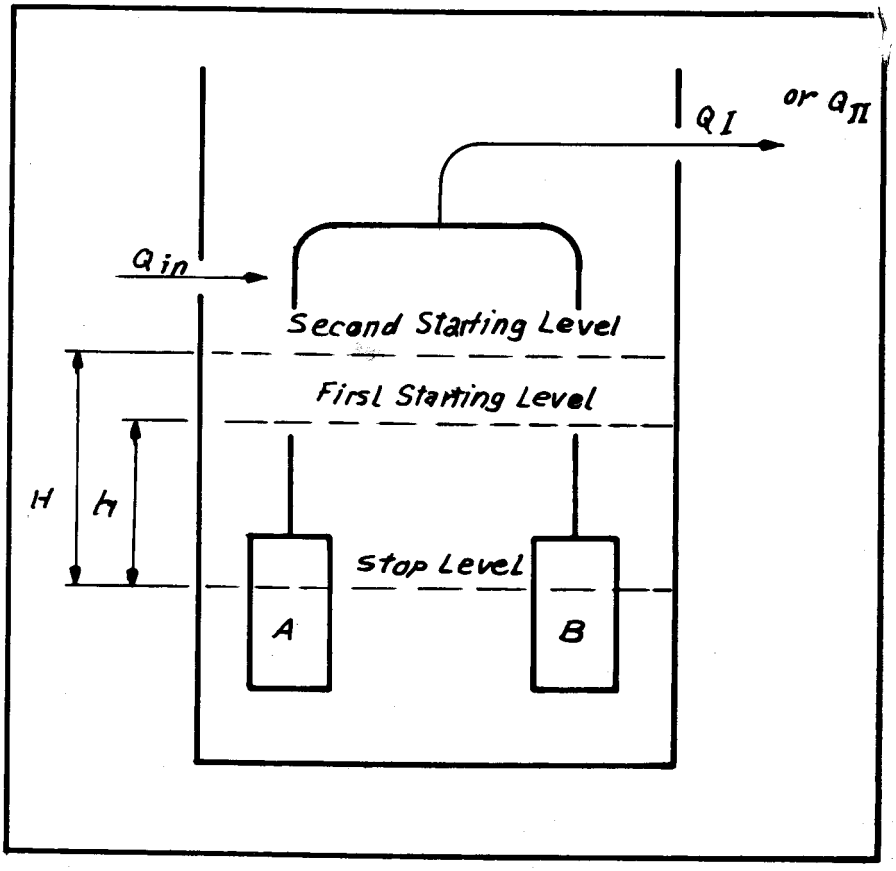
الشكل رقم (٢-٥) رسم توضيحى لتشغيل طلمبتين متماثلتين بمحطة الرفع

عندما يصل منسوب المياه بالبيارة الى مستوى التشغيل الأول فإن إحدى الطلمبتين (الطلمبة A) تبدأ فى العمل وإذا كان معدل تصرف الطلمبة Q_I أكبر من معدل التصرفات الواردة للمحطة Qin فإن منسوب المياه يستمر فى الهبوط حتى مستوى الإيقاف وعندها تتوقف(الطلمبة A) عن العمل ثم يبدأ مستوى المياه فى الإرتفاع من جديد حتى يصل الى مستوى التشغيل الأول وعندها تبدأ الطلمبة الثانية B فى العمل أو بعبارة أخرى فإن الطلمبتين تعملان بالتبادل.

وإذا كان معدل التصرفات الواردة للمحطة Qin أكبر من معدل تصرف الطلمبة الواحدة Q_I فإن منسوب المياه يرتفع الى منسوب التشغيل الثانى حيث تبدأ الطلمبة الأخرى فى العمل . وإذا كان معدل تصرف الطلمبتين معا (التصرف المجمع للطلمبتين) Q_{II} أكبر من معدل التصرفات الواردة فإن منسوب المياه يهبط حتى الوصول الى منسوب الإيقاف وعندها تتوقف الطلمبتين معا عن العمل.



شكل رقم (٢-٤) : العلاقة بين حجم التخزين الفعال وتصرف الطلمبة عند معدلات التشغيل المطلوبة



شكل رقم (٢-٥) : رسم توضيحي لتشغيل طلمبتين متماثلتين بمحطة الرفع

ومن الشكل رقم (٢-٦) يتضح ما يلى :

١- عندما يكون $Q_{in}/Q_I<1$

فى هذه الحالة فإن حجم التخزين الفعال V_h يمكن حسابه من العلاقة التالية بإعتبار أن هناك طلمبتين تعملان بالتبادل

$$V_h = \frac{Q_I}{8 \quad Z_I max}$$

الشكل رقم (٢-٧) يوضح ذلك

٢- عندما يكون $Q_{in}/Q_I > 1$

وفى هذه الحالة فإن عاملين آخرين يؤثران فى معدل التشغيل وهى النسبة V_h/V_H والتصرف المجمع للطلمبتين معا Q_{II} (والذى يحدده الفقد بالإحتكاك داخل ماسورة الطرد)

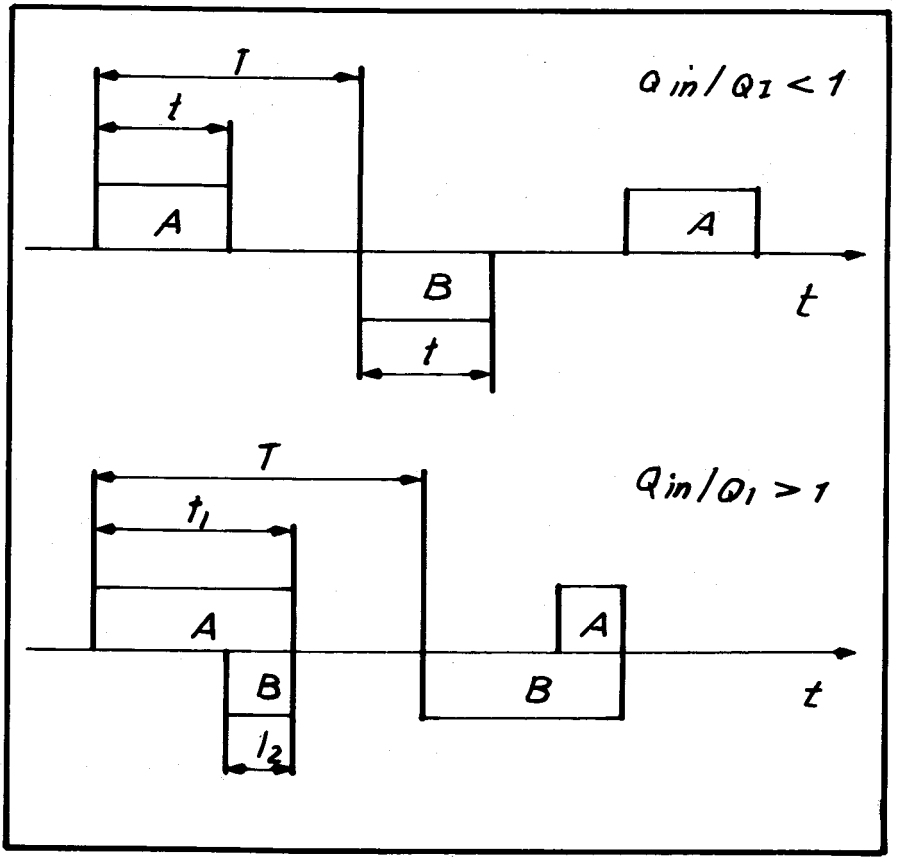
والحجم V_H يناظر الإرتفاع H فى الشكل (٢-٥)

وعلى ذلك فيمكن أستنباط العلاقة التالية

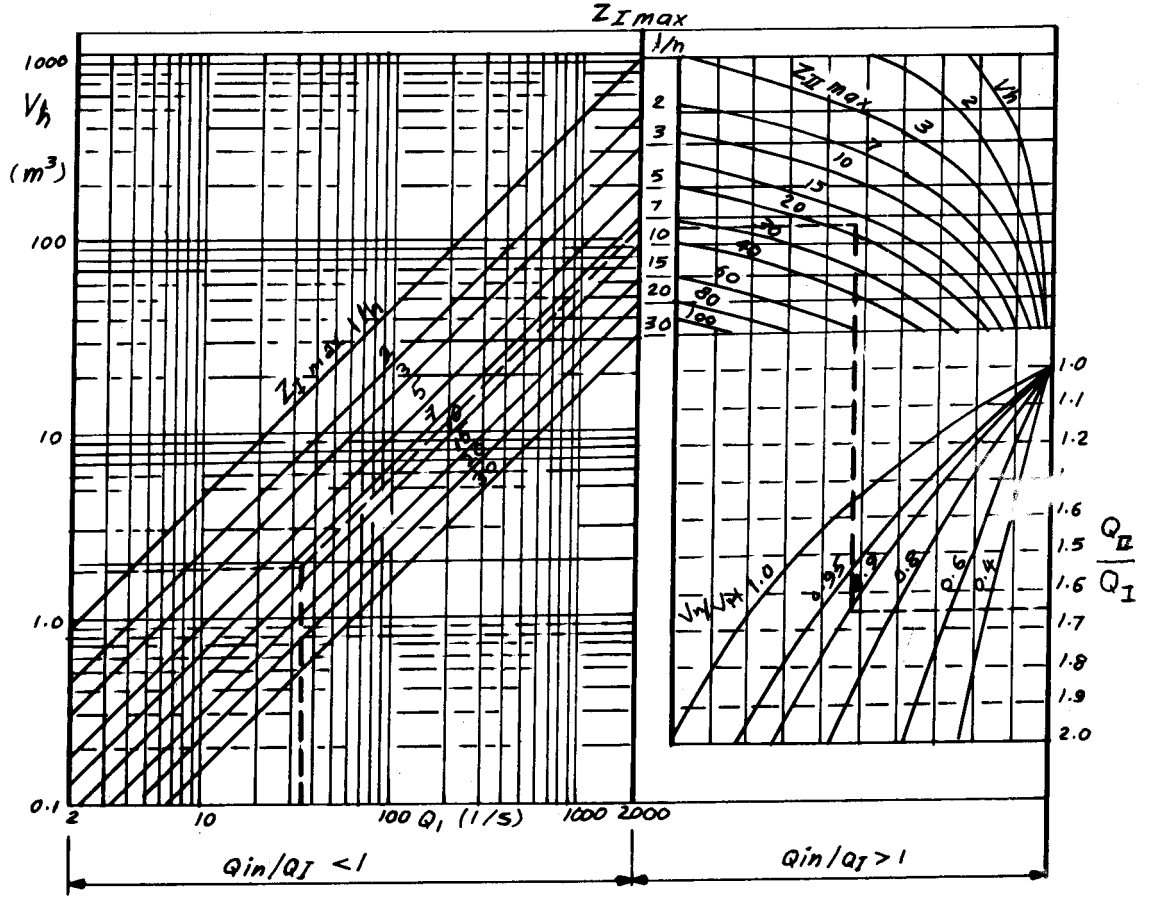
-١

$$Z_{II} = \left\{ \frac{Q_I (V_H - V_h)}{Q_{in}^2 - Q_I Q_{in}} + \frac{Q_{II} V_H}{Q_{in} Q_{II} - Q_{in}^2} \right\}$$

ويبين الجانب الأيمن من النوموجرام بالشكل رقم (٢-٧) قيم معدل التشغيل الأقصى $Z_{II\ max}$ وذلك بحل المعادلة السابقة بإستخدام الحاسب الآلى .



شكل رقم (٢-٦) : رسم توضيحي لعمل طلمبتين بالتبادل بمحطة الرفع



شكل رقم (٢-٧) : نوموجرام معدل التشغيل لطاحبتين تعملان معاً بالتبادل

الشكل رقم (٢-٨) يوضح العلاقة بين معدل التشغيل والنسبة Q_{in} / Q_I ومنه يتضح أن معدل التشغيل يرتفع بحدة عند تشغيل الطلمبتين معا على التوازى ويكون القيمة القصوى لمعدل التشغيل $Z_{II\,max}$ حرجة جدا.

الشكل رقم (٢-٩) يوضح تأثير النسبة V_h/V_H على منحنى معدل التشغيل Z عندما يكون V_H ثابت وقيمة V_h متغيرة.

الشكل رقم (٢-١٠) يوضح تأثير النسبة Q_{II}/Q_I على منحنى معدل التشغيل Z عندما تكون النسبة V_h/V_H تساوى ٨ر٠ ويتضح منها أن قيم $Z_{II\,max}$ تقل بزيادة فواقد ماسورة الطرد.

جـ) حالة تشغيل أكثر من طلمبتين

هناك نظامين للتشغيل فى هذه الحالة

- عندما يكون للطلبمات العاملة منسوب مشترك للإيقاف

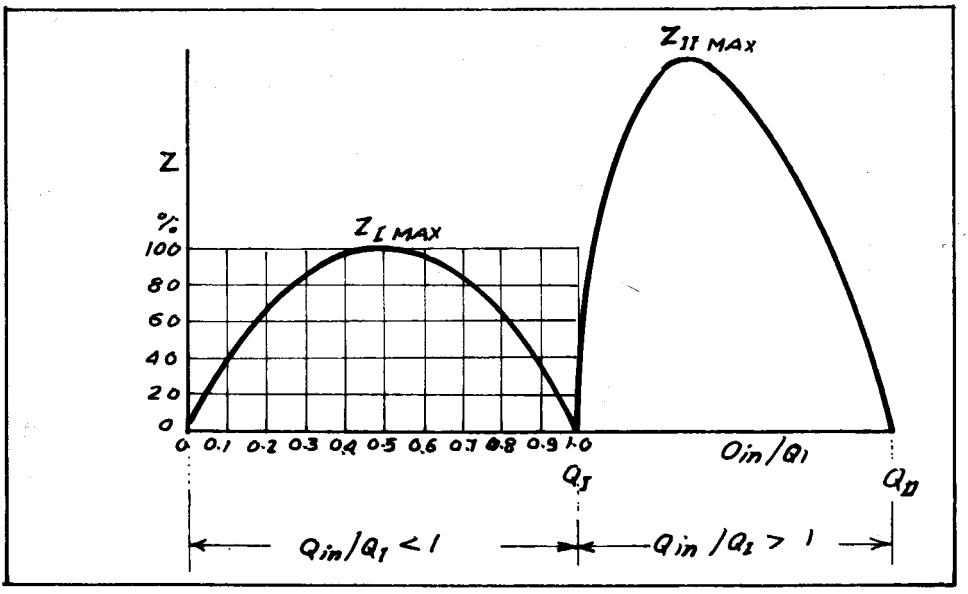
(Common stop level)

- عندما يكون مناسيب الأيقاف للطلمبات العاملة متدرجة

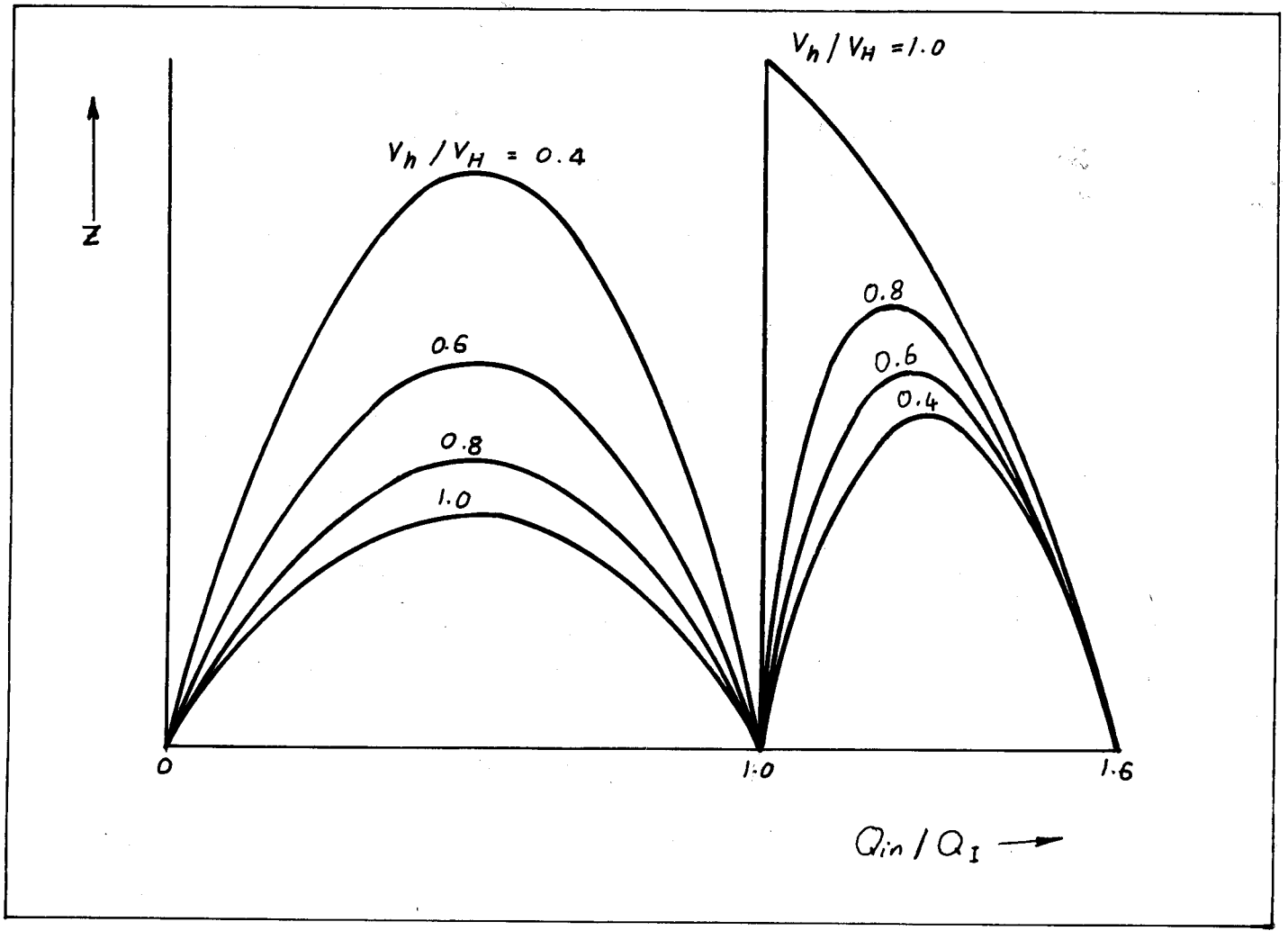
.(Stepped stop levels)

النظام الأول وجود مستوى إيقاف مشترك

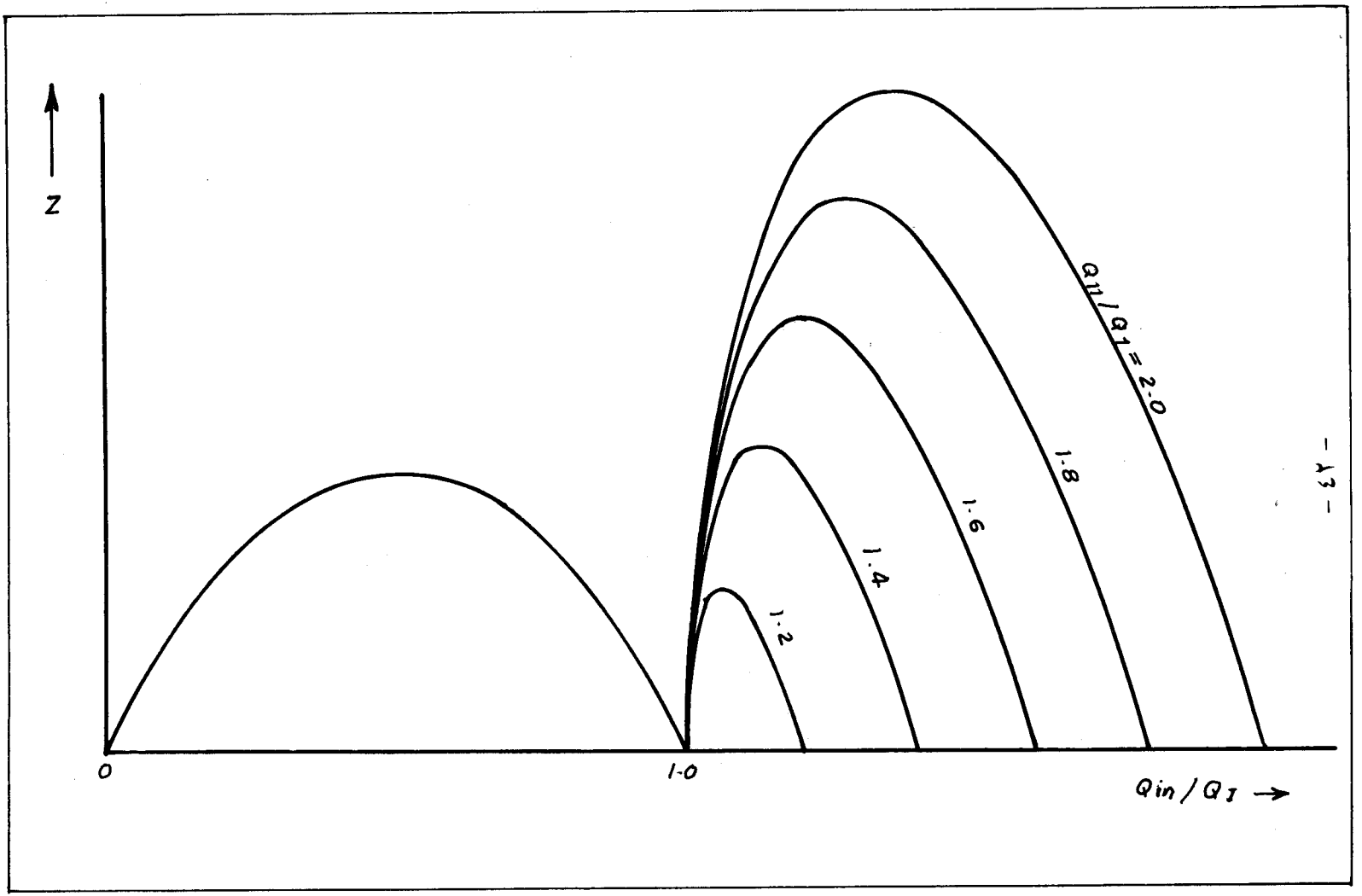
الشكل رقم (٢-١١) يوضح النظام الأول عندما يتم تشغيل الطلمبات على مراحل (Stepped starting levels) ولكن الإيقاف يكون لها جميعا عند منسوب مشترك (ويراعى فى هذه الحالة أن يكون هناك تشغيل بالتبادل للطلمبات العاملة حتى يكون عدد ساعات التشغيل متساويا بين الطلمبات جميعا).



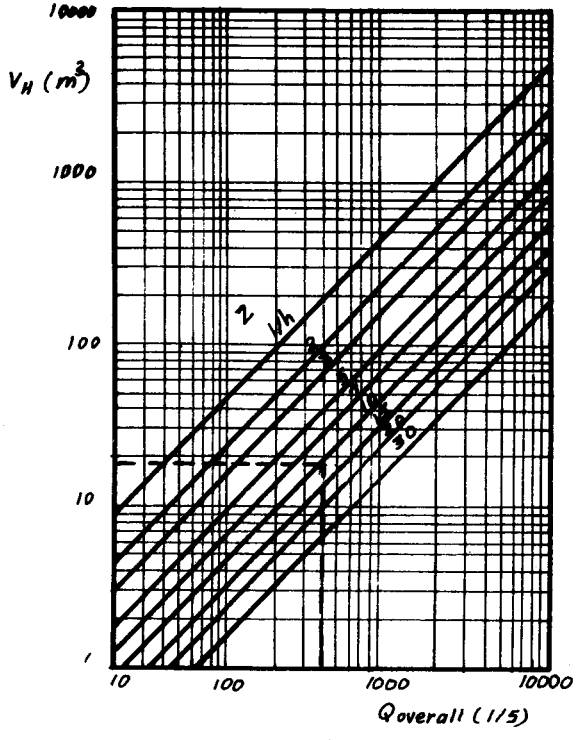
شكل رقم (٢-٨): العلاقة بين معدل التشغيل والنسبة Q_{in}/Q_I

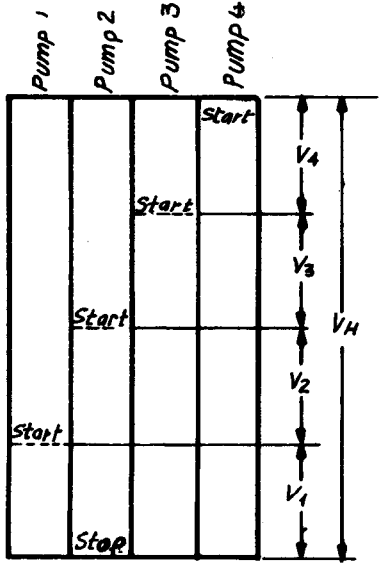


شكل رقم (٢-٩): تأثير النسبة V_h / V_H على منحنى معدل التشغيل z عندما يكون V_H ثابت وقيمه V_h متغيرة



شكل رقم (٢-١٠) : تأثير النسبة (Q_{II} / Q_I) على منحنى معدل التثقيل (Z) عندما تكون النسبة V_H / V_H تساوي ٨٠





For similar pumps:
$V_1 = V_2 = V_3 = etc.$

شكل رقم (٢-١١) : تشغيل الطلمبات على مراحل مع الايقاف عند سنوب مشترك

ويمكن تطبيق النظام الأول فى تصميم محطات الرفع متعددة الطلمبات عندما يكون حجم التخزين صغير .

ومن مميزات هذا النظام الأتى :-

- تفادى حدوث طبقة خبث طافى أو ترسيب للحمأة فى قاع البيارة.
- سهولة الموازنة بين ساعات التشغيل للطلمبات العاملة ، إلا أن هذا النظام يحتاج الى وجود نظام فعال لمنع الطرق المائى.

ومن عيوب هذا النظام :-

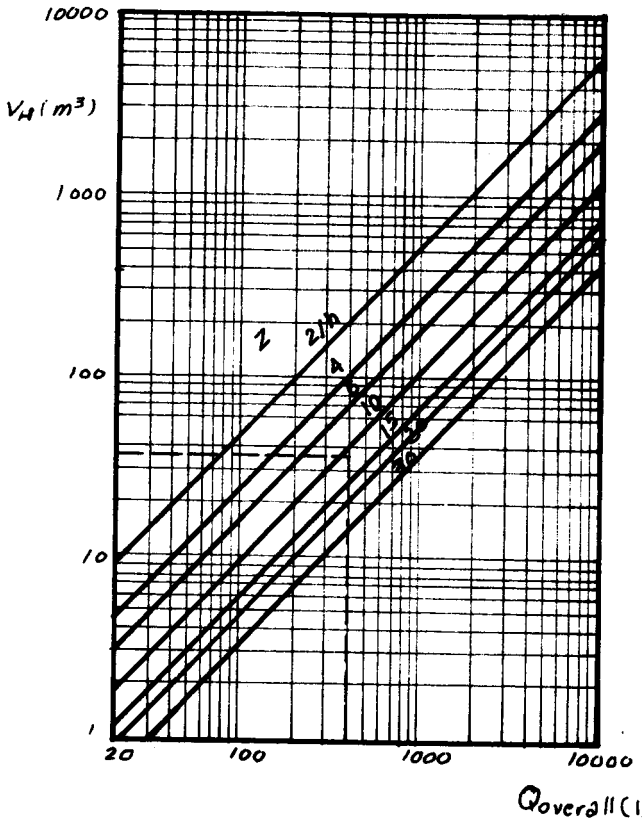
- الحاجة إلى نظام مكلف لمنع الطرق المائى .
- عدم الحصول على تصرفات مستمرة من محطة الرفع .

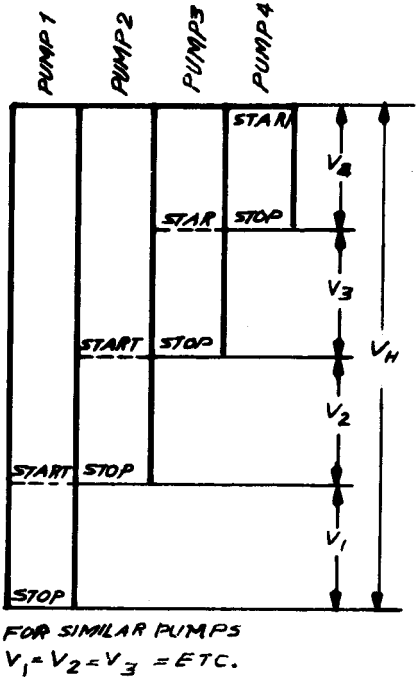
النظام الثانى وجود مناسيب متدرجة للإيقاف

الشكل رقم (٢-١٢) يوضح النظام الثانى عندما يكون كلا من مناسيب التشغيل والإيقاف متدرجة.

ويطبق هذا النظام فى حالة تصميم محطات الرفع متعددة الطلمبات عندما يكون حجم التخزين كبير نسبيا ومن مميزات هذا النظام :

- الحصول على تصرفات منتظمة من المحطة لا يوجد بها تغييرات فجائية (مثل حالات رفع التصرفات الى محطات المعالجة) .
- تفادى إنشاء نظام مكلف للطرق المائى.





شكل رقم (٢-١٢) : التشغيل والإيقاف للطلمبات على مناسيب متدرجة

- يمكن التغاضى عن وجود طبقة من الخبث الطافى أو ترسيب بالبيارة حيث يتم التعامل مع ذلك بوسائل أخرى.

حساب حجم بيارة التخزين فى النظام الأول (وجود مستوى إيقاف مشترك)

١- العلاقة بين التصرف الإفتراضى للطلمبة رقم K والسعة للطلمبة رقم ١

$$q_k = \frac{Q_k}{Q1} \qquad (1)$$

٢- العلاقة بين حجم التخزين الفعال الإفتراضى للطلمبة رقم K بالنسبة لحجم التخزين للطلمبة رقم (١) .

$$v_k = \frac{V_k \min}{V1 \min} \qquad (2)$$

٣- العلاقة بين تصرف الطلمبة رقم K ومجموع التصرفات للطلمبات العاملة قبلها (معامل التصرف)

$$\eta_k = \frac{q_k}{\sum_{i=1}^{k} q_i} \qquad (3)$$

٤- معامل حجم التخزين لعدد K من الطلمبات

$$G_k = \frac{Q_1 \sum_{i=1}^{k} V_i}{4 \sum_{i=1}^{k} Q_i} = \frac{\sum_{i=1}^{k} V_i}{4 \sum_{i=1}^{k} q_i} \qquad (4)$$

ويبين الشكل رقم (٢-١٣) العلاقة بين معامل حجم التخزين G_k ومعامل التصرف η_k لعدد إثنين أو ثلاثة أو أربعة طلمبات تعمل بالنظام الأول.

ولحساب أقل حجم تخزين فعال لمحطة رفع تعمل بالنظام الأول للتشغيل يتم تطبيق العلاقات (1),(2),(3),(4) مع المنحنيات المبينة بالشكل رقم (٢-١٣).

الحالة الأولى

إذا كانت الطلمبات العاملة متماثلة وترفع تصرفاتها فى خطوط طرد منفصلة.

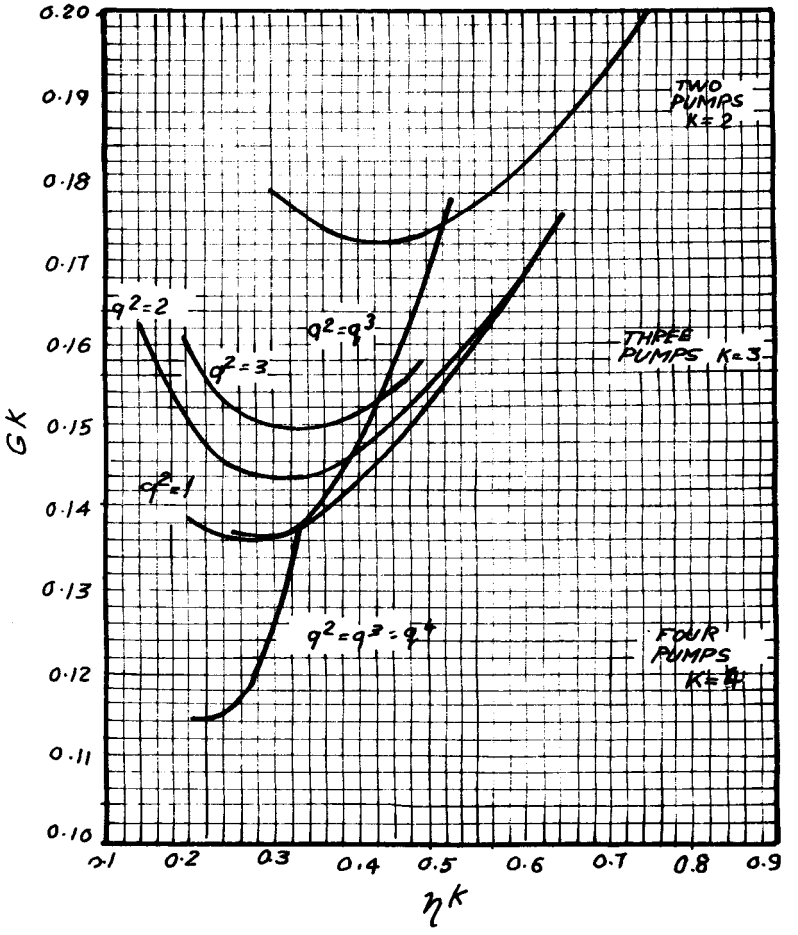
$$Q1 = Q2 = ... = Q_k$$

وبالتالى فإن

$$T1\ min = T2\ min = ... = T_k\ min$$

ومن العلاقة رقم (١)

$$q1 = q2 = ... = q_k = 1$$



شكل (٢-١٣) : العلاقة بين معامل حجم التخزين G_K ومعامل التصرف η_K لعدد اثنين أو ثلاثة أو أربعة طلمبات تعمل بالنظام الأول

أ) يتم حساب حجم التخزين الفعال للطلمبة رقم (١) من العلاقة

$$V1min = \frac{T1\ min \quad Q1}{4}$$

ب) يتم حساب المعاملات η_k من العلاقة (3) لجميع الطلمبات العاملة ومن المنحنيات المبينة بالشكل (٢-١٣) يتم إستنتاج المعاملات G_k لهذه الطلمبات.

جـ) بالتعويض فى العلاقة رقم (4) يمكن الحصول على v_k لجميع الطلمبات.

د) ومن العلاقة رقم (2) يمكن حساب $V\min$ لجميع الطلمبات حيث أن .

$$V_k\ min = v_k\ V_1\ min$$

هـ) بتجميع حجم التخزين الفعال لجميع الطلمبات من 1 الى K يمكن حساب حجم التخزين الفعال الكلى للمحطة $V_T\ min$

و) يتم حساب إرتفاع التخزين H_k لكل طلمبة من العلاقة .

$$H_k = \frac{V_k\ min}{Sump\ \ Area}$$

ز) بتجميع إرتفاع التخزين من H1 الى H_k يمكن حساب إرتفاع التخزين الكلى H_T للمحطة .

الحالة الثانية

إذا كانت الطلمبات العاملة متماثلة وترفع تصرفاتها فى خط طرد مشترك.

وفى هذه الحالة أيضا يكون :

$$Q1 = Q2 = ... = Q_k$$

$$T1\ min = T2\ min = ... = T_k\ min$$ وكذلك

أ) يتم الحصول على قيم q_k ومن ثم على قيم v_k كالسابق فى الحالة الأولى

ب) حيث أن التصرف لكل طلمبة يقل كلما زاد عدد الطلمبات العاملة فى نفس الوقت فإن ذلك يعنى أن حسابات الحجوم الجزئية $V_k\ min$ سوف تتم على قيم مختلفة للحجم $V1\ min$ والذى يعتمد بدوره على قيم مختلفة للتصرف $Q1$

$$V1\ min = \frac{T1\ min \quad Q1}{4}$$

$$V_k\ min = V_k \quad V1\ min$$

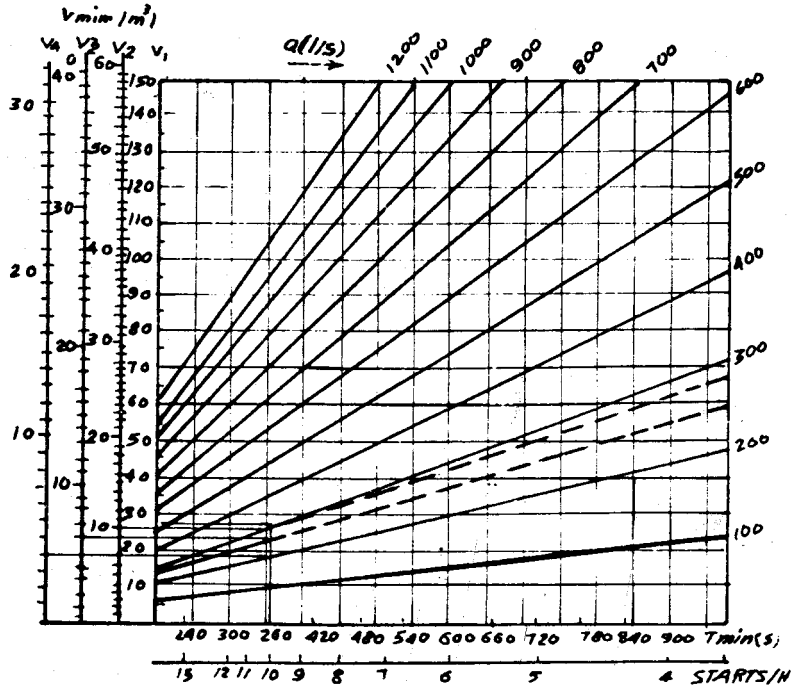
$$H_k = \frac{V_k\ min}{Sump\ area}$$

جـ) مجموع $V_k\ min$ لجميع الطلمبات هو حجم التخزين الفعال الكلى $V_T\ min$.

ومجموع H_k لجميع الطلمبات هو الإرتفاع الكلى H_T

ويبين الشكل رقم (٢-١٤) نوموجرام يربط العلاقات السابقة .

- وعن طريق تطبيق هذا النوموجرام المبين بالشكل يمكن الحصول على نتائج أكثر دقة لحالات التشغيل الواقعية.



شكل رقم (٢-١٤) : نوموجرام العلاقة بين Vmin و Tmin في
حالة استخدام طلمبات متماثلة ترفع تصرفا ثابتا في
خط طرد مشترك

الحالة الثالثة :

إذا كانت الطلمبات العاملة غير متماثلة وترفع فى خطوط طرد منفصلة.

الحالة الرابعة

إذا كانت الطلمبات العاملة غير متماثلة وترفع فى خط طرد مشترك.

* وفى كلا الحالتين الثالثة والرابعة تطبق نفس الخطوات السابق إستخدامها فى الطريقتين الأولى والثانية على الترتيب لإستنتاج حجم التخزين الفعال والإرتفاع المقابل.

حساب حجم بيارة التخزين فى النظام الثانى (مستويات الإيقاف متدرجة)

تستخدم العلاقات التالية فى هذه الحالة

$$VT = \frac{\sum_{i=1}^{n} V_i}{\sum_{i=1}^{n} T_i \, Q_i}$$

$$= 1/4 \qquad (1)$$

حيث

n = عدد الطلمبات العاملة.

V_T = حجم التخزين الإجمالى الأدنى للبيارة.

V_i = حجم التخزين الأدنى للطلمبة P_i والذى يحقق أن زمن دورة التشغيل $T \geq T_i$

T_i = أقل زمن لدورة التشغيل المحدد للطلمبة P_i

Q_i = تصرف الطلمبة P_i

وعلى ذلك فإن المسافة بين منسوبى التشغيل والإيقاف للطلمبة Pk يمكن حسابها من المعادلة

$$H_k = \frac{V_K}{A_K} \qquad (2)$$

حيث

V_k = حجم بيارة التخزين اللازمة للطلمبة P_k

A_k = مساحة بيارة التخزين المقابلة للحجم V_k

ويكون الإرتفاع الإجمالى للمياه داخل البيارة

$$H_T = \Sigma_{i=1}^{n} H_i \qquad (3)$$

الحالة الأولى

إذا كانت تصرفات الطلمبات العاملة بالمحطة متساوية وترفع تصرفاتها الى خطوط طرد منفصلة ومتساوية الطول .

وفى هذه الحالة يكون

$$Q1 = Q2 = ... = Q_k$$

$$T_1min = T_2min = ... = T_kmin$$

ومن العلاقة رقم (١) يتم حساب حجم التخزين الكلى V_T

وأيضا تكون المسافات بين مناسيب التشغيل والإيقاف متساوية لجميع الطلمبات.

$$H_1 = H_2 = ... = H_k$$

ومن العلاقة رقم (2) يمكن حساب الإرتفاع الإجمالى لمناسيب التشغيل والإيقاف.

الحالة الثانية

إذا كانت الطلمبات العاملة بالمحطة ترفع تصرفاتها فى خط طرد مشترك.

وفى هذه الحالة تكون تصرفات الطلمبات مختلفة بإختلاف عدد الطلمبات العاملة فى آن واحد.

والشكل رقم (٢-١٥) يوضح الإختلاف فى قيمة التصرف للطلمبات بإختلاف عدد الطلمبات العاملة.

(أ) يتم حساب قيمة التصرف لكل طلمبة Q_k

(ب) يتم حساب الحجم المكافئ V_k لكل طلمبة Q_k

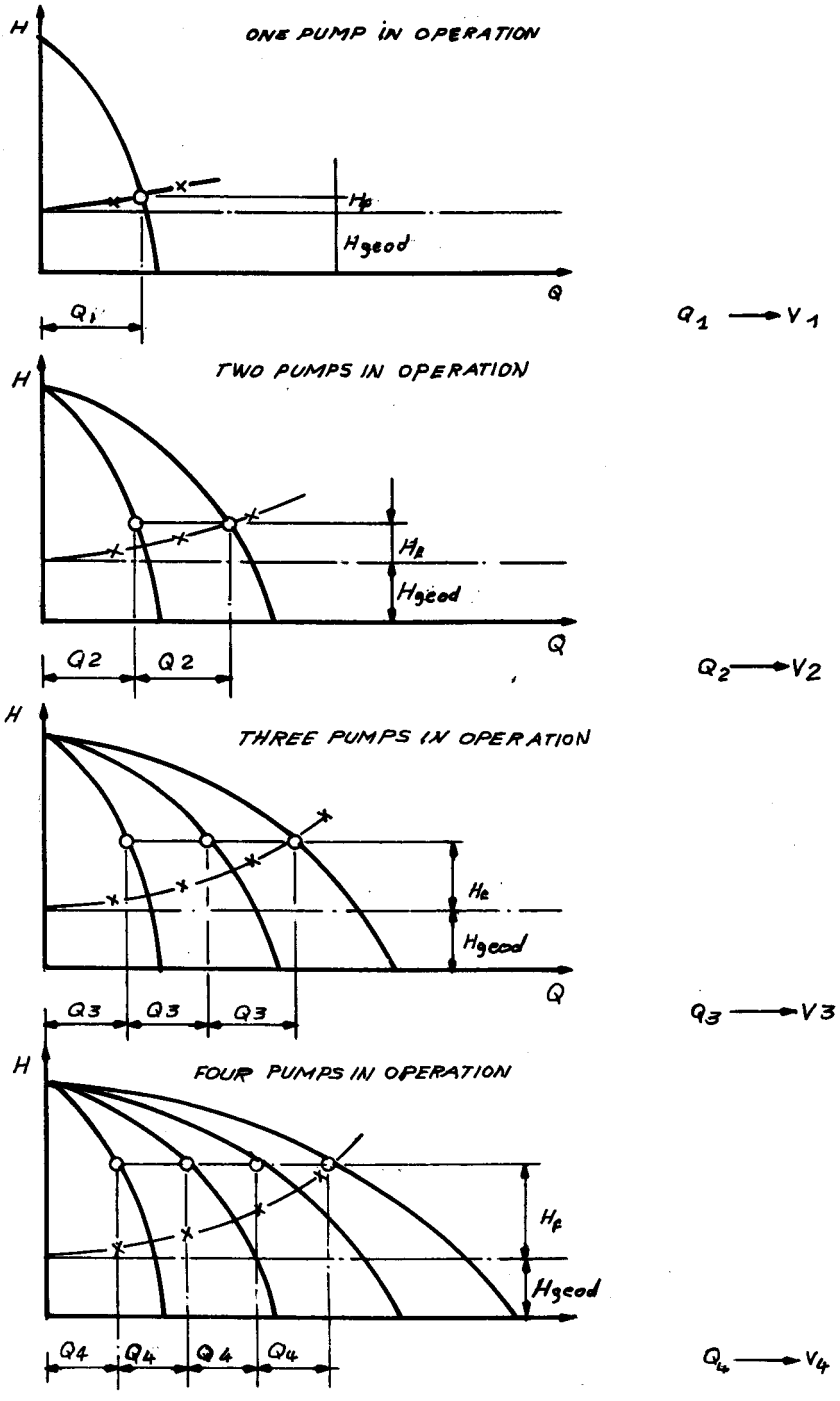
وبتطبيق العلاقة (1) يمكن الحصول على حجم التخزين الكلى V_T

جـ) يتم حساب المسافة بين منسوبى الإيقاف والتشغيل لكل طلمبة Hk وبتطبيق العلاقة (2) يمكن الحصول على الإرتفاع الإجمالى H_T لمناسيب التشغيل والإيقاف.

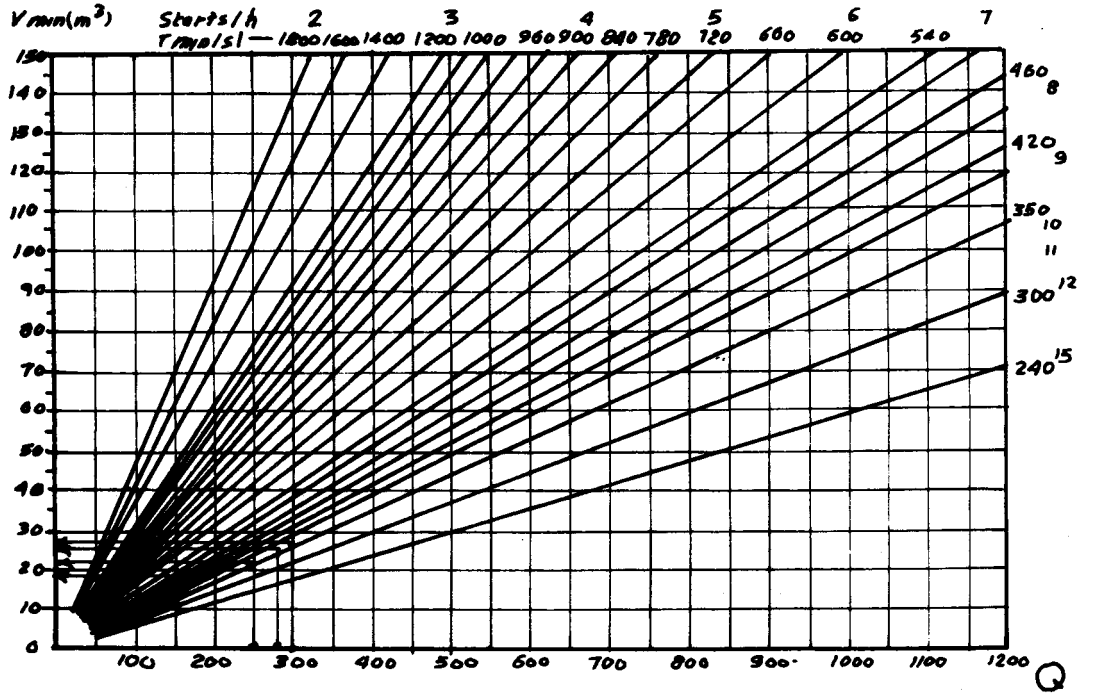
ويوضح الشكل رقم (٢-١٦) العلاقة بين تصرف الطلمبة Q وحجم التخزين الفعال الأدنى Vmin الذى يحقق زمن دورة التشغيل Tmin المحددة.

ويتضح من الشكل أن حجم التخزين الأدنى الكلى لتصرف إجمالى معين يعتمد فقط على أقل زمن لدورة التشغيل Tmin المحدد وليس على عدد الطلمبات العاملة وتصرفاتها المقابلة.

- وعلى ذلك فإن حجم التخزين بالبيارة يقل فقط بتقليل زمن دورة التشغيل.



شكل رقم (٢-١٥) الاختلاف فى قيمة التصرف للطلمبات باختلاف عدد الطلمبات العاملة



شكل رقم (٢-١٦) : العلاقة بين تصرف الطلمبة Q وحجم التخزين للفعال الأدنى Vmin الذى يحققه زمن دورة التشغيل Tmin المحددة

- ويستخدم نفس الدياجرام المبين بالشكل (٢-١٦) للتأكد من أقل زمن لدورة التشغيل لطلمبة معينة مركبة على البيارة.

- وكذلك يستخدم نفس الد ياجرام لإختيار الطلمبات ذات التصرفات المناسبة إذا كان حجم التخزين بالبيارة وأقل زمن ممكن لدورة التشغيل محددين.

وفى كلا النظامين الاول والثانى للتشغيل يجب مراعاة الآتى:-

١- إضافة إرتفاع أقل منسوب للإيقاف إلى الإرتفاع الكلى H المكافئ لحجم التخزين الفعال وذلك لحساب عمق التخزين بالبيارة.

٢- الأخذ فى الإعتبار تغير منسوب المياه داخل البيارة وبالتالى تغير الإرتفاع الإستاتيكى Ho فى الحساب إذا كان الفرق كبير بين منسوب التشغيل والإيقاف.

٢-٥ المسافات البينية لمناسيب التشغيل والإيقاف

يجب مراعاة عدم تقارب مناسيب التشغيل والإيقاف للطلمبات بشكل كبير حتى لا يتسبب ذلك فى حدوث موجات سطحية بالمياه داخل البيارة مما يؤثر على دقة عملية ضبط مناسيب التشغيل أو الأيقاف ، وعموما لاتقل المسافة بين أى منسوبين عن ٢٠ سم .

١-٦ أقل منسوب للمياه بالبيارة (منسوب الأيقاف)

يجب مراعاة أن أقل مستوى مسموح به للمياه داخل البيارة يحدد طبقا لقيمة السحب الموجب الصافى المطلوب للطلمبة (Required NPSH) . وفى كل الأحوال يجب ألا يقل هذا المنسوب عن مستوى أعلى جسم الطلمبة

(Top of pump casing) بحيث يضمن بذلك أن تكون مروحة (ريشة) الطلمبة (Pump impeller) مغمورة بالمياه تماما.

١-٧ أعلى منسوب للمياه بالبيارة (منسوب التشغيل)

يحدد أعلى منسوب للمياه بالبيارة بحيث لا يسمح بحدوث إمتلاء أو توقف لسريان المياه داخل شبكة التجميع الموصلة للمحطة أو حدوث ما يعرف بالإرتجاع الهيدروليكى (Back Water Curve) أوطفح بالشبكة (Surcharging) وعلى ذلك يجب مراعاة ألا يتعدى منسوب التشغيل قاع ماسورة الدخول للبيارة.

١-٨ تحديد عمق التخزين بالبيارة

بعد تحديد حجم التخزين الفعال للبيارة V_H يتم تحديد منسوبى الأيقاف (Stop level) والتشغيل (Start level) طبقا لما سبق ويكون الفرق بين المنسوبين H هو إرتفاع المياه داخل البيارة المكافئ لحجم التخزين الفعال V_H وحيث أن منسوب التشغيل محدد بماسورة الدخول للبيارة فإن تحديد منسوب الأيقاف وبالتالى عمق البيارة نفسها متروك للمصمم والذى يراعى فى ذلك عدة عوامل أهمها:

١- مساحة الأرض المتاحة لإنشاء البيارة.

٢- المسطح المطلوب لتركيب وحدات الرفع (الطلمبات وملحقاتها) والذى يمكن أن يكون عنصرا مؤثرا فى تحديد أبعاد البيارة.

٣- منسوب دخول خط الإنحدار الرئيسى للمحطة .

٤- إمكانية الوصول الى المنسوب المطلوب لقاع البيارة من الناحية الإنشائية بمراعاة طبيعة التربة ومستوى المياه الجوفية والتكلفة الإقتصادية مقارنة بزيادة مسطح البيارة وسلامة المبانى المجاورة .

وعادة يكون الإرتفاع H بين منسوبى التشغيل والإيقاف فى الحدود من ٨ر٠ الى ٣متر حسب سعة المحطة .

١-٩ تحديد مسطح البيارة المغمورة فى حالة البيارات المستديرة

بعد تحديد حجم التخزين الفعال بالبيارة V_H وتحديد الإرتفاع H المكافئ لهذا الحجم طبقا لما سبق توضيحه فإنه يمكن حساب مسطح البيارة المغمورة من العلاقة

$$A_W = \frac{V_H}{H} \qquad (1)$$

وفى حالة البيارة المستديرة فإنه من المعتاد تقسيم البيارة الى جزء مغمور وآخر جاف بنسبة ١ : ١ أو ١ : ٢ من قطر البيارة على التوالى .

أى أن مسطح البيارة المغمورة يمثل قطعة من مساحة الدائرة بإرتفاع h وطول قوس b ووتر S ولحساب مساحة القطعه الدائرية تستخدم العلاقة

$$A_W = \frac{b}{2} r - \frac{S}{2} (r - h) \qquad (2)$$

حيث

r = نصف قطر البيارة المستديرة

h = إرتفاع القطعة الدائرية

وعندما يكون الإرتفاع $h = \frac{2r}{3}$ فإن :

$$A_W = 0.906 \ r^2 \qquad (3)$$

١-١٠ حساب قطر البيارة المستديرة

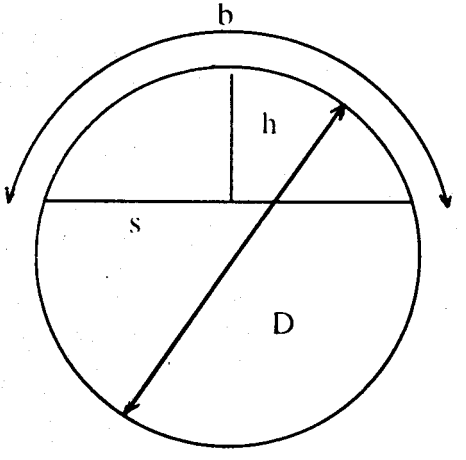
بعد حساب مسطح البيارة المغمورة تبعا للمعادلة (3)

فإنه يمكن حساب قطر البيارة المستديرة (D) (مغمورة + جافة) من العلاقة

$$D = 2\sqrt{\frac{A_W}{0.906}}$$

أو

$$D = 2.1\sqrt{A_W}$$



١-١١ تصميم الطلمبات الطاردة المركزية Centrifugal Pump Design

١-١١-١ الرموز والمدلولات والوحدات Symbols, Units and Designations

	المدلول	الرمز	الوحدات
- Impeller diameter	قطر المروحة	D	mm
- Nominal bore of pipe or pump nozzle	القطر الداخلى للماسورة أو مدخل الطلمبة	DN	mm
- Conversion factor for total head	معامل التحويل للرفع الكلى	F_H	-
- Conversion factor for flow rate	معامل التحويل للتصرف الكلى	F_Q	-
- Conversion factor for efficiency	معامل التحويل للكفاءة	F_η	-
- Gravitational constant = 9.81	ثابت الجاذبية	g	m/s^2
- Total head	الرفع الكلى	H	m
- Total system head	رفع المنظومة الكلى	H_A	m
- Static head	الرفع الإستاتيكى	H_{geo}	m
- Shut-off head	رفع الغلق	H_o	m
Head at best efficiency point	الرفع عند أفضل كفاءة	H_{opt}	m
- Static suction lift	رفع السحب الإستاتيكى	Hs_{geo}	m
- Static positive suction head.	رفع السحب الإستاتيكى الموجب	Hz_{geo}	m
- Head loss	فاقد الرفع	H_J	m
- Head loss - suction side.	فاقد الرفع فى جانب السحب	H_{J1}	m
- Differential head	فارق الرفع	ΔH	m
- Speed	سرعة الدوران	n	min^{-1}

- NPSH required	- ضغط السحب الموجب الصافى المطلوب	NPSHreq	m
- NPSH available	- ضغط السحب الموجب الصافى المتاح	NPSHav	m
- Specific speed	- السرعة النوعية	n_q	l/min
- Pump power input	- القدرة الداخلة للطلمبة	P	kw
- Pressure at outlet suction of plant	- الضغط عند مخرج المنظومة	P_{av}	N/m^2(bar)
- Barometric pressure	- الضغط البارومترى	P_b	N/m^2(bar)
- Pressure at pump discharge nozzle	- الضغط عند فتحة الطرد للطلمبة	P2	N/m^2(bar)
- Vapour pressure of liquid	- ضغط البخار للسائل	P_v	N/m^2(bar)
- Pressure at inlet section of plant	- الضغط عند مدخل المنظومة	P_e	N/m^2(bar)
- Pressure at pump suction nozzle	- الضغط عند فتحة السحب للطلمبة	P_1	N/m^2(bar)
- Differential capacity	- فارق السعة	Q	(m^3/h)
- Flow rate	- التصرف	Q	(m^3/h)
- Minimum flow rate	- التصرف الأدنى	Qmin	(m^3/h)
- Optimum flow rate	- التصرف المثالى	Q_{opt}	(m^3/h)
- Flow velocity	- سرعة السريان	V	m/s
- Flow velocity at outlet section of plant.	- سرعة السريان عند مخرج المنظومة	V_{av}	m/s
- Flow velocity at discharge nozzle.	- سرعة السريان عند فتحة الطرد	V2	m/s
- Flow velocity at inlet section of plant	- سرعة السريان عند مدخل المنظومة	Ve	m/s
- Flow velocity at suction nozzle	- سرعة السريان عند فتحة السحب	v_1	m/s

- Height difference between pump suction and discharge nozzle.	- فارق الإرتفاع بين فتحتى السحب والطرد للطلمبة	Z1,2	m -
- Loss coefficient	- معامل الفقد	τ	-
- pump efficiency	- كفاءة الطلمبة	η	-
- Friction coefficient	- معامل الإحتكاك	λ	-
- Kinematic viscosity	- اللزوجة	υ	m^2/s
- Density	- الكثافة	ρ	kg/m^3

Pump Percipients

١-١١-٢- محددات الطلمبات

Pump flow rate

١-١١-٢-١ تصرف الطلمبة

التصرف Q هو حجم السائل الخارج فى وحدة الزمن ويقاس بالمتر المكعب فى الساعة أو اللتر فى الثانية .

Pump head

١-١١-٢-٢ رفع الطلمبة

الرفع H للطلمبة هو الطاقة الميكانيكية (طاقة الوضع) الفعالة المنتقلة بواسطة الطلمبة الى السائل المراد ضخه وتقدر بالمتر ولا ترتبط بالوزن النوعى للسائل .

System head

١-١١-٢-٣- رفع المنظومة

الرفع الكلى للمنظومة HA يتكون من :

١-١١-٢-٣-١ الرفع الإستاتيكى Hgeo وهو الفرق فى الإرتفاع بين منسوبى السحب والطرد للسائل. فإذاكانت ماسورة الطرد تصب من أعلى منسوب السائل فإن الرفع الإستاتيكى ينسب الى خط المحور لماسورة الصب.

١-١١-٢-٣-٢ الفرق فى الضغط بين مناسيب السحب والطرد للسائل فى المنظومات المغلقة =

$$\frac{Pav - Pe}{\rho . g}$$

١-١١-٢-٣-٣ مجموع الفواقد فى الضغط ΣH_J

هو فاقد الإحتكاك فى الماسورة والفواقد فى المحابس والقطع الخاصة وذلك فى مواسير السحب والطرد

١-١١-٢-٣-٤ الضغط الناتج عن فرق السرعات فى الدخول والخروج للمحطة .

$$\frac{V^2_{av} - V^2_e}{2g}$$

وعلى ذلك يكون الرفع الكلى للمنظومة

$$H_A = Hgeo + \frac{p_{av} - p_e}{\rho.g} + \frac{V^2_{av} - V^2_e}{2g} + \Sigma H_J$$

وفى التطبيقات العملية يمكن إهمال الضغط الناتج عن فرق السرعات فى الدخول والخروج ويستخدم المعادلة رقم (1) فى المنظومات المغلقه والمعادلة رقم (٢) فى المنظومات المفتوحة .

$$H_A = Hgeo + \frac{P_{av} - P_e}{\rho . g} + \Sigma H_J \qquad (1)$$

$$H_A = Hgeo + \Sigma H_J \qquad (2)$$

Speed

١-١١-٢-٤- سرعة الدوران

فى حالة إستخدام المحركات الكهربائية فإن السرعة تتوقف على عدد أقطاب الملفات لهذه المحركات وتكون السرعات الفعلية المتاحة هى على وجه التقريب :

عدد الأقطاب	٢	٤	٦	٨	١٠	١٢
سرعة الدوران (RPM)	٢٩٠٠	١٤٥٠	٩٦٠	٧٢٥	٥٨٠	٤٨٠

ولحساب قيم هذه السرعات يرجع الى الفصل الخاص بالمحركات الكهربائية

١-١١-٢-٥- حساب القدرة المستهلكة للطلمبة (Pump absorbed power)

١-١١-٢-٥-١ القدرة الداخلة للطلمبة Pump power input

القدرة الداخلة للطلمبة P هى الطاقة الميكانيكية على عامود الطلمبة المتصة من الآلة المحركة لها ، وهى تحدد بإستخدام المعادلة الآتية :

$$P = \frac{\rho . g . Q . H}{1000 . \eta} \quad KW$$

١-١١-٢-٥-٢ قـــدرة الآلة المحركة Drive power

نتيجة لإحتمال التغير فى تصرف الطلمبة وبالتالى تغير نقطة التشغيل عن تلك المحددة بالتصميم والذى يعنى زيادة القدرة الداخلة للطلمبة فإنه فى التطبيقات العملية يلزم إستخدام معاملات أمان safety margins عند تحديد قدرة المحرك. ولا تقل هذه المعاملات عن الحدود الآتية

- المحركات حتى ٧.٥ ك وات ٣٠٪
- المحركات أكبر من ٧.٥ الى ٤٠ ك وات ٢٥٪
- المحركات إكبر من ٤٠ الى ١٠٠ ك وات ٢٠٪
- المحركات التى تزيد عن ١٠٠ ك وات ١٥٪

وتحتسب هذه الزيادة من أقصى قدرة مستهلكة على عامود الطلمبة على مدى التشغيل المتوقع لها خلال منحنى سعة للطلمبة مع الرفع (Q- H curve) مع مراعاة الآتى :

- قطر المروحة المطلوب

- ضغط السحب الموجب الصافى المتاح (NPSHav) يكون أكبر من أو يساوى ضغط السحب الموجب الصافى المطلوب $NPSH_{req}$

- القيمة P/n لكراسى الإرتكاز للطلمبة.

١-١١-٢-٦- منحنى الطلمبة Pump curve

عند سرعة ثابتة للطلمبات الطاردة المركزية فإن تصرف الطلمبة Q يزداد كلما نقص الرفع H . وعلى ذلك فإن هذه الطلمبات لها خاصية الضبط الذاتى للسعة (Self - regulating) . وتعتمد القدرة الداخلة للطلمبة P وبالتالى الكفاءة η وضغط السحب الموجب الصافى المطلوب $NPSH_{req}$ على السعة .

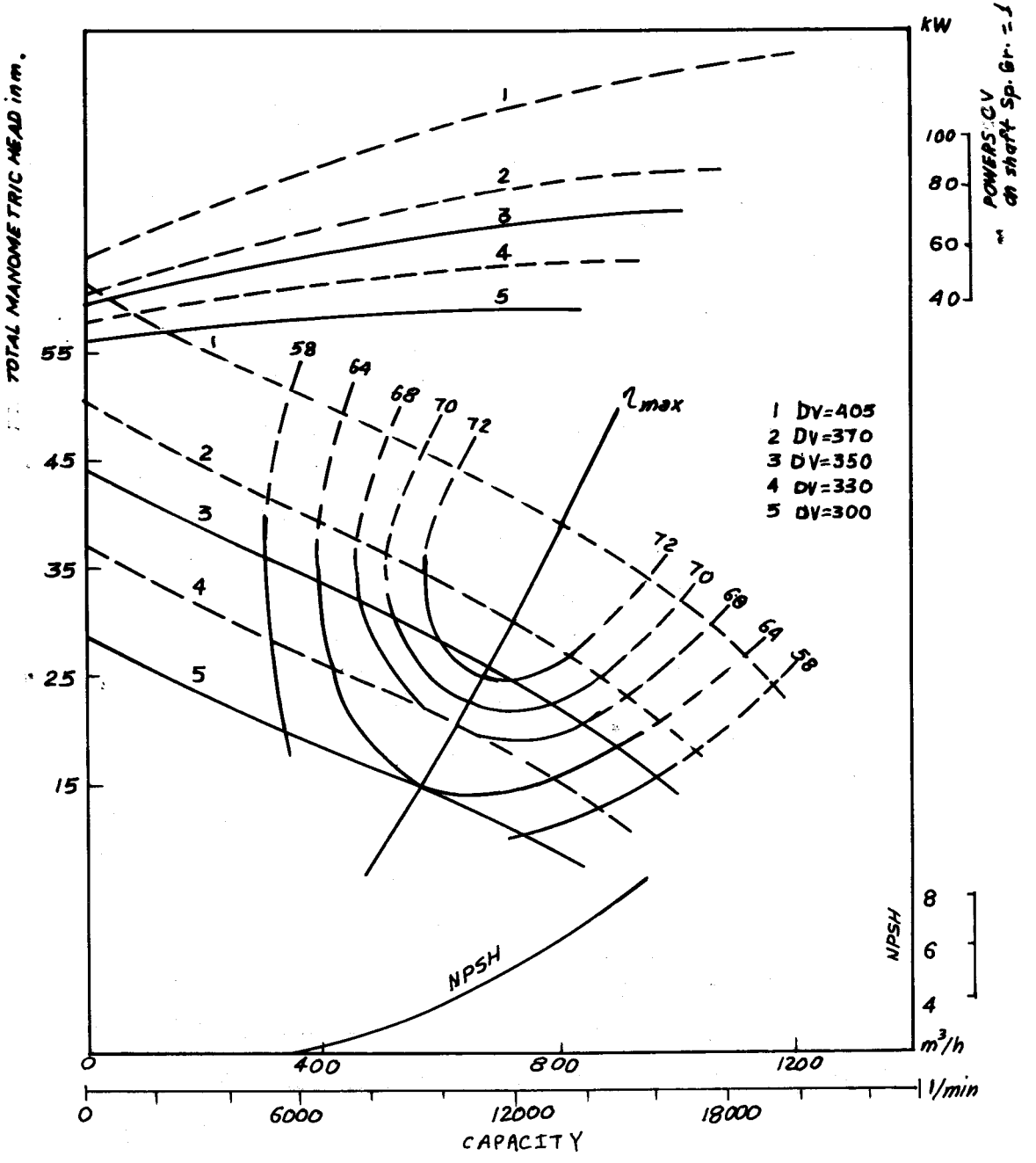
ويتم تمثيل العلاقة التى تربط جميع هذه المتغيرات على ما يعرف بمنحنى الطلمبة والذى يوضح ميزات التشغيل لها .

- ترسم المنحنيات بإعتبارالكثافة ρ واللزوجة (υ) للمياه إلا إذا نص على خلاف ذلك.

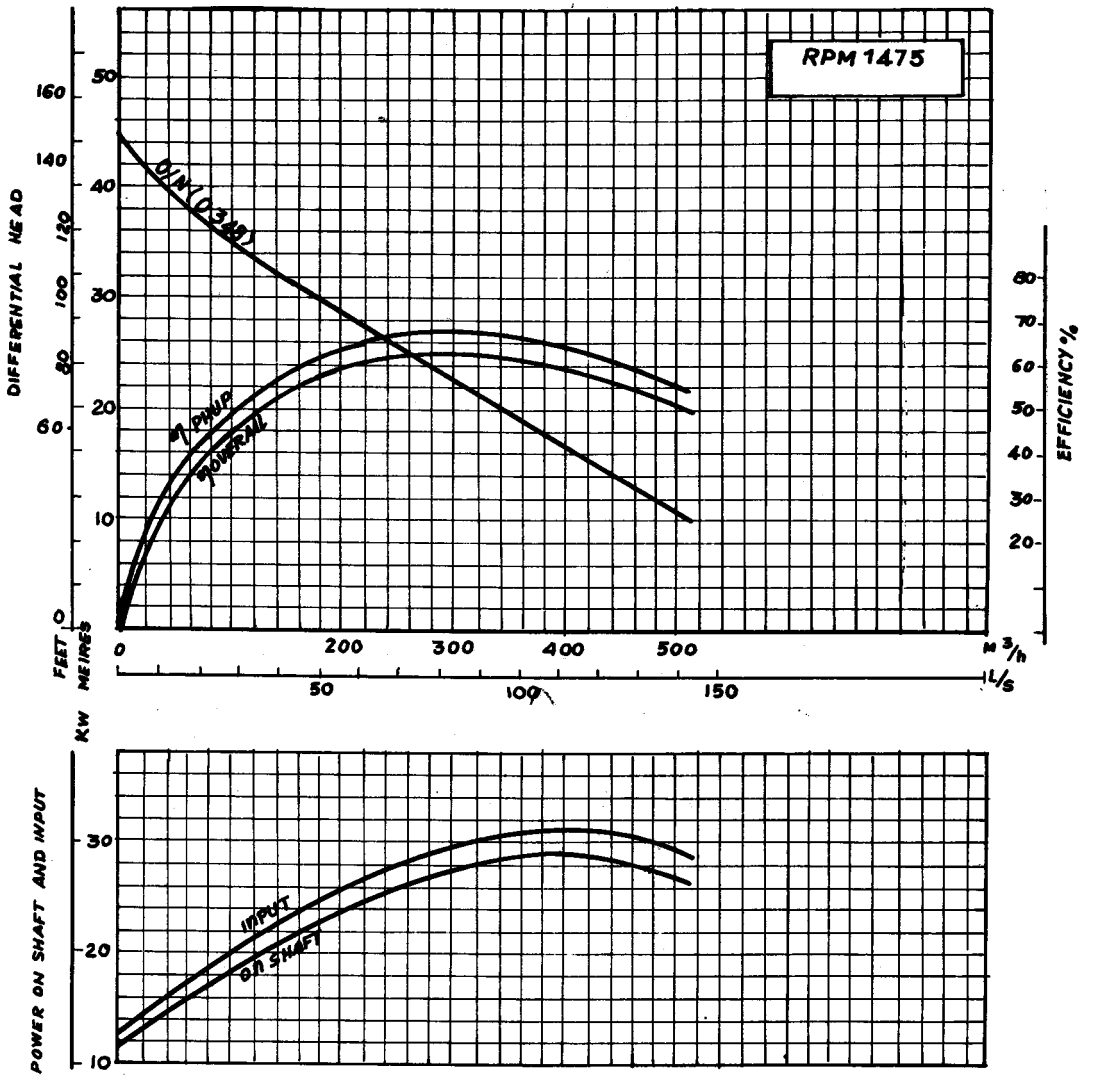
يبين الشكل رقم (٢-١٧) هذه العلاقة بين المتغيرات الخاصة بالطلمبات الطاردة المركزية . (أ ، ب)

تحدد ظروف التشغيل للطلمبة إذا كان الأنسب إستخدام منحنى منبسط Flat curve أو منحنى شديد الإنحدار Steep curve فى حالة المنحنى شديد الإنحدار فإن سعة الطلمبة تتغير بصورة أقل منها فى حالة المنحنى المنبسط تحت نفس ظروف فارق الرفع Δ H

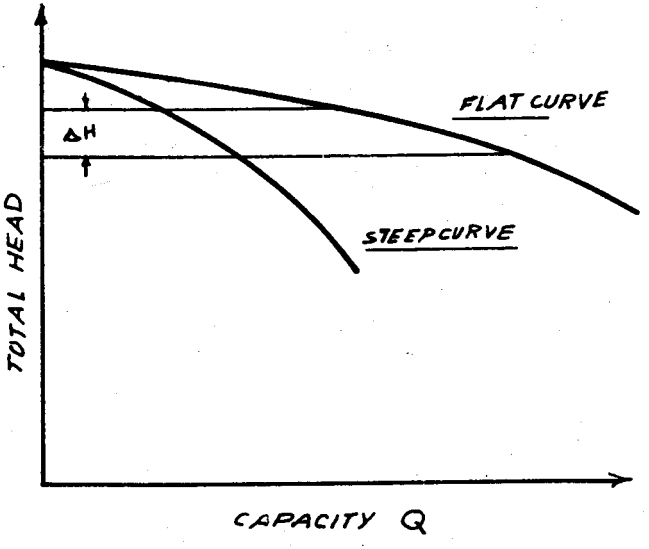
ويوضح الشكل رقم (٢-١٨) كلا المنحنيين ومنه يتضح أن المنحنى شديد الإنحدار له ميزات تحكم أفضل.



شكل رقم (٢-٢١٧) : منحنيات لطلمبة الطاردة المركزية



شكل رقم (٢-١٧ب): منحنيات الخاصية للطاردة المركزية



شكل رقم (٢-١٨) : منحنيات الطلمبة المنبسطة والشديدة الانحدار

١-١١-٢-٧- مميز المنظومة (أو الماسورة) (System (Piping) characteristic)

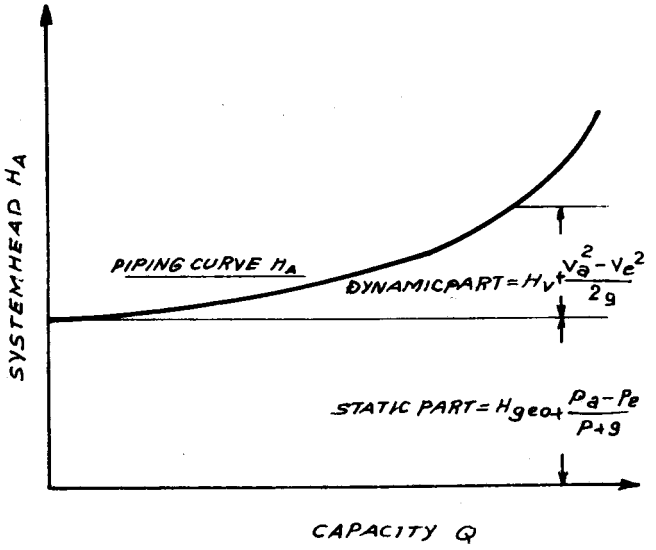
- يرسم رفع المنظومة الكلى H_A ضد سعة الطلمبة Q لإعطاء منحنى المنظومة (الماسورة) System (piping) curve ويمثل هذا المنحنى كلا من الرفع الإستاتيكى والديناميكى للمنظومة (system).
- يتكون الجزء الإستاتيكى من الرفع الجيوديكى Hgeo (الذى لا يتوقف على سعة الطلمبة) مضافا إليه الفرق فى الضغط بين قسمى دخول وخروج المنظومة $\frac{p_{av} - p_{\grave{e}}}{\rho \cdot g}$ (وذلك فى حالة المنظومات المغلقة فقط ولا يستخدم فى حالة المنظومات المفتوحة .open system).
- يتكون الجزء الديناميكى من فاقد الرفع H_J والذى يتزايد مع مربع السعة مضاف إليه الفرق بين السرعات فى دخول وخروج المنظومة. $\frac{V^2av - V^2e}{2g}$

ويبين الشكل رقم (٢-١٩) مميز المنظومة (الماسورة)

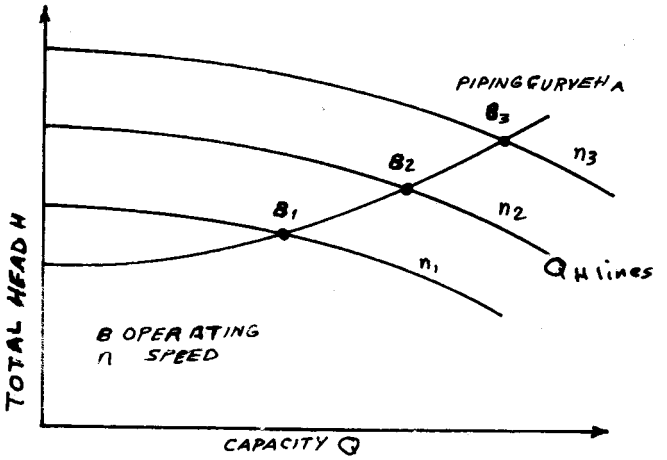
١-١١-٢-٨- نقطة التشغيل (Duty (operating) point)

يتحدد لكل طلمبة نقطة تشغيل B وهى نقطة التقاطع بين منحنى الطلمبة (Q - H curve) ومنحنى المنظومة (الماسورة) ولا تتغير هذه النقطة (وبالتالى التصرف Q والرفع H) للطلمبة إلا إذا تغيرت سرعة دوران الطلمبة n أو قطر المروحة D أو بتغيير مميز المنظومة .

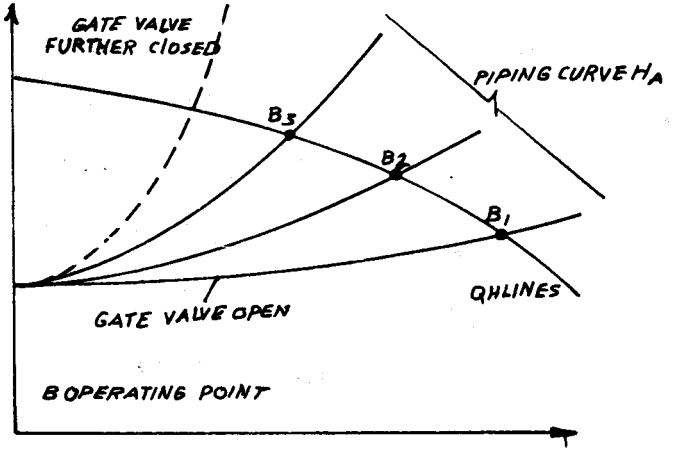
ويبين الشكل رقم (٢-٢٠) تغيير نقطة التشغيل بزيادة السرعة n كما يبين الشكل رقم (٢-٢١) تغيير نقطة التشغيل عن طريق إستخدام محبس غلق.



شكل رقم (١٤-٢١): منحنى ماسورة المطرد



شكل (٢-٢٠) : تغيير نقطة التشغيل B_1 الى B_3 على منحنى ماسورة الطرد برفع سرعة الطلمبة من B_1 الى B_3



شكل رقم (٢-٢١): تغير مكان نقطة التشغيل من B_1 الى B_3 على منحنى التصرف والرفع وذلك بتغيير فتحة المحبس

١-١١-٢-٩- التشغيل على التوازى Parallel operation

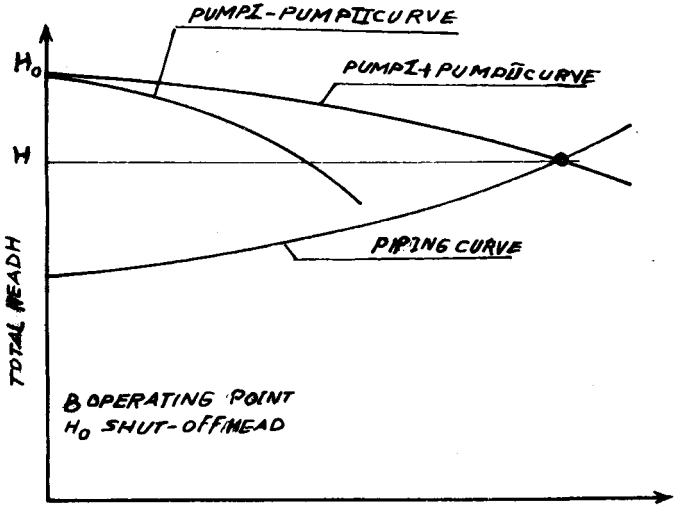
فى حالة عدم مقدرة الطلمبة الواحدة على إعطاء التصرف المطلوب Q عند نقطة التشغيل B فإنه من الممكن الحصول عليه بتشغيل طلمبتين أو أكثر تعمل على التوازى وتضخ جميعها فى نفس منظومة المواسير ويفضل فى هذه الحالة (الأسباب إقتصادية) أن تكون الطلمبات من نفس المقاس (متماثلة).

ويوضح الشكل رقم (٢-٢٢-أ) تشغيل طلمبتين متماثلتين على التوازى لتعطى كلا منهما نصف التصرف المطلوب Q عند نفس الرفع H كما يبين الشكل رقم (٢-٢٣) إستخدام طلمبتين لهما تصرف مختلف Q_I , Q_{II} يضخان فى نفس منظومة المواسير عند نقطة تشغيل B ويجمع التصرف Q_I لطلمبة I والتصرف Q_{II} لطلمبة II للحصول على التصرف الكلى Q (ويساوى $Q_I + Q_{II}$) عند نفس الرفع الكلى H .

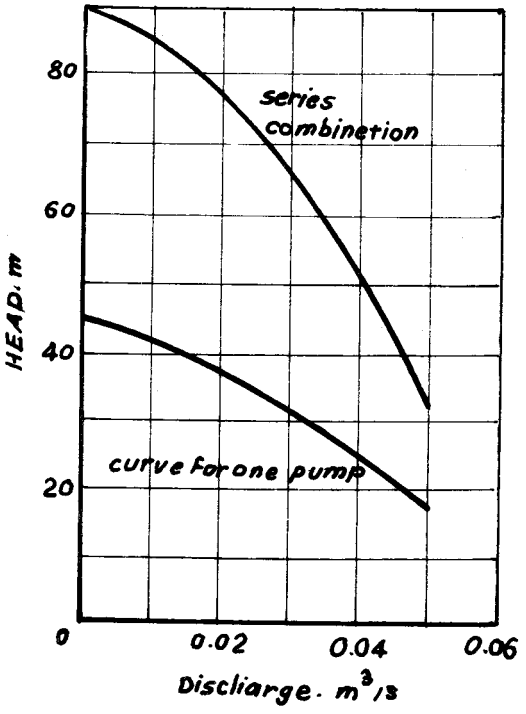
١-١١-٢-١٠ التشغيل على التوالى Series Operation

فى حالة عدم مقدرة الطلمبة الواحدة على إعطاء الرفع المطلوب للمحطة H لتصرف محدد Q فانه يمكن تحقيق الرفع المطلوب عن طريق تشغيل طلمبتين أو أكثر على التوالى تضخ الطلمبة الأولى فى خط سحب الطلمبة الثانية وهكذا ... ويجمع الرفع H_1 للطلمبة رقم1 على الرفع H_2 للطلمبة رقم 2 ... وهكذا للحصول على الرفع الكلى H عند نفس التصرف Q.

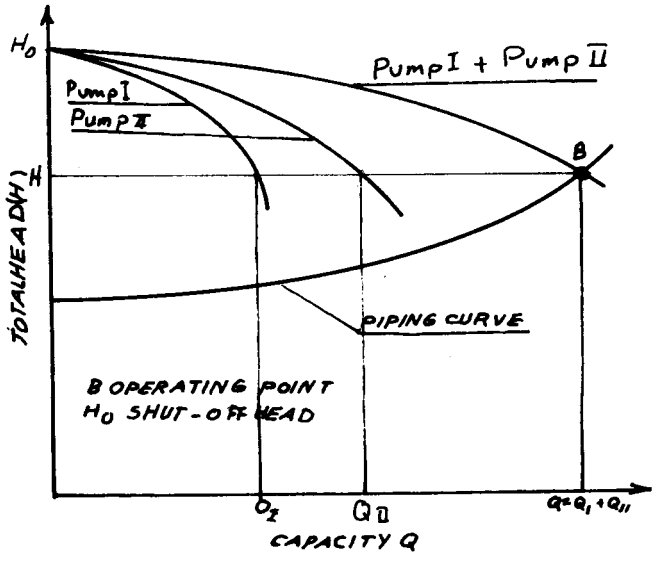
ويوضح الشكل رقم (٢-٢٢-ب) تشغيل طلمبتين متماثلتين على التوالى .



شكل رقم (٢-٢٢م) تشغيل طلمبتين متماثلتين على التوازي



شكل رقم (٢-٢٢ ب) : تشغيل طلمبتين متماثلتين على التوالى



شكل رقم (٢-٢٣): تشغيل طلمبتين مختلفتين لتصرف على التوازي

١-١١-٣- خواص السحب Suction characteristic

١-١١-٣-١ ضغط السحب الموجب الصافى المطلوب NPSH required

لا تعمل الطلمبات الطاردة المركزية بأمان إلا عندما لا يتكون بخار بداخل الطلمبة وعلى ذلك فإنه يلزم ألا يزيد الضغط عند منسوب (نقطة) أساس القياس (Datum level point) لضغط السحب الموجب الصافى NPSH عن ضغط التبخر للسائل ويقاس منسوب (نقطة) أساس القياس عن خط المحور لمروحة الطلمبة .

ويعبر ضغط السحب الموجب الصافى المطلوب $NPSH_{req}$ عن القيمة الخاصة بالطلمبة مقدرا بالأمتار ويوقع على منحنيات الطلمبة ويضاف على هذه القيمة ٠,٥ متر كمعامل أمان.

١-١١-٣-٢- ضغط السحب الموجب الصافى المتاح NPSH available

تعتبر نقطة أساس القياس لضغط السحب الموجب الصافى المتاح هى محور فتحة المص للطلمبة. وفى حالة الطلمبات الأفقية ذات الجسم القوقعى(Volute Casing) فإن محور فتحة السحب والمروحة تقعان على نفس المنسوب وإذا كان هناك خلاف فإنه يلزم أن يؤخذ في الحساب.

١-١١-٣-٢-١- تحديد ضغط السحب الموجب الصافى المتاح فى حالة وجود رافع سحب (Suction lift) فى هذه الحالة يكون محور الطلمبة أعلى من منسوب السائل المراد ضخه

$$NPSH_{av} = \frac{p_e + p_b - p2}{\rho \cdot g} + \frac{V_e^2}{2g} - H_J1 - H_sgeo$$

وبإعتبار أن السائل هو المياه العذبة وبأستخدام منظومة مفتوحة فإنه يكون :

$P_b = 1 \text{ bar } (105 \text{ N/m}^2)$

$P_e = 0 \text{ bar}$

$\rho = 1000 \text{ kg / m}^3$

$g = 10 \text{ m/s}^2 \text{ (including 2\% error)}$

وبإهمال قيمه $\frac{Ve^2}{2g}$ حيث أن السرعة فى خزان السحب يمكن تجاهلها

$$NPSHav \simeq 10 - H_{J1} - H_{sgeo}$$

ويتضح ذلك من الشكل رقم (٢-٢٤)

١-١١-٣-٢-٢ تحديد ضغط السحب الموجب الصافى المتاح فى حالة وجود سحب موجب (Positive suction)

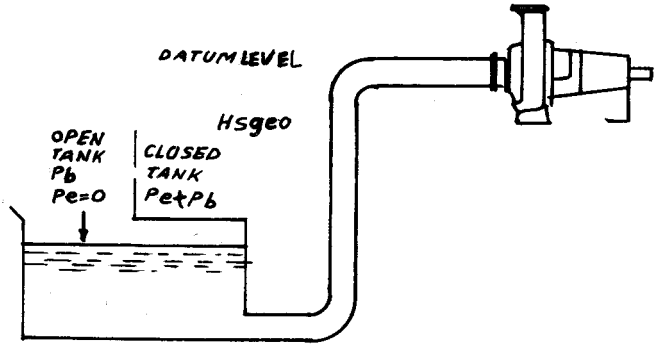
فى هذه الحالة تكون الطلمبة أسفل منسوب السائل المراد ضخه

$$NPSH\ av = \frac{P_e + P_b - P_2}{\rho \cdot g} + \frac{V_e{}^2}{2g} - H_{J1} + H_{sgeo}$$

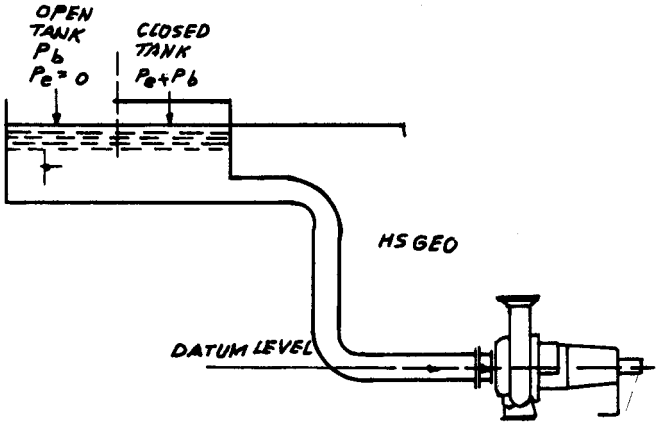
وبأخذ نفس الإفتراضات السابقة فى ١-١١-٣-٢-١

$$NPSHav \simeq 10 - H_{J1} + H_{sgeo}$$

ويتضح ذلك من الشكل رقم (٢-٢٥)



شكل رقم (٢-٢٤) : ضغط السحب الموجب الصافي المتاح على عمود السحب



شكل (٢-٢٥): ضغط السحب الموجب لصافي الضاغط عند السحب الموجب

١-١١-٤- فاقد الضغط (الرفع) (Head loss) (HJ)

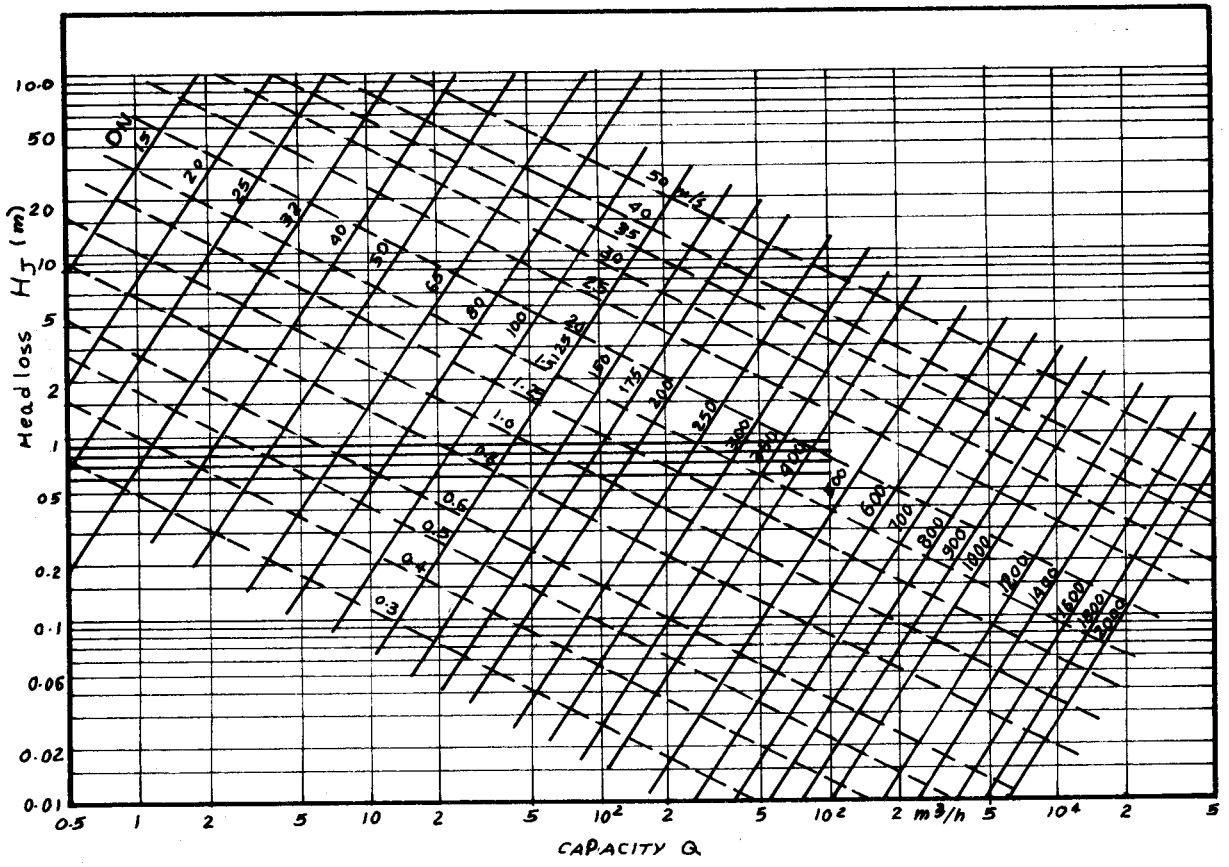
١-١١-٤-١ فاقد الضغط فى المواسير المستقيمة

يحسب فاقد الضغط فى المواسير من العلاقة $H_J = \tau \frac{V^2}{2g}$

- يوضح الشكل رقم (٢-٢٦) نوموجرام فاقد الضغط H_J لكل ١٠٠ متر من المواسير الزهر عند التصرفات المختلفة المارة فى الأقطار المختلفة لهذه المواسير وذلك كتطبيق عملى لهذه العلاقة وتطبق القيم المستخرجة من هذا النومجرام فى حالة إستخدام مياه نظيفة (عذبة) عند درجة حرارة ٢٠° م وبإعتبار أن المواسير مملؤة تماما ومصنوعة من الزهر الرمادى المبطن بالبيتومين.
- يمكن إستخدام النوموجرام الموضح بالشكل رقم (٢-٢٧) لإستخراج فاقد الضغط H_J لبعض أنواع المواسير الأخرى طبقا لمعامل الخشونة السطحية لها (k) Surface roughness . كما يمكن استخدام الجداول أو المنحنيات المبنية على معادلة كول - بروك .
- يتم إستخدام الجداول المرفقة بالملحق (٥) لتحديد فاقد الضغط لكل متر طولى من المواسير لإستخراج قيم H_J بصورة مباشرة (كطريقة عملية) .

١-١١-٤-٢ فواقد الضغط فى المحابس والقطع الخاصة

- بتطبيق نفس العلاقة السابقة فى ١-١١-٤-١ فإنه يمكن إستخدام النومجرام المبين بالشكل رقم (٢-٢٨) وكذلك الجداول أرقام (٢-١) ، (٢-٢) لاستخراج قيمة فاقد الضغط H_J ومعامل الفقد فى المحابس والقطع المخصوصة .
- النوموجرام الموضح بالشكل (٢-٢٩) يستخدم كتطبيق عملى ثان لهذه العلاقة. ويمكن عملياً أخذ فواقد الإحتكاك للقطع الخاصة - ١٠٪ من فاقد الإحتكاك .



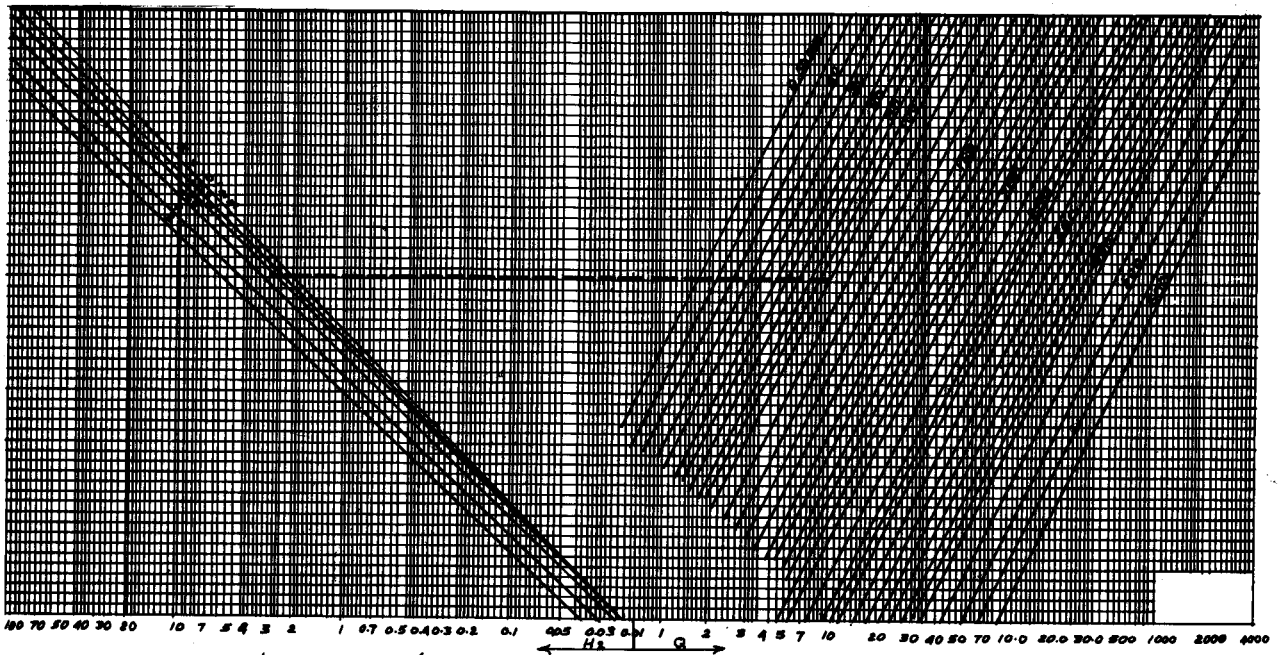
شكل رقم (٢-٢٦) : الفاقد في المواسير المستقيمة (حديد زهر حديد) من قطر ١٥ الى ٢٠٠٠ داخلي وذلك لتصرفات من ٥ إلى ٥٠٠٠٠ متر مكعب في الساعة .

Pipe loss nomogram for clean water 20° C

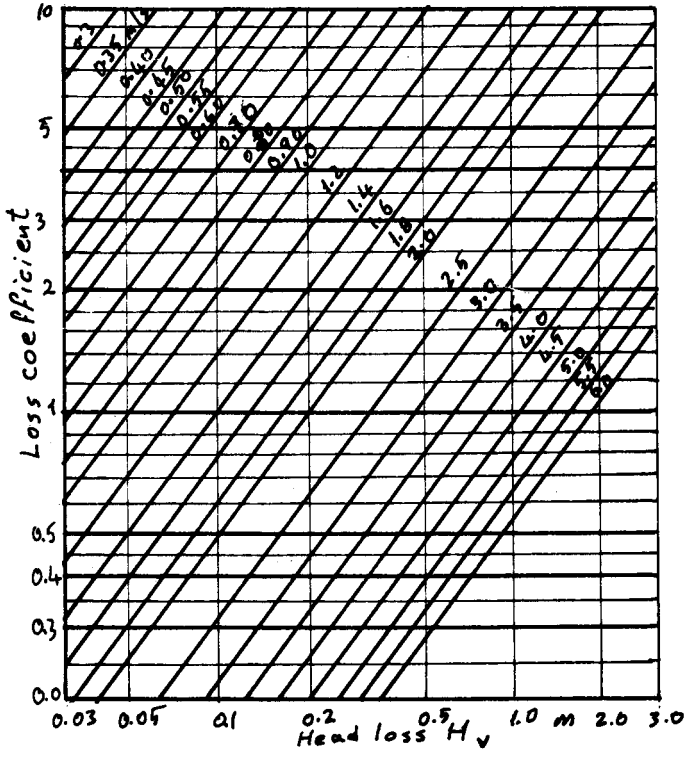
Q = flow l/s
D = pipe inner diameter mm
k = surface roughness mm
H_J = pipe losses m/100 m
Example Q = 12 l/s D = 100 mm
k = 0.1 mm H_J = 2,5 m/100 m

Guide values for surface roughness (k) for pipes

pipe material	new pipe k(mm)	old pipe k(mm)
plastic	0.01	0.25
drawn steel	0.05	1.0
welded steel	0.1	1.0
drawn stainless steel	0.05	0.25
welded stainless steel	0.1	0.25
cast iron	0.25	1.0
galvanized steel	0.15	
bitumined cast iron	0.12	
concrete	0.3...2.0	
asbestos cement	0.025	



شكل رقم (٢-٢٧)، قاقد الضغط (H_J) لأنواع مختلفة من المواسير طبقاً لعامل خشونة السطح



شكل رقم (٢-٢٨) : استنتاج الفاقد H_v في الحابس والملحقات وسرعة السريان (٧) بالنسبة لمساحة المقطع لسريان المياه

Nomogram for head losses in bends, valves etc.

Q = flow l/s
D = pipe inner diameter mm
v = flow velocity m/s
ζ = loss coefficient
H_7 = head losses m
Example Q = 12 l/s D = 100 mm
v = 1,55 m/s $\Sigma\zeta$ = 5
H_7 = 0,6 m

Guide values for head losses in bends, valves etc.

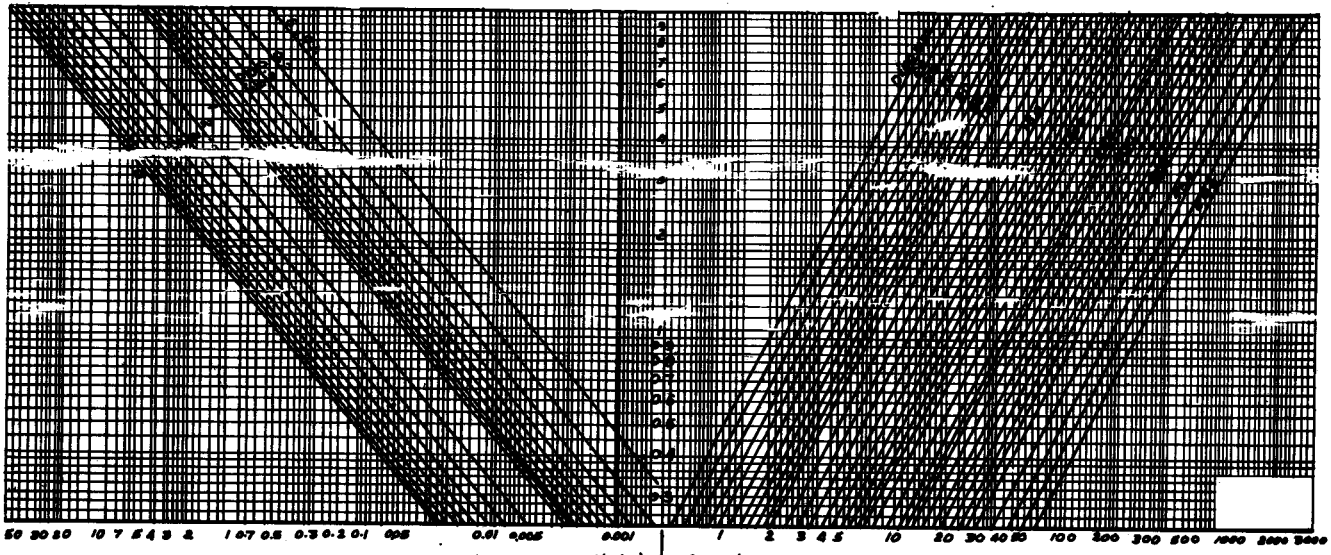
	ζ
— Pipe bend 90°, R/D = 1,5	0,3
— Discharge loss	1,0 (pipe without expansion)
— Swing check valve	1—2
— Ball check valve	1,5—2,5
— Gate valve	0,2
— Oblique globe valve	1—2
— Ball valve	5—6

— T-piece

— Y-piece

Q_b/Q	α = 90°		α = 45°	
	ζ_h	ζ_s	ζ_h	ζ_s
0,0	−1,00	0,04	−0,90	0,04
0,2	−0,40	0,17	−0,38	0,17
0,4	0,08	0,38	0,09	0,19
0,6	0,47	0,41	0,22	0,08
0,8	0,72	0,91	0,37	−0,17
1,0	0,91	0,80	0,37	−0,54

Q_b/Q	ζ_h	ζ_s
0	∞	0,6
0,5	0,5	0,3
1,0	0,6	∞



شكل رقم (٢-٩) : نوموجرام الفاقد في المحابس والقطع الخاصة

جدول (٢-١) : معامل الفقد فى المحابس

The values listed below are guideline values and apply to valves with a uniform distribution of the approach flow and which are fully open. The losses which arise in the wake of the valve over a length of piping equal to 12 x DN (nominal bore) as a result of the smoothing out of the disturbed flow in the pipe are included in these values (see VDI/VDE 2173 Recommendation).
Variations may occur depending on the approach flow and outflow conditions and type of design.

Type of valve	DN	ζ
Gate valves		
full port		
with guide pipe	all sizes	0.1 to 0.15
without guide pipe	all sizes	0.2 to 0.3
Hard-faced high pressure gate valve		
(contraction ratio		
1:0.45 to 0.74)	65 to 500	0.3 to 0.6
Cocks		
full port	all sizes	0.1 to 0.15
Throughway globe valves		
BOA-H (metal-to-metal sealing)	10 to 300	3.0 to 6.0
BOA-W (soft material sealing)	10 to 200	3.0 to 5.5
Hard-faced full-bore valve	25 to 200	1.0 to 1.5
Forged hard-faced valve	25 to 50	6.0
Cast steel hard-faced valve	65 to 200	3.0 to 4.0
Angle valves		
BOA-H (metal-to metal sealing)	10 to 150	4.5
	200 to 300	6.0
Non-return valves		
Full-bore (Y valves)	20 to 300	3.0
BOA-R (troughway pattern)	10 to 300	5.5
Suction strainer baskets		
with foot valve		
conventional type		2.2 to 2.5
KSB borehole strainer baskets		1.1 to 1.9
Water separators		
without/with baffle plate		4 to 7

Non-return flap valves:
The ζ values for non-return flap valves vary according to the velocity of flow in the pipe and the position of the pipe line — horizontal or vertical. At a given velocity v_H (horizontal) or v_V (vertical) the flap attains its maximum opening and lowest ζ value, which is valid for even higher flow velocities. When the velocity drops below v_H or v_V, the ζ value increases progressively. The values tabulated below apply to swing check valves not fitted with a lever and weight for 100 %, 50 %, and 25 % v_H or v_V.

Nominal bore DN			40	50	65	80	100	125	150	175
v_H	m/s		4.4	3.1	3.9	2.3	1.6	2.8	1.6	2.2
v_V	m/s		4.1	2.8	2.1	2.0	1.6	2.8	1.6	2.2
ζ at	v_H	100 %	0.5	0.4	0.3	0.7	0.6	1.0	0.9	0.5
		50 %	0.7	0.9	0.6	1.1	1.2	1.3	1.5	1.5
		25 %	1.2	2.5	1.4	3.5	4.0	2.3	—	—
ζ at	v_V	100 %	0.5	0.4	0.3	0.7	0.6	1.0	0.9	0.5
		50 %	0.6	0.6	0.8	1.1	1.2	1.3	1.5	1.5
		25 %	0.8	2.0	10.0	12.0	6.0	3.5	—	—

With non-return flap valves fitted with a lever and weight, the ζ values may be several times the values above depending on the position of the weight.

جدول (٢-٢): معامل الفقد للقطع الخاصة

Branches
(Branch of equal bore)
The friction coefficient ζ_a for the diverted flow Q_a and ζ_c for the main flow Q-Q_a relate to the velocity of the total flow Q in the nozzle.

Q_a/Q =		0.2	0.4	0.6	0.8	1
	$\zeta_a \approx$	— 0.4	0.08	0.47	0.72	0.91
	$\zeta_c \approx$	0.17	0.30	0.41	0.51	—
	$\zeta_a \approx$	0.88	0.89	0.95	1.10	1.28
	$\zeta_c \approx$	— 0.08	— 0.05	0.07	0.21	—
	$\zeta_a \approx$	— 0.38	0	0.22	0.37	0.37
	$\zeta_c \approx$	0.17	0.19	0.09	— 0.17	—
	$\zeta_a \approx$	0.68	0.50	0.38	0.35	0.48
	$\zeta_c \approx$	— 0.06	— 0.04	0.07	0.20	—

Negative ζ values signify that there is a pressure rise.

Spherical T pieces:
(Nozzles of equal bore)
$\zeta \approx 2.5$ to 4,5 related to velocity of total flow in the nozzle.

Inlets:

Inlet edge								
sharp	$\zeta \approx$ 0.5	3			for $\delta \approx$	75°	60°	45°
chamfered	$\zeta \approx$ 0,25	0.55	0.20	0.05		$\zeta \approx$ 0.6	0.7	0.8

Outlets:
$\zeta \approx 1$ downstream of an adequate length of straight pipe with an approximately uniform velocity distribution in the outlet section.
$\zeta \approx 2$ with very unequal velocity distribution, e.g. immediately downstream of an elbow, a valve etc.

Bends:
Cast bends, 90° R = D - 100 mm,
all nominal bores $\zeta = 0.5$

Pipe bends 90° R = 2 to 4 x D

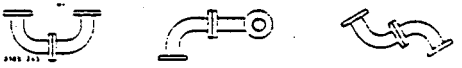
Nominal bore DN	50	100	200	300	500
ζ	≈ 0.26	0.23	0.21	0.19	0.16

If angle is only the above ζ values should be multiplied by	60°	45°	30°	15°
	0.85	0.7	0.45	0.3

Elbows:

Deflection angle	90°	60°	45°	30°	15°
ζ	≈ 1.3	0.7	0.35	0.2	0.1

Combinations of bends:
The ζ value of the single 90° bend should not be doubled but multiplied by the factors indicated to obtain the pressure loss of the combination bends illustrated:



1,4 1,6 1,8

Expansion joints:

Bellows expansion joint with/without guide pipe	$\zeta \approx 0.3/0.2$
Straight pipe harp bend	$\zeta \approx 0.6$ to 0.8
Bellows pipe harp bend	$\zeta \approx 1.3$ to 1.6
Corrugated pipe harp bend	$\zeta \approx 3.2$ to 4

١-١١-٤-٣ فواقد الضغط للسوائل اللزجة فى المواسير المستقيمة

يحسب فاقد الضغط للسائل اللزج (Viscous liquid) ذو الرقم التسلسلى F1 بعد الحصول على فاقد الضغط للمياه العذبة طبقا لما سبق توضيحه بالبند ١-١١-٤-١ وذلك من العلاقة :

$$H_{JF_1} = \frac{\lambda F_1}{\lambda w} \quad H_{Jw}$$

حيث λ هى معامل الإحتكاك للسائل (Friction coefficient)

يوضح الشكل رقم (٢-٣٠) قيم معامل الإحتكاك λ للمواسير المستقيمة (بمعلومية اللزوجة υ للسائل) .

١-١١-٥- تغيير أداء الطلمبة Changing the pump performance

١-١١-٥-١ تغيير السرعة Changing the speed

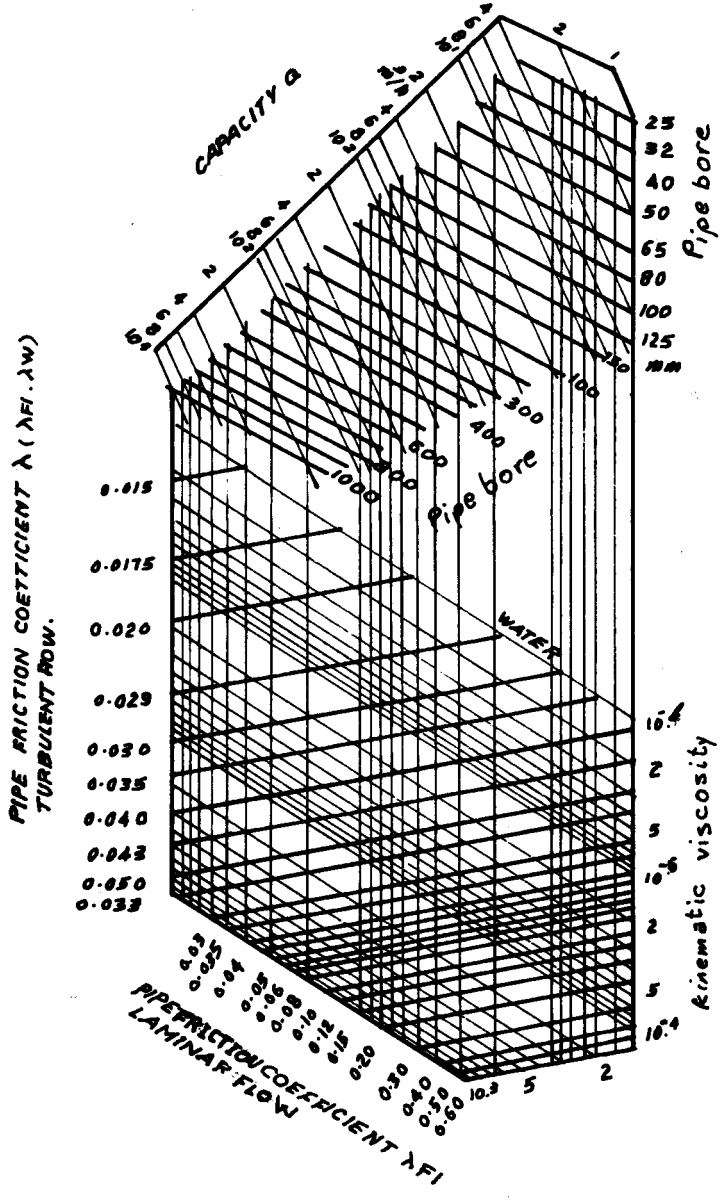
لنفس الطلمبة يمكن الحصول على عدة منحنيات مختلفة لها فى حالة إستخدام سرعات مختلفة.

وترتبط هذه المنحنيات بقانون التماثل (Similarity law) فإذا كانت قيم التصرف Q_1 والرفع H_1 والقدرة P_1 معروفة عند سرعة محددة n_1 فإن القيم الجديدة لهذه المتغيرات عند سرعة جديدة n_2 يمكن الحصول عليها كالتالى :

$$Q_2 = \frac{n_2}{n_1} \cdot Q_1$$

$$H_2 = \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2 . H_1$$

$$P_2 = \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^3 . P_1$$



شكل رقم (٢-٣٠) : معاملات الاحتكاك (λ) للمواسير المستقيمة
في حالة السوائل اللزجة

- يؤدى التغير فى السرعة n الى ترحيل نقطة التشغيل B والشكل رقم (٢-٣١) يوضح ثلاثة منحنيات للطلمبة عند ثلاث سرعات مختلفة ويتقاطع كل منحنى مع منحنى المنظومة عند ثلاثة نقاط تشغيل مختلفة.

٢-٥-١١-١ تشذيب (خرط) مروحة الطلمبة Trimming the impeller

للحصول على تقليل مستديم فى خرج الطلمبة الطاردة المركزية التى تعمل على سرعة ثابتة فإن ذلك يستلزم تقليل قطر المروحة D

- تحتوى كتالوجات الطلمبات على المنحنيات المختارة لهذه الطلمبات عند أقطار نمطية لمراوح هذه الطلمبات ويمكن الحصول على أى منحنى آخر فيما بينها عن طريق تشذيب (خرط) المروحة الأكبر قطرا مباشرة.
- عند تغيير قطر مروحة الطلمبات ذات الأنسياب القطرى (radial flow) فإن العلاقة بين التصرف Q والرفع H والقطر D تكون كالتالى

$$\left(\frac{D_1}{D_2}\right)^2 \simeq \frac{Q_1}{Q_2} \simeq \frac{H_1}{H_2}$$

ومنها

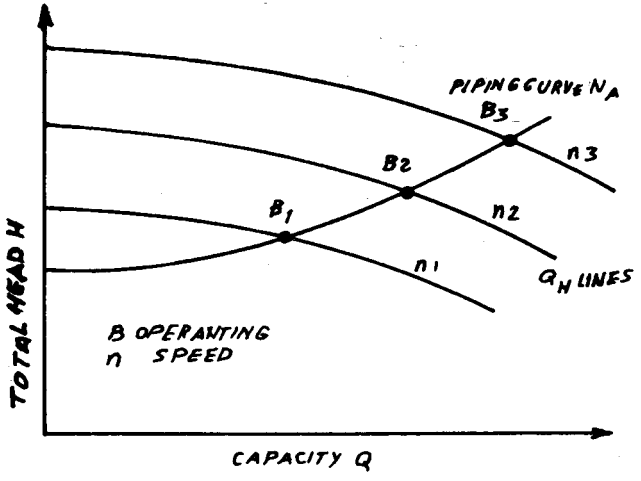
$$D2 \simeq D1 \sqrt{\frac{Q_2}{Q_1}}$$

أو

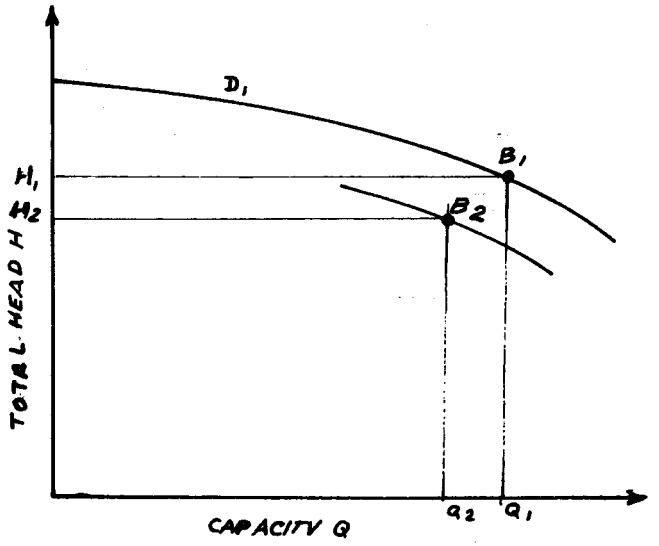
$$D2 \simeq D1 \sqrt{\frac{H_2}{H_1}}$$

يبين المنحنى بالشكل رقم(٢-٣٢)تأثير تغييرقطر المروحة على رفع وتصرف الطلمبة لتحديد القطر الجديد للمروحة لتحقيق نقطة التشغيل الفعلية B2 يتبع الآتى :

- بإستخدام الرسم الخاص بمنحنى الطلمبة Q-H يتم توصيل خط مستقيم يمر من نقطة الأصل للمنحنى (عند Q=0 , H=0) عبر نقطة التشغيل B2 يقطع المنحنى الأصلى للمروحة ذات القطر الأكبر (المراد تشذيبه) D1 عند نقطة التشغيل B1 .



شكل رقم (٢-٣١) : تأثير التغير في السرعة على منحنى الطلمبة



شكل رقم (٢-٣٢) : تأثير تغيير قطر المروحة على منحنى

- تحدد قيم H , Q فى الحالتين الأولى (1) والثانية (2)

- تستخدم هذه القيم للحصول على القيمة التقريبية للقطر الجديد D2 بالتعويض فى العلاقة السابقة.

١-١١-٦ توصيف الطلمبات بمحطة الرفع Pumps Description

بعد تحديد التصرفات الواردة الى محطة الرفع على مدى الفترة التصميمية لها بدءاً من التصرفات الحالية وحتى التصرفات المستقبلية المتوقعة فى نهاية هذه الفترة (سنة الهدف) وكذلك تحديد منسوب ماسورة الدخول الى بيارة المحطة ومناسيب خط الطرد الخارج من المحطة يتم توصيف الطلمبات المستخدمة فى محطة الرفع من حيث :

أ) عدد الطلمبات المركبة بالمحطة

ب) تصرف كل من هذه الطلمبات .

جـ) الرفع ومدى التشغيل للطلمبة .

د) متطلبات التصميم للطلمبة (النوع - سرعة الدوران - سرعة دخول المياه الى فتحة المص - قطر الاجسام الصلبة المسموح بمرورها)

هـ) خامات التصنيع لأجزاء العملية .

و) طريقة التركيب للطلمبة (تركيب رأسى بإتصال مباشر عن طريق اعمدة كردان - تركيب أفقى - غاطسة) .

١-١١-٦-١ عدد الطلمبات المركبة بالمحطة .

يتوقف عدد الطلمبات التى يتم تركيبها بالمحطة على حجم التصرفات الواردة وطبيعة المحطة من حيث كونها مؤقتة أو دائمة وفرعية أو رئيسية ومعدلات التصرفات الواردة لها على مدار السنة وخلال ساعات اليوم وكذلك يتوقف ذلك على

نوع الطلمبات المستخدمة ومدى حاجتها الى أعمال الصيانة الدورية وسهولة فك وتركيب الطلمبة وتوفر قطع الغيار لها وأهمية استمرارها فى العمل تحت ظروف التشغيل العادية وفى حالات الطوارىء ومدى تأثير توقف المحطة عن العمل على البيئة المحيطة بها (ظروف الموقع) وعلى قدرة شبكة الانحدار بالمنطقة المخدومة على التخزين وتوفر وسائل تطهير هذه الشبكة وقدرتها على التنظيف الذاتى للمواسير طبقا للتصميم الموضوع لها ، وفى جميع الاحوال فان عدد الطلمبات المركبة بالمحطة يجب أن تخضع للعلاقة الآتية :

عدد الطلمبات المركبة = عدد الطلمبات العاملة لرفع التصرفات القصوى للمحطة فى ساعات الذروة + طلمبة احتياطية + طلمبة واحدة على الاقل بالصيانة .

ويراعى ألا يزيد عدد الطلمبات العاملة بالمحطة عن ٥٠٪ من عدد الطلمبات المركبة وأن تكون الطلمبة الاحتياطية ذات تصرف يعادل تصرف أكبر الطلمبات المركبة بالمحطة فى حالة استخدام طلمبات غير متماثلة فى السعة (مختلفة التصرفات) داخل نفس المحطة وتوضع طلمبة اضافية من كل سعة مستخدمة باعتبارها فى الصيانة علاوة على الطلمبات العاملة والاحتياطية .

١-١١-٦-٢ حساب تصرف الطلمبة Pump Flow rate

لحساب تصرف كل طلمبة من الطلمبات المركبة بمحطة الرفع يتم اتباع الاتى :

أ) بالنسبة للطلمبات المتماثلة فى السعة .

فى حالة استخدام طلمبات متماثلة (ذات تصرف متماثل عند نفس نقطة الرفع) لرفع التصرف الوارد الى محطة الرفع فيتم ذلك بالخطوات الآتية :

- يتم تحديد التصرف الاقصى للمحطة Qmax
- يتم حساب تصرف ساعات الذروة Qp وذلك باستخدام معامل الذروة P.F. المناسب طبقاً لسعة المحطة (باب الدراسات) .

- يتم تحديد عدد الطلمبات العاملة لرفع تصرف الذروة Qp .

ويكون فى المعتاد من ١-٢ طلمبة للتصرفات حتى ٢٠٠ ل/ث

ومن ٢-٣ طلمبات للتصرفات من ٢٠٠ - ١٥٠٠ ل /ث

ومن ٣-٤ طلمبات للتصرفات أكبر من ١٥٠٠ ل / ث

- يحسب تصرف الطلمبة الواحدة Q باللتر /ث من العلاقة

$$Q\ (\text{ل/ث}) = \frac{\text{تصرف ساعات الذروة للمحطة } Qp\ (\text{ل/ث})}{\text{عدد الطلمبات العاملة بالمحطة}}$$

ب) بالنسبة للطلمبات مختلفة السعات داخل نفس المحطة

وتستخدم الطلمبات مختلفة السعات داخل نفس المحطة فى حالة عدم انتظام التصرفات الواردة للمحطة على مدى فصول السنة أو على مدى ساعات اليوم إختلافا كبيرا لا يمكن استيعابه عن طريق التخزين بالبيارة .

وعلى ذلك تكون الطلمبات العاملة على مدى ساعات اليوم متغيرة مع تغير التصرفات الواردة ويحدد عدد وسعة الطلمبات المستخدمة طبقاً للمنحنى البيانى للتصرفات الواردة للمحطة .

يراعى عند تحديد السعات المختلفة للطلمبات وعددها الآتى :

- طلمبة (أو أكثر) لرفع التصرفات المتوسطة تبعاً لسعة المحطة (كما سبق فى(أ)).

- طلمبة (أو أكثر) تدخل الخدمة عند منسوب محدد للمياه المجمعة بالبيارة (منسوب ١) .

- طلمبة (أو أكثر) تدخل الخدمة عند المنسوب الأعلى المسموح به لتجميع المياه بالبيارة (منسوب ٢) .

تحسب سعة الطلمبة الأولى Q 1 من العلاقة :

$$Q1 \text{ (ل/ث)} = \frac{\text{التصرف المتوسط للمحطة (ل/ث)}}{\text{عدد الطلمبات}}$$

تحسب سعة الطلمبة الثانية Q 2 من العلاقة :

$$Q2 \text{ (ل/ث)} = \frac{\text{(أقصي تصرف يومي Qmax - الصرف المتوسط) ل/ث}}{\text{عدد الطلمبات الاضافية ١}}$$

تحسب سعة الطلمبة الثالثة Q 3 من العلاقة :

$$Q3 \text{ (ل/ث)} = \frac{\text{(تصرف الطواريء المنتظر - أقصي تصرف يومي Qmax)}}{\text{عدد الطلمبات الاضافية ٢}}$$

ويشكل مجموع عدد الطلمبات فى الحالات الثلاثة السابقة عدد الطلمبات العاملة بالمحطة .

١-١١-٦-٣ الرفع ومدى التشغيل للطلمبة Total Head & Working range

أ) يتم حساب رفع الطلمبات طبقا لما سبق توضيحه بالبند ١-١٢ أخذا فى الاعتبار قطر خط الطرد المستخدم وتشغيل الطلمبات على التوازى أن وجد .

- فى حالة استخدام طلمبتين على التوازى لرفع تصرفات الذروة فيتم تحديد رفع كل طلمبة على أساس نقطة التشغيل للطلمبتين معا .

ويقسم التصرف المقابل لهذه النقطة على أثنين وتعتبر هذه النقطة هى نقطة التصميم Design Point للطلمبة المطلوبة .

(ويراعى نفس المبدأ عند تشغيل أكثر من طلمبتين على التوازى أيضا) .

ب) يتم تحديد مدى التشغيل للطلمبة أخذا فى الاعتبار الآتى :

- أن تعطى الطلمبة ٣٠٪ من التصرف التصميمى على الاقل عند أقصى مدى للتشغيل (النقطة العليا).

- أن تعمل الطلمبة على مدى من ٨٠٪ الى ١١٠٪ من الرفع التصميمى على الأقل.

- أن يكون أقصى رفع للطلمبات الطاردة المركزية احادية المراحل لا يزيد عن ٦٥ مترا .

- أن تغطى النقطة السفلى لمدى التشغيل حالة تشغيل طلمبة واحدة بأمان فى حالة تشغيل طلمبتين أو أكثر على التوازى .

١-١١-٦-٤ متطلبات التصميم للطلمبات Design Requirments

يراعى عند توصيف الطلمبات المطلوبة لمحطة الرفع تحديد الآتى :

١-١١-٦-٤-١ النوع Type of Pump

- يحدد نوع الطلمبة المستخدمة طبقاً للرفع الكلى للمحطة (بند ١-١٣) .

- فى حالة استخدام الطلمبات الطاردة المركزية فيتم تحديد نوعها طبقاً للآتى :

اذات التصرف القطرىRadial Flow فى حالة القيم العالية للرفع (أكثر من ٤٠ متر) .

ذات التصرف المختلط Mixed Flow فى حالة القيم المتوسطة للرفع (من ١٠-٤٠ متر).

ذات التصرف المحورى Axial Flow فى حالة القيم الصغيرة للرفع (أقل من ١٠متر).

١-١١-٦-٤-٢ سرعة الدوران Speed

يحدد سرعة الدوران للطلمبة طبقاً لاعتبارات تصميم الطلمبة المطلوبة بمعرفة المنتج ويراعى فى اختيار سرعة الدوران تحقيق أعلى كفاءة ممكنة للطلمبة عند نقطة التشغيل المحددة ومدى تحمل الأجزاء الدوارة للسرعات العالية ومعدل إستهلاكها ونوعية المواد المستخدمة فى التشحيم ومعدلات البرى لكراسى الارتكاز والخامات المستخدمة فى تصنيع الطلمبة بالاضافة الى طبيعة السوائل المراد ضخها ومدى إحتوائها على مواد صلبة ورمال .

وفى جميع الاحوال تكون سرعة الدوران من ٧٥٠ - ١٥٠٠ لفة / الدقيقة للطلمبات ذات السعة أكبر من ٥٠ ل/ث ومن ١٥٠٠ - ٣٠٠٠ لفة / دقيقة للطلمبات أقل من ٥٠ ل/ث .

١-١١-٦-٤-٣ سرعة دخول المياه الى فتحة المص للطلمبة .

يجب ألا تزيد سرعة دخول المياه عند فتحة المص للطلمبة عن ٤ متر / ثانية عند نقطة التشغيل التصميمية .

١-١١-٦-٤-٤ قطر الاجسام الصلبة المسموح بمرورها داخل الطلمبة .

يحدد قطر الاجسام الصلبة المسموح بمرورها عبر مروحة الطلمبة على أساس قطر فتحة السحب المنتظرة حسب كميات التصرفات والسرعة المسموح بها فى مواسير السحب وفتحة المص للطلمبة أخذاً فى الاعتبار نوعية مروحة الطلمبة وكفاءة الطلمبات حيث تقل الكفاءة بزيادة حجم المواد الصلبة المسموح بمرورها .

وفى المعتاد فان قطر المواد الصلبة المسموح بها تكون كالتالى :

- للطلمبات ذات التصرف حتى ٣٠ ل/ث ٥٠ مم

- للطلمبات ذات التصرف من ٣٠ - ١٠٠ ل/ث ٧٥ مم

- للطلمبات ذات التصرف من ١٠٠ - ٢٠٠ ل/ث ١٠٠ مم

- للطلمبات ذات التصرف من ٢٠٠ - ٤٠٠ ل/ث ١٢٥ مم

- للطلمبات ذات التصرف اكبر من ٤٠٠ ل/ث ١٥٠ مم

١-١١-٦-٤-٥ خامات التصنيع لأجزاء الطلمبة Construction Materials

تؤخذ مواد التصنيع الآتية فى الاعتبار فى حالة طلب طلمبات للاستخدامات العادية لرفع المخلفات السائلة للصرف الصحى .

جسم الطلمبة : حديد زهر C.I

المروحة : حديد زهر C.I

عامود الادارة : صلب غير قابل للصدأ st . st

حلقات التآكل : برونز

وفى حالة طلب طلمبات لاستخدامات خاصة أو فى حالة إحتواء السوائل المراد رفعها على مواد كيماوية (أحماض أو قلويات) فانه ينصح بمراجعة هذه الخامات مع الشركات المنتجة لتحديد الخامات المناسبة .

٦-٤-٦-١١-١ طريقة التركيب للطلمبات Pump Installation

يتم تحديد طريقة تركيب الطلمبات وبالتالى تصميم بيارات السحب طبقا للآتى :

- التركيب فى الوضع الرأسى باتصال مباشر بين الطلمبة والمحرك .

وتستخدم هذه الطريقة فى حالة أعماق السحب الصغيرة والتى لا تزيد على ٥ متر تحت سطح الأرض .

- التركيب فى الوضع الرأسى عن طريق استخدام أعمدة كردان للتوصيل بين الطلمبة والمحرك بحيث يتم تركيب المحركات أعلى منسوب سطح الأرض .

وتستخدم هذه الطريقة فى حالة أعماق السحب الكبيرة والتى تزيد على ٥ متر تحت سطح الأرض أو فى حالة إحتمال تعرض موقع المحطة للغرق .

ولا يسمح بزيادة زاوية الميل لأعمدة الكردان عن ٣° (ثلاث درجات) على الرأسى.

- التركيب فى الوضع الأفقى بإتصال مباشر بين الطلمبة والمحرك وتستخدم هذه الطريقة فى حالة إستعمال طلمبات ذات تحضير ذاتى تركب فوق سطح الأرض تسحب من بيارة تجميع أسفلها أو فى حالة إستعمال طلمبات مركبة فى بئر جافة تسحب من بيارة تجميع مجاورة لها عبر خطوط مواسير سحب وبشرط توفير التأمين اللازم لهذه الطلمبات ضد الغرق .

- التركيب الغاطس للطلمبات داخل بيارات التجميع المبتلة وتستخدم في هذه الحالة طلمبات ذات محركات لها درجة حماية IP68 تعمل مغمورة فى المياه . وتستخدم هذه الطريقة فى محطات الرفع المؤقتة أو ذات التصرفات الصغيرة .

ويوضح الملحق رقم(١) لهذا المجلد نماذج لمحطات رفع تستخدم فيها طرق التركيب المختلفة للطلمبات .

١-١٢ إختيار مواسير السحب والطرد للطلمبات

عند تقرير نظام المواسير للطلمبات فانه يجب الأخذ فى الاعتبار تكلفة المهمات والتشغيل ومصاريف الصيانة على مدى العمر الافتراضى للطلمبات وذلك قبل تحديد قطر خط الطرد الرئيسى للمحطة وكذلك تأثير قطر ووضع ماسورة السحب على أداء الطلمبة والعمر الأفتراضى لها .

١-١٢-١ تصميم مواسير السحب

إن تصميم نظام مواسير السحب للطلمبات له تأثير كبير على أداء الطلمبة والتصميم الخاطىء يسبب مشاكل أثناء تشغيل الطلمبة مثل التدفق الدوامى ودخول الهواء الى الطلمبة مما يؤدى الى حدوث اعطاب الطلمبات واستهلاكها فى فترة زمنية أقل من العمر الافتراضى المقرر لها .

وحيث أنه يصعب تحسين أو اعادة ترتيب نظام مواسير السحب بعد إتمام إنشائها فانه يجب إعطاء الاهتمام من البداية عند تصميم هذا النظام وأخذ النقاط التالية فى الاعتبار :

أ) - العمق الواجب لغمر ماسورة السحب (عمق الغمر)

المسافة المناسبة بين فوهة ماسورة السحب وقاع بيارة السحب تكون أكبر من أو تساوى نصف قطر فوهة ماسورة السحب ويجب زيادة هذه المسافة فى حالة وجود إحتمالات أكبر لتراكم الرمال والترسيبات فى قاع البيارة .

ب) - يجب أن تغطى المياه مدخل ماسورة السحب الى عمق مناسب لمنع تكون دوامات مفرغة قمعية الشكل Vortix قد تشكل لحظيا كهف هوائى على شكل أنبوبى يمتد من سطح السائل الى ماسورة السحب .

- أقل غطاء للسائل فوق فوهة ماسورة السحب (الطرف الحر للماسورة) يجب أن يكون مساويا لضغط السرعة فى مدخل الطلمبة Inlet Velocity Head مضافا اليه ١ر٠ متر كعامل أمان .

$$Smin = \frac{\upsilon^2 s}{2g} + 0.1 \ (m)$$

حيث υs = سرعة التدفق فى ماسورة السحب (م/ث) .

Smin = أقل غطاء من السائل فوق فوهة ماسورة السحب (متر) .

* أقصى سرعة تدفق فى ماسورة السحب يجب ألا تزيد عن ٣م / ث .

جـ) - المسافة بين الطرف الحر لماسورة السحب وحوائط بيارة السحب :-

يجب ألا تقل المسافة بين محور ماسورة السحب والحائط عن مرة ونصف قطر فوهة الماسورة .

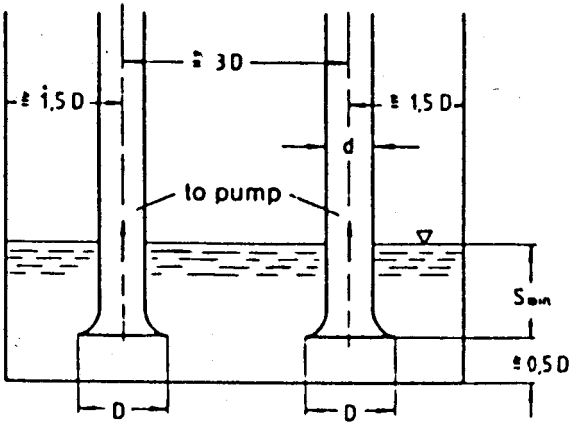
د) - المسافة بين محاور مواسير السحب بعضها البعض يجب ألا تقل عن ثلاثة أمثال قطر فوهة الماسورة .

والشكل رقم (٢-٣٣) يوضح المسافات المبينة فى (أ) ، (ب) ، (جـ) ، (د) المذكورة عاليه .

هـ) - يجب أن تكون ماسورة السحب أقصر ما يمكن وتميل فى إتجاه الطلمبة مع تجنب وجود محبس فى وضع رأسى فى جانب السحب للطلمبة .

و) - تجنب استخدام المواسير ذات الرأس والذيل واستخدام المواسير بالفلنشات .

ز) - عدم استخدام كوع قبل الطلمبة مباشرة لضمان الانسياب السلس للمياه فى مدخل الطلمبة .



شكل رقم (٢-٣٣) : المسافات بين مواسير السحب وكل من قاع البيارة وحوائطها والمسافات البينية بين محاور المواسير والفلماء فوق فوهة الماسورة

ح) - يجب أن تكون ماسورة السحب للطلمبة وماسورة الدخول للبيارة بعيدة عن بعضها بقدر كاف لمنع دخول الهواء فى ماسورة السحب مع التأكد من أن ماسورة الدخول لا تصب مباشرة فى مدخل ماسورة السحب .

ط) - عند تصميم بئر سحب المياه للطلمبات يراعى الأتى :-

١ - منع الرمال والرواسب من الدخول الى خطوط السحب .

٢ - ترتيب وضع المواسير لجعل دخول المياه موزعا على جميع الطلمبات بالتساوى تقريبا .

٣ - ترتيب المواسير بحيث لا يحدث تداخل بين أى طلمبة والأخرى .

٤ - وضع مواسير السحب للطلمبات بحيث تكون أبعد ما يمكن عن مركز البيارة .

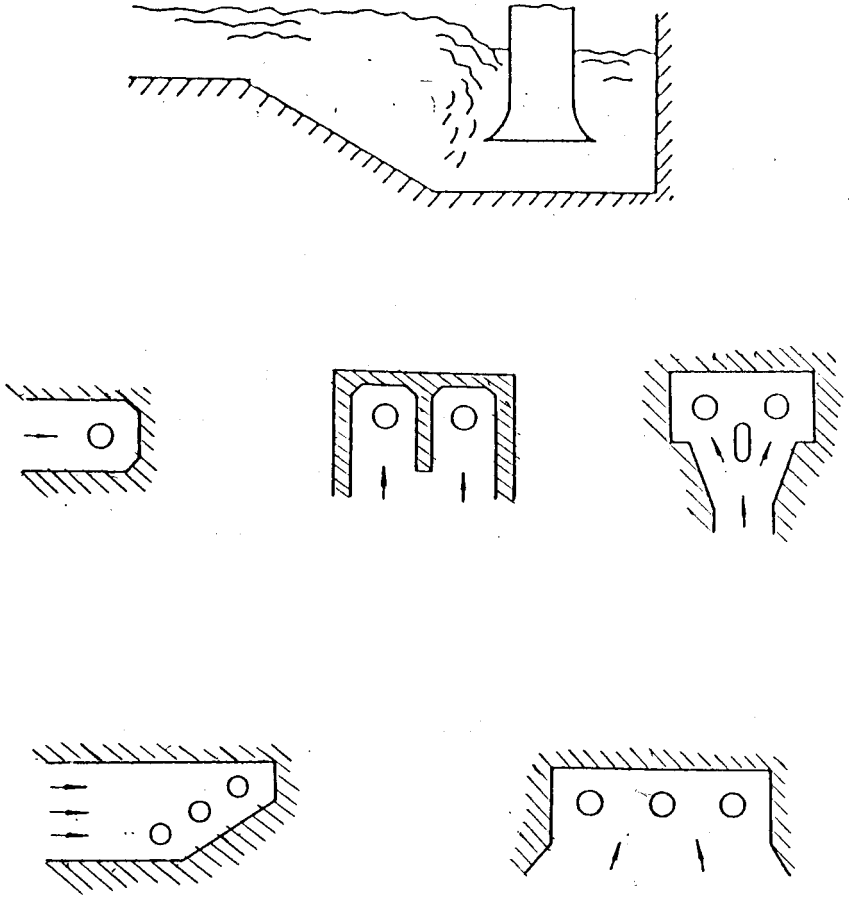
٥ - سهولة إنسياب المياه فى إتجاه مواسير السحب .

٦ - تسهيل أعمال المراجعة والفحص لمواسير السحب وتقليل المخاطر التى تعرض المواسير للكسر .

والشكل رقم (٢-٣٤) يوضح التصميم الصحيح لبئر السحب .

١-١٢-٢ تحديد قطر ماسورة الطرد

عند الرغبة فى تحديد قطر الماسورة ونوعها فانه من الضرورى إجراء الدراسة الكاملة للمقاومة فى خط المواسير وتأثير الطرق المائى وخطط التوسع المستقبلية لمحطة الرفع .



شكل رقم (٢-٣٤): تصميم بيارة السحب

وحيث أن المقاومة فى خط المواسير تتناسب عكسيا مع الأس الخامس لقطر الماسورة فان أول ما يجب أخذه فى الاعتبار هو الحسابات الخاصة بفاقد الاحتكاك فى خط الطرد ، ومن ثم فعند نقل المياه لمسافات طويلة فانه يجب إختيار قطر ماسورة أكبر رغم التكلفة الأعلى للقطر الكبير حيث أن الفرق فى التكلفة يمكن تعويضه بانخفاض تكلفة التشغيل على المدى الطويل .

وللتخطيط للمستقبل حيث تتزايد التصرفات المطلوب رفعها خلال خط المواسير فان قطر خط الطرد يجب أن يحدد بعناية أخذاً فى الاعتبار الزيادة المنتظرة وعمر المواسير المستخدمة وتكلفة تغيير هذه المواسير وذلك للوصول الى خط مواسير آمن وأكثر إقتصاداً على مدى زمن تشغيل محطة الرفع (العمر الافتراضى للمحطة أو سنة الهدف لفترة التصميم) .

وعلى ذلك فانه لاختيار قطر خط الطرد تتبع الخطوات التالية :

أ) - تحديد التصرف الاقصى Qpeak المطلوب ضخه .

ب) - يحدد قطر خط الطرد مبدئيا من العلاقة الآتية :

$$D = \sqrt{\frac{4Qp}{\pi v}} \quad (m)$$

حيث D = قطر خط الطرد بالمتر

Qp = التصرف الأقصى للمحطة م٣/ث

V = سرعة التدفق فى الماسورة م/ث

ويتم إختيار سرعة التدفق تبعاً لطول خط الطرد وزمن الضخ اليومى ، فعند نقل المياه لمسافة طويلة (أكبر من ١ كيلو متر) ولفترة طويلة يوميا فان السرعة تؤخذ من ٥ر٠ الى -ر٢ م/ث وعندما يكون النقل لمسافة قصيرة ولفترة قصيرة (أقل من ٨ ساعات يومياً) فان السرعة تؤخذ من ٢ الى ٣ م/ث وفى حالة وجود نسبة **كبيره**

من المواد الصلبة العالقة ينجم عنها إحتمالات أكبر للترسيب فى الخط فانه من الضرورى استخدام الحدود الأعلى للسرعة .

جـ) يستخدم النوموجرام الموضح بالشكل رقم (٢-٣٥) والذى يبين طريقة عملية لحساب سرعة التدفق V كدالة فى معدل التصرف Q والقطر الداخلى لماسورة خط الطرد D وذلك للحصول على قيمة السرعة بمعلومية معدل التصرف Qp للمحطة وقيمة قطر خط الطرد القياسى الأقرب الى القيمة المحسوبة فى الخطوة السابقة D ومقارنتها بالسرعة المفترضة والتأكد من أنها داخل المدى الصحيح وفى الحدود المقبولة .

د) - يحسب الفقد بالاحتكاك فى الماسورة من العلاقة

$$h_f = L \cdot \frac{\lambda}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

حيث h_f = الفقد بالاحتكاك (متر)

L = طول خط الطرد (متر)

v = سرعة التدفق فى الماسورة (م/ث)

D = قطر خط الطرد (متر)

g = عجلة الجاذبية (م/ث مربعة)

(٩٫٨١ ك/ث٢)

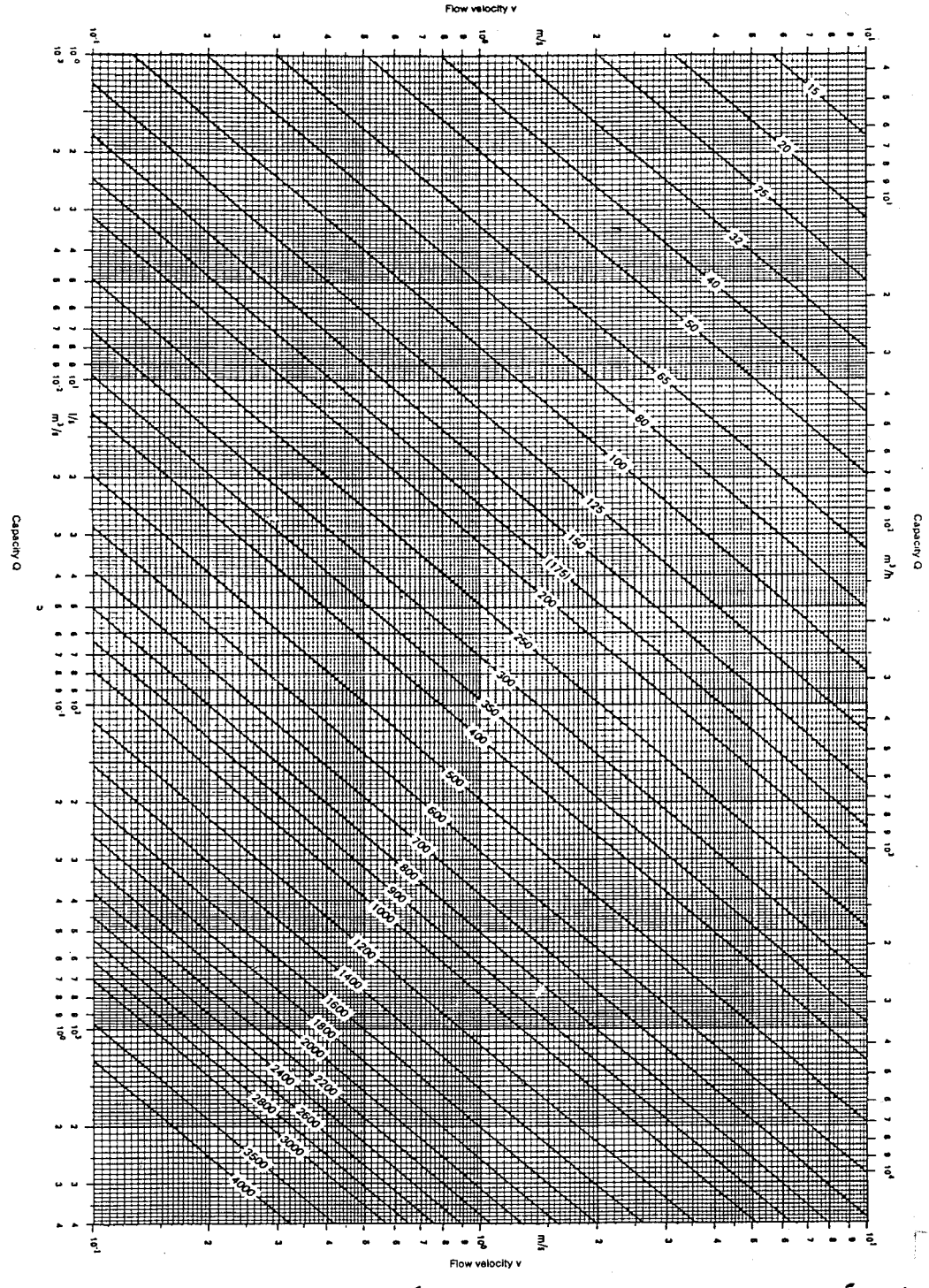
λ = معامل الاحتكاك للماسورة (وتحدد قيمتها طبقاً للموضح بالملحق رقم ٥)

ملحوظة :

يمكن حساب الفقد بالاحتكاك باحدى طريقتين أخريين :

١- معادلة هازن - وليامز

$$hf = \frac{10.69\ Q^{1.85} \times L}{D^{4.87} \times C^{1.85}}$$



شكل رقم (٢-٣٥) : نوموجرام حساب سرعة التدفق كدالة في معدل التصرف Q والقطر الداخلي للماسورة D

٢ - استخدام الجداول التقريبية التى تحدد هذه القيمة للمتر الطولى للماسورة طبقاً للقطر والنوع . (ملحق رقم ٥) .

هـ) - يحسب الرفع الكلى من العلاقة

$$ht = hs + hf + ...$$

حيث ht = الرفع الكلى لخط الطرد شاملا جميع الفواقد فى القطع الخاصة وفواقد السرعة لدخول ونهاية خط الطرد .

hs = الرفع الجيوتيكى (الاستاتيكى) الفعلى بين منسوبى السحب والطرد .

و) - اذا زادت قيمة الرفع الكلى عن الحدود المقررة لنوع الطلمبات المستخدمة يتم اختيار القطر الأكبر لخط الطرد وتعاد خطوات الحسابات السابقة . ويراعى ألا يزيد الرفع الكلى فى جميع الأحوال عن ٦٥ متر وذلك فى الطلمبات الطاردة المركزية ذات المرحلة الواحدة .

ز) - إذا تبين من الحسابات امكانية استخدام أكثر من قطر داخل حدود السرعات المقبولة فانه يتم الترجيح بينها على اساس الطاقة المستهلكة فى كل حالة (لكل قطر من المواسير) وحساب تكلفة الإستهلاك بالإضافة الى تحديد قدرة المحركات المستخدمة فى كل حالة وحساب تكلفة المهمات (طلمبات + محركات + مواسير ومستلزماتها) المناظرة لهذه الحالة ثم تحسب التكلفة الكلية فى حالة استخدام كل قطر من الأقطار موضوع المقارنة لاختيار القطر الأكثر إقتصاداً .

١-١٣ أنواع الطلمبات المستخدمة فى محطات الرفع .

تستخدم الانواع التالية فى الطلمبات الخاصة بمحطات الرفع لمشروعات الصرف الصحى

أ) - الطلمبات الطاردة المركزية Centrifugal Pumps

ب) - الطلمبات الحلزونية Screw Pumps

جـ) - الطلمبات موجبة الازاحة Positive Desplacement Pumps

د) - الطلمبات التى تعمل بدفع الهواء Air lift Pumps

١-١٣-١ الطلمبات الطاردة المركزية والطلمبات الحلزونية

وقد سبق ايضاح جميع الخواص والمحددات الخاصة بالطلمبات الطاردة المركزية فى بند ١-١١ وكذلك يتم الرجوع الى المجلد الثانى الخاص بأعمال المعالجة فيما يخص الطلمبات الحلزونية .

١-١٣-٢ الطلمبات موجبة الازاحة.

ويستخدم هذا النوع من الطلمبات أساساً لضخ الحمأة أو فى حالة رفع المخلفات السائلة لمسافات بعيدة وضد رفع كلى مرتفع جدا ويراعى فى جميع الحالات المقارنة الاقتصادية بين هذا النوع والانواع الاخرى التى يمكن استخدامها لنفس العمل وتكون المقارنة بحساب التكلفة الابتدائية سواء للمنشآت اللازمة أو سعر الطلمبات مضافا اليه تكلفة التشغيل وأعمال الصيانة الدورية مع الأخذ فى الاعتبار ظروف التشغيل لترجيح أى من الاحتمالات .

وتنقسم هذه الطلمبات الى الانواع الآتية :

- الطلمبات الترددية Ram Pumps
- الطلمبات البريمية Helical Pumps أو Mono Pumps

١-١٣-٣ الطلمبات التى تعمل بدفع الهواء

ولا يستعمل هذا النوع من الطلمبات فى التطبيقات العملية لرفع المخلفات السائلة للصرف الصحى نظراً للسعة المحدودة والرفع المنخفض الذى يمكن الحصول عليه فى هذه الطلمبات وإن كانت تتمتع بانخفاض الضوضاء الصادرة عنها فى حالة توفر مصدر الهواء المضغوط مما يتيح الفرصة لاستخدامها فى الاماكن التى تتطلب مراعاة الهدوء وتقليل المساحات المطلوبة للمعدات .

وقد تم ايضاح البيانات وبعض التفاصيل الخاصة بأنواع الطلمبات بالملاحق الخاصة بهذا المجلد (ملحق رقم ٢) .

١-١٤ تصميم مبنى الطلمبات Design of Pump Building

يراعى فى تصميم مبنى الطلمبات لمحطات الرفع أخذ العناصر التالية فى الاعتبار:

أ) - أبعاد المبنى

ب) - تهوية المبنى .

جـ) - أعمال الانارة

د) - طلمبات النزح

هـ) - الأوناش العلوية

و) - السلالم ومشايات الصيانة .

١-١٤-١ أبعاد المبنى

ينقسم المبنى الخاص بالطلمبات الى عنبرين رئيسيين :

- عنبر الطلمبات

- عنبر المحركات ولوحات التشغيل الكهربائية .

وأبعاد عنبر الطلمبات يحدده المساحة الخاصة بالجزء الجاف من بيارة محطة الرفع وعلى ذلك فيجب مراعاة مناسبة هذا الجزءكعنبر لتركيب الطلمبات وملحقاتها ونظام مواسير السحب والطرد عند تحديد قطر بيارة المحطة فى حالة البيارات المستديرة المقطع أو أبعادها فى حالة البيارات المستطيلة المقطع .

وعموما فانه يجب مراعاة أن تكون المسافة البينية بين الطلمبات فى حدود من ٠ر٥١ متر للطلمبات الصغيرة ذات التصرفات حتى ١٠٠ ل/ث وحتى ٠ر٥٣ متر للطلمبات ذات التصرفات الكبيرة التى تزيد عن ٦٠٠ ل/ث وتترك مسافة بين محور أول وأخر طلمبة وبين حائط العنبر لا تقل عن نصف المسافة البينية بين الطلمبات .

وبالنسبة لعنبر المحركات فان مساحة العنبر تكون بنفس مساحة مقطع بيارة السحب ويتم تحديد الارتفاع الخاص بالعنبر بحيث يسمح بتركيب ونش علوى بالعنبر تكون الكمرة الخرسانية التى يركب عليها على ارتفاع من ٤ الى ٥ متر عن منسوب سطح بلاط العنبر حسب سعة المحطة وبحيث تترك مسافة لا تقل عن ٥ر١ الى ٢ متر بين سطح كمرة الونش وباطنية الكمرات الساقطة لسقف عنبر المحركات وذلك حسب سعة المحطة وحجم المحركات المركبة بها وبالتالى حمولة الونش المستخدم .

١-١٤-٢ تهوية مبنى الطلمبات

١-١٤-٢-١ تهوية عنبر الطلمبات تحت منسوب سطح الأرض :

يستخدم عدد ٢ وحدة تهوية على الاقل مكونة من ضاغط هواء ومواسير سحب وطرد تعمل إحداها لدفع الهواء من خارج المبنى الى عنبر الطلمبات ويكون ذلك على منسوب لا يقل عن -ر٢ متر من منسوب أرضية العنبر وتعمل الاخرى على سحب الهواء من داخل العنبر الى خارج المبنى ويكون ذلك على منسوب لا يزيد عن ٥ر٠ متر من منسوب أرضية العنبر .

يجب أن تكون سعة وحدات التهوية بحيث تسمح بتغيير الهواء داخل عنبر الطلمبات من ٦ الى ٨ مرات فى الساعة الواحدة على ضغط فى حدود ٢ر٠ بار .

١-١٤-٢-٢ تهوية عنبر المحركات فوق منسوب سطح الارض .

ويستخدم فى ذلك مراوح شفط تركب على حائط عنبر المحركات تكون ذات سعة اجمالية تسمح بتغيير هواء العنبر من ٨ الى ١٠ مرات فى الساعة مع مراعاة ألا تزيد درجة الحرارة داخل العنبر عن ٣٨ ° فى جميع الأحوال وتحدد سعة المراوح على أساس ضغط مانومترى فى حدود ٢ر٠ بار .

١-١٤-٣ انارة مبنى الطلمبات

١-١٤-٣-١ انارة عنبر الطلمبات

تستخدم وحدات الاضاءة من طراز عين البقرة المحكمة تماماً ضد تسرب المياه لانارة عنبر الطلمبات تحت منسوب سطح لأرض وتركب هذه الوحدات على الحوائط على ارتفاع لا يقل عن ٥ر٢ متر من منسوب أرضية العنبر ويكون عدد الوحدات المستخدمة وقدره اللمبات المركبة بها بما يسمح بشدة اضاءة لا تقل عن ٢٠٠ لوكس فى أى نقطة داخل العنبر .

١-١٤-٣-٢ انارة عنبر المحركات

تستخدم وحدات الاضاءة ذات الكشافات طراز المصانع المزودة بلمبات اضاءة مختلطة (فلورا) أو لمبات زئبقية بقدرة من ١٥٠ الى ٢٥٠ وات لانارة عنبر المحركات وتركب هذه الوحدات معلقة من سقف العنبر ويكون عددها بحيث يسمح بتوفير شدة اضاءة لا تقل عن ٣٠٠ لوكس فى أى نقطة داخل العنبر ويفضل استخدام وحدات اضافية للإضاءة بكشافات فلورسنت خلف لوحات التشغيل الكهربائية تركب على الحائط على ارتفاع لا يقل عن ٣ متر عن سطح أرضية العنبر وذلك لزيادة شدة الاضاءة فى هذه المنطقة الى ٥٠٠ لوكس لامكان إجراء أعمال الصيانة والاصلاح لهذه اللوحات.

١-١٤-٤ طلمبات النزح

يتم تجميع المياه المتسربة من الطلمبات الرئيسية والمناطق المحيطة بالمحطة وكذلك تلك المتسربة من وصلات المواسير والمحابس وذلك فى بئر تجميع فى أحد أركان عنبر الطلمبات الرئيسية حيث يتم نزحها باستخدام طلمبة نزح رأسية ويجب أن تكون من النوع الغاطس أو ذات التحضير الذاتى وذلك حتى تكون جاهزة للعمل باستمرار ويجب أن يتم تجهيزها بحيث تعمل أتوماتيكيا طبقا لمنسوب المياه المتجمعة فى بئر التجميع .

تكون سعة طلمبة النزح متناسبة مع سعة محطة الرفع وتكون فى المعتاد من ٥ الى ١٠ لتر/ثانية على رفع مانومترى فى حدود من ٦ الى ٨ متر . وفى حالة محطات الرفع الكبيرة يمكن استخدام طلمبتين للنزح يتم تركيبهما فى ركنين متقابلين للمساعدة فى سرعة سحب المياه المتسربة .

١-١٤-٥ الأونـاش العلوية

- تزود محطات الرفع بونش علوى يركب فى عنبر المحركات لاستخدامه فى اعمال اصلاح وصيانة وحدات الرفع وكذلك فى اعمال التركيب والفك .
- تكون حمولة الونش المركب بالمحطة بحيث يسمح برفع وحدة الضخ كاملة (الطلمبة + المحرك) مع وجود معامل أمان لا يقل عن ٢٥ ٪ من هذا الحمل .
- يكون ارتفاع كمرة الونش عن أرضية عنبر المحركات بما يسمح بتحريك المحرك الكهربى داخل العنبر بحرية ووضعه على القاعدة الخاصة به وعادة تكون فى حدود من ٤ الى ٥ متر طبقا لسعة محطة الرفع .
- تكون سلسة الرفع للونش بحيث تسمح بالوصول الى أرضية عنبر الطلمبات لامكان رفع هذه الطلمبات الى مستوى سطح الأرض بعنبر المحركات .

١-١٤-٦ السلالم ومشايات الصيانة

- يجب تزويد محطة الرفع بسلم مناسب للوصول من عنبر المحركات حتى منسوب أرضية عنبر الطلمبات ويكون إتساع فتحة السلم بحيث تسمح بإنزال الطلمبات المستخدمة بالمحطة كاملة إذا لم يكن سقف عنبر الطلمبات مجهز بفتحات صيانة تسمح بذلك ويراعى دائما أن يكون السلم مريحا فى الاستعمال ما أمكن ذلك وأن يتمكن عمال الصيانة والفنيين من النزول والصعود عليه خاصة فى حالة حملهم للعدة اللازمة للفك والتركيب ويفضل السلم الحلزونى كلما أمكن ذلك .
- يجب أن تكون درجات السلم مانعة للانزلاق وفى حالة استخدام الدرجات المصنعة من الحديد فيجب أن يتم معالجتها جيدا ضد الصدأ والتآكل .

- يتم تزويد عنبر الطلمبات بمشايات معدنية تمكن من الوصول الى جميع المحابس لامكان فتحها وغلقها بسهولة وكذلك للوصول الى كراسى ومحاور الارتكاز لتشحيمها وإجراء الصيانة اللازمة لها . ويراعى معالجة هذه المشايات ضد التآكل والبرى نتيجة الاستعمال المتكرر وتعرضها لأبخرة المجارى .

١-١٥ المصافى Screens

تزود بيارات محطات الرفع بمصافى بغرض حجز المواد العالقة الموجودة بالمخلفات السائلة الواردة الى المحطة من شبكات الصرف الصحى مثل الاخشاب والحيوانات النافقة والاحبال والأقمشة والعبوات البلاستيكية والصفيح وقطع الحجارة... وخلافه .

وتنقسم المصافى الى نوعين :

أ) المصافى اليدوية (الشبك)

ب) المصافى الميكانيكية

١-١٥-١ المصافى اليدوية

وتكون الفتحات بين قضبان هذا المصافى فى حدود من ٨٠ الى ١٠٠ مم ويراعى فى تصميمها امكانية الوصول اليها لاجراء أعمال النظافة والصيانة الدورية وذلك بوجود مشايات داخل البيارات للسير عليها مع تزويدها بالدرابزينات اذا لزم الأمر أو استخدام المصافى اليدوية التى يمكن رفعها من البيارة الى أعلى منسوب سطح الأرض لاتمام اعمال النظافة أو الصيانة وإعادتها ثانية وقد يستعان فى ذلك بونش يدوى لرفع الاطارات الخاصة بهذه المصافى مع وجود دليل للتوجيه . ويراعى فى حالة

المصافى القابلة للرفع وجود إزدواج فى الشبك يمكن من استمرار حجز الشوائب بالتبادل بين المصفاه العاملة وتلك التى يتم اخراجها لاجراء التنظيف أو الصيانة .

- تكون قضبان واطارات المصافى اليدوية مصنعة من الحديد المجلفن وبمقاسات تتناسب مع سعة المحطة وابعاد هذه المصافى .

١-١٥-٢ المصافى الميكانيكية

وتكون بنفس المواصفات الموجودة بمجلد محطات معالجة الصرف الصحى (بند ٢-١) مع الأخذ فى الاعتبار استخدام نوع المصافى الميكانيكية ذات مشط التنظيف المستمر الحركة والتى تركب فى القنوات العميقة حسب المبين بأنواع المصافى الميكانيكية بالمجلد المذكور (ملحق رقم ١)

١-١٦ المحابس والبوابات

تستخدم المحابس والبوابات للتحكم فى دخول وخروج وتشغيل الطلمبات داخل المحطة .

١-١٦-١ المحابس Valves

١-١-١٦-١ محابس السكينة Sluice Valves

جميع المحابس المستخدمة فى محطات الصرف الصحى تكون من النوع ذات اعمدة الادارة الصاعدة Rising Stem ولا يسمح بالانواع الاخرى .

تصنع المحابس من الخامات الأتية :

جسم المحبس : زهر رمادى C.I

بوابة الغلق : زهر رمادى C.I

عامود الادارة والمسامير : صلب غير قابل للصدأ st.st

وتحدد نوعيات الزهر والصلب غير القابل للصدأ طبقاً لمحتوى المخلفات السائلة من الاحماض أو القلويات أو العناصر الكيماوية الاخرى .

١-١٦-١-٢ محابس عدم الرجوع Non - Return Valves

ويستخدم فى ذلك المحابس ذات القرص المتأرجح Tilting disc أو الهيدروليكية .

وتكون خامات المحابس مماثلة للخامات المستخدمة فى محابس السكينة .

يراعى أن تكون المحابس مزودة بفتحة كافية لاخراج القرص وإجراء أعمال النظافة والمراجعة الدورية .

١-١٦-٢ البوابات Penstocks

جميع البوابات المستخدمة فى محطات الصرف الصحى تكون من النوع الذى يركب على الحوائط وتكون مصنوعة من الزهر لجميع أجزائها عدا عامود الإدارة فيتم تصنيعه من الصلب، غير قابل للصدأ .

١-١٧ الطرق المائى Water Hammering

عندما يحدث توقف مفاجىء لطلمبة دائرة فان الضغط يزداد أو ينخفض بشكل فجائى مما قد يؤدى الى حدوث كسر فى الطلمبة أو ماسورة الطرد ، وتحت ظروف معينة تحدث نفس الظاهرة عندما يتم فتح محبس الطرد بسرعة عند بدء تشغيل الطلمبة . والطرق المائى هو ظاهرة عابرة تحدث عندما تتغير الضغوط نتيجة للتغير فى سرعة الانسياب فى الوقت الذى يحدث فيه انتقال من وضع استقرار معين الى وضع استقرار آخر كما سبق وصفه . وعلى ذلك فيجب أخذ الاحتياطات المناسبة لمنع الطرق المائى من البداية عند تصميم طلمبة عالية الرفع أو كبيرة السعة أو ترفع المياه لمسافة طويلة وأيضا عندما يكون خط الطرد ضعيفاً من حيث خامة التصنيع أو لطول مدة الإستخدام السابقة .

١-١٧-١ حساب الطرق المائى

١-١٧-١-١ سرعة انتقال موجة التضاغط [α]

$$\alpha = \frac{1425}{\sqrt{1 + \frac{K}{E}\frac{D}{t}}} \quad m/s$$

حيث

α = سرعة انتقال موجة التضاغط (m/s)

E = معامل يانج للمرونة الطولية Youngs modulus لخامة الماسورة (kg/m^2)

وتؤخذ كالتالى :

Cast iron pipe 1.1×10^{10}

Steel pipe 2.0×10^{10}

Concrete pipe 0.2×10^{10}

Asbestos pipe 0.3×10^{10}

ولأى خامات أخرى لتصنيع المواسير يتم تحديد هذا المعامل بمعرفة المنتج قبل حساب السرعة الانتقالية .

k = معامل بلك للمرونة لحجم المياه Bulk modulus $(kg.m^2)$

ويؤخذ 2.03×10^{10} kg/m

D = القطر الداخلى لماسورة الطرد (m)

t = سمك جدار الماسورة (m)

وقد تتغير قسمة السرعة الانتقالية بدرجة بسيطة تبعاً لطريقة تركيب الماسورة ولكن يمكن الحصول على قيمة مقبولة باستخدام المعادلة السابقة .

١-١٧-١-٢ فترة انتقال الموجة $[2L / \alpha]$

$$2L / \alpha = 2 \times \Sigma \frac{L_i}{\alpha_i} \quad (Sec)$$

حيث :

L = طول ماسورة الطرد (m)

L_i = طول كل جزء من ماسورة الطرد (m)

α = سرعة انتقال موجة التضاغط (m/s)

α_i = سرعة انتقال موجة التضاغط فى كل جزء من اجزاء ماسورة الطرد (m/s)

١-١٧-١-٣ ثابت خط المواسير [ρ]

$$\rho = \frac{Q_o \; \Sigma \; \frac{L_i}{A_i}}{2g \; H_o \; \Sigma \; \frac{L_i}{\alpha_i}}$$

حيث :

Q_o = معدل التصرف لماسورة الطرد فى وضع استقرار الانسياب (m^3/s)

A_i = مساحة مقطع كل جزء من ماسورة الطرد (m^2)

L_i = طول كل جزء من ماسورة الطرد (m)

αi = سرعة انتقال موجة التضاغط فى كل جزء من اجزاء ماسورة الطرد (m/s)

H_o = الضغط داخل ماسورة الطرد فى وضع استقرار الانسياب (m)

g = عجلة الجاذبية الأرضية $(9.8 \; m/s^2)$

١-١٧-١-٤ الزيادة فى الضغط [Δ H]

أ) - عند غلق محبس الماسورة لحظيا من وضع استقرار الانسياب

$$\Delta H = \frac{\alpha}{g} \; \Delta V$$

حيث :

ΔH = الزيادة فى الضغط (m)

α = السرعة الانتقالية لموجة التضاغط (m/s)

g = عجلة الجاذبية الارضية $(9.8 \; m/s^2)$

ΔV = التغير فى سرعة الانسياب بالماسورة (m/s)

وفى هذه الحالة فان

$$T < 2L / \alpha$$

حيث

T= زمن غلق المحبس (S)

L = طول الماسورة (m)

ب) - عند غلق محبس الماسورة ببطء من وضع استقرار الانسياب

$$\frac{\Delta H}{H} = \frac{n}{2}\left(n + \sqrt{n^2 + 4}\right)$$

حيث :

$$n = \frac{L \cdot \Delta V}{g\, TH}$$

H = الرفع الاستاتيكى (m)

وفى هذه الحالة فان

$$T \geq 2L / \alpha$$

١-١٧-٢ طرق حساب الطرق المائى

يمكن حساب الطرق المائى بأحد ثلاثة طرق :-

١ - الحل المباشر لمعادلة تفاضلية

٢ - طريقة الحل المتراكب

٣ - طريقة الحل البيانى

وطريقة الحل البيانى هى الأكثر شيوعاً حيث أنها الأسهل نسبياً . وفى كل هذه الطرق فانه يتم الآن إجراء هذه الحسابات باستخدام برامج الحاسب الآلى المتخصصة .

١-١٧-٣ كيفية منع الطرق المائى

المقياس الاساسى فى منع الطرق المائى هو جعل التغير فى سرعة الانسياب فى الفترة الانتقالية أبطأ ما يمكن ، وتستخدم جميع الاجهزة الخاصة بمنع الطرق المائى لتحقيق هذا الغرض .

يمكن تصنيف أجهزة منع الطرق المائى الى ثلاثة مجموعات طبقا لطبيعة عملها كالآتى :

(أ) ابطاء التغير فى سرعة الانسياب

(ب) منع الانخفاض المفاجىء فى الضغط

(جـ) الحد من الزيادة فى الضغط

وعلى هذا فانه يمكن الاكتفاء بجهاز بسيط لمنع الطرق المائى فى بعض الاحيان أو قد يكون من اللازم استخدام جهاز معقد فى أحيان أخرى والجدول الآتى يبين اساسيات التخطيط لمنع الطرق المائى .

How to Prevent Water Hammering

Method	Purpose	Actual Application etc.
(1) To select a slow velocity of flow in the piping.	To minimize the change of the flow velocity.	A slower velocity of flow in the piping is better. about 1 m/s or less.
(2) To make GD^2 large.	To slow down the change of speed and minimize the fluctuation of the flow velocity.	Add a certain value of GD^2 to the coupling. If it is not enough, provide a flywheel separately.
(3) To lead water into the discharge piping.	To prevent vacuum by pressure drop.	(1) Provide a surge tank. (2) Feed water from the suction water level by a separate pipe.
(4) To lead air into the discharge piping.	To prevent vacuum by pressure drop.	(1) Provide an air chamber. (2) Provide an air valve.
(5) To use a slow closing check valve.	To prevent pressure rise.	Close the check valve slowly. The structure of widely adopted check valves is that an oil dash pot is provided and the valve is closed by the counter-flow of water.
(6) Forced control of the main valve.	To prevent pressure rise.	Control the main valve by force by means of oil pressure, pneumatic pressure or water pressure, etc. and a DC power supply.
(7) Omission of the check valve.	To prevent pressure rise.	When the check valve and foot valve are not provided, the pressure rise is smaller than when they are provided. But, in that case, reverse running of the pump and motor may be caused.
(8) To use an automatic pressure regulator valve.	To prevent pressure rise.	This valve opens at the same time as the prime mover stops and prevents pressure change in the transitional period. After a specified time, it closes gradually. The discharge flow from it does not pass through the pump.
(9) To provide a safety valve.	To prevent pressure rise.	This valve is to release water when the pressure reaches a specified value. There are the balance weight type and spring-loaded type of safety valves.

٢- تصميم الأعمال الكهربائية

٢-١ المحركات الكهربائية المستخدمة فى محطات الرفع

تستخدم فى محطات الرفع محركات كهربائية من أحد النوعين الآتيين :

أ- محركات كهربائية إستنتاجيه ذات قفص سنجابى وذلك للمحركات ذات القدرات حتى ٢٠٠ كيلو وات ويمكن تجاوز هذه القيمة فى حالة إستخدام دوائر التحكم الذكية فى تشغيل المحركات .

Smart motor control systems

ب- محركات كهربائية إستنتاجية ذات حلقات إنزلاق وذلك للمحركات ذات القدرات التى تزيد عن ٢٠٠ كيلو وات.

ويجب مراعاة الشروط والمواصفات الآتية بالنسبة للمحركات الكهربائية المستخدمة :

أ- تكون ملفات المحركات ذات درجة عزل (class F) على أن يكون الإرتفاع فى درجة الحرارة لهذه الملفات بما لا يزيد عن المسموح لدرجة العزل (class B)

كما يمكن إستخدام محركات بملفات ذات درجة عزل (class H) على أن يكون الإرتفاع فى درجة الحرارة لا يزيد عن المسموح به لدرجة العزل (class F)

ب- درجة تقفيل المحركات (Enclosure Protection)

- بالنسبة للمحركات التى تركب فى عنبر المحركات فوق مستوى سطح الأرض بالمحطة فإن المحركات المستخدمة تكون من النوع المقفل T.E.F.C ذات درجة تقفيل IP54 أو IP44.

- بالنسبة للمحركات التى تركب مباشرة فوق الطلمبة أى بإتصال مباشر (Close coupled) وتركب بعنبر الطلمبات تحت مستوى سطح الأرض فإن المحركات المستخدمة تكون من النوع المحكم ضد الغرق (Flood proof) ذات درجة تقفيل IP56.
- بالنسبة للمحركات التى تركب خارج المبانى (out door) ومعرضة للعوامل الجوية فإن المحركات المستخدمة تكون من النوع المقاوم للعوامل الجوية weather proof ذات درجة تقفيل IP 55.
- بالنسبة للمحركات التى تعمل تحت منسوب سطح الماء فإن المحركات المستخدمة تكون من النوع الغاطس ذات درجة تقفيل IP 68.

ويجب فى هذه الحالة تحديد المنسوب الذى يعمل به المحرك تحت منسوب سطح الماء .

جـ- يجب تزويد المحركات بشمعات تسخين داخل الملفات لمنع تكثيف بخار الماء على ملفات المحرك فى فصل الشتاء (Anti Condensation Heaters) وتعمل هذه الشمعات على ضغط تشغيل ٢٢٠ فولت.

د- عند إستخدام المحركات التى تركب رأسيا فإنها يجب أن تزود بكراسى ذات رولمان بلى أو بلح من النوع (thrust) .

هـ- جميع رولمانات البلى المستخدمة تكون ذات عمر إفتراضى ١٠٠٠٠٠ ساعة تشغيل.

و- فى حالة إستخدام المحركات الكهربائية ذات حلقات الإنزلاق فإنه يجب أن تكون مزودة بنظام لرفع الفرش الكربونية (Brush lifting device) مع وجود حلقات قصر.

ز- فى حالة إستخدام المحركات ذات القفص السنجابى فإن قضبان التوصيل للجزء الدوار والمكونة للقفص يجب أن تكون من النحاس عالى الجودة.

ح- يتم حساب قدرة المحرك اللازمة لإدارة الطلمبة عند نقطة التشغيل من العلاقة.

$$P = \frac{W\,Q\,H}{75\,\eta_T} \times 0.746$$

حيث

W = الكثافة النوعية للسائل

P = القدرة المستهلكة على عامود إدارة الطلمبة (كيلو وات).

Q = معدل التصرف للطلمبة (لتر/ثانية) .

H = الرفع المانومترى الكلى للطلمبة (متر) .

η_T = الكفاءة الكلية الطلمبة عند نقطة التشغيل.

ولحساب قدرة المحرك المقننة (Rated power) فإنه يجب الأخذ فى الأعتبار وجود معامل خدمة (service factor) قيمتة من ١٥ - ٣٠ ٪ من أقصى قدرة مستهلكة (Max. power) على مدى التشغيل للطلمبة.

٢-٢-معدات التشغيل الكهربائية Switchgear

وتشمل أجهزة الفتح والغلق (المفاتيح)وملحقاتها ومهمات التحكم والقياس والحماية والضبط وكذلك تجميع هذه الأجهزة والمهمات مع توصيلاتها والمستلزمات والمنشأت الحاوية والمثبتة لها .

وفيما يلى تعريف لهذه المعدات

أ- أجهزة التشغيل ذات السياج المعدنى (Metal enclosed)

وهى أجهزة التشغيل المجمعة داخل غلاف معدنى خارجى موصل بالأرض . وتكون كاملة التوصيلات عدا التوصيلات الخارجية لها .

ب- أجهزة التشغيل داخل المحتوى المعدنى (Metal clad)

وهى أجهزة التشغيل التى يتم فيها تركيب المكونات داخل مقصورات Cubicles منفصلة يحويها سياج معدنى موصل بالإرض ، ويراعى وجود مقصورات منفصلة لكل من المكونات التالية باللوحة :

- كل مفتاح رئيسى
- المكونات الموصلة على أحد جوانب المفتاح الرئيسى كدائرة التغذية .
- المكونات الموصلة على الجانب الأخر الخارج من المفتاح الرئيسى .

جـ - قواطع التيار للدائرة (Circuit breakers)

وهى أجهزة تشغيل ميكانيكية قادرة على توصيل وحمل وقطع التيار الكهربى المار بها تحت الظروف المعتاده للدائرة الكهربية كما أنها قادرة أيضاً على توصيل وحمل وقطع التيار الكهربى لفترة محدودة تحت ظروف غير عادية للدائرة الكهربية (قصر الدائرة) .

د - قواطع التيار المركبة داخليا Indoor circuit breakers

وهى القواطع التى تصمم للتركيب داخل المبانى أو داخل حيز مغلق حيث تكون محمية ضد الرياح والأمطار والأتربة وتكاثف البخار وغيرها من العوامل الجوية المختلفة

هـ - قواطع التيار المركبة خارجيا Outdoor Circuit breakers

وهى القواطع التى تصمم للتركيب فى الأجواء المفتوحة وتكون قادرة على تحمل العوامل الجوية المختلفة .

و - المفاتيح Switchs

وهى أجهزة تشغيل ميكانيكية قادرة على توصيل وتحمل وفصل التيارالكهربى تحت الظروف المعتادة للدائرة الكهربية وقادرة أيضاً على تحمل تيارات القصر لفترة زمنية محددة .

ز - فواصل الدائرة Isolators أو Disconnector

وهى أجهزة تشغيل تعمل ميكانيكيا تعطى فى وضع الفتح Open Position مسافة فاصلة تمنع مرور التيار الكهربى عند الجهد المقنن ويكون فاصل الدائرة قادر على فتح وغلق الدائرة الكهربية فى حالة اللاحمل No load أو عندما يكون التيار المار بها مهملاً (أقل من ١/٢ أمبير)حيث يكون فرق الجهد عبر طرفى كل قطب غير ذى قيمة .

ح - قطع الدائرة Circuit breaking

تعرف قواطع التيار (cbs) طبقاً لتصميمها وطريقة تشغيلها لفصل تيارات القصر للدائرة الكهربية وتصنف القواطع عادة حسب الوسط المستخدم فى إطفاء الشرارة المتولدة عند الفصل ، ويعتبر القوس الكهربى (الشرارة) المتولدة عند فصل الدائرة وطريقة إخمادها هو العنصر الرئيسى فى عمل قاطع الدائرة حيث يسمح للتيار فى الدائرة الكهربية بإستمرار المرور بعد فصل التلامسات وحتى الوصول بهذا التيار إلى الصفر .

وقاطع التيار المثالى هو الذى يعمل كموصل تام حتى الوصول إلى التيار صفر وعند هذه النقطة يتحول إلى عازل تام ، وحيث إنه لا يمكن عملياً الوصول إلى القاطع الذى يحقق هذا الشرط فانه يراعى أن يكون القاطع أقرب مايمكن لهذه الحالة مع ضرورة إيجاد الظروف اللازمة للتخلص من نواتج التأين فى فجوة التلامس وإستخدام وسط يتحمل جهد الإسترجاع العارض Transient recovery voltage

٢-٢-١ - معدات تشغيل الضغط العالى High Voltage Switchgear

يراعى فى تصنيع لوحات أجهزة التشغيل للضغط العالى أن تحوى على مجموعة من المقصورات أو الحجرات Cubicles تسمح بإحتواء قواطع التيار ومحولات الجهد(الموجودة فى جانب التوصيل) بالإضافة إلى تزويدها بالتجهيزات اللازمة لتحميل أجهزة القياس والمرحلات مع عمل الاستعدادات اللازمة لتوصيل أطراف الكابلات المغذية والخارجية من اللوحة .

تكون اللوحات ذات سياج معدنى metal enclosed أو محتوى معدنى metal clad وعمليا فأن الفرق المعتاد أن محولات التيار وأطراف توصيل

الكابلات تبيت فى مقصورة (أو حجرة)واحدة فى حالة اللوحات ذات المحتوى المعدنى . وفى جميع أنواع قواطع الدائرة يجب توافر إمكانية فصل هذا القاطع عن قضبان التوصيل بأحد الأشكال الأتية :

- سحب رأسى
- سحب أفقى
- إستخدام فاصل دائرة أو مفتاح بين قاطع الدائرة من النوع الثابت وقضبان التوصيل

- فى حالة قواطع الدائرة ذات المحتوى الزيتى .Bulk oil c.b تستخدم طريقة السحب الرأسى .
- فى حالة القواطع المغناطيسية الهوائية Magnetic air cb وقليلة الزيت Min. or low oil c.b. تستحدم طريقة السحب الأفقى .
- فى حالة القواطع الغازية فإنه يمكن إستخدام إما السحب الرأسى أوالسحب الأفقى .
- وفى حالة إستعمال قواطع الدوائر من النوع المفرغ Vacuum cb تستخدم عادة القواطع من النوع الثابت مع وجود فاصل دائرة بين القاطع وقضبان التوصيل للاستفادة من ميزة قلة إحتياج هذا النوع إلى الصيانة .
- يراعى توافر تجهيزات أمنة للوصول إلى قضبان التوصيل الرئيسية للوحات التوزيع وذلك لأجراء القياسات والأختبارات المطلوبة وفى حالة قواطع الدائرة القابلة للسحب فأن الوصول إلى هذه القضبان يكون من خلال الثغرات التى يتم من خلالها تعشيق القاطع .

٢-٢-١-١ - الرباط والغلق Interlocking & Padlocking

للتأكد من التشغيل الأمن للوحات الكهربية وخاصة عندما يراد الوصول إلى قضبان التوصيل لتحديد الأعطال أو لتوصيل وجه من أوجه الدائرة أو إختيار الكابلات فإنه يلزم تزويد اللوحات برباط ميكانيكى أو قفل للتحكم فى دخول التغذية العمومية لهذه اللوحات .

المطلب الأول للرباط فى جميع أنواع اللوحات ذات القواطع القابلة للسحب هو التأكد من أن القواطع لايمكن سحبها أو تعشيقها بينما تكون موصلة للتيار (مغلقة) ويجب تزويد اللوحات بحوائل حماية Shutters معدنية يتم عن طريقها تغطية ثغرات التوصيل إلى البارات تلقائياً عندما يتم سحب قواطع التيار من حجرة التشغيل الخاصة بها وبالمثل فأنه يتم عمل التجهيزات اللازمة بحيث تغلق هذه الحوائل فى وضع عدم التوصيل لضمان الأمان التام للمهمات المحتواه بالحجرة.

٢-٢-١-٢ -أنواع قواطع الدائرة Types of circuit breakers

الأنواع الشائعة الإستخدام فى الوقت الحالى هى :

أ- قاطع التيار الزيتى Oil circuit breaker

وينقسم إلى :-

- قاطع تيار مغمور كليا فى الزيت Bulk oil c.b.
- قاطع تيار قليل الزيت Minimum oil c.b.

ويستخدم فى هذه القواطع زيت هيدروكر بونى له لزوجة منخفضة نسبياً وخواص عزل جيده .

ويعيب هذا النوع أنه عند إرتفاع درجة حرارة الملامسات فأنه يترتب على ذلك تبخر الزيت وتحلله إلى مكوناته من الايدروجين والكربون حيث يتأين الأيدروجين حرارياً لينتج الإلكترونات والأيونات الموجبة التى لها القدرة على حمل التيار الكهربى خلال المسافة بين الملامسات محدثة قوساً كهربياً وللتحكم فى إنسياب الغازات فى منطقة الشرارة فأنه يجب أن تغلف الملامسات داخل نطاق للتحكم فى القوس الكهربى arc control device لزيادة كفاءة التشغيل لقاطع التيار .

ب- قاطع التيار الهوائى المغناطيس Magnetic air circuit breaker

ويعتمد فى نظرية عمله على خلق جهد عالى جداً للقوس الكهربى يصعب الحفاظ عليه بجهد التشغيل المستخدم ومن ثم لا يمكن للقوس الكهربى الأستمرار ويمكن الوصول إلى ذلك إما بإجبار القوس الكهربى بالامتداد للإقتراب من مواد صلبه تستخلص الحرارة من القوس أو بتكسير القوس الكهربى إلى سلسلة من الأقواس ويمكن الجمع بين الطريقتين فى بعض التصميمات وتعمل الدوائر المغناطيسية على خلق مجال داخل مدى القوس لتوجية القوس الكهربى داخل نطاق هذا المدى وفى حالة التيارات الكهربية المنخفضة (فى حدود ١٠٠أمبير) فأنه يلزم إضافة نفاخ هوائي متصل بفوانى أسفل الملامسات لتوجية القوس الكهربى.

جـ- قاطع التيار التفريغى Vacuum circuit breaker

وتكون الملامسات فى هذا النوع داخل وعاء محكم ذو جدران عازله مفرغ منها الهواء وتكون إحدى الملامسات مثبتة بنهاية التوصيل للقاطع والأخرى حرة الحركة فى إتجاه محورى، ويتم الحفاظ على التفريغ عن طريق حاشيات معدنية

موصلة بين الملامس المتحرك والنهاية الأخرى للتوصيل ، ويعتمد أداء القاطع التفريغى على ثلاث عوامل :-

- وجود تفريغ كافى داخل الجهاز.
- إختيار خامة الملامس المناسبة .
- توفير تحكم مغناطيس فى القوس الكهربى .

وتكون فجوة التلامس فى حدود ١٠مم للجهود حتى ١١ك .ف وعلى ذلك تقل القدرة اللازمة للتشغيل على مثيلتها فى الأنواع الأخرى من القواطع ويحقق هذا النوع أعلى كفاءة تشغيل كجهاز فصل للتيار حيث يتم إستعادة القوة العازلة للفجوة التلامسية فى خلال (١) ميكروثانية عندما يعمل فى حدودة تيار القطع المقنن وللقدرة العالية على الأحتمال لهذا القواطع أنها لا تحتاج إلى أى صيانه خلال عمر التشغيل لها ولايوجد إحتمال لحدوث حريق بسبب عدم وجود مواد قابلة للإشتعال .

د - قاطع التيار الغازى Sulphur hexa fluoride . SF 6 - cb

ويحتوى على غاز سادس فلوريد الكبريت الخامل والغير قابل للأشتعال عديم اللون والرائحة ويستخدم الغاز تحت ضغط حوالى ٣بار للوصول إلى نفس قوة العزل للزيت المعدنى ولهذا الغاز خاصية إمتصاص الإلكترونات الحرة المتولدة فى مسار القوس الكهربى مكونا أيونات سالبة الشحنة وهذا يؤدى إلى سرعة إستعادة قوة العزل بعد حدوث القوس الكهربى وتستعمل الأمونيا المنشطة لإمتصاص الغازات الفلوريدية الأقل درجة (SF_2 & SF_4) التى قد تحدث نتيجة تحلل الغاز الأصلى SF6 وعلى ذلك فيمكن لهذا النوع من القواطع أن يتحمل عدد لا بأس به من مرات القطع فى حالات قصر الدائرة دون الحاجة إلى تغيير الأجزاء الفعالة به.

يبين الجدول (٢-٣) مقارنة بين خواص الأنواع السابق ذكرها لقواطع التيار .

٢-٢-٢- بناء اللوحات فى الضغط العالى (H.V) Switchboard Construction

تتكون كل لوحه من عدد من الخلايا تشكل كل منها من هيكل معدنى مبطن بالواح من الصلب المسحوب على البارد ذات سمك لا يقل عن ٢مم وتزود اللوحه بابواب من الأمام والخلف لتسهيل الصيانه كما أنها تكون مزوده بالأحتياطيات اللازمه لسلامة التشغيل والصيانه وتركب مهمات كل خليه بحيث تكون منفصله ومعزوله تماماً عن الخليه المجاوره ويراعى أن تظل الاجزاء الحامله للجهد بعيده عن متناول الأيدى بعد سحب المفتاح من داخل الخليه .

وتشكل قضبان التوزيع من النحاس جيد التوصيل للكهرباء وتكون مغلفة بكامل طولها بمادة عازلة مناسبة ويجب أن تكون نقط التماس من النوع ذاتى الضبط (Self Aligning) محملة بسوستة ضاغطة قوية ومطلى بطبقة سميكة من الفضة المرسبة وتزود اللوحات بوسائل الربط الميكانيكية والكهربائية لضمان الأمن عند التشغيل .

٢-٢-٣- معدات تشغيل الضغط المنخفض Low Voltage Switchgear

تخضع مواصفات معدات تشغيل الضغط المنخفض لمتطلبات الهيئة الدولية للكهرباء IEC ويتم تصميم قواطع التيار للضغط المنخفض وتصنيعها وإختبارها طبقاً للمواصفات القياسية IEC 157-1 لسنة ١٩٧٣ وتعديلاتها وهناك بعض الإعتبارات للمواصفات السارية والتى يجب الأخذ بها وهى :

(أ) فئات (طبقات) قصر الدائرة Short circuit categories

جدول رقم (٢-٣) مقارنه بين أنواع قواطع التيار المستخدمة فى الضغط العالى

م	الخواص	قاطع التيار الهوائى I	قاطع التيار الزيتى II	قاطع التيار التفريغى III	قاطع التيار الغازى SF6 IV
١	توصيل وفصل تيار حثي Inductive Current	عند التيارات الصغيرة تكون له خاصة إطفاء هادئه للشرارة لعدة أنصاف دورة وهذا ينتج عنه قيمة مهملة تلاطم التيار Current Chopping ومن ثم دفق جهد مهمل Voltage - Surge .	حيث ان الزيت عازل جيد فإن إطفاء الشرارة (القوس الكهربى) يكون أكثر فعاليه عن القاطع الهوائى وهذا يعطى فترة شرارة أقصر ودرجة أعلى لتلاطم التيار ويكون الارتفاع فى الجهد محسوساً لكن قيمته غير كافيه لاحداث تدمير للعزل .	يسمح القاطع بالفصل دون إعتبار قيمة التيار المار ويتوقف إستقرار القوس الكهربى (الشرارة) عند القيم الصغيرة للتيار على خامة الملامسات المستخدمة فى القاطع حيث أن بلازما (وسط) الشرارة تتكون من بخار الفلز المصنوع منه الملامسات .	يعتمد مسلك تلاطم التيار على طريقه إطفاء الشرارة ويكون لها بصفة عامة نفس القدر كما فى القاطع الزيتى أو التفريغى.
٢	توصيل وفصل التيارات السعويه Capacitance Currents	يميل إلى إعادة الشرارة بعد الاطفاء وعلى ذلك فله سعة محدودة جداً فى أداء هذه الوظيفة.	يكون له قوة عزل عبر كل قطب كافيه للتأكد من قطع التيار السعوى بلا عودة للشرارة .	إستعادة قدرة العزل للفجوة التفريغية سريعة جداً وهذا يعطى قطع بلا عودة للشرارة للتيارات السعويه حتى الحمل الكامل للتيار المقنن للقاطع .	نظراً للخواص سالبة الكهرباء فإن الفجوة التوصيليه يعاد تأينها بسرعة وهذا يحقق قطع بلاعودة للشرارة .
٣	المسلك الميكانيكى	المواصفات القياسيه تتطلب تحقيق ١٠٠٠ عملية فصل وتوصيل بلا حمل دون تأثير على القاطع وبدرجة برى للملامسات مهملة. التزييت المنتظم خلال هذه الفترة يجب أخذه فى إعتبارات التصميم.		المشوار القصير للفصل والتوصيل ومتطلبات الطاقة المنخفضة تساعد المصمم على بناء ميكانيكى قوى قادر على الموافقة مع عمر طويل بدون صيانه لهذه القواطع. ويتم فى المعتاد ١٠٠٠٠ عمليه فصل وتوصيل على الأقل دون الحاجة إلى الصيانه.	متطلبات الطاقة تقع بين تلك الخاصة بالقاطع الزيتى والخاصة بالقاطع التفريغى ومعظم الطاقة المطلوبة تلزم لإطفاء الشرارة وتزيد هذه الطاقة بزيادة مقنن القاطع وتتطلب هذه القواطع الصيانه على فترات تصل إلى ١٠٠٠٠ عملية فصل وتوصيل فى المعتاد .

تابع جدول رقم (٢-٣) مقارنه بين أنواع قواطع التيار المستخدمة فى الضغط العالى

م	الخواص	قاطع التيار الهوائى I	قاطع التيار الزيتى II	قاطع التيار التفريغى III	قاطع التيار الغازى SF6 IV
٤	الاختلال فى القاطع خلال العطل (Fault) (أ) قيمة الضغط المنتج	التواجد السريع لقوس كهربى ذو تيار كبير فى منطقة الشرارة -arc chute ينتج عنه ضغط عالى وموجات تصادميه يجب أخذها فى الاعتبار فى البناء الميكانيكى للقاطع مما يزيد فى التكلفة .	تفكك الزيت إلى هيدروجين وهيدروكربونات عن طريق تيار القوس الكهربى ينتج ضغط عالى جداً داخل جهاز التحكم فى الشرارة وهذا يؤثر على قدرة الاطفاء وينتقل جزء من هذا الضغط إلى الخزان المعدنى ولكن وجود وسادة مناسبة من الهواء قرب غطاء الخزان تساعد على الحفاظ على الضغط داخل الخزان . وإستخدام خزان إسطوانى تجعل إحتواء هذه الزيادة فى الضغط امر بسيط .	تكون الزيادة فى كثافة البخار الفلزى المنتج خلال حدوث القوس الكهربى فى منطقة التلامس متزامنه مع التيار ولا يوجد إرتفاع عام فى الضغط داخل القاطع .	الضغط الداخلى المتكون خلال فترة العطل يبلغ مرتين أو ثلاثة مرات الضغط الإستاتيكى المعتاد وتكون غرفة العازل مصممه للسماح بذلك .
	(ب) إنبعاث غازات العادم.	الكمية الكبيرة من الهواء المتأين المتدفقه من منطقة الشرارة تخلق ضرورة الحاجة إلى تبريد للعزل ووجود خنادق تسمح بالاندفاع الأمن لهذا الهواء .	تندفع كميات متوسطة من غازات العادم حيث يتم مرورها على حجرة حاجزة بالسطح العلوى للقاطع وهذا يعمل على تبريد الغازات وفصلها عن الزيت .	القاطع تام الاحكام وجميع الأبخرة الفلزيه المنتجة خلال القوس الكهربى (الشرارة) تتكثف فورياً ولا يوجد إنبعاث من أى نوع لهذه الأبخره .	القاطع مغلق كليه ومن ثم لا يوجد إنبعاث للغاز وقد يتفكك بعضه إلى مكونات الكبريت والكبريت الحر وهذه يتم إمتصاصها بواسطة مرشحات خاصة داخل القاطع.

تابع جدول رقم (٢-٣) مقارنه بين أنواع قواطع التيار المستخدمة فى الضغط العالى

م	الخواص	قاطع التيار الهوائى I	قاطع التيار الزيتى II	قاطع التيار التفريغى III	قاطع التيار الغازى SF6 IV
	(جـ) التأثير على قواعد تثبيت القواطع .	وبيل جداً	وبيل	مهمل	خفيف
	(د) توليد الضوضاء.	وبيل	معتدل	مهمل	خفيف
٥	إحتمال الحريق	حيث لا يستعمل زيت ولا يوجد غازات قابلة للاشتعال فإن غازات الاحتراق الساخنة المنتجة خلال العطل تحتوى على درجة قليلة من إحتمال الحريق .	إستعمال الزيت كوسط قطع وبالتالى إنبعاث غازات قابلة للاشتعال هيدروجين - أستلين-ميثان ... الخ) خلال هذه العمليه تحوى مخاطرة حدوث الحريق . والتصميمات الجيده للقواطع نادراً ما تعطى زيادة فى الغازات تسمح بالحريق إلا اذا حدثت أخطاء جسيمة . ويجب مراعاة وجود ضوابط وإحتياطات ضد الحريق إذا إستخدمت هذه القواطع فى بيئات يكون تأثير الحريق فيها وخيماً .	مخاطر حدوث الحريق مهملة حيث لا توجد مواد قابلة للاشتعال أو غازات من أى مصدر يحتمل وجودها .	كالسابق فى القواطع التفريغيه III
٦	متطلبات الصيانه (أ) الصيانه الروتينيه	تشتمل الصيانه الروتينيه فى القواطع التقليديه على النظافة والتزييت للأجزاء الميكانيكيه مع فحص الملامسات وجهاز التحكم فى الشرارة		تحتاج إلى الفحص غير المتكرر للوقوف على حالة المادة العازلة	هذه القواطع تكون مصممه لعمر إفتراضى طويل مع صيانة غير

تابع جدول رقم (٢-٣) مقارنه بين أنواع قواطع التيار المستخدمة فى الضغط العالى

م	الخواص	قاطع التيار الهوائى I	قاطع التيار الزيتى II	قاطع التيار التفريغى III	قاطع التيار الغازى SF6 IV
			والوسط العازل والاحلال إذا لزم الأمر . ويعتمد معدل هذا الاجراء على الأداء المطلوب ويتراوح بين خدمة شهرية فى حالة الخدمة الشاقة (عمليات تحميل وفصل عديده كل يوم) إلى فترات ما بين ٣-٥ سنوات فى التغذيه العموميه . ويلزم تغيير الزيت دورياً فى حالة قواطع التيار الزيتيه فى الإستخدام المتكرر أكثر من أى إعتبار أخر والانواع قليلة الزيت تحتاج إلى العناية أكثر منها فى الأنواع المغمورة كلياً .	والعوازل الكهربية وربما ملامسات القاطع لملاحظة حدوث البرى . ويمكن حفظ تسجيل لعدد عمليات التشغيل لتحديد فترات إجراء الفحص وفى حالة اللوحات العموميه للتغذيه فإنه لا يتم إجراء إحلال خلال العمر الافتراضى للقاطع بينما فى حالة الخدمة الشاقة (تحميل متكرر يومياً) فإنه قد يلزم إجراء الاحلال كل عدة سنوات .	متكررة وفى الغالب فإن دوره صيانه كل عشر سنوات تكون مناسبة لهذا النوع إلا إنه يلزم إجراء فحص بصرى بصوره منتظمة . ويجب مراعاة ضوابط أمنيه فى حالة وجود مدخل لتزويد الغاز ويستخدم لذلك مهمات تخصصية.
	(ب) صيانة بعد العطل Post-Rault	يقترح عادة ان تجرى الصيانه بعد عملية الفصل للعطل فى اقرب فرصة لذلك لامكان استعادة حالة القاطع للمستوى المعتاد والآمن .		ليس من الضرورى اجراء هذه الصيانه ومن المستحسن ان يجرى التفتيش على القواطع التى جرى تشغيلها على العطل حين تكون الفرصة مواتيه فى فترة التشغيل العاديه .	مماثلة للقواطع التفريغيه .
٧	المناسبة لظروف البيئه الخطرة والتشغيل المتكرر	تتطلب مراعاة إجراء صيانة متكررة وخاصة بالنسبه لأسطح العوازل بالقاطع .	مناسب جداً إلا أنه يحتاج إلى تزويد الزيت وضبط منسوبه دائما وتغيير الملامسات خاصة فى ظروف الخدمة الشاقة وتكون الصيانة اكثر تكرارية في حالة القواطع قليلة الزيت .	مميزات القاطع أكثر وضوحاً فى هذه الظروف وتكلفة التشغيل السنويه بالتالى أقل منها فى الأنواع الأخرى .	لا يحتاج إلى صيانه متكررة إلا أنه يجب إعطاء عنايه للأجزاء الميكانيكيه فى حالة التشغيل المتكرر خاصة إذا كانت طاقة الغلق عاليه .

تابع جدول رقم (٢-٣) مقارنه بين أنواع قواطع التيار المستخدمة فى الضغط العالى

م	الخواص	قاطع التيار الهوائى I	قاطع التيار الزيتى II	قاطع التيار التغريفى III	قاطع التيار الغازى SF6 IV
٨	إمكانيات التشغيل (أ) التوصيله الأرضيه المتكامله Integral Fault-making earthing Facilities	نادرا ما يكون لها هذه الخاصية وعند اللزوم نستخدم وحدات تأريض منفصلة .	يسهل إمداد القاطع بتأريض تكاملي في حالة القواطع ذات السحب الرأسي .	تزود بهذه الخاصة فى حالة القواطع الثابته . اما فى حالة القواطع القابلة للسحب فتكون كالحالة المبينه فى II.I طبقا لطريقة الفصل (رأسى أو افقى)	كالسابق فى II.I على حسب نظام السحب رأسى أو أفقى .
	(ب) إمكانية إجراء إختبار الحقن Injection-test	تحتاج الي نزع قاطع التيار عن اللوحة ثم ادخال عصا الاختبار الي مقتبس الفصل .		فى حالة القواطع الثابته تتم تزويدها بفتحات اختبار تمكن من ادخال عصا الاختبار بينما تكون الدائرة ارضية وفى الانواع القابلة للسحب تكون كما فى I، II.	كالسابق فى II.I
٩	تصميم مبنى للوحات	يتوقف عرض المبني علي حسب عمق depth مجموعة التشغيلSwitch-gear مع وجود مسار دخول لنهايات الكابلات في خلفية اللوحة وممر عريض امام اللوحة لاعطاء فسحة لامكان سحب قاطع التيار وصيانته . ويترتب علي الاحمال الديناميكية لمجموعة التشغيل علي الارضية خلال التشغيل انشاء قواعد مكلفة وقوية . كما يتم تركيب مهمات مكافحة حريق مثل طفايات ثاني اكسيد الكربون او باستخدام نظم اخري كالرشاشات او الغاز في حالة وجود احتمال للحريق واذا لم يكن خطر حدوث الحريق كبير فانه يتم تقسيم لوحات التشغيل		فى حالة القواطع الثابته لا تحتاج فى التصميم إلى وجود فسحة للسحب أو الصيانه ومن ثم يكون عرض المبنى أقل منها فى حالة القواطع القابله للسحب . ويكون التحميل على الارض خفيفا ولا يتطلب الأمر وجود حوائط للحريق أو مهمات	مجموعة التشغيل باستخدام القواطع الغازيه تكون ذات قواطع قابلة للسحب ويحتاج فى إنشاء المبنى الى ترك فراغ لهذا الغرض ولكن إحتمال الحريق يكون مهملاً ولا يكون هناك حاجة إلى حوائط الحريق أو مهمات مكافحة الحريق وتكون المبانى بالتالى أكثر إندماجا وبساطة .

تابع جدول رقم(٢-٣) مقارنه بين أنواع قواطع التيار المستخدمة فى الضغط العالى

م	الخواص	قاطع التيار الهوائى I	قاطع التيار الزيتى II	قاطع التيار التغريفى III	قاطع التيار الغازى SF6 IV
			الكبيرة بواسطة جدران مانعة للحريق تبنى عبر المبني لتخفيض مخاطر تدمير اللوحة في حالة حدوث الحريق . يعتمد طول المبني علي عرض كل وحدة (خلية) في مجموعة التشغيل بالاضافة الي الفراغ اللازم لحوائط الحريق (إن وجدت) ومسارات قضبان التوصيل ويلاحظ أن عرض الخلايا يكون أقل في حالة القواطع المغمورة في الزيت عنها في القواطع الهوائية أو قليلة محتوي الزيت.	لمكافحة الحريق وحيث أن عرض الخلايا صغير فإن طول المبنى أصغر وأخف إنشائياً عنها فى حالة مجموعات التشغيل التقليدية وتقلل بدرجة ملموسة تكلفة المبنى . فى حالة القواطع القابلة للسحب فإن المبانى تكون أكثر عرضاً ولكن التوفير فى حوائط الحريق ومهمات مكافحة الحريق تظل قائمة وبالتالى مبانى أكثر إقتصاداً .	

(ب) طريقة إختبارات قصر الدائرة Method of short circuit tests

(جـ) محددات الإرتفاع فى درجة الحرارة والمقننات الحرارية

Temperature- rise limitations / Thermal ratings

- يوضح الجدول (٢-٤) نوعان من فئات أداء قصرالدائرة ويتبين منه أن قاطع التيار فئة الأداء P1 له القدرة على إختبار نوعىO- CO عند أقصى مقنن لقصر الدائرة له بينما أن قاطع التيار فئة الأداء P2 له القدرة على إختبار نوعى o-t-co-t-co والفارق الجوهرى بين الفئتين P1 , P2 أنه فى حالة قاطع الدائرة فئة P1 يكون له القدرة على العمل بعد الإختبار النوعى مع تقليل ظروف الخدمة بينما فى الفئة P2 فأنه يكون قادر على أستمرار الخدمة فى الظروف المعتادة وعلى ذلك يجب الأخذ فى الأعتبار هذا الفارق وتحديد الفئة المطلوبة بوضوح عند وضع المواصفات الخاصة بهذه القواطع .
- يجب الأخذ فى الأعتبار عند إجراء إختبارات قصر الدائرة لقواطع التيار أن تجرى هذه الأختبارات فى نفس ظروف العمل التى سوف يكون عليها عند التركيب للخدمة .
- يحدد الجدول (٢-٥) حدود الإرتفاع فى درجة الحرارة طبقاً لمواصفات IEC ويراعى دائماً أن الإرتفاع فى درجة الحرارة للملامسات لا تؤدى إلى إعطاب العزل أوالإجزاء المجاورة للملامس .

جدول (٢-٤) : فئات أداء قصر الإداره

Short-circuit categories

IEC 157-1 has two categories of short-circuit performance outlined herein

Short-circuit performance category	Rated operating sequence for short-circuit making and breaking capacity tests	Condition after short-circuit tests
P1	O - t- CO	Required to be capable of performing reduced service
P2	O - t - CO - t - CO	Required to be capable of performing normal service

O represents a breaking operation.

CO represents a making operation followed, after the appropriate opening time (or immediately, that is without any intentional time delay, in the case of a circuit-breaker not fitted with integral overcurrent releases) by a breaking operation.

represents a specified time interval.

جدول (٢-٥): حدود الارتفاع فى درجة الحرارة طبقاً لمواصفات IEC

Type of material, description of part	Temperature-rise limit (measured by thermocouple)
Contact parts in air (main, control and auxiliary contacts):	
copper	45°C
silver or silver-faced*	(1)
all other metals or sintered metals	(2)
Contact parts in oil	65°C
Bare conductors including non-insulated coils	(1)
Metallic parts acting as springs	(3)
Metallic parts in contacts with insulating materials	(4)
Parts of metal or of insulating material in contact with oil	65°C
Terminals for external insulated connections	70°C (5)
Manual operating means:	
parts of metal	15°C
parts of insulating material	25°C
Oil in oil-immersed apparatus (measured at the upper part of the oil)	60°C (6)

* The expression 'silver-faced' includes solid silver inserts as well as electrolytically deposited silver, provided that a continuous layer of silver remains on the contacts after the endurance tests and the short-circuit tests. Contacts faced with other materials, the contact resistance of which is not significantly altered by oxidation, are treated as silver-faced contacts.

(1) Limited solely by the necessity of not causing any damage to adjacent parts.

(2) To be specified according to the properties of the metals used and limited by the necessity of not causing any damage to adjacent parts.

(3) The resulting temperature shall not reach a value such that the elasticity of the material is impaired.

(4) Limited solely by the necessity of not causing any damage to insulating materials.

(5) The temperature-rise limit of 70°C is a value based on the conventional test A cb used or tested under installation conditions may have connections the type, nature and disposition of which will not be the same as those adopted for the test; a different temperature rise of terminals may result and this will have to be agreed.

(6) May be measured by thermometer.

٢-٢-٤ المقنن الحرارى والمقنن داخل المحتوى لقواطع التيار

Thermal rating & Enchosed rating

وهو سعة القاطع بالإمبير التى يتم تدوينها على لوحة البيانات الخاصة بالقاطع وهى التيار الحرارى المقنن للأجهزة الغير مغلفة والمزودة بفاصل زيادة تيار مناسب إذا لزم الأمر وهو أقصى تيار يمكن مروره بالقاطع لمدة ٨ ساعات عندما يختبر فى الهواء الطلق دون أن تتجاوز الزيادة فى درجة الحرارة لجميع الأجزاء الحدود المقرره فى الجدول السابق (٢-٥). وعلى ذلك يجب مراعاة أن هذا المقنن لا يعبر عن سعة القاطع عند تركيبه داخل لوحات التشغيل . ويعرف المقنن داخل المحتوىenclosed rating لقاطع التيار على أنه التيار الحرارى المقنن داخل القواطع المغلفة ، وهو أقصى تيار يمكن للقاطع إمراره لمدة ٨ساعات تشغيل عندما يتم تركيبة داخل محتوى ذو مواصفات محدده دون أن ترتفع درجة الحرارة لأجزائه المختلفة عن الحدود المقررة المبينة بالجدول (٢-٥) . وعلى ذلك فيجب ألا يزيد تيار الحمل الكامل المعتاد لقاطع التيار عن المقنن داخل المحتوى والذى يقل بدرجة كبيرة عن المقنن الحرارى للقاطع وللحصول على تشغيل مرضى تماماً لقواطع التيار فإن سعة القاطع بالإمبير يجب أن تؤخذ داخل لوحة التشغيل حيث أن المقنن الخاص به يتأثر بدرجة التهوية وحجم التوصيلات لهذا القاطع ومقاس الكابل المستخدم فى التوصيل يعتمد على عدد القواطع المركبه فى نفس الصف وللوصول إلى أداء جيد ومرضى لمعدات التشغيل الكهربائية فأنه يجب ضمان قاطع التيار فى جميع ظروف التشغيل المحيطة به وإجراء الإختبارات عليه داخل نفس اللوحة التى يتم تركيبة بها .

وعلى ذلك يجب أن يعطى صانع لوحات التشغيل سواء كان هو المصنع لقاطع التيار أو يقوم بالتجميع فى لوحات من تصميمه - شهادة إختبار مرتبطة مباشرة بالمتغيرات الخاصة بالبيئة (الظروف) المحيطة بقاطع التيار عند تشغيله فعلياً وأن يضمن الأداء المرضى فى ظروف العمل الفعلية .

٢-٢-٥- بناء لوحات التوزيع الكهربائية جهد ٣٨٠ فولت :-

تكون جدران وسقف لوحات التوزيع من الصاج الصلب بسمك لا يقل عن ٥ر١مم ومدهون من الخارج والداخل بطبقتين من مادة طلاء معتمدة ويكون هيكلها من زوايا صلب قوية تلحم أو تربط مع الجدران على أن تكون كل خلية قائمة بذاتها مع تثبيتها مع الخلايا الأخرى المجاورة بطريقة مناسبة وتحتوى جميع الأجهزة اللازمة لها بحيث تسمح بسهولة تشغيل وصيانة أجهزة اللوحة جميعها بمعرفة القائم بمراقبتها وتشغيلها ويراعى تزويد كل خلية بباب خلفى من الصاج ذو مفاتيح وعلى أن تركب وتثبت فى اللوحة المفاتيح والاجهزة المطلوبة وما يلزمها من توصيلات ومحولات وعوازل وقواطع ومصهرات وصناديق نهاية الكابلات لخلية الدخول وما يلزم لتشغيلها وجميع الاجهزة تثبت داخل كل خلية خلف السطح الامامى للوحة ولا يظهر منها على السطح الا أجهزة القياس ذات الطراز الغاطس واكر مفاتيح التشغيل ولمبات البيان وتكون قضبان التوزيع وتوصيلاتها من النحاس الجيد التوصيل ومثبته على عوازل من الصينى أو البكاليت المناسب لجهد التشغيل ولايسمح بارتفاع درجة الحرارة لقضبان التوزيع عن ٤٠ درجة مئوية زيادة عن حرارة الجو المحيط المأخوذه ٤٥ درجة مئوية كما أنه غير مسموح بعمل لحامات فى قضبان التوزيع ويكون مقطع النحاس حسب التصميم على الايتجاوز كثافة التيار ٢ أمبير لكل ١مم٢ من المقطع وعلى الا تقل هذه المساحة عن ٢٥٠ مم٢ كما يجب أن يكون نظام التوصيلات يسمح بتتبعها بسهولة ويكون لون كل وجه على حده هو الأحمر والأزرق والأصفر بالتوالى وقضيب التعادل باللون الأسود على ألا يتغير مقطع النحاس الأساسى فى جميع أجزاء اللوحة .

٢-٢-٦- التأريـــض Earthing

يجب توصيل جميع أجزاء اللوحات الكهربائية غير الحاملة للتيار وكذا أحد أطراف الملفات الثانوية للتيار والجهد وأجهزة القياس إلى الأرض ويجب تنفيذ هذه التوصيلات بحيث تكون متصله بطريقة مضمونه .

يتم عمل سلك أرضى نحاس عادى أو (ضفيرة) بقطاع مناسب يوصل لجميع أبواب لوحة التوزيع والأجهزة المعرضة للمس وجانب واحد من الملف الثانوى لمحولات الجهد والتيار وأجهزة التسجيل والقياس ....ألخ .

٢-٢-٧- بئر الأرضى

توصل أسلاك الأرض إلى بئر خاص ينشأ بجوار المحطة بالمواصفات التالية :-

يتكون بئر الأرض من ماسورة حديد مجلفن بقطر لا يقل عن ٢بوصة تدفن داخل الارض بطول ٤م أو حتى تصل إلى أسفل منسوب المياه الجوفية بما لا يقل عن ٨٠ سم ويكون الطول المغموربالمياه الجوفية مثقباً بما لا يقل عن خمس ثقوب على المحيط بكل ٢سم من الطول المحورى للماسورة.

تحاط الماسورة من الخارج بمخلوط من ملح الطعام والفحم المجروش الناعم فى حالة التربة الجافة شحيحة الرطوبة ويمتد بداخل ماسورة الأرض قضيب نحاس عادى ويربط بأعلى الماسورة حيث تركب جلبة من الحديد المجلفن وغير مسموح بإستخدام اللحام .

الجزء الأعلى من الماسورة بطول ٢٠سم يبرز بداخل صندوق من الزهر ذو غطاء مفصلى وأبعاد الصندوق لا تقل عن ٣٥سم × ٢٢سم ويركب هذا الصندوق بحيث يكون الغطاء بمستوى سطح الأرض .

يتم توصيل سلك الأرض الخاص بالمحطة إلى ماسورة الأرض المذكورة ويكون الرباط بواسطة اللحام بالكهرباء أو بمسامير الرباط ولا يسمح بإستخدام لحام القصدير.

٢-٢-٨ حساب تيار القصر وتيار الوقاية للدوائر الكهربية .

حتى يمكن تحديد مقننات أجهزة الوقاية ضد زيادة الحمل وقصر الدائرة فإنه يلزم حساب قيمة تيار الوقاية وتيار القصر للدوائر الكهربية المستخدمة ولحساب هذه القيم يرجع فى ذلك الى كود التركيبات الكهربائية بند (٦-٤) ، (٦-٨) .

٢-٣ المحولات الكهربائية

محولات التوزيع Distribution Transformers

تستعمل محولات التوزيع للإستخدامات العامة والصناعية وعادةمايكون قدرتها ١٦٠٠ ك.ف.أ أو أقل. ويمكن أيضا لأسباب إقتصادية أن تستخدم المحولات ذات القدرات حتى ٢٥٠٠ ك.ف.أ.

تعريف المحولات

تعرف المحولات بأنها الجزء الإستاتيكى من الأجهزة التى يمكنها بواسطة الحث الكهرومغناطيسى تحويل الجهد المتغير والتيار بين إثنين أو أكثر من الملفات عند نفس التردد وعادة عند قيم مختلفة من الجهد والتيار.

٢-٣-١ أنواع المحولات المستخدمة

هناك نوعان أساسيان من محولات التوزيع وهى :

- النوع الأول Liquid Filled وفية يكون القلب والملفات مغمورة داخل محتوى مملوء بالسائل والذى يمنحها التبريد والعزل فى نفس الوقت.
- النوع الثانى Dry Type وفية يكون القلب والملفات تبرد مباشرة بالهواء (محولات جافة).

وينقسم النوع الأول إلى وحدات تستخدم زيوت معدنية قابلة للإشتعال وأخرى تستخدم أنواع مختلفة من السوائل المقاومة للحريق مثل السوائل السيليكونية أو المركبات الهيدروكربونية.

كما ينقسم النوع الثانى إلى قسمين الأول تكون فيه الملفات المعزولة معرضة مباشرة للتلامس مع هواء التبريد رالثانى يكون فيه الملفات الكاملة مغلفة داخل كابسولة من مادة مقاومة للرطوبة مصنوعة من راتنج الأيبوكسى Cast-resin .

٢-٣-٢ القدرات الشائعة للمحولات

يبين الجدول التالى القدرات المقننه شائعة الإستخدام للمحولات الكهربية المنتجة تجاريا جدول رقم (٢-٦).

٢-٣-٣ التقسيمة Tappings

تشتمل ملفات الضغط العالى للمحولات على تقسيمة لتغيير نسبة اللفات بين ملفات الضغط العالى والضغط المنخفض ومن ثم لمعادلة التغيرات فى الجهد الأول للمنبع للحفاظ على الجهد الثانوى للمستهلك فى الحدود المقننة. ويتم إختيار الأقسام عن طريق جهاز دائرة خارجية ويجب مراعاة فصل المحول عن المنبع قبل تغيير الأقسام.

٢-٣-٤ ملفات المحولات Windings

يتكون المحول من قلب ذو ثلاثة شعب مصنوعة من رقائق الصلب المعزولة كهربيا ويحمل كل شعب ملفين ملفوفين محوريا، ويكون الملف الثانوى (الضغط المنخفض) من الداخل قريبا من القلب الحديدى ويكون الملف الإبتدائى (الضغط العالى) من الخارج وتوضع هذه التركيبة داخل غلاف من الصلب.

فى حالة المحولات من النوع المغمور يتكون هذا الغلاف من خزان مانع للتسرب مملوء بالسائل وفى حالة المحولات الجافة فان الغلاف يتكون من غطاء مهوى لإحتواء الأجزاء الحية.

جدول (٢-٦) القدرات المقننة شائعة الإستخدام لمحولات التوزيع

KVA	KVA	KVA
5.0	31.5	200
6.8	40	250
8	50	315
10	63	400
12.5	80	500
16	100	630
20	125	800
25	160	1000 etc.

تصنع موصلات الملفات في الغالب من النحاس إلا فى حالات خاصة فانه يمكن إستخدام شرائط الألومنيوم الرقيقة.

٢-٣-٥ أداء المحولات Performance

عند إختيار المحول فيجب ألا تكون التكلفة الأولية هى الإعتبار الوحيد وفي كثير من الحالات فانها تكلف جزء صغير من التكلفة الكلية.

العوامل التى تحكم إختيار محول معين يجب أن تتضمن معامل الحمل وتكلفة الفواقد والكفاءة وتكلفة الصيانة وجودة مقاومة الحريق ومايتطلبة من تكلفة مبانى والمساحة المتاحة للإنشاء ودرجة حرارة الجو وذلك بالإضافة الى التكلفة الأولية.

٢-٣-٦ الفواقد فى المحولات Losses

- تمثل فواقد اللاحمل وفواقد الحمل فى المحول فقد فى الكفاءة وهى السبب فى الجزء الأكبر من تكلفة التشغيل للمحول . وتتحول هذه الفواقد الى حرارة يتم التخلص منها عادة عن طريق الإشعاع فى الجو المحيط بالمحول.
- تتم المقارنة بين المنتجين المختلفين للمحولات المغمورة عن طريق تقييم إستهلاك الكهرباء والناتج عن فواقد اللاحمل في حالة التنشيط المستمر لهذه المحولات.
- تعتمد تكلفة فواقد الحمل على معامل الحمل (L.F.) وهى لاتختلف بصورة كبيرة بين منتج وآخر لنفس القدرة فى حالة المحولات المغمورة فى الزيت أما فى حالة المحولات المغمورة فى مواد مقاومة للحريق فان هذه الفواقد تتفاوت بدرجة كبيرة نسبيا.

- تقل الفواقد فى المحولات الجافة عنها في حالة المحولات المغمورة .
- ويبين الجدول التالى رقم (٢-٧) مقارنه بين الأنواع المختلفة للمحولات ذات القدرة ١٠٠٠ ك.ف.أ. ويراعى إجراء نفس المقارنة بين أنواع المحولات لجميع القدرات الأخرى قبل إتخاذ قرار تفضيل نوع على آخر كأحد العوامل المرجحة.

٢-٣-٧ الإرتفاع فى درجة الحرارة Temperature Rise

- فى الأجواء المعتدلة يكون الفرق فى الإرتفاع فى درجة الحرارة المسموح بها بين المحولات المغمورة والمحولات الجافة غير ذو أهمية فى التركيبات .
- تؤدى الزيادة فى درجة الحرارة فى الجو المحيط بالمحولات إلى الحد من القدرات المقننة لها حيث تقل عن القيمة الموضحة على لوحة البيانات للمحولات كما تؤثر الحرارة المنبعثة نتيجة الفواقد علي الأجهزه الكهربائية لهذه المحولات.
- بين الجدولين رقم (٢-٨) ورقم (٢-٩) الحدود المسموح بها للإرتفاع فى درجة الحرارة بالنسبة لنوعى المحولات.
- فى حالة المحولات التى تركب داخل المبانى وعندما تكون درجة حرارة الجو المحيط عالية جدا فانه يفضل إستخدام المحولات الجافة مع الأخذ فى الإعتبار النزول بقدراتها إلى القيمة المكافئة لهذه الحرارة مع مراعاة الصيانه الدورية نظرا لحساسية هذا النوع ولمنع الحشرات عنها .
- بالنسبة للمحولات التى تركب فى مناطق عالية الحرارة بإستمرار أو فى أماكن صغيرة جدا فانه من الأنسب إستخدام محولات مصنعة خصيصا لدرجات الحرارة العالية والمغمورة فى السوائل السيليكونية.

جدول (٢ - ٧) : مقارنة بين الفواقد الكهربائية فى بعض أنواع المحولات (ذات القدرة ١٠٠٠ ك ف ا)

		Losses in kilowatts at operating temperature							
	No load	1/4 Load		1/2 Load		3/4 Load		Full load	
Oil Askarel Silicone	2.8	No load Load Total	2.8 0.6 3.4	No load Load Total	2.8 2.3 5.1	No load Load Total	2.8 5.2 8.0	No load Load Total	2.8 9.1 11.9
Dry-type, 150°C	3.2	No load Load Total	3.2 0.8 4.0	No load Load Total	3.2 3.3 6.5	No load Load Total	3.2 7.4 10.6	No load Load Total	3.2 13.2 16.4
Epoxy dry-type	3.2	No load Load Total	3.2 0.7 3.9	No load Load Total	3.2 3.0 6.2	No load Load Total	3.2 6.7 9.9	No load Load Total	3.2 11.8 15.0

*BIL = Basic insulation impulse level.

جدول (٢-٨) : جدول الارتفاع في درجة الحرارة للمحولات الجافه

1	2	3	4
Part	Cooling method	Temperature class of insulation*	Maximum temperature rise (°C)
Windings (temperature rise measured by the resistance method)	Air, natural or forced	A E B F H	60 75 80 100 125 150†
Cores and other parts (a) Adjacent to windings (b) Not adjacent to windings	All		(a) Same values as for windings (b) The temperature shall, in no case, reach a value that will damage the core itself, other parts or adjacent materials

Note. Insulating materials may be used separately or in combination provided that in any application each material will not be subjected to a temperature in excess of that for which it is suitable, if operated under rated conditions.

*In accordance with IEC Publication 85, Recommendations for the Classification of Materials for the Insulation of Electrical Machinery and Apparatus in Relation to their Thermal Stability in Service.

†For certain insulating materials, temperature rises in excess of 150°C may be adopted by agreement between the manufacturer and the purchaser.

جدول (٢-٩) : حدود الارتفاع فى درجة الحرارة للمحولات المغمورة فى الزيت

1	2
Part	Maximum temperature rise (°C)
Windings: class of insulation A (temperature rise measured by the resistance method)	65, when the oil circulation is natural or forced non-directed 70, when the oil circulation is forced and directed
Top oil (temperature rise measured by thermometer)	60, when the transformer is equipped with a conservator or sealed 55, when the transformer is neither equipped with a conservator nor sealed
Cores, metallic parts and adjacent materials	The temperature shall, in no case, reach a value that will damage the core itself, other parts or adjacent materials

Note The temperature rise limits of the windings (measured by the resistance method) are chosen to give the same hot-spot temperature rise with different types of oil circulation. The hot-spot temperature rise cannot normally be measured directly. Transformers with forced-directed oil flow have a difference between the hot-spot and the average temperature rise in the windings which is smaller than that in transformers with natural or forced but not directed oil flow. For this reason, the windings of transformers with forced-directed oil flow can have temperature rise limits (measured by the resistance method) which are 5°C higher than in other transformers.

- يمكن تحديد الظروف المختلفة لدرجة حرارة الجو المحيط وظروف الخدمة التى يمكن للمحولات المغمورة فى الزيت أن تعمل فيها دون حدوث إتلاف لعزل الملفات الخاصة بها بسبب التأثيرات الحرارية فى حالة تعدى الحدود المسموح بها. ويمكن تطبيق نفس الوحدات فى حالة إستخدام أنواع أخرى من سوائل التبريد.
- الهدف من دليل التحميل هو إعطاء التحميل المسموح به تحت ظروف معينه من درجة حرارة وسط التبريد ونسبة التحميل الأولية من القدرة المقننة للمحول (التى يعمل عليها فى الوضع العادى للتشغيل) بحيث يمكن للمصمم أن يختار القدرة المقننة لأى إنشاءات جديدة.
- تحدد درجة حرارة وسط التبريد المعتادة(وهى ٣٠° مثلا) والحيود عن هذه القيمة يتم بحيث يحدث توازن بين إطالة العمر الإفتراضى فى حالة العمل تحت درجة حرارة أقل وتقصير هذا العمر فى حالة العمل فى درجة حرارة أعلى.
- لايتم فى التطبيقات العملية تشغيل المحولات بصفة مستمرةتحت ظروف الحمل الكامل. ويعطى الدليل مقترحات الدورة والتحميل اليومية أخذا فى الإعتبار التغير فى درجة حرارة الجو المحيط خلال فصول السنة.
- يبين الجدول رقم (٣-١٠) دليل التحميل للمحولات المغمورة فى الزيت عند درجة حرارة لوسط التبريد مقدارها ٢٠°م.
- عن طريق الجدول السابق يمكن تحديد إما نسبة التحميل الزائد لمحول ذو قدرة مقننة محددة خلال فترة زمنية معينةأو تحديد القدرة المقننة المطلوبة

جدول (٢-١٠) : دليل لتحميل للمحولات المغمورة في الزيت

K_1 = initial load power as a fraction of rated power

K_2 = permissible load power as a fraction of rated power greater than unity)

t = duration of K_2 in hours

θ_a = temperature of cooling medium (air or water).

Note $K_1 = S_1/S_r$ and $K_2 = S_2/S_r$ where S_1 is the initial load power, S_2 is the permissible load power and S_r is the rated power.

Values of K_2 for given values of K_1 and t

	K_1 = 0.25	K_1 = 0.50	K_1 = 0.70	K_1 = 0.80	K_1 = 0.90	K_1 = 1.00
t = 0.5	+	+	1.93	1.83	1.69	1.00
t = 1	1.89	1.80	1.70	1.62	1.50	1.00
t = 2	1.59	1.53	1.46	1.41	1.32	1.00
t = 4	1.34	1.31	1.27	1.24	1.18	1.00
t = 6	1.23	1.21	1.18	1.16	1.12	1.00
t = 8	1.16	1.15	1.13	1.12	1.09	1.00
t = 12	1.10	1.09	1.08	1.07	1.05	1.00
t = 24	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

ONAN and ONAF transformers: θ_a = 20°C.

Note In normal cyclic duty the value of K_2 should not be greater than 1.5. The values of K_2 greater than 1.5, underlined, apply to emergency duties.

The + sign indicates that K_2 is higher than 2.0.

لمحول يعمل وفق دورة تحميل يومية معينة وذلك عن طريق رسم منحنى للعلاقة بين k2,k1 عند القيم المختلفة لفترات التحميل t (شكل رقم ٢-٣٦).

٢-٣-٩ مقاومة الحريق Fire Resistance

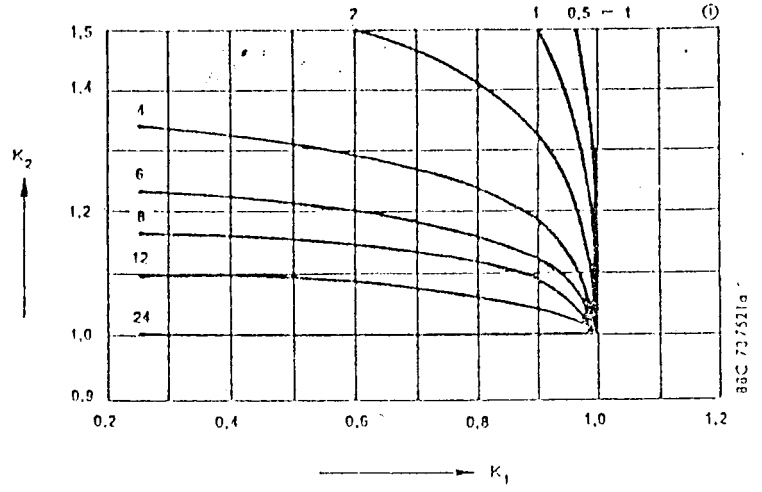
المحولات الجافة والمغمورة (عدا الزيوت المعدنية) تعتبر مقاومة للحريق ولكن ذلك لايعنى أن تلك المواد غير قابلة للإحتراق رغما عن أن لهذه المواد نقطة إشتعال (وهى درجة الحرارة التى يتم عندها الإحتراق المستمرللمادة عندما تتعرض للهب عند سطحها) ويعتبر العامل المهم عند الأخذ فى الإعتبار مقاومة المادة للحريق وأن تكون نقطة الأشتعال للمادة أعلى بكثير من أقصى درجة حرارة يمكن الوصول إليها لمحول يعمل عند أقصى تحميل له فى أقصى ظروف جوية محيطة.

- يبين الجدول رقم (٢-١١) نقطة الإشتعال لبعض المواد المقاومة للحريق (بعد إستبعاد المركبات الكربونية لخطورتها على البيئة) ويتضح منه عدم وجود فرق كبير بينها عدا العزل H الذى يمكن إعتباره عمليا مضاد للحريق. وعلى ذلك فيجب الأخذ في الإعتبار التأثير السام للأدخنة المنبعثة نتيجة لإحتراق هذه المواد والخطر الناجم عن ذلك بالإضافة للمميزات الأخرى عند مقارنة الأفضلية.

يعتبر معدل التخلص من الحرارة للمادة المحترقة عاملا هاما حيث أنه يتوقف عليه حجم وطبيعة مأوى المحولات ويتكون هذا المعدل من مكونين أحدهما توصيلى والأخر إشعاعى والمكون الأول أكبر فى القيمة ويعتبر مقياسا لمدى التدمير الذى يلحق بأسقف مبانى الأيواء ولهذه المحولات بينما يبين المكون الثاني التأثير التدميرى للحريق على الحوائط والمهمات المحيطة بالمحول.

- ويوضح الجدول رقم رقم (٢-١٢) قيم هذه المكونات لبعض المواد المقاومة للحريق .

Assuming the same service life as for continuous operation at rated power and at an ambient air temperature of 20° C, the transformers may be subjected to a load cycle as shown by the curves below.



The curves are in accordance with the IEC recommendation of 1972 which permits a hot-spot temperature in the windings of 140° C.

in which:

K_1 = initial load referred to rating

K_2 = max. permissible load referred to rating

t = duration of K_2 in h

Note:

In certain cases the permissible overload obtained from the above curves may be limited by the tap changer and bushings. Therefore, if it is intended to operate the transformer with a load cycle involving overloads, the height of the latter and the nature of the load cycle should be stated.

شكل (٢-٣٦)- منحنى العلاقة بين $K_2 < K_1$ عند القيم المختلفة لفترات التحميل t

جدول (٢-١١) : نقطة الاشتعال لبعض المواد المقاومة للحريق

Material*	Fire point (°C)
Silicone liquid	360
Midel 7131	310
Cast resin	350
Class H	†

*For comparison purposes mineral oil is 170°C. Askarel is non-flammable.

†These designs are virtually fire proof.

جدول (٢-١٢) : قيم معدلات التخلص من الحرارة لبعض المواد المقاومة للحريق

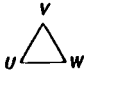
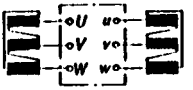
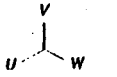
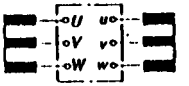
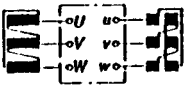
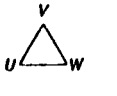
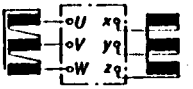
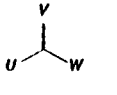
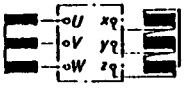
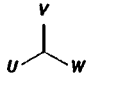
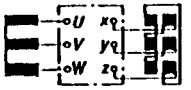
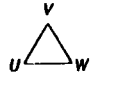
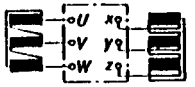
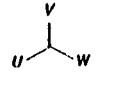
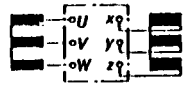
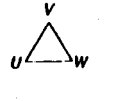
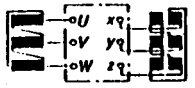
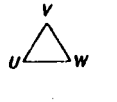
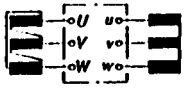
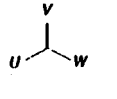
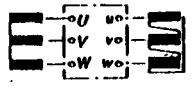
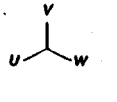
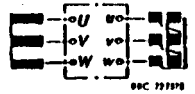
Material	RHR	
	convective (kW/m²)	radiative (kW/m²)
Silicone 561	53	25
High fire point hydrocarbon	546	361
Epoxy resin	-	-

٢-٣-١٠ التوصيلات Connetions

- يتم توصيل الملفات الثانوية لمحولات التوزيع وهى جانب الضغط المنخفض بتوصيلة ستار (Y) ومن ثم يتم تأريض النظام عن طريق نقطة التعادل وذلك حتي يمكن الحصول على الجهد الأحادى .
- ويتم توصيل الملفات الإبتدائية وهى جانب الضغط العالى يتوصيلة دلتا(Δ) حتى يمكن تلاش التوافقيات الثلاثية .
- التوصيلات الشائعة الإستخدام هى كالأتى طبقا للإزاحة بين نفس الوجه فى الملفات الإبتدائية والثانوية Dy 11, Dy 5 Or Dy 7 وتعتبر التوصيلة Dy 11 أو ما يماثلها هى الأكثر شيوعا فى العالم.
- ويبين الشكل رقم (٢-٣٧) هذه التوصيلات بالإضافة إلى التوصيلات الأخرى الممكن الحصول عليها.

في هذا الشكل يؤخذ المتجه الخاص بملفات الضغط العالى كمتجه الأصل وينسب الوجه المماثل فى ملفات الضغط المنخفض إليه طبقا لوضع عقارب الساعة.

- إختبار الإزاحة بين الوجه للملفات الإبتدائية (الضغط العالى) والثانوية (الضغط المنخفض) غير ذى أهمية فى حالة إستخدام محول واحد لشبكة المنطقة. ولكن إذا أشتملت الشبكة على أكثر من محول واحد فانه يجب أن تكون جميع المحولات لها نفس علاقة الوجه والا فانه لايمكن أن تعمل هذه المحولات على التوازى أو تحويل التغذية للشبكة من محول إلى أخر.

Designation Clock hour figure	Vector group ①	Vector diagram HV	 LV	Wiring diagram ② HV	 LV
	Dd0				
0	Yy0				
	Dz0				
	Dy5				
5	Yd5				
	Yz5				
	Dd6				
6	Yy6				
	Dz6				
	Dy11				
11	Yd11				
	Yz11				

① If the neutral is brought out, the letter "N" must be added following the symbol for the h.v. winding, or "n" following that of the l.v. winding; e.g. l.v. neutral brought out = Yyn0.

② It is assumed that windings are wound in the same sense.

شكل (٢-٣٧) : مجموعات المتجهة الشائعة الاستخدام في محولات التوزيع

٢-٣-١١ نهايات التوصيل Terminals

- تكون نهايات التوصيل للضغط المنخفض فى المحولات علي هيئة جراب من راتنج الإيبوكسى يحوى مجموعة لقم توصيل تربط بها أطراف موصلات الكابلات بالمسامير.
- بالنسبةلنهايات التوصيل للضغط العالى فانها إما ان تكون عن طريق صندوق كابلات مملوء بالكومباوند فى حالة كابلات الضغط العالى المعزولة بالورق. أو صندوق كابلات هوائى فى حالة كابلات XLPE أو P.V.C تكون ذات جلب أو أكمام قابلة للإنكماش بالحرارة.

٢-٣-١٢ تبريد المحولات Cooling

تعرف المحولات طبقا لطريقة التبريد المستخدمة ويبين الجدول رقم (٢-١٣) الأحرف الهجائية المستخدمة كرموز للدلالة علي طريقة التبريد.

- أبسط طرق التبريد تكون عن طريق تبريد الملفات بالهواء الطبيعى الذى يمر فوق الأسطح الساخنة لملفات وقلب المحول حيث تنتقل الحرارة الى الهواء المحيط بالمحول عن طريق التوصيلية والإشعاع وتوصف هذه الطريقة بأنها طبيعية بالهواء (A.N.) .
- للتغلب على العوائق التى تودى إلى تقليل إنتقال الحرارة من الملفات الى الهواء فانه يتم إستخدام هواء مدفوع فوق هذه الملفات وذلك لتحسين إنسياب الحرارة وزيادة معدلات التبريد بدرجة محسوسة وتعرف هذه الطريقة بالهواء المدفوع (A.F.).

جدول (٢-١٣) : الأحرف الإنجليزية المستخدمة كرموز للدلالة على طريقة التبريد لمحولات التوزيع

Kind of cooling medium	Symbol
Mineral oil or equivalent flammable synthetic insulating liquid	O
Non-flammable synthetic insulating liquid	L
Gas	G
Water	W
Air	A
Kind of circulation	
Natural	N
Forced (oil not directed)	F
Forced-directed oil	D

- يمكن الخلط بين هاتين الطريقتين فى حالة المحولات الجافة وذلك باستخدام التبريد الطبيعى بالهواء مع تشغيل مروحة أتوماتيكية فى حالة إرتفاع درجة حرارة المحولات عن حدودها المعتادة وتسمى هذه الطريقة (AN/AF).
- فى حالة المحولات المغمورة فى السائل فانه يجب إستخدام مجموعتين من الأحرفالأولى تصف طريقة تبريد الملفات والثانية لوصف طريقة تبريد سطح السائل. وعلى ذلك فانه فى حالة الملفات المغمورة فى الزيت لتبريدها طبيعيا وفى نفس الوقت فان هذا الزيت يبرد طبيعياأيضا عن طريق الهواء فان الأحرف الدالة علي ذلك هى ONAN وإذا كان الزيت يبرد عن طريق الهواء المدفوع فان طريقة التبريد تكون ONAF ويمكن الخلط بين الطريقتين عن طريق تشغيل مروحة أوتوماتيكية لدفع الهواء فوق سطح السائل فى حالة زيادة درجة حرارة السائل عن حد معين وتعرف الطويقة بأنها ONAN/ONAF ويذلك يمكن زيادة قدرة نفس المحول بقيمة محسوسة.
- عند إستخدام طلمبة للمساعدة على سريان الزيت داخل المحول بالإضافة إلى مروحة لدفع الهواء فان الطريقة تصبح OFAF .
- فى حالة المحولات ذات القدرات ٥٠ ك .ف .أ وأكثر فان الطريقة الطبيعية فى التبريد ONAN تحتاج الى سطح تبريد أكبر بالنسبة لخزان الزيت من السطح العادى لهذا الخزان، ويمكن الحصول على هذا السطح الإضافى إما بإستخدام أنابيب ملحومة بجدران الخزان تحمل الزيت الساخن من أعلى الخزان إلى أسفله كما كان يستخدم فى الماضى أو بإستخدام ألواح التبريد المماثلة لتلك المستخدمة للمياه الساخنة التى توضع على هيئة مجموعات (Banks) على جانبى الخزان لرفع كفاءة التبريد وتقليل التكلفة عنها فى

حالة إستخدام الأنابيب. وتستخدم فى الوقت الحالى خزانات زيت مصنوعة من ألواح الصاج الرفيعة (٢ر١مم) عميقة التعريج للحصول على أعلى كفاءة تبريد طبيعية لزيت التبريد الخاص بالمحولات.

٢-٣-١٣ تهوية مأوى المحولات Ventilation of Transformer enclosure

- المحولات التى تعمل داخل مكان مغلق من المحتم أن تصل إلي درجة حرارة أعلى عند نفس الحمل من تلك التى تعمل في الهواء الطلق. وعلى ذلك فمن الضرورى لإطالة عمر المحولات أن تؤخذ هذه الحقيقة فى الإعتبار ويتم عمل الترتيبات اللازمة عند تصميم غرف المحولات لان تكون هذه الزيادة فى درجة الحرارة محدودة.
- يجب عمل الموازنة بين مميزات إستخدام مراوح تهوية لهذه الغرف فى الحد من مشكلة إرتفاع درجة الحرارة وبين مميزات التهوية الطبيعية التى لاتعتمد على كفاءة أداء وصيانه هذه المراوح وما ينتج عن توقفها المفاجئ من أخطار.
- الزيادة فى درجة الحرارة لغرف المحولات تتوقف علي الأتى :

أ - الفواقد الكلية للمحول.

ب - المساحة الصافية لفتحات التهوية (دخول وخروج).

جـ - المسافة الرأسية الفعالة بين فتحات الدخول والخروج للتهوية .

- الوضع المثالى لفتحة دخول التهوية يكون منخفضا وأسفل خط التماثل C.L لرديـاتير المحول مع وضع المحول أقرب مايمكن منها.
- فتحة خروج التهوية تكون عالية ويراعى ألا تكون فوق المحول مباشرة بل توضع فى الحائط البعيد عن فتحة الدخول بحيث يمر الهواء البارد فوق المحول أثناء مروره من فتحة الدخول إلى فتحة الخروج .

- أقل إرتفاع لفتحة الخروج عن فتحة الدخول يكون فى الحالة المثالية مساويا مرة ونصف إرتفاع المحول.
- تحسب المساحة الصافية لفتحة الدخول أو فتحة الخروج من العلاقة التجريبية الأتية:

$$A = 0.06P \qquad (1)$$

حيث

P = الفقد الكلى المنبعث من المحولات مقدرا بالكيلو وات

A = المساحة مقدرة بالمتر المربع.

كما يمكن إستخدام العلاقة $AL = 0.188. \frac{P}{\sqrt{H}}$

حيث

AL = مساحة مقطع كل من فتحتى التهوية (دخول - خروج) بالمتر المربع.

P = الفقد الكلي للمحول (بالكيلووات) .

H = المسافة بين منتصف المحول إلي منتصف فتحة الخروج(بالمتر) .

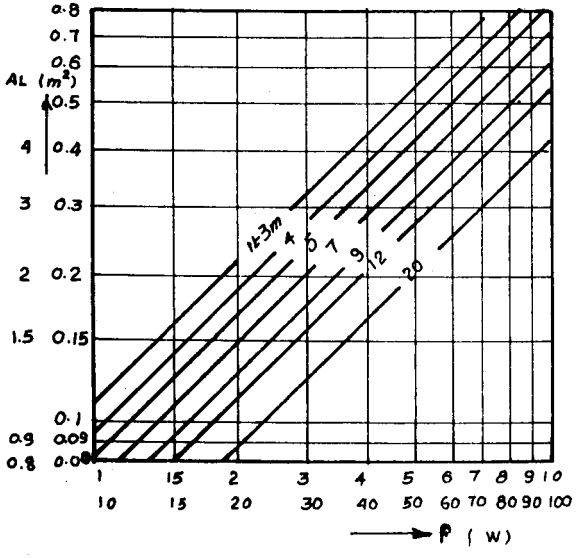
- بتحقيق الشروط السابقة فإن درجة الحرارة لهواء غرفة المحول لاتزيد عن درجة حرارة الجو الخارجية بأكثر من ٧ -٨ درجات مئوية .

والشكل رقم (٢-٣٨) يوضح نوموجراف تحديد مساحتى دخول وخروج الهواء .

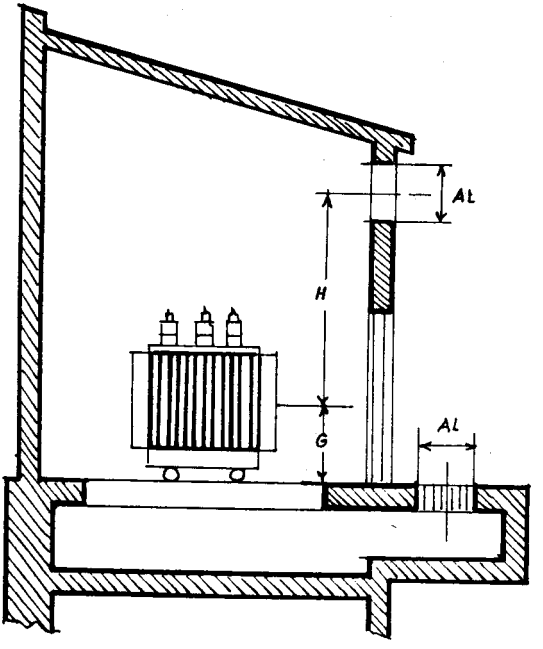
والشكل رقم (٢-٣٩) يوضح تركيب المحولات فى مأوى مغلق .

٢-٣-١٤ قوة (شدة) العزل للمحولات Insulation Strength

يتم إختبار مستوى قوة العزل للمحولات والتى يجب أن تؤخذ فى الإعتبار عند التصميم عند مستوى ٧٥ كيلو ڤولت للمحولات التى تركب داخل الغرف ويتم توصيل التيار الكهربى لها عن طريق كابلات. وعند مستوى ٩٥ كيلو ڤولت للمحولات التى تركب على الأعمدة أو خارج المبانى ويتم توصيل التيار الكهربى لها عن طريق الخطوط الهوائية.



شكل رقم (٢-٣٨) : نوموجرام تحديد مساحة فتحة دخول وخروج الهواء



Output KVA	63/ 100	160	250	400/ 500	630/ 800	1000/ 1750	1600/ 2000	2500
G mm	610	645	685	730	795	940	1075	1195

شكل (٢-٢٩) تركيب المحولات فى مأوى مغلق

٢-٣-١٥ تشغيل المحولات على التوازى Parallel Operation

- يعنى التشغيل المرضى للمحولات علي التوازى أن يحمل كل محول نصيبه من الحمل حسب القدرة المقننة له ولتحقيق هذا الشرط فانه يلزم أن تكون المحولات الموصلة علي التوازى متساوية فى الأتى :

نفس النسبة التحويلية للجهد.

نفس إزاحة الوجه

نفس قيمة الممانعة.

وعلى ذلك فان أى محولين من المحولات ثلاثية الأوجه والتى لها خواص متماثلة ولها أيضا نفس رموز التوصيل يمكن أن تعملا معا على التوازى (مثال ذلك فان التوصيلتين $_{11}Dy$ و $_{11}Yd$ يمكن تشغيلهما على التوازى بأمان).

تحكم قيمة الممانعة نسبة المشاركة فى الحمل الكلى التى يتحملها كل محول ويجب فى هذه الحالة أن تكون مقاومة كل وحدة متماثلة.

- هناك نقاط أخرى يجب أخذها فى الإعتبار عند التشغيل على التوازى وهى :

أ - يمكن أن تتغير الممانعة للمحولات بين $\pm$ ١٠٪ من القيمة المضمونه طبقا لإختبار الممانعة. وعلى ذلك فانه يمكن وجود محولين بهما نفس قيمة الممانعة طبقا للأختبار رغم إختلافهما فى الممانعة بما يقرب من ٢٠٪.

ب - طول ونوع الكابل المستخدم فى توصيل المحول يجب أخذه فى الإعتبار عند حساب الممانعة فى حالة إدخال محول جديد على التوازى إذا ماكان هذا المحول فى موقع بعيد عن المحولات العاملة.

جـ - بالنسبة للمحولات التى لها نظام تقسيم لمدى يزيد عن ١٠٪ فأنها تحتاج إلى أخذ التغيير فى الممانعة خلال هذا المدى.

علاوة على ماسبق فانه يوجد تفاوت كبير بين منتجى المحولات من حيث ترتيب الملفات الخاصة بها مما يترتب علية تغيير ملحوظ فى خواص المحول.

٢-٣-١٦ حماية المحولات Transformers Protection

تزود المحولات بالحمايات الأتية:

٢-٣-١٦-١ الحماية ضد التفاوت Differntial Protection

الحماية ضد التفاوت تستند على قاعدة المقارنه بين التيارات الابتدائية والثانوية للمحول وفى حالة حدوث خلل فى التوازن فإن ذلك يعنى حدوث عطل خارجى عن المحول . وحيث أن توصيل ملفات المحول الإبتدائية والثانوية تختلف عادة فيجب أن يتم معادلتها عن طريق توصيل محولات تيار (CTS) مناسبة.

٢-٣-١٦-٢ الحماية ضد عطل الأرضى المقيد Restricted Earth Fault Protection

يتم تجميع الملفات الثانوية لمحولات التيار(CTS) الثلاثية على كل جانب من ملفات المحول مع مرحل (Relay) يوصل عبرها ويوصل محول تيار (CT) رابع على نقطة التعادلneutral للملفات الموصلة على هيئة T وتعمل المرحلات فقط فى حالة وجود عطل أرضى داخلى حيث أنه فى هذه الظروف فقط فان خرج محولات التيار لاتعطى مجموع صفر مما يتسبب فى سريان تيار فى دائرة المرحلة.

٢-٣-١٦-٣ الحماية ضد عطل الأرضى غير المقيد Unrestricted Earth Fault Protection

يعطى محول تيار(CT) واحد مركب على نقطة التعادل للملفات الموصلة على هيئة γ مقياسا للحماية ضد عطل الأرضى ولكن المرحل فى هذه الحالة يعمل أيضا في حالة حدوث اعطال خارج المحول.

٢-٣-١٦-٤- الحماية ضد زيادة الحمل (التيار) Over Current Protection

يجب ضبط أوضاع مرحل زيادة الحمل بحيث يمكن تمييز الحماية فى جانب الحمل للمحول (وليس لحماية الشبكة وراء المحول).

٢-٣-١٦-٥- مرحل الغاز والزيت (بوخلز) Gas and Oil Relay

يتم تركيب مرحل بوخلز فى الأنبوبة الموصلة بين خزان الزيت الرئيسى للمحول وخزان الإستعواض ويوجد عادة فى المحولات المغمورة في الزيت ذات القدرة من ١٥٠٠ك.ف.أ فأكثر ويزود المرحل بعوامتين تحملان مفاتيح Switches إما أن تكون مفتوحة فى الوضع العادى أو مغلقة فى الوضع العادى تعمل إحدى العوامتين عندما يصل منسوب الزيت فى خزان الإستعواض وبالتالى المرحل الى منسوب منخفض غير مرغوب ويتم توصيل المفتاح عند المنسوب المنخفض عادة بدائرة إنذار تعطى تحذيرا عند إنخفاض منسوب الزيت فى المحول وتعمل العوامة الأخرى عندما يكون هناك إنبعاث مفاجئ للغاز داخل المحول وذلك فى حالة وجود عطل خطير أو إحتراق فى ملفات المحول وتوصل ملامسات المفتاح فى هذه العوامة عادة الى دائرة لقط Trip Circuit فى لوحة التشغيل الخاصة بالمحول والتى تقوم بفصل المحول عن منبع التيار ويجب الأخذ فى الاعتبار أنه بدء تشغيل المحول فإنه ينبعث عادة بعض الغاز الناتج عن فقاقيع الهواء الموجودة بالزيت والتى قد تعمل على تشغيل مرحل بوخلز وإعطاء إنذار زائف.

٢-٣-١٦-٦ أجهزة تنفيث الضغط Pressur - Relief Devices

يركب الجهاز على غطاء او جدران الخزان الرئيسى للمحول ويعمل عندما يزيد الضغط داخل الخزان حيث تفتح اللقم الحاكمة Seal Snaps مما يتيح تفريغ الغاز المستجمع من خلال فوهة متسعة بمعدل يصل الى ٢٨٣ م٣/دقيقة.

حيث أنه يتعذر قياس درجة حرارة الملفات بالتلامس المباشر لموصلات هذه الملفات فان مبين درجة حرارة الملفات يمكن إعتباره مؤشرا أقرب الى الدقة وذلك خلال شريحة ضيقة لتحميل المحول.

هناك نوعان رئيسيان لبيان درجة حرارة الملفات :

أ - الطريقة المباشرة حيث توضع مجسات الجهاز أقرب مايمكن من ملفات الضغط المنخفض .

ب - الطريقة غير المباشرة حيث يقوم جهاز للصورة الحرارية بتمثيل أو تقليد الفارق فى درجة الحرارة بين الملفات وأعلى منسوب الزيت .

وتستخدم الطريقة (أ) فى أغلب الأحيان مع المحولات الجافة حيث تسمح ممرات التبريد الواسعة بوضع مجسات الجهاز الحرارية بحيث لاتتلف عوازل مجموعة ملفات المحول.

- تستخدم الطريقة غير المباشرة تركيبة قياسية مكونة من مبين لدرجة الحرارة ذو قرص بمؤشر ومحول تيار (CT) مركب على التوصيلة الحية لأحد ملفات المحول حيث يمر التيار المقابل من ملفه الثانوى الى ملف حرارى ملفوف علي المخدات الخاصة بجهاز القياس ، وتقوم بمقاومة معايرة بضبط التيار في الملف الحراري الى قيمة تنتج الفارق الصحيح بين الملفات والزيت.
- هناك طرق أخرى مناسبة للمحولات الكبيرة. حيث يتم إستخدام مقاومة بلاتينية قياسية مقدارها ١٠٠ أوم كمجس تثبت أقرب مايمكن لملفات المحول حيث يقيس الجهاز مقاومة هذا المجس التي تتغير بتغير درجة حرارة الملفات.
- يتم توصيل مبينات درجة الحرارة الي دوائر إنذار او فصل ويمكن أيضا توصيلها الى ثلاثة او أربع مفاتيح لتشغيل مراوح او مضخات للهواء المدفوع أو الزيت المدفوع لدورة تبريد خارجية للمحولات.

٢-٤ الكابلات الكهربائية

٢-٤-١ التيار المقنن المسموح بمروره

* عند مرور تيار كهربى خلال موصل الكابل تتولد حرارة فى هذا الموصل وتتناسب كمية الحرارة المتولدة فى وحدة الزمن مع حاصل ضرب مربع شدة التيار المار فى الموصل مضروبا فى مقاومة الموصل.

وعلى ذلك فان

$$\frac{W}{t} = I^2 R \text{ ---------- (1)}$$

حيث $\frac{W}{t}$ = كمية الحرارة المتولدة فى وحدة الزمن (وات / الثانية)

I = التيار المار فى الموصل (أمبير)

R = مقاومة الموصل (أوم)

* الحرارة المتولدة ترفع درجة حرارة الموصل وينتج عن ذلك فرق فى درجة الحرارة بالمقارنة مع درجة حرارة الوسط المحيط بالموصل (هواء أو أرض) حيث تنساب الحرارة المتولدة خلال المواد المغلفة لموصل الكابل.

* تتناسب كمية الحرارة المنسابة فى الثانية مع الفرق فى درجة الحرارة الناتج عن مرور التيار ويتبع ذلك أن الفرق فى درجة الحرارة ΔT عند شدة تيار معينة تتزايد حتى يمكن الوصول الى توازن فى درجة الحرارة عند نقطة تكون فيها الحرارة المنسابة الى الوسط المحيط فى وحدة الزمن مساوية لكمية الحرارة المتولدة فى الموصل

أى أن :

$$\theta = \frac{W}{t} \text{ ---------- (2)}$$

حيث θ = الانسياب الحرارى فى الثانية

* بتطبيق قانون أوم فان الانسياب الحرارى يمكن أخذه كالآتى :

$$\theta = \frac{\Delta T}{Rth} \text{ ---------- (3)}$$

حيث Rth هى المقاومة الحرارية للموصل (الأوم الحرارى) وتحسب بالدرجة المئوية / الوات.

وتتكون المقاومة الحرارية من مقاومة حرارية داخلية (Rthi) من الموصل الى السطح الخارجى للكابل ومقاومة حرارية خارجية (Rthe) من السطح الخارجى للكابل الى الوسط المحيط.

* عند الوصول الى التوازن فى درجة الحرارة وبتطبيق العلاقات (3), (2),(1) فان :

$$I^2 R = \frac{\Delta T}{(Rthi + Rthe)}$$

أو

$$\Delta T = I^2 R \quad (Rthi + Rthe) \qquad (4)$$

ملاحظة :

فى حالة التيار المتردد فانه يجب حساب الممانعة Impedance الخاصة بالموصل وكذلك التيارات التأثيرية فى الاغلفة المعدنية للكابل إلا أنه لتسهيل الحسابات فانه يمكن استخدام العلاقة (4) لاعطاء نتائج مقبولة وكافية من الناحية العملية.

* تحدد خواص مواد العزل المستخدمة فى الكابلات أقصى درجة للحرارة يسمح أن يصل اليها الموصل ومن ثم فان الفرق فى درجة الحرارة بين الوسط المحيط بالكابل والموصل تكون مقيدة وهذا يمكن تحقيقه فقط بتقييد توليد الحرارة داخل الموصل وبمراعاة العلاقة (4) فان القيمة I^2R يجب أن تخفض وهذا يمكن تحقيقه بواسطة الأتى :

أ) تقييد قيمة المقاومة R للموصل باختيار موصل ذو مساحة مقطع كبيرة بدرجة كافية.

ب) تقييد أقصى شدة تيار مسموح بها Imax عند مساحة مقطع محددة للموصل.

* المقاومة الحرارية الداخلية Rthi تعتمد على بُنية الكابل ويمكن حسابها من أبعاد الكابل والمقاومة النوعية للمواد المستخدمة فى العزل والتغليف ، والمقاومة الحرارية الخارجية Rthe للكابل تعتمد على عدد كبير من العوامل الخارجية ذات التأثير على عملية الانتقال الحرارى.

* تحديد التيار المسموح بمروره فى الكابل يعتريه صعوبات لا ترتبط فقط بالكابل نفسه ولكن أيضا بمعدل إنسياب الحرارة θ وهى مشاكل تبريد اساسا ويمكن تجنب هذه الصعوبات فى الكابلات العادية المستخدمة على نطاق إقتصادى بواسطة إيجاد التيار المسموح بمروره باستخدام قواعد تسرى فى الظروف المعتادة وقد تم وضع جداول لمقننات التيار المسموح بمرورها فى المقاطع القياسية للكابلات تم إيجادها بهذه الطريقة.

وتطبق نفس هذه الجداول على كابلات الضغط المنخفض دون اعتبار لمادة العزل المستخدمة.

* يجب التمييز بين نوعين من نظم التركيب للكابلات :-

- كابلات ممدة فى الهواء.
- كابلات ممدة فى الأرض.

وقد تم أخذ هذا المبدأ فى جداول التيار المقنن المسموح بمروره فى الكابلات.

* أقصى تيار مسموح بمروره لكل مساحة مقطع للموصلات النحاسية قد تم وضعه بحيث أن الفرق فى درجة الحرارة بين الموصل والوسط المحيط ΔT فى حالة التشغيل العادى لا تتجاوز ٣٥°م ومن ثم فانه فى درجة حرارة للجو ٢٥°م بالنسبة

للكابلات الممدة فى الهواء فان درجة حرارة الموصل تكون على الأكثر ٦٠°م وذلك بالنسبة للكابلات المعزولة بال .P.V.C .

* يجب ملاحظة أن مادة العزل يمكن أن تؤثر على درجة الحرارة للكابل حيث تزيد درجة الحرارة بزيادة المقاومة الحرارية لهذه المادة.

وقد تم وضع جداول خاصة للتيار المقنن لكابلات الضغط المنخفض بعزل من نوع XLPE على أساس أقصى درجة حرارة للموصل النحاسى ٨٥°م.

* يوضح الجدول (٢-١٤) مقننات التيار للكابلات النحاسية المعزولة بمادة P.V.C والممدة فى الهواء.

* يوضح الجدول (٢-١٥) مقننات التيار للكابلات النحاسية المعزولة بمادة P.V.C والممدة فى الارض.

* يوضح الجدول (٢-١٦) مقننات التيار للكابلات النحاسية المعزولة بمادة XPLE والممدة فى الهواء.

* يوضح الجدول (٢-١٧) مقننات التيار للكابلات النحاسية المعزولة بمادة XPLE والممدة فى الارض.

* يوضح الجدول (٢-١٨) مقننات التيار للكابلات متعددة الأقطاب المعزولة بمادة PVC أو XPLE فى درجة حرارة للوسط المحيط ٢٥°م .

٢-٤-٢ معاملات الخفض Derating Factors

عندما يكون تبريد الكابل معاقا بدرجة ما فان التيار المسموح بمروره بهذا الكابل يجب أن يخفض وذلك لمنع الموصل من الوصول الى درجة حرارة عالية أكثر من الحدود المقررة لنوع العزل المستخدم.

والعوامل التى تعوق التبريد بالمعدل المعتاد هى :

جدول (٢-١٤) : مقننات التيار للكابلات النحاسية المعزوله بمادة PVC والمده في الهواء

Current rating and protection for cables laid in air with rubber, PVC or paper-insulated conductors, in accordance with NEN 1010 (2nd edition), Art. 152[1])

Nominal cross sectional area of copper conductor	Single-core cables[2])		Twin-core cables		Three- and four-core cables	
	Current rating	Highest nominal value of the fuse	Current rating	Highest nominal value of the fuse	Current rating	Highest nominal value of the fuse
mm²	A	A	A	A	A	A
1.5	27	25	24	20	20	16
2.5	40	35	31	25	27	25
4	52	50	40	35	36	35
6	65	63	52	50	46	35
10	88	80	72	63	62	50
16	115	100	96	80	80	63
25	150	125	—	—	105	100
35	185	160	—	—	125	100
50	230	200	—	—	155	125
70	280	250	—	—	195	160
95	335	315	—	—	235	225
120	385	355	—	—	270	250
150	440	400	—	—	310	250
185	500	450	—	—	345	315
240	585	500	—	—	385	355
300	670	630	—	—	425	400
400	790	710	—	—	490	450
500	900	800	—	—	—	—
625	1040	1000	—	—	—	—
800	1200	—	—	—	—	—
1000	1360	—	—	—	—	—

جدول (٢-١٥): مقننات التيار للكابلات النحاسية العزول بمادة PVC والممددة في الأرض

Current ratings and protection for cables, laid in the ground with rubber, PVC or paper-insulated conductors, in accordance with NEN 1010 (2nd edition), Art. 153[1]).

Nominal cross sectional area of copper conductor	Single-core cables[2])		Twin-core cables		Three- and four-core cables	
	Current rating	Highest nominal value of the fuse	Current rating	Highest nominal value of the fuse	Current rating	Highest nominal value of the fuse
mm²	A	A	A	A	A	A
1.5	34	35	30	25	25	20
2.5	50	50	38	35	35	35
4	65	63	50	50	45	35
6	82	80	65	63	57	50
10	110	100	90	80	76	63
16	145	125	120	100	100	80
25	190	160	—	—	130	125
35	230	225	—	—	155	125
50	285	250	—	—	195	160
70	350	315	—	—	245	225
95	420	400	—	—	295	280
120	480	450	—	—	340	315
150	550	500	—	—	385	355
185	625	500	—	—	430	400
240	730	710	—	—	480	400
300	835	710	—	—	530	500
400	985	900	—	—	615	500
500	1130	1000	—	—	—	—
625	1300	—	—	—	—	—
800	1500	—	—	—	—	—
1000	1700	—	—	—	—	—

جدول (٢-١٦) : مقننات التيار للكابلات النحاسية المعزولة بمادة XLPE والممددة في الهواء

Current ratings and protection for cables laid in air with (cross-linked polyethylene) insulated conductors.

Nominal cross sectional area of copper conductor	Single-core cables*		Twin-core cables		Three- and four-core cables	
	Current rating	Highest nominal value of the fuse	Current rating	Highest nominal value of the fuse	Current rating	Highest nominal value of the fuse
mm^2	A	A	A	A	A	A
1.5	30	25	30	25	25	20
2.5	45	35	40	35	35	25
4	55	50	52	50	45	35
10	75	63	70	63	60	50
6	100	80	95	80	80	63
16	135	100	125	100	105	80
25	185	160	—	—	135	100
35	225	200	—	—	165	125
50	270	250	—	—	205	160
70	340	315	—	—	255	200
95	400	355	—	—	310	250
120	480	400	—	—	355	315
150	550	450	—	—	405	355
185	615	500	—	—	450	400
240	745	630	—	—	505	450
300	850	710	—	—	—	—
400	1000	800	—	—	—	—

جدول (٢-١٧) : مقننات التيار للكابلات النحاسية المعزولة بمادة XLPE والمدودة في الأرض

Current ratings and protection for cables, laid in the ground with cross-linked polyethylene) insulated conductors[1]).

Nominal cross sectional area of copper conductor	Single-core cables[2])		Twin-core cables		Three- and four-core cables	
	Current rating	Highest nominal value of the fuse	Current rating	Highest nominal value of the fuse	Current rating	Highest nominal value of the fuse
mm²	A	A	A	A	A	A
1.5	43	35	38	25	31	25
2.5	63	50	48	35	44	35
4	82	63	63	50	57	50
6	103	80	82	63	72	63
10	138	125	113	100	96	80
16	182	160	151	125	126	100
25	240	200	—	—	163	125
35	290	250	—	—	195	160
50	360	315	—	—	245	200
70	440	355	—	—	310	250
95	530	450	—	—	370	315
120	600	500	—	—	430	355
150	690	630	—	—	485	400
185	790	710	—	—	540	450
240	920	800	—	—	600	500
300	1050	900	—	—	670	630
400	1240	1000	—	—	775	710
500	1420	—	—	—	—	—

جدول (٢-١٨) : مقننات التيار للكابلات متعددة الأقطاب المعزوله بمادة PVC أو XLPE في درجة حرارة للوسط المحيط ٢٥° م

Current rating in multicore cables laid in air at an ambient temperature of 25 °C.

Number of cores	Current per core in A			
	Rubber or PVC-insulated cables		(XLPE)-insulated cables	
	1.5 mm²	2.5 mm²	1.5 mm²	2.5 mm²
6	15	21	18	25
7	14	19	17	24
8	13	18	16	23
10	12	16	14	20
12	11	15	13	19
14	10	14	12	18
16	10	13	12	17
19	9	12	11	16
24	8	11	10	14
30	7	10	9	13
37	7	9	8	11

- الارتفاع فى درجة حرارة الوسط المحيط .
- تأثير الكابلات المجاورة والتى يمر بها تيار كهربى سواء كان تمديد الكابلات على حوائط أو سراير أو فى الأرض.
- قلة الرطوبة بالأرض الممد بها الكابلات.
- محيط الكابل موضوع كليا أو جزئيا على بكرة أو اسطوانة.

وفى جميع هذه الحالات فان أقصى حد لمقننات التيار المسموح بها فى الجداول يجب أن تخفض بنسبة معينة .

* يستخدم الجدول (٢-١٩) كدليل عملى لمعاملات الخفض فى حالات إرتفاع درجة حرارة الوسط المحيط أو تأثير مجموعات الكابلات وكذلك الاختلاف فى المقاومة الحرارية للتربة نتيجة تغير نسبة الرطوبة بها وتأثير لف الكابلات على البكرات.
* وفى حالة وجود أكثر من عامل مؤثر فى آن واحد فانه يتم الآخذ فى الاعتبار عوامل الخفض المقابلة لها لجميع هذه المؤثرات فى الحساب.
* يجب الاحتياط فى حالة تركيب أكثر من كابل فى خندق أو فاروغة واحدة حيث يكون من الصعب توقع درجة التهوية ومن ثم تحديد معامل الخفض بدقة.

٢-٤-٣ التنزيل فى الجهد Voltage drop

يقصد بالتنزيل فى الجهد فى الكابل الفرق فى قيمة الجهد المقاس عند بداية ونهاية الكابل .

وينص على التنزيل المسموح به بنسبة مئوية من جهد الدائرة المقنن وتؤخذ كالتالى :

بحد أقصى ٥٪ لنظم الانارة .

وبحد أقصى ٢٪ لنظم القوى .

جدول (٢-١٩) : دليل على لمعاملات الخفض فى حالات ارتفاع درجة حرارة لوسط المحيط - تأثير مجموعات الكابلات - المقاومة الحرارية للتربة نتيجة تغير نسبة الرطوبة - تأثير لف الكابلات على البكرات

Derating factors for the variation in ambient temperature exceeding 25 °C.

temperature			25° C	30° C	35° C	40° C	45° C	50° C	60° C	70° C
derating factor	XLPE	f1	1.00	0.95	0.91	0.87	0.82	0.76	0.65	0.50
derating factor	PVC	f2	1.00	0.93	0.85	0.76	0.65	0.53		

Derating factors for grouping of cables laid in air

number of cables			2	3	4	5	6
clearance equal to cable diameter	XLPE and PVC	f3	0.94	0.90	0.87	0.85	0.83
cables laid side by side without interspace	XLPE and PVC	f4	0.81	0.79	0.77	0.75	0.73

Derating factors for grouping of cables laid direct in the ground (depth appr. 70 cm, distance between the cables appr. 10 cm)

number of cores and cross-sectional area of the conductor				number of cables							
single core	three and four cores			2	3	4	5	6	7	8	9
95 mm² and less	35 mm² and less	f5	XLPE	0.90	0.82	0.78	0.74	0.72	0.70	0.68	0.66
120/300 mm² incl	50 and 70 mm²	f6	and	0.89	0.80	0.75	0.71	0.68	0.66	0.64	0.62
400 mm² and more	95 mm² and more	f7	PVC	0.87	0.78	0.72	0.68	0.64	0.62	0.60	0.58

Derating factors for variations in thermal resistivity of the soil

specific heat resistance of the soil in °C.cm/W			50 (damp)	100	150	200 (very dry)
derating factor	XLPE and PVC	f8	1.0	0.8	0.7	0.6

Derating factors for cables on reels

number of layers on reels			1	2	3	4	5
derating factor	XLPE and PVC	f9	0.56	0.38	0.32	0.27	0.24

* ويمكن حساب التنزيل فى الجهد بصورة دقيقة من المخطط المتجهى للدائرة وفى معظم الحالات فان الحساب الدقيق ليس ضروريا ويكتفى بالتحديد التقريبى على الوجه الآتى:

أ) بالنسبة للتيار المستمر

$$\Delta\upsilon = 2.I.l \frac{r}{1000}$$

حيث $\Delta\upsilon$ النزول فى الجهد بين بداية ونهاية الكابل بالڤولت (مقاس بين الأقطاب)

I التيار المقنن بالآمبير

l طول الكابل بالمتر

r مقاومة الكابل بالأوم / الكيلو متر

ب) بالنسبة للتيار المتردد أحادى الوجه

$$\Delta\upsilon = 2.I.l. \frac{r\cos\phi}{1000}$$

حيث $\Delta\upsilon$ النزول فى الجهد بين بداية ونهاية الكابل بالڤولت

(مقاس بين الوجه ونقطة التعادل)

I التيار المقنن بالآمبير

l طول الكابل بالمتر

r مقاومة الكابل بالأوم / الكيلو متر

$\cos\phi$ معامل القدرة للحمل الموصل على الكابل.

جـ) بالنسبة للتيار المتردد ثلاثى الأوجه

$$\Delta\upsilon = \sqrt{3}\ I.l \frac{r\cos\phi}{1000}$$

حيث $\Delta\upsilon$ النزول فى الجهد بين بداية ونهاية الكابل بالڤولت

(مقاس بين موصلات نفس الوجه).

I التيار المقنن بالآمبير

l طول الكابل بالمتر

r مقاومة الكابل بالأوم / الكيلو متر

sin q معامل القدرة للحمل الموصل على الكابل.

ملاحظة:

القيم المبينة أعلاه دقيقة بدرجة كافية عندما تكون الممانعة (χ) للكابل يمكن إهمالها بالنسبة الى مقاومة الكابل (r)

وهى الحالة المعتادة مع الكابلات ذات مساحة المقطع التى لا تزيد عن ٧٠مم٢ أما بالنسبة للكابلات ذات مساحة المقطع الأكبر فانه يتم حساب النزول فى الجهد كالأتى:

(١) بالنسبة للتيار المتردد أحادى الوجه

$$\Delta U = 2.I.l. \frac{r\cos\phi+\chi\sin\phi}{1000}$$

(٢) بالنسبة للتيار المتردد ثلاثى الأوجه.

$$\Delta U = \sqrt{3}.I.l. \frac{r\cos\phi+\chi\sin\phi}{1000}$$

حيث x ممانعة الكابل بالاوم / الكيلو متر.

ويمكن أخذها 0.1 أوم / الكيلو متر

× للتطبيق العملى يمكن استخدام النوموجرامات المبينة بالأشكال (٢-٤٠)، (٢-٤١)

٢-٤-٤ تيار القصر للكابلات

٢-٤-٤-١ تيار القصر الحرارى المقنن للكابلات المعزولة بالـ PVC

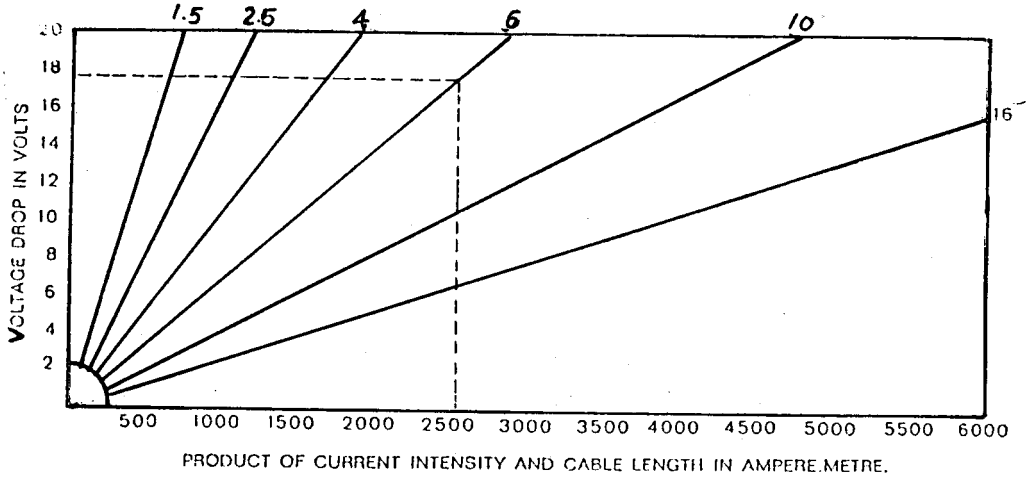
Thermal short circuit rating of pvc

يتم حساب تيار القصر الحرارى المقنن من العلاقة

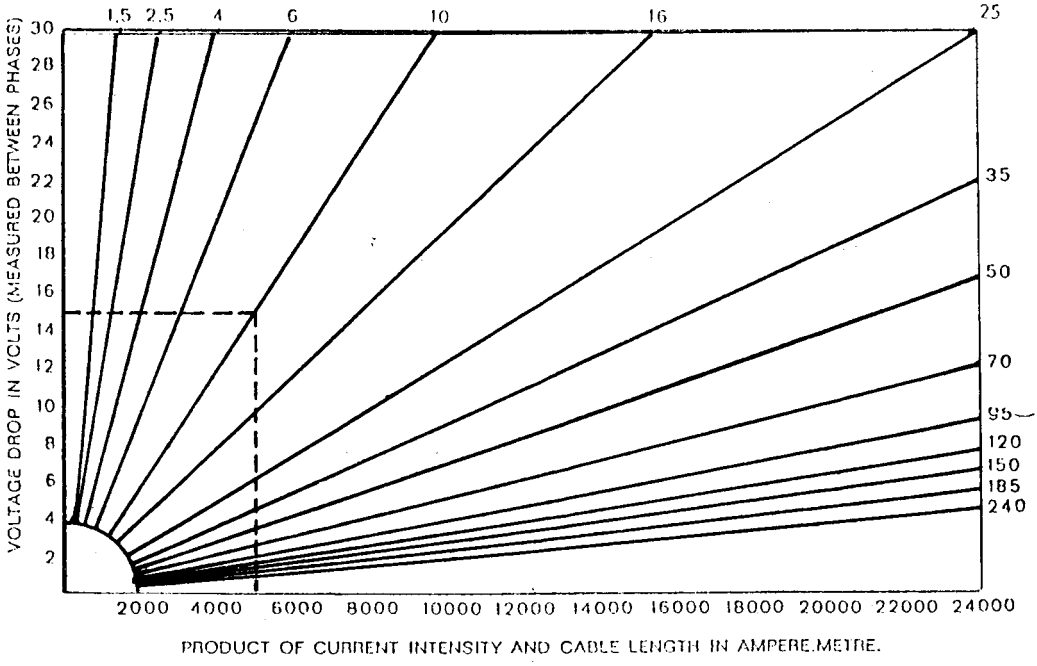
$$Ik = \frac{109}{\sqrt{t}} .q$$

حيث Ik = تيار القصر المقنن بالكيلو أمبير

t = وقت مروز تيار القصر بالثانية.



شكل رقم (٢-٤٠) : نوموجرام حساب التنزيل فى الجهد للكابلات ثنائية القطب لإمرار التيار ذو الوجهة لواحد عند معامل قدرة واحد صحيح



شكل رقم (٢-٤١) : نوموجرام حساب التنزيل فى الجهد للكابلات ثلاثية الأقطاب لإمرار التيار المتردد ثلاثى الأوجه عند معامل قدرة (٠,٨)

q = مساحة المقطع الاسمى للموصل النحاسى بالمم المربع.

وتسرى هذه العلاقة لزيادة فى درجة الحرارة بين ٧٠ - ١٥٠°م ويبين الشكل (٢-٤٢) نوموجرام العلاقة بين تيار القصر والزمن ومساحة مقطع الموصل فى حالة الكابلات المعزولة بال pvc بتطبيق العلاقة السابقة.

٢-٤-٤-٢ تيار القصر الحرارى المقنن للكابلات المعزولة بالـ XPLE

Thermal short circuit rating of XPLE'

يتم حساب تيار القصر من العلاقة

$$Ik = \frac{\sqrt{t}}{144} \cdot q$$

حيث Ik تيار القصر المقنن بالكيلو أمبير

t زمن مرور تيار القصر بالثانية

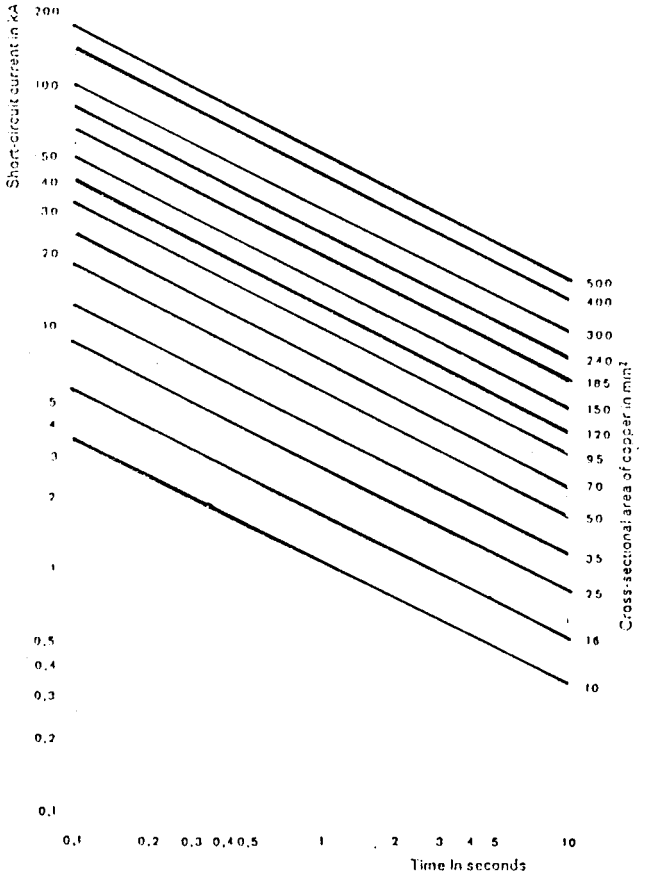
q مساحة مقطع الموصل الاسمى مم مربع

وتسرى هذه العلاقة لزيادة فى درجة الحرارة من ٨٥ - ٢٥٠°م.

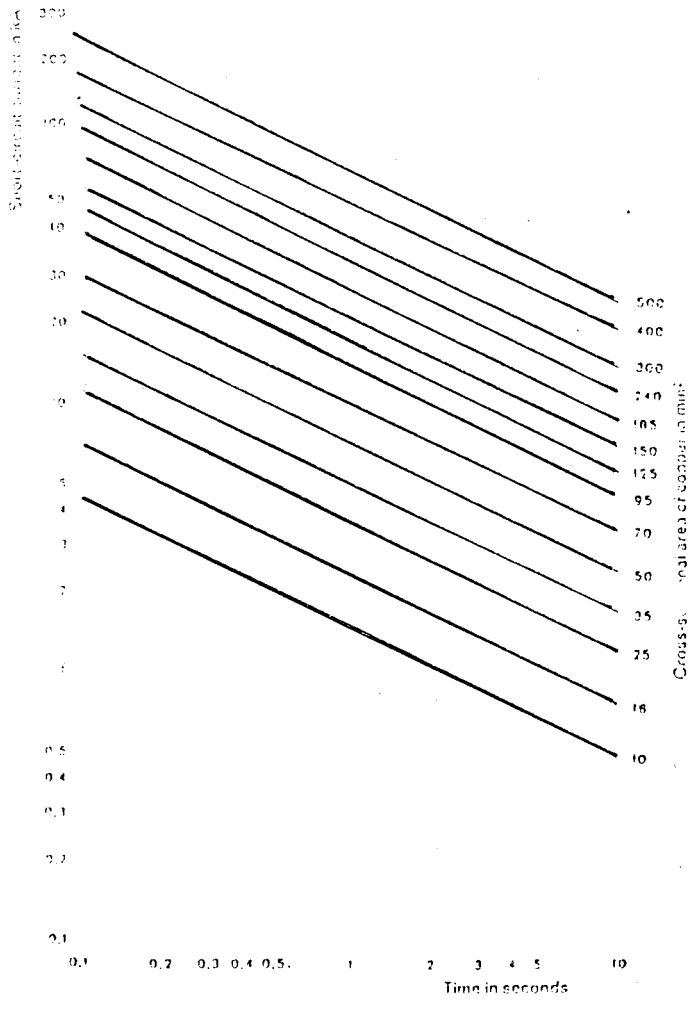
وبين الشكل (٢-٤٣) نوموجرام العلاقة بين تيار القصر وزمن المرور ومساحة مقطع الموصل فى حالة الكابلات المعزولة بال XPLE بتطبيق العلاقة السابقة.

٢-٤-٥ الاعتبارات التصميمية لتركيب الكابلات والمواسير والمجارى الخاصة بها

يجب مراعاة ما ورد بكود أسس التصميم وشروط التنفيذ للتركيبات الكهربائية فى المبانى وذلك عند تحديد المواصفات الخاصة بتركيب الكابلات ومشتملاتها والمواسير والمجارى الخاصة بها .



شكل رقم (٢-٤٢) : نوموجرام لعلاقه بين تيار القصر والزمن ومساحة المقطع للموصلات المستخدمة في حالة الكابلات المعزولة بمادة PVC (للكابلات ذات الموصلات النحاسية - ضغط - منخفض) .



شكل رقم (٢-٤٣): نوموجراف لعلاقة بين تيار القصر وزمن المرور ومساحة مقطع الوصل في حالة الكابلات المعزولة بمادة XLPE للكابلات ذات الموصلات النحاسية ضغط منخفض

٢-٥ محطة التوليد الكهربائى

مقدمة

نظراً لأهمية وضرورة إستمرارية الضخ لمحطة الرفع عند إنقطاع تيار المدينة المغذى للمحطة ، فلابد من توافر مصدر كهرباء بديل لتشغيل المحطة وذلك بإنشاء محطة توليد كهرباء إحتياطية وتعتبر جزءاً لا يتجزأ من المحطة لضرورتها الفائقة للتشغيل المستمر .

٢-٥-١ قدرة محطة التوليد الإحتياطية

- يجب أن تكون محطة التوليد الكهربائية ذات قدرة تناسب تشغيل جميع الطلمبات والأجهزة العاملة بمحطة الرفع .

٢-٥-٢ عدد وحدات محطة التوليد الكهربائية

طبقا للقدرة المطلوبة الإحتياطية المذكورة بعالية لتشغيل محطة الرفع فإنه يتم تحديد أقل عدد من وحدات التوليد بما يحقق الموازنة بين الناحية الإقتصادية وتأمين التشغيل ومراعاة المساحة المتاحة .

٢-٥-٣ المواصفات المطلوبة لمحركات وحدة التوليد

القدرة : القدرة المطلوبة الإحتياطية / عدد وحدات التوليد

الدورة : رباعية الأشواط

الوقود : ديزل / سولار بالحقن برشاشات وطلمبة وقود مع شاحن هواء جبرى (Turbo charger)

التبريـــد : مياه أو هواء طبقا لموقع المحطة ومدى تتوفر مياه التبريد .

بادىء الإدارة : كهربائياً أو بالهواء المضغوط

ترتيب الإسطونات : طبقا للقدرة والمساحة المتاحة يتم الإختبار اما صف أو حرف V

سرعة الماكينة N : تحدد سرعة الماكينة باللفة / د حسب ذبذبة التيار (f)

(٥٠ ذبذبة / ت) وعدد إزواج أقطاب المولد الكهربى (P) طبقاً للمعادلة :

$$f = \frac{P.N}{60} \quad Hz$$

وتؤخذ السرعات كالاتى :

للمحركات أقل من ٣٠٠ كيلو وات تؤخذ ١٥٠٠ ل/د

أكبر من ٣٠٠ كيلو وات حتى ٦٠٠ كيلو وات تؤخذ ١٠٠٠ ل/د

أكبر من ٦٠٠ كيلو وات حتى ١٥٠٠ كيلو وات تؤخذ ٧٥٠ ل/د

أكبر من ١٥٠٠ كيلو وات تؤخذ ٦٠٠ ل/د

٢-٥-٤ ملحقات محرك الديزل

مأخذ هواء المحرك

- تقدر متطلبات الهواء بحوالى ٠٧ر٣ / دقيقة / حصان فرملى من قدرة المحرك
- يزود مأخذ الهواء بمرشح فلتر تنقية الهواء الداخل.
- عند إستخدام شاحن هواء جبرى (Turbo charger) يراعى توفر طول مستقيم لايقل عن ٥ سم قبل توصيلة مع مأخذ هواء المحرك.

- يتم تصميم توصيلات مواسير الهواء بطريقة تيسر عملية تغيير المرشح بالاضافة إلى عزل إهتزازات وضوضاء المحرك.

عادم المحرك

- مراعاة العزل الحرارى لمواسير العادم ومخفض الصوت (الشكمان silencer) لحماية العاملين فى عنبر وحدة التوليد ولعدم رفع درجة حرارة العنبر حتى لا يؤثر على درجة حرارة هواء المأخذ أو بطاريات بدء التشغيل .
- يجب أن يكون مسار مواسير العادم بعيداً عن أى مواد قابلة للإشتعال بمسافة لا تقل عن ٢٥سم .
- يجب أن يكون تمرير مواسير العادم داخل غلاف قطرة مره ونصف قطر مواسير العادم على الاقل عند إختراقها الحوائط أو الجدران أو الأسقف .
- نهاية مواسير العادم يتم شطفها بزاوية من ٣٠° إلى ٤٥° للتقليل من تكوين الدوامات الغازية وتخفيض الضوضاء وحمايتها من الأمطار .

تهوية العنبر

- يجب الإهتمام بتهوية عنبر وحدات التوليد حيث أن التهوية الجيدة تؤدى إلى توفير من ٦٪ إلى ١٠٪ من إستهلاك الوقود نظير الحرارة المشعة فى العنبر ، وتحسين إنتاجية وحدة التوليد ولوحات التوزيع وتهيئة جو مناسب لعمال التشغيل والصيانة بالعنبر .
- يجب المحافظة على تهوية العنبر عند درجة حرارة ٣٨° م .

تبريد المحرك

- يجب إحتواء دورة التبريد على ثرموستات يسمح لها بالعمل بعد ٨٠° م للحفاظ على كفاءة المحرك عند بدأ التشغيل .
- يجب أن يتراوح الفرق بين درجات حرارة مياه التبريد الداخلة والخارجة بين ٥ إلى ٨°م
- يجب أن يكون ضغط مياه التبريد بين ٢٥ر إلى ٤٥ر كجم/سم٢ وذلك للمحافظة على عدم تكوين بخار فى رديـاتير وقميص تبريد المحرك .
- يجب أن تكون درجة الحرارة فى الجزء العلوى للرادياتر أقل من ١٠٠° لمنع التكهف فى مضخة مياه التبريد وزيادة كفائتها .
- سرعة مياه التبريد النقية بين ٦رم/ث و٥ر٢ م/ث بينما تكون من ٦رم/ث إلى ٩ر١ م/ث فى حالة إستخدام مياه عكرة غير نقية .
- يراعى نوعية مياه التبريد (نقية أو عكرة) عند تحديد السرعات فى مواسير دورة التبريد .

٢-٥-٥ نظام الوقود

التخزين الرئيسى

- يخزن الوقود فى خزانات كبيرة يكفى حجمها لتشغيل جميع ماكينات التوليد بالحمل الكامل لها لمدة أسبوع إلى أسبوعين بصفة مستمرة متصلة وذلك حسب البعد أو القرب من مصادر التموين .
- يراعى أن تكون خزانات الوقود الرئيسية إما أعلى أو اسفل مستوى سطح الأرض .
- يصنع خزان الوقود من الواح الصلب المعالج ولا يستخدم الحديد المجلفن للبعد عن التفاعلات الكيميائية مع الوقود .

- يراعى أن تكون الخزانات الرئيسية أعلى سطح الأرض فى حالة توافر المساحة اللازمة بعيدة عن الحركة السطحية وتكون أسفل سطح الأرض عند عدم توافر المساحة السطحية اللازمة لها .

ملحقات الخزان

- ماسورة ملء الخزان ، وتوضع تحقق عمليات التشغيل الآمن .
- مواسير تهوية الخزان .
- فتحة القياس .
- صمام تصافى أسفل الخزان لسحب الرواسب على فترات .
- طلمبات كهربائية لنقل الوقود من الخزانات الرئيسية إلى الخزانات اليومية .
- تصنع ملحقات الخزان من الحديد الصلب المعالج (الغير مجلفن) أو الصلب أو النحاس .

التخزين اليومى

- يوضع الخزان اليومى فى عنبر محركات التوليد .
- أقطار مواسير سحب وارتجاع الوقود لا يقل عن اقطار مواسير وملحقات المحرك وبكامل أطوال المواسير .
- تزداد أقطار المواسير فى حالة تغذية أكثر من محرك بالوقود ، كذلك فى حالة إنخفاض درجة الحرارة .

الفلاتر (المرشحات)

- توضع الفلاتر لمنع رواسب الوقود التى تتسبب فى سد فوانى رشاشات حقن الوقود وطلمبات الحقن .

- تزود الفلاتر بمصافى سلكية بأبعاد ٣ر مم .
- تزود المحركات الكبيرة بعدد ٢ فلتر مع وسيلة لتغيير أستخدام أى منهما لتسهيل عملية تنظيف أو إستبدال الفلتر التالف أثناء التشغيل لتجنب تعطل المحرك .

٢-٥-٦ نظم بدء الإدارة

يتم بدء إدارة محرك التوليد بإحدى طريقتين :

- كهربائياً (بطارية + بادىء الحركة) للمحركات حتى قدرة ٥٠٠ ك . وات .
- بالهواء المضغوط للمحركات ذات القدرة أكبر من ٥٠٠ ك . وات .

بدء الإدارة كهربائياً

يراعى إتباع النقاط التالية عند إستخدام هذه الطريقة :

- تفضل البطاريات ذات ألواح الرصاص الشائعة لقلة تكلفتها عن البطاريات النيكل كادميوم .
- يجب ألا تتعدى درجة حرارة عنبر محركات التوليد ٣٨° م للمحافظة على قدرة وكفاءة تشغيل البطاريات .
- يجب إستعمال كابلات نحاس فى التوصيل بين البطاريات وبادىء الحركة .
- يلزم تشغيل شاحن للبطاريات بعنبر ماكينات التوليد لشحن البطاريات أثناء عدم تشغيل محركات التوليد ، وذلك بالاضافة إلى مولد التيار المستمر الذى يقوم بشحن البطاريات أثناء تشغيل المحركات .

بدء الإدارة بالهواء المضغوط

يراعى إتباع الأتى عند إستخدام هذه الطريقة :

- توافر ضغط هـــواء يتراوح بين ٧ كجم/سم٢ إلى ١٦ كجم/سم٢ من ضاغط هواء (كومبرسور) وخزانات هواء ومحابس عدم رجوع بينهم .
- يراعى أن يكون حجم خزانات الهـواء طبقا لكمـية الهـواء اللازمة للإدارة فى المرة الواحدة ، وعدد مرات الإدارة وضغط الخزان والضغط الجوى . ويحدد هذا الحجم بمعرفة الشركة الموردة للماكينات .
- يتم تشغيل ضاغط الهواء الرئيسى (الكومبرسور) بماكينة إحتراق داخلى تعمل إما بالبنزين أو الكيروسين أو السولار .
- يجب توفر ضاغط هواء إحتياطى يعمل بمحرك كهربائى .

٣- الشروط الواجب توافرها عند تصميم الأعمال المعمارية والانشائية

٣-١- الأعمال المعمارية :-

٣-١-١ الموقع العام :-

يجب توزيع الوحدات بالموقع العام لمحطات الرفع بطريقة تسمح بتوافر الشروط التالية : -

أ - الطرق الرئيسية والفرعية تكون بالعرض الذى يسمح بدخول وخروج السيارات وعمل المناورات اللازمة لذلك . مع مراعاة مناسيب الطرق والارصفه مع المنشأت التى سيتم تنفيذها .

ب - وجود غرف الحارس والاستعلامات بجوار المدخل الرئيسى للمحطة .

جـ - توافر المسطحات الخضراء بين الوحدات .

د - يجب ان تكون وحدات المبانى الادارية بعيده عن البياره مع مراعاة دراسة اتجاه الرياح لتفادى تعرض المباني للروائح الكريهة والغازات .

هـ - يلزم تزويد الموقع بشبكات المياه والري والحريق والصرف الصحي والكهرباء والاناره .

و - وجود اماكن لانتظار السيارات .

ز - يلزم عمل سور مناسب .

٣-١-٢ وحدات المشروع :-

فيما يلى توضيح الشروط الواجب اتباعها عند تصميم بعض الوحدات والتى يراعى فيها الناحيه الجماليه (تنسيق الالوان والارتفاعات لوحدات المشروع):-

٣-١-٢-١ - عنبر المحركات :-

- يراعي ان يكون منسوب ارضية عنبر المحركات علي ارتفاع ٣٠سم من منسوب الطريق.
- سهولة توصيل الكهرباء اليه من مصادره مع مراعاة النواحى الاقتصادية .
- يجب ألا تقل المسافة بين كمرة الونش وأوطى نقطة لكمرة السقف عن ٥ر١ متر .
- توفير التهوية والإضاءة الكافية داخل العنبر.
- ضرورة وجود درابيزينات حول فتحات سقف البياره داخل عنبر المحركات .
- يجب ان تكون مجارى الكابلات غاطسة بالارضيات .
- يجب ان تكون ارضية عنبر المحركات من السيراميك المقاوم للاحماض والاحتكاك والحوائط من القيشانى بالارتفاع المناسب.
- يراعى ان تكون فتحة السلم لسقف البياره مقاس ٢٠ر١ × ٢٠ر١م
- يراعى وجود عدد ٢ فتحة لسقف البياره على جانبى الجزء الجاف بمقاس لايقل عن ٣٠ × ٣٠ سم لسحب وتجديد الهواء .

٣-١-٢-٢ - مبنى المحولات والتوليد:-

- يجب أن تكون أبواب مبنى المحولات على السور الخارجى وعلى احد الطرق الرئيسية او الفرعية يسهل الوصول اليها.
- يجب ألا تقل المسافة بين كمرة الونش وأوطى نقطة لكمرة السقف لاتقل عن ٥ر١ متر .
- مراعاة التهوية داخل المبنى والإضاءة المناسبة .

- يجب أن تكون التشطيبات الداخليه من مواد ملائمة للمنشأ والارضيات من السيراميك المقاوم للاحماض والاحتكاك. وأن تكون أغطية مجارى الكابلات مع منسوب الأرضية حتى لا تعوق الحركة .

٣-١-٢-٣ - الورش والمخازن :

- يجب ألا تقل المسافة بين كمرة الونش واوطى نقطة لكمرة سقف الورشة بحيث لاتقل عن ٥ر١متر .
- توفير التهوية والاضاءه الكافية داخل المبنى .
- سهولة دخول وخروج السيارات والمعدات والالات الى مدخل الورش والمخازن.
- قربها من غرف تغيير الملابس ودورة المياه .
- يجب أن تكون التشطيبات الداخليه من مواد ملائمة للمنشأ والارضيات غير قابلة للانزلاق وعمل مجارى الكابلات فى منسوب الارضيه حتى لاتعوق الحركة .

٣-٢- الاعمال الانشائية :-

يرجع الى الكودات المصرية الخاصة بأعمال البناء .

٤- إعداد مستندات العطاء

٤-١ مقدمة

تحتوى مستندات العطاء التى يتم طرحها على المعلومات الفنية عن المشروع والشروط العامة والخاصة والتى تعتبر الحكم الذى يحتكم إليه كل من أطراف التعاقد ويستند اليها عند الإقتضاء .

٤-٢ مكونات مستندات العطاء

تتكون مستندت التعاقد من المجلدات الأتية : -

- دفتر الشروط العامة والخاصة والمواصفات الفنية
- جداول الكميات التقديرية
- البوم الرسومات التصميمية للمشروع .
- أى مستندات أخرى يقوم المصمم بإعدادها مثل تقارير الجسات والتحاليل للتربة والمياه الجوفية.

٤-٢-١ - المجلد الأول دفتر الشروط العامة والخاصة والمواصفات الفنية للمشروع

لابد وان يتضمن هذا المجلد الآتى:

(أ) الدعوة الى المناقصة

(ب) نموذج العطاء

(جـ) تعليمات الى مقدمى العطاءات.

(أ) الدعوة الى المناقصة

تكون الدعوة الى المناقصة فى صفحة أو صفحتين بوصف مختصر موجز عن المشروع والإجراءات الخاصة للمناقصة ، كما تتضمن طريقة الحصول على نسخة من مستندات العطاء وتسعيرها وموعد ومكان تسليم هذه المستندات .كمايتم الإعلان عن هذه المناقصة فى الصحف اليومية (جريدتين واسعتى الإنتشار) فى يومين متتاليين .

(ب) نموذج العطاء

يحدد نموذج العطاء الصيغة الموحدة التى بموجبها يتقدم المقاولون بأسعارهم وعروضهم الى صاحب العمل والتى تسهل أعمال المقارنه الفنية السعرية وذلك لتكافؤ الفرص .

(جـ) تعليمات الى مقدمى العطاءات

تعتبر تعليمات مقدمى العطاءات الأساس الثابت للعطاءات والتى تساعد على ترتيب محتويات العطاءات ترتيبا قياسيا طبقا لنموذج العطاء ، حيث تحتوى هذه التعليمات على البنود التى تغطى الأتى : -

تعاريف

عرض المتقدمين فى العطاءات .

مستندات العطاء

إجراءات العطاء

الإعتبارات الواجبة للعطاءات

تعليمات البريد

التأمين الإبتدائى والتأمين النهائى

نموذج التعاقد بين المالك والمقاول

تعليمات إضافية.

٤-٣ نماذج التأمين

تحتوى مستندات العطاء على نماذج صيغة التأمين الإبتدائى الذى سيقدم مع العطاء والتأمين النهائى الذى سيقدمه المقاول الفائز بالعطاء من بنك معتمد وتشترط الصيغه ان يكون لصاحب العمل حق صرف هذا التأمين لصالحة عند اول إشعار للبنك بذلك ولايعتد بأى إعتراض من المقاول. وكذلك ضرورة إستمرار هذا التأمين ليتزامن مع الغرض منه.

٤-٤ التعاقد بين المالك والمقاول

يعتبر هذا التعاقد من الأهمية بحيث يعتبر وثيقة مستقلة بذاته ، حيث يغطى هذا التعاقد خمسة أسس أساسية هى :

- التماثل والتطابق بين الموقعين على هذا التعاقد من الناحية القانونية ومدى أهلية الموقعين على التعاقد فى تنفيذه. ويتم التوقيع على عدد من الأصول تكفى ليكون مع كل من المالك والمقاول والمهندس المشرف (إن وجد) وادارة العقود والمشتريات ومجلس الدولة نسخة أصل من كل منها.
- وصف موجز واضح للمشروع .

- زمن التنفيذ المتوقع الإنتهاء خلاله، و يعتبر هذا الجزء هام جدا حيث يترتب عليه توقيع غرامات التأخير أو تمديد العقد أو ماشابه ذلك.
- السعر سواء سعر ثابت شامل للمشروع بالكامل أو سعر لكل بند من بنود الأعمال ، أو سعر مقطوعيه لكل مجموعة بنود متشابهه من الأعمال حسبما يتم الإتفاق عليه.
- شروط الدفع عن طريق المستخلصات الدورية لتقدم الأعمال وما يتم الإتفاق عليه من خصم نسبة معينه تتراكم لحين الإستلام الإبتدائى وما يتم خصمه من نسبة من الدفعه المقدمة للمقاول ... وهكذا .

وكذلك نظام المستخلص الختامى للعملية الذى يعتبر من أهم المستخلصات القانونية فى حياة المشروع

كما يتضن هذا التعاقد مدى العلاقة بين هذه الوثيقة وبين باقى مستندات العطاء وذلك للصفه القانونية حيث أن هذه الوثيقة هى الوحيده الموقعه من أطراف التعاقد.

٤-٥ شروط التعاقد

تنقسم شروط التعاقد الى قسمين : شروط عامة وشروط خاصة أى مكملة.

٤-٥-١ الشروط العامة

تغطى الشروط العامة حقوق والتزامات كل من المالك والمقاول كما توضح إطار أعمال ومسئوليات المهندس الإستشارى المشرف على التنفيذ (إن وجد) وأعمال ومسئوليات مدير المشروع.

و أهم بنود محتويات هذه الشروط العامة.

أ- تعاريف

يتم التعريف بدقة وبوضوح البنود الهامة مثل :

المالك - المقاول - مقاول الباطن - المهندس المشرف - العمل - المشروع - مستندات العطاء - البوم الرسومات - موعد الإنتهاء من المشروع - بدء التنفيذ للمشروع .

ب- الحقوق والمسئوليات

يتم تفسير الحقوق والمسئوليات لكل الأطراف بشئ من التفصيل لكى يفهم كل طرف مدى حقوقه ومسئولياته تجاه العقد . كذلك العلاقات مع مقاولى الباطن الذين تمتد اليهم حقوق ومسئوليات المقاول الأساسى .

جـ- العمل بآخرين

بصفة عامة ، فإن للمالك الحق فى القيام ببعض الأعمال المتعلقة بالمشروع بمعرفته أو بمقاول أخر منفصل .

لذلك فإن المشاكل الناجمه عن التداخل او تعاون الجهود والتى تؤثر على أعمال الأخرين يتم إضافتها وتوضيحها فى الشروط العامة.

د- فض المنازعات

يتم وضع شروط توضح طريقة فض المنازعات الناجمة عن العمل بشئ من التفصيل سواء سلمياً أو بالتحكيم .

هـ - الوقت

يتم توضيح تاريخ البدء فى المشروع وتاريخ الإنتهاء ومنها يتم توضيح المدة اللازمة لتنفيذ المشروع والتى بناء عليها يقوم المقاول بعمل جداول البرامج الزمنية اللازمة للإنتهاء من المشروع والذى يجب إعتمادها من المالك أو من يمثله والتى بموجبها يتحدد أى تأخير فى العمل وأسبابه ومدى استحقاق المقاول لتمديد الزمن طبقا لهذا التأخير أو مدى خصم غرامات التأخير علية طبقا للحالة ، ويجب ان يتم توضيح الظروف القهرية التى تكون خارجة عن الإرادة والتى يتعطل فيها العمل ، ويوضح كذلك أوقات العمل وساعاته وأوقات العطلات الرسمية والأعياد السارية حتى يكون المقاول على علم جيد بها .

و - المستخلصات والدفع

يتم توضيح طبقة إعداد المستخلصات طبقا لتقدم العمل بطريقة واضحة ومحددة، ومتى يتم تقديم هذه المستخلصات الدورية وأقل قيمة لها ، والمدة اللازمه لمراجعتها من المالك أو من يمثله فى الشئون الفنية والمالية وإجراءات إرتجاع هذه المستخلصات عند ظهور أخطاء بها فى مراحل المراجعه المختلفة.

ويجب توضيح ان موافقة المالك على صرف هذه المستخلصات لاتعتبر موافقة منه على قبول العمل.

كما يوضح الأسباب التعاقدية والقانونية التى تتيح للمالك حق تعليق مستحقات المقاول وعدم صرفها ومنها علي سبيل المثال عدم إصلاح الأعمال المعيبة ، الدعاوى المرفوعه من طرف ثالث ، وفشل المقاول المستمر فى الخضوع لشروط وأحكام العقد.

ز - اجراءات التسليم المؤقت (الابتدائى) والنهائى:

أ - المؤقت (الابتدائى):

- بعد تمام الاعمال يقوم المقاول أو من يمثله باخطار المالك كتابة بأن كافة الاعمال وضعت موضع التشغيل وجاهزة لإجراء التجارب التى تتم بمعرفته وفى حضور المالك أو من ينوب عنه والمهندس المشرف علي التنفيذ (إن وجد) .
- بعد ثبوت نجاح التجارب وقيام المقاول بتوريد قطع الغيار والأجهزة المساعدة والرسومات المطلوبة (As Built Drawing) يتم اثبات ذلك فى محضر تجارب للمشروع.
- بعد استقرار التجارب الفترة اللازمة التى يتفق عليها بين المالك والجهة التى سوف تتسلم المشروع لتشغيله والانتفاع به. أو اذا ما كان المقاول هو الذى سوف يقوم بالتشغيل لفترة معينة منصوص عليها بالتعاقد.
- فى حالة عدم نجاح التجارب يلتزم المقاول باعادة التجارب على نفقته الخاصة حتى نجاح التجربة بعد الفترة اللازمة لها.
- يتم التسليم المؤقت (الابتدائى) للانتفاع بالمشروع وتشغيله واثبات اى ملاحظات أو أعمال ناقصة لم تتم وذلك بكشف للملاحظات وبحيث لا تكون لهذه الملاحظات أى تأثير على تشغيل المشروع والانتفاع به وفى حالة ما إذا كان المقاول لم يقم بتوريد أى من الاجهزة المساعدة أو قطع الغيار أو أعداد الرسومات أو أى مستندات يتعهد المقاول أو من يمثله بنهوها خلال فترة يتفق عليها وتكون هذه الفترة خلال سنة الضمان.
- يكون للمالك الحق فى خصم مبالغ أو تعليتها بالامانات من مستحقات المقاول نظير نهو وأتمام هذه الأعمال أو أستمرار خطاب الضمان وترد هذه المبالغ بعد انجاز المقاول لكافة هذه الالتزامات.

- فى حالة ظهور أى جزء من أجزاء العمل معيبة أو تالفة خلال سنة الضمان فعلى المقاول استبدال المعيب أو التالف أو القيام باصلاحها فى حالة ثبوت جدوى هذا الاصلاح على حسابه الخاص وفى حالة رفضه يتم الاصلاح خصما من مستحقاته أو طبقا لما ينظمه العقد فى هذا الخصوص. ويمتد ضمان الجزء المستبدل لمدة سنة من تاريخ الاستبدال.

ب - الاستلام النهائى:-

- قبل الانتهاء من مدة الضمان وبعد قيام المقاول بنهو كافة التزاماته يقوم المقاول بأخطار المالك كتابة لتحديد موعد للمعاينة وتشكل لجنة الاستلام النهائى بحيث تتضمن الجهة المالكة والجهة المستفيدة من المشروع والتى قامت بالتدريب على التشغيل والصيانة طوال سنة الضمان .
- فى حالة ظهور أى أعمال أو التزامات لم تستكمل يؤجل التسليم النهائى حتى يفى المقاول بجميع الألتزامات المقررة طبقاً للتعاقد والشروط الفنية وأصول الصناعة وتمد فترة الضمان تبعاً لذلك .
- متى أسفرت المعاينة عن مطابقة الأعمال للشروط والمواصفات الفنية الأصلية أو تعديلاتها التى تضاف أثناء التنفيذ للمشروع وأتضح للجنة أن المقاول أنهى جميع ألتزاماته يتم تحرير محضر الأستلام النهائى موقعاً من المقاول والمالك والجهة المستفيدة القائمة على التشغيل مستقبلا والمهندس المشرف علي التنفيذ (إن وجد) .
- لا يخل هذا التسليم النهائى بمسئولية المقاول بمقتضى القانون المدنى المصرى.
- بعد أتمام التسليم النهائى يعمل المستخلص الختامى بين المالك أو من ينوب عنه وبين المقاول أو من يمثله .

س - التأمين

توضح الشروط العامة المجالات التى يلزم تغطيتها بالتأمين على الأعمال والعمال والطرف الثالث ضد جميع المخاطر ومنها الحوادث والسرقة والحريق . .الخ لدى شركة تأمين مقبولة من المالك وأصدار شهادات التأمين بإسم المالك. وتوضح أيضا التعويض المناسب لكل حالة. كما تغطى جميع إلتزامات المالك والمقاول والطرف الثالث. ويتم إرسال شهادات التأمين الى طرفى التعاقد.

ت - التغيرات

توضح الشروط العامة أسلوب عمل أوامر التغيير للاعمال التى تتغير فى العقد ومدى الوقت اللازم لهذا التغيير لإضافته أوخصمة من مدة العقد وكذلك تكاليف التغيير المطلوب لإضافتة أو خصمة من قيمة العقد وذلك دون التأثير علي وثيقة التعاقد نفسها .

كما توضح أسلوب التفاوض بين الأطراف المختلفة للإتفاق على الأثار الناجمة عن التغيير من حيث الوقت والتكلفة.

ك - تصحيح الاعمال

يعطى هذا البند من الشروط العامة الحق للمالك فى رفض الاعمال المعيبة او الغير مطابقة لشروط العقد والتى يلزم إستبدالها أو إصلاحها بمعرفة المقاول وعلى حسابه ، وذلك خلال مدة المشروع بما فيها سنه الضمان.

ى - الغاء العقد Termination

يجب أن تتضمن الشروط العامة هذا البند الذى يتيح للمالك الحق فى الغاء العقد نتيجة فشل المقاول ، على سبيل المثال فشل المقاول فى إتمام العمل فى موعده المحدد، أو عدم إنجاز الأعمال .

كـمـا يتـيح للمـقـاول الحق في الإلغـاء فى حـالة فـشل المالك فى الوفـاء بالتزاماته.

٤-٥-٢ الشروط الخاصة المكملة

تعـتـبـر الشـروط الخـاصـة مكملة للشـروط العـامـة لتـلائم القـوانين المحليـة والظروف البيـئيـة والظروف الخاصة بكل مشروع علي حده. وتكون أرقام بنود هذه الشـروط مماثلة لما يشـابهـهـا من الشـروط العـامـة وذلك عند إضـافـة أو حذف بعض نصوص الشروط العامة.

أ- الرسومات

تعـبـر الرسـومـات عن العـلاقـة بين المكونات المختلفة للمنشـأ، حيث توضح امـاكنهـا وأبعـادها، وتحـتـوى على المعلومـات التى تعـبـر عن الأحـجـام والمواقع والكميات ، أى تعتبر الرسومات التصميم ذاته.

يجب ان تكون الرسومات كاملة الى حد كبير ودقيق ومرسومة بمقياس رسم مناسب وموضح عليـهـا الأبعاد الكافـيـة. حيث تعـتـبـر دليل المقـاول فى تقـديراته وحساب الكميات أثناء تجهيز العطاء ومرشدة له فى أعمال الإنشاء والتنفيذ. كما تحـتـوى على رسـومـات تنفـيـذية منفـصلة لكل من الأعـمـال الإنشـائيـة والمعـمـارية والصحى الداخلى والكهرباء وأعمال التكييف والتبريد.

ب- الرسومات التفصيليه Shop drawing

نظرالعدم إحتواء الرسومات التنفيذية للتفاصيل الدقيقه الواضحة لكل جزء من مكونات المنشأ المختلفه، لذلك يجب على المنفذ (المقاول - مقاول الباطن -

المورد - المصنع .....) إعداد رسومات تفصيليه دقيقة واضحة، تحتوى على كل المعلومات التفصيليه اللازمة للتنفيذ، بما فيها المنحنيات البيانية لطرق الأداء والجداول المتضمنه الخامات للمكونات وطرق التركيب ونظام التشغيل التى سيتم إعتمادها وإستعمالها.

جـ- الرسومات طبقا للمنفذ As Built Drawings

يجب ان يقوم المقاول بإعداد رسومات كاملة بالأبعاد والتفاصيل الدقيقة طبقا لما تم تنفيذه على الطبيعة وتقديمة الي المالك كمستندات يحتفظ بها ويسترشد بها فى أعمال الصيانه والتشغيل.

د- المواصفات الفنية

تعتبر المواصفات الفنية مكملة للرسومات التنفيذية، حيث تعبر عن المتطلبات بالكلمات ، وتوضح جودة الخامات والمهمات والمعدات وطرق الإنشاء الفنية .

وتعتبر المواصفات الفنية أكبر أجزاء العقد ، وتعد هذه المواصفات طبقا للتقسيمات الآتية :

المتطلبات العامة، أعمال الموقع ، اعمال الخرسانه ، الاعمال التكميلية Masonary الاعمال المعدنية، الاعمال الخشبيه، العزل والحماية، الابواب والشبابيك التشطيبات ، اعمال خاصة (specialWorks) ، المعدات ، الأثاث ، إنشاءات خاصة (Special Construction) ، نظم الربط (Conveying systems)، الاعمال الميكانيكية ، الاعمال الكهربائية.

ويتم تقسيم كل من هذه الاعمال الى اربعة اقسام:

عام ، الخامات والمواد ، التنفيذ ، طريقة المحاسبه.

ويحتوى قسم "عام" علي تعريف نطاق العمل بهذا القسم وما يتطلبه من تحكم جودة، المعلومات المطلوبه للمهمات والمعدات ، متطلبات المناولة والتخزين، والضمانات

ويحتوى قسم " الخامات والمواد Materials " على وصف موجز للمواد المستعملة في هذا القسم لتكون مرشدا للمنتجين ويحتوى قسم " التنفيذ" على تفاصيل طرق الانشاء وأداء الاعمال ، التفتيش والقبول ، الإختبارات ، ويتضمن قسم " المحاسبه" على ان كان تنفيذ هذا الجزء من الاعمال محمل علي بنود العقد أو سعر البند ، او بالمقطوعيه ... الخ .

هـ- جداول الكميات التقديريه

- تحتوى جداول الكميات التقديرية علي بنود الاعمال ووصف موجز لكل بند وطريقة المحاسبه عليه سواء بالوحدة او بوحدة المساحة او وحدة الحجوم أو بالمقطوعية ، والكمية التقديرية لكل بند من هذه البنود .
- يقوم المقاول بتسعير هذه البنود كل على حده.
- يشترط فى هذه الجداول ان البند الذى لايقوم بتسعيره المقاول يعتبر محملا سعره على باقى اسعار بنود العقد عند التنفيذ وذلك بالرغم من وضع أعلى سعر لهذا البند عند العطاءات الأخرى عند تقييم هذا العطاء فى لجنه البت والترسيه.
- تعتبر الكميات المدرجة فى جداول الكميات تقديرية ، ويحق للمالك زيادة او نقص هذه الكميات بنسبة ٢٥٪ منها بنفس اسعار العقد، ومازاد على هذه النسبة يتم الإتفاق على اسعارها الجديدة.

الفصل الثالث: شروط التنفيذ

١- ادارة تنفيذ المشروع

٢- تجهيز الموقع

٣- تنفيذ الأعمال المدنية والمعمارية

٤- تنفيذ الأعمال الميكانيكية والكهربائية

٥- الاختبارات

٦- تجارب الأداء والإستلام

١ - إدارة تنفيذ المشروع :

يقاس نجاح أى مشروع لنهوه فى الوقت المحدد طبقاً لمستندات العقد والشروط والمواصفات الفنية والرسومات التنفيذية .

وأن مفتاح الوصول الى نجاح المشروع هو وجود سبل إتصال وتفاهم مستمر بين الاطراف العاملة فى المشروع عن طريق وجود علاقة إرتباط بين مالك المشروع والاستشارى والمقاول تساعد على تنفيذ الأعمال حسب البرامج الزمنية المحدده لنهو هذا المشروع .

ويتوقف حجم العماله اللازمة لإنهاء المشروع حسب حجم وحالة كل مشروع والشكل رقم (٣-١) يوضح تنظيم إدارة المشروع .

ولكى يتم التنسيق بصورته الجيدة بين الأطراف الثلاثة يتبع النظام الأتى :

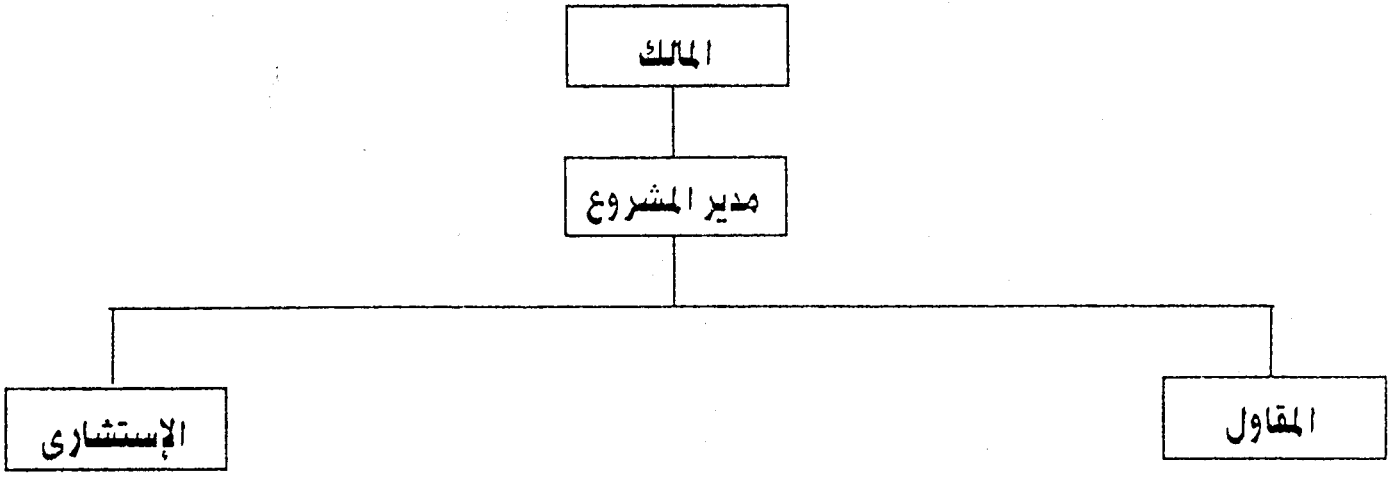
أ - يقوم مالك المشروع بالتعاقد مع المقاول المسند اليه تنفيذ العقد طبقاً للوائح والقوانين المتداولة .

ب - يقوم مالك المشروع بتشكيل وحدة تنفيذية بغرض المراجعة الفنية لجميع خطوات التنفيذ والتعرف على العقبات والمشاكل التى تواجه المشروع والعمل على حلها سواء كانت فنية أو ماليه أو إدارية أو قانونية .

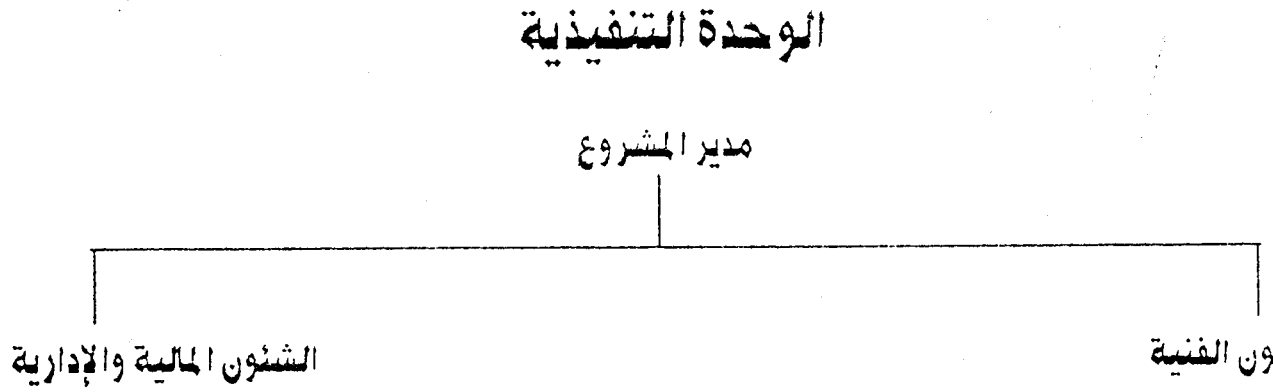
جـ - تقوم الوحدة التنفيذية بالتنسيق مع استشارى المشروع الذى قام بأعمال الدراسات والتصميمات وإعداد مستندات العقد للإشراف على التنفيذ .

د - يتم تعيين رئيساً للوحدة التنفيذية (مدير المشروع) للتنسيق بين فريق العمل داخل الوحدة ووضع أسس علاقة العمل بين الوحدة التنفيذية والاستشارى .

هـ - يقوم مدير المشروع بالتنسيق بين أعمال المالك والمقاول والاستشارى والشكل رقم (٣-٢) يوضح الوحده التنفيذية للمشروع والتى يتحدد اختصاصها على النحو التالى :



شكل رقم (٣-١) : تنظيم ادارة المشروع



شكل رقم (٣-٢) : تشكيل الوحدة التنفيذية للمشروع

١-١ مدير المشروع :

أ - له الكفاءة والقدرة على ادارة المشروع .

ب- يكون مسئولاً عن الإشراف على تنفيذ جميع الاعمال وكافة النشاطات المتعلقة به وله سلطة المراقبة والتنسيق بين النشاطات المختلفة سواء كانت فنية أو مالية أو ادارية أو قانونية وعلى درجة من الإلمام بها .

ج - إختيار الأسلوب الأمثل لتنفيذ الأعمال ومراعاة النواحى الاقتصادية والوقت والجهد لتحقيق الهدف نحو نهو المشروع فى المواعيد المحددة وكذا مراعاة إتخاذ الإجراءات الكفيلة لتصحيح مسار التنفيذ حتى يمكن الإنتهاء من المشروع بنجاح فى المواعيد المحدده وفى حدود التمويل المتاح .

د - يقوم مدير المشروع بإختيار المدير الفنى ومدير الشئون المالية والإدارية وتكليفهما بتشكيل الجهاز المعاون لكل منهما وإعتماد هذا التشكيل .

هـ - يعتمد صرف مستحقات الإستشارى طبقاً للتعاقد .

١-٢ الشئون الفنية :

١-٢-١ مهندسو التصميم :

يجب أن يتولى أعمال مراجعة الرسومات المقدمة من المكتب الإستشارى مهندسون متخصصون لمطابقة الرسومات الهيدروليكية والمعمارية والمدنية والميكانيكية والكهربائية والتأكد من توافر العدد الكافى من نسخ الرسومات التنفيذية .

١-٢-٢ مهندسو التنفيذ :

أ - يجب أن يتولى أعمال التنفيذ مهندسون متخصصون فى التخصصات المختلفة لمتابعة مراحل التنفيذ .

ب - القيام بإعداد التقارير الدورية عن مراحل سير العمل ومراجعة سجلات المتابعة اليومية من قبل إستشارى ومقاول المشروع والتوقيع عليها وتدوين أى ملاحظات فنية أو أى مشاكل قد تعترض سير التنفيذ .

جـ - مراجعة المستخلصات الدورية طبقاً للكميات المنفذه بالطبيعة ومراجعتها مع الرسومات التنفيذية والدفاتر المقدمة من المقاول والمعتمدة من الإستشارى .

١-٣ الشئون الإدارية :

١-٣-١ المدير المالى والإدارى :

أ - يجب أن يتولى هذا العمل محاسب متخصص فى النواحى المالية والإدارية المتعلقة بالمشروع ويقدم المساعده والمشوره لمدير المشروع فى مجاله .

ب - يقوم بمتابعة الأعمال المالية والإدارية للمشروع ورفع التقارير الدورية لمدير المشروع ومقترحاته بكيفية حل المشاكل الماليه والإداريه التى تعترض سير العمل .

جـ - يقوم بإختيار أفراد المراجعه الماليه ومراجعه حسابات المخازن .

١-٣-٢ المراجعة الماليه :

يجب أن يتولى هذا العمل محاسبون متخصصون فى الأعمال الأتية :

أ - مراجعة المستخلصات من الناحية المحاسبية ومطابقة الفئات على العقود .

ب - متابعة الموقف المالى للمشروع أولاً بأول وإمساك سجلات بذلك مبين بها المبالغ المتاحه وما تم صرفها منها والمتبقى .

جـ - مراجعة المنصرف على الجدول الزمنى للتنفيذ .

١-٣-٣ حسابات المخازن:

يجب أن يتولى هذا العمل محاسبون متخصصون فى الأعمال التالية :

أ - إمساك سجلات منتظمة مبين عليها كافه الواردات وتواريخ ورودها وقيمتها .

ب - مراجعة المهمات الموردة طبقاً للتعاقد على كشوف التعبئة .

جـ - إمساك سجلات منتظمة خاصة بالتسويات لكل إعتماد مستندى .

١-٤ الاستشارى:

وتتحدد مهامه فى الاتى :

أ - إعداد النماذج النمطية للتقارير وطرق وإجراءات متابعة سير العمل .

ب - إعداد الخطواط التى يتم عن طريقها التحكم فى كيفية الإدارة السليمة للمشروع ووضعها فى إطار الميزانية الفعلية له .

جـ - إختيار فريق الإشراف الفنى ذو كفاءة عاليه فى مجال التخصصات المختلفة والشكل رقم (٣-٣) يوضح الهيكل التنظيمى للإستشارى .

١-٤-١ الإشراف الفنى:

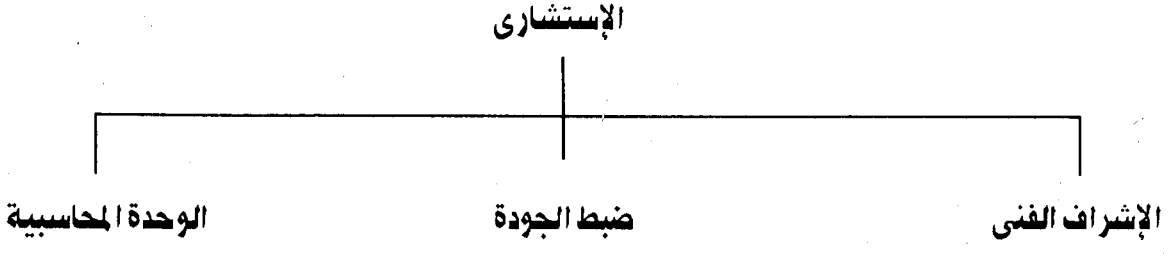
أ - متابعة الأعمال اليومية للمقاول الجارى تنفيذها وأخذ العينات اللازمة لإختيارها

ب - متابعة الموقف التنفيذى ومدى تمشية مع البرنامج التنفيذى المعتمد .

جـ - مراجعة دفاتر الحصر للأعمال المقدمة من المقاول وإعتمادها .

د - مراجعة المستخلصات المقدمة من المقاول وإعتمادها للصرف .

هـ - دراسة أى أعمال إضافية أو تعديلات تقتضيها تنفيذ الأعمال للإستفاده الكاملة من المشروع على أكمل وجه وعرضها على مدير المشروع للموافقة عليها



شكل رقم (٣-٣) الهيكل التنظيمى للإستشارى

و - دراسة أى مطالبات يتقدم بها المقاول سواء كانت ماليه أو تعديل فى مدة التنفيذ للمشروع وذلك بعد أن يستوفى المقاول جميع المستندات اللازمة لإثبات أحقيته فى تلك المطالبات وعرض النتيجة على مدير المشروع .

ز - الإشتراك فى أعمال الإستلام الإبتدائى والنهائى واعداد قائمة الملاحظات التى لا تمنع من الإستلام الإبتدائى .

١-٤-٢ ضبط الجودة:

أ - التأكد من صلاحية مواد المهمات والمعدات الموردة بالموقع والقيام بمراجعة شهادات الإختبار وإجراء الإختبارات اللازمة على عينات عشوائية من المواد والمهمات للتأكد من مدى مطابقتها للمواصفات المنصوص عليها بالتعاقد .

ب - الإشراف على اعداد الخلطات الخرسانية التجريبية ومتابعة معالجتها وإختبارها لتحديد مقاومتها للكسر طبقاً للقيمة التى يحددها المصمم والمنصوص عليها فى مستندات التعاقد .

جـ - القيام بأعمال الإشراف والمتابعة الدورية على صب ومعالجة المنشآت الخرسانية المنفذة .

د - التأكد من معايرة الأجهزة المستعملة فى أعمال الإختبارات والقياس .

١-٤-٣ الوحدة المحاسبية:

وتقوم بالآتى :

أ - مراجعة المستخلصات المقدمة من المقاول .

ب- متابعة الموقف المالى للمشروع .

جـ- مراجعة المصروفات والإيرادات للمكتب الإستشارى .

١-٥ المقاول:

ويكون مسئولاً عن تنفيذ جميع الأعمال حتى الإنتهاء من المشروع بنجاح ويكون له فريق كفء فى مجالات التخصص المختلفة على النحو الآتى :

والشكل رقم (٣-٤) يوضح الهيكل التنظيمى للمقاول .

١-٦ المهندس المقيم:

ويقوم بالآتى :

أ - إدارة المشروع .

ب- التنسيق بين جميع الأجهزة المعاونة له وتحديد إختصاصات كل منها .

جـ - مراجعة ما تم تنفيذه من أعمال من خلال البرامج الزمنية ومراجعة المستخلصات المعده بمعرفة مهندس التنفيذ وإعتمادها .

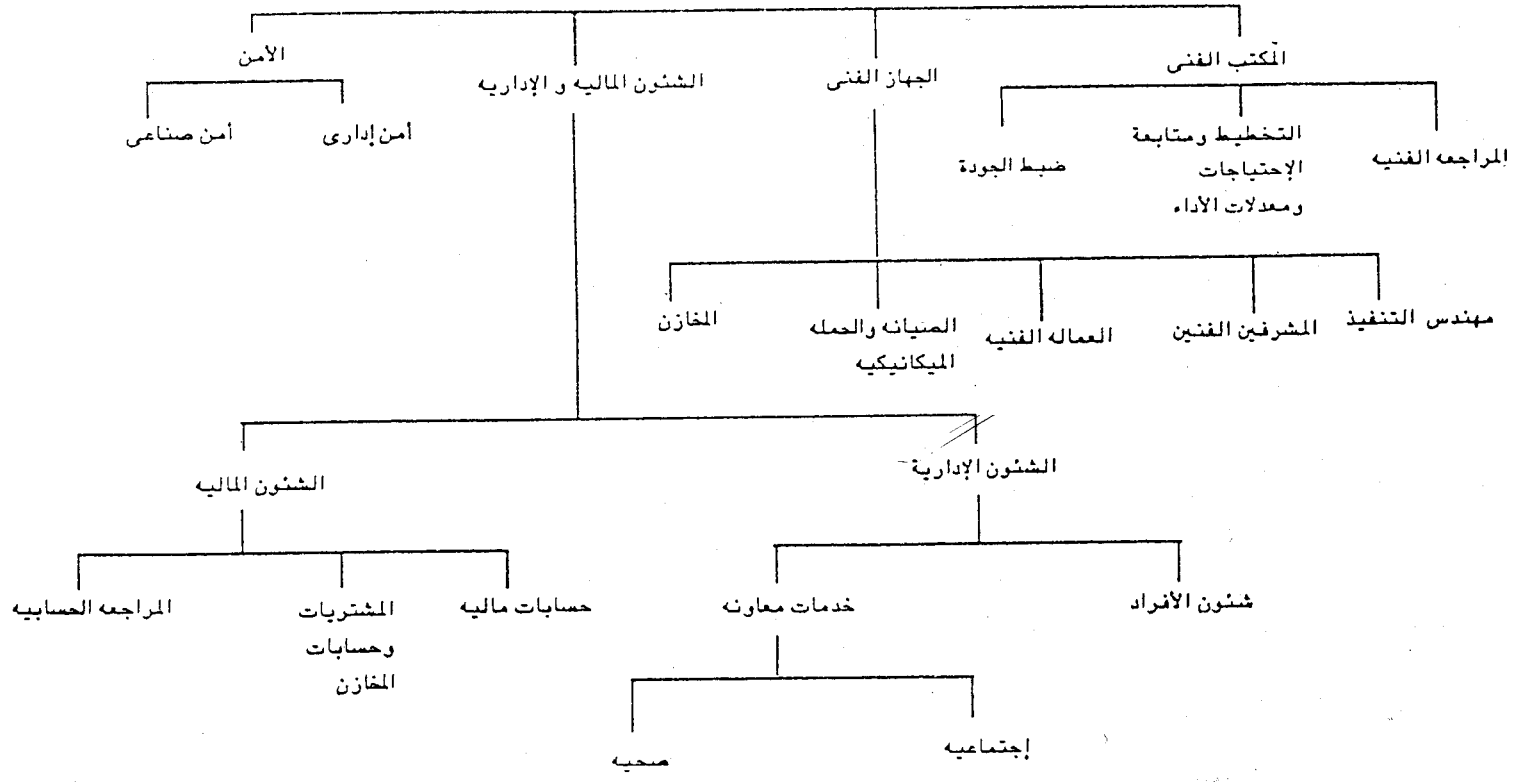
د - مراجعة الموقف المالى وأرصدة المخازن .

هـ - إعتماد حوافز العاملين على ضوء ما أنجز من أعمال .

١-٦-١ المكتب الفنى:

يقوم المكتب الفنى بدور رئيسى فى إعداد كافة البيانات الخاصة بالنواحى الفنية والتصميمية والتخطيط والمتابعة والإحتياجات ومعدلات الأداء لتنفيذ ونهو المشروع على الوجه الأكمل طبقاً للبرنامج المعتمد ويتلخص دور المكتب الفنى فى الأتى:

شكل رقم (٣-٤) : الهيكل التنظيمى للمقاول



١-٦-١-١ المراجعة الفنية وتختص بالآتى:

أ - مراجعة دفاتر الشروط والمواصفات والإشتراطات الخاصة بالمشروع .

ب - اعداد وحصر لجميع بنود الأعمال المطلوب تنفيذها بالمشروع .

جـ - مراجعة مستندات العطاء واعداد وطرح المناقصات لمقاولى الباطن .

د - اعداد المستخلصات طبقاً للكميات المنفذه بالطبيعة ومراجعتها على الرسومات التنفيذية ودفاتر الحصر قبل تقديمها لإستشارى المشروع .

هـ - متابعة تنفيذ المشروع طبقاً للبرامج الزمنية .

و - اعداد الختاميات ومحاضر التسليم الإبتدائى للمشروع .

ز - مراجعة الرسومات الهيدروليكية مع الرسومات الميكانيكية والكهربائية وكذلك مطابقتها مع الرسومات المعمارية والإنشائية مع توفير المجموعات من نسخ الرسومات التنفيذية .

ح - مراجعة تقرير أبحاث التربة والتأكد من أن مواقع الجسات التى تم تنفيذها مطابق لما هو موضح بالرسومات وعليه القيام بأعمال أبحاث التربة إذا أقتضى الموقف ذلك وعلى نفقته .

ط - اعداد نسخ الرسومات التنفيذية النهائية طبقاً لما تم تنفيذه بالطبيعة وإعتمادها من الإستشارى . . (AS Built Drawings)

١-٦-١-٢ التخطيط والمتابعة والإحتياجات ومعدات الأداء:

وتختص بالأتى :

١ - اعداد الموازنة التخطيطية للمشروع والتعرف على العقبات والمشاكل إن ظهرت والعمل على حلها فى الوقت المناسب .

٢ - اعداد البرامج الزمنية المختلفة وإستخدام النظم كالحاسب الآلى وذلك لسهولة الإطلاع على كافة المعلومات المطلوبة لتنفيذ مراحل المشروع المختلفة وتوفير الإحتياجات اللازمة وكذلك توفير إتصالات وتعاون مستمر بين الأطراف المعنية لنهو المشروع فى المواعيد المحددة .

٣ - تحديد الموارد اللازمة للمشروع وتوفير المواد والمهمات المطابقة للمواصفات بالكميات اللازمة وفى التوقيتات المناسبة لتنفيذ المشروع طبقاً للبرنامج الزمنى المحدد .

٤ - متابعة تنفيذ المشروع وخطة العمل وجميع خطوات التنفيذ من خلال البرامج الزمنية ومعدلات الأداء وتعديل مسارها عند حدوث أى تأخير فى تنفيذ المشروع .

٥ - متابعة تحصيل المطالبات المالية .

١-٦-١-٣ ضبط الجودة:

القيام بأعمال التفتيش وإختبارات المواد ومراجعة أعمال المصنعيات للتأكد من أن العمل مطابق لمستندات التعاقد .

١-٦-٢ الجهاز الفنى:

١-٦-٢-١ مهندسو التنفيذ:

يقوم مهندسو التنفيذ من التخصصات الهندسية المطلوبة بالتوجيه الفنى الدقيق ومراجعة الجودة طبقاً لمستندات التعاقد .

وتتلخص مهام مهندسى التنفيذ فى الأتى :

أ - إستلام الموقع وتخطيطه وتحديد محاوره وأتجاهاته .

ب- اعداد الكروكيات التفصيلية اللازمة التى تساعد على تنفيذ المشروع .

جـ - طلب المعدات والمواد والعماله والمهمات فى توقيتاتها المناسبة وطبقاً للبرامج الزمنية .

د - توجيه المشرفين الفنيين وتوزيع العماله تبعاً لإحتياجات العمل .

هـ - تنفيذ جميع الأعمال طبقاً للبرامج الزمنية .

و - اعداد تقارير يومية عن سير العمل والمعوقات التى تصادف التنفيذ وطرق حلها .

ز - اعداد الحصر اللازم للأعمال المنفذه والمستخلصات بصفة دورية .

ح - التوجيه لحسن إستخدام الخامات والمهمات والمعدات وتخزينها بالموقع .

ط - الإشراف على المخازن .

ى - اعداد الرسومات التنفيذية النهائية لما تم تنفيذه بالطبيعه .

(AS Built Drawings)

١-٦-٢-٢ المشرفين الفنيين :

وتتلخص مهام مشرفى التنفيذ فى الأتى :

أ - تنفيذ تعليمات مهندسى التنفيذ .

ب - رقابة العماله الفنيه وتوجيهها .

جـ - الإبلاغ عن المعوقات فى حينها .

د - إستلام المواد والمهمات من المخازن وتسوية عهدته .

هـ - الحفاظ على معدات وأدوات التنفيذ وحسن إستخدامها .

١-٦-٢-٣ العماله الفنية :

تقوم العماله الفنية بتنفيذ الأعمال طبقاً للتعليمات الصادرة لها من قبل مهندسى ومشرفى التنفيذ بكل دقة .

١-٦-٢-٤ الصيانة والحمله الميكانيكية :

تتلخص مهام وحدة الصيانه والحمله الميكانيكبه فى الأتى :

أ - تجهيز المعدات وصيانتها وتشغيلها .

ب- أعمال الصيانة الدورية للمعدات والحمله الميكانيكية .

جـ - تدريب العماله على أعمال الصيانه والتشغيل .

١-٦-٢-٥ المخازن :

وتقوم بالمهام الأتية :

أ - إمساك سجلات مخزنية مبين بها كافة الواردات وتواريخ ورودها وقيمتها وما تم صرفه منها .

ب - إستلام وتخزين كافة المواد والمهمات الواردة للمشروع طبقاً للأصول الفنية وذلك بعد الإنتهاء من إجراءات الفحص والإضافة .

جـ - تسليم المواد والمهمات اللازمة للعمل .

د - اعداد بطاقات الصنف وكمياتها ووضعها فى أماكن ظاهرة بالموقع .

هـ - طلب تزويد المخازن بالأصناف التى يصل رصيدها المخزنى إلى الحد الحرج .

١-٦-٣ الشئون المالية والإدارية :

وتتكون من :

١-٦-٣-١ الشئون الإدارة

وتتكون من شئون الأفراد والخدمات المعاونة .

١-٦-٣-١-١ شئون الافراد:

وتختص بالأتى :

أ - تدبير العماله اللازمة التى يتطلبها العمل .

ب- اعداد ومتابعة كشوف مرتبات العاملين .

جـ - اعداد كشوف حوافز الانتاج حسب تقدم سير العمل .

د - تأثيث وتجهيز المكاتب والإستراحات اللازمة لخدمة كافة العاملين بالمشروع .

هـ - اعداد التقارير الشهرية والسنوية بحالات العاملين وكفاءاتهم الفنية والادارية .

و - متابعة حضور وانصراف العاملين .

ز - متابعة حضور وإنصراف العاملين .

ح - تحديد ومتابعة الأجازات حسب التعليمات .

ط - اعداد قرارات نقل العاملين وانهاء خدمتهم طبقاً للتعليمات.

ك - القيام بإجراءات التأمينات الإجتماعية .

ل - إستخراج تراخيص العمل ونهو الإجراءات الأمنية إذا أقتضى الأمر ذلك .

١-٦-٣-١-٢ خدمات معاونة:

وتشمل الخدمات الإجتماعية والصحية .

أ- الخدمات الإجتماعية :

وتختص بالأتى :

- الإشراف على صندوق رعاية العاملين والذى يشترك فيه جميع العاملين بالمشروع ويتم الصرف منها على أفراد المشروع فى الحالات التى تستوجب ذلك .
- تنظيم الرحلات الترفيهيه والثقافيه والسياحيه والدينيه والزيارات الميدانيه لمواقع العمل المماثله .
- تنظيم الأنشطة الرياضية المختلفة .

ب- الخدمات الصحية :

وتختص بالأتى :

- اعداد وحدة صحية للإسعافات الأولية لمعالجة الإصابات والحالات السريعة .
- تحويل المصابين بحالات خطيرة إلى المستشفيات المختصة .

١-٦-٣-٢ الشئون المالية :

وتشمل الأتى :

١-٦-٣-٢-١ حسابات ماليه :

ويكون دورها كالأتى :

أ - مراجعة المستخلصات مالياً ومتابعة خطابات الضمان .

ب - القيام بأعمال المتابعة والتحصيل من صاحب العمل .

جـ - اعداد سجل لحسابات الموردين والإيرادات والمصروفات .

د - اعداد الميزانيات وتحديد نتائج الأعمال .

هـ - الإشراف على المشتريات .

١-٦-٣-٢-٢ المشتريات وحسابات المخازن :

ويتلخص دور إدارة المشتريات فى المهام الأتية :

أ - القيام بشراء المواد والمعدات والتأكد من وصولها الى الموقع فى الوقت المناسب مع امساك سجلات منتظمة لذلك .

ب - الإبلاغ عن أى نقص فى توريد المهمات والمواد أولاً بأول .

جـ - حساب غرامات التأخير على الموردين .

وكذلك يتلخص دور حسابات المخازن فى الأتى :

أ - مراجعة التوريدات وأسعارها وكمياتها طبقاً للتعاقد .

ب - مراجعة إستمارات الصرف المقدمة من إحدى الإدارات على النماذج المعده لذلك وإرسالها للمراجعة الحسابية .

جـ - إمساك سجل لحسابات المخازن للمراجعة على سجل المخزون .

١-٦-٣-٢-٣ المراجعة الحسابية :

ويتلخص دورها فى الأتى :

أ - مراجعة المستخلصات على دفاتر الحصر ومطابقة الفئات على العقود .

ب - مراجعة المطالبات المالية الخاصة بالمشروع .

١-٦-٤ الأمن :

ويتكون من الأمن الإدارى والأمن الصناعى .

١-٦-٤-١ الأمن الإدارى:

ان دور الأمن الإدارى هو القيام بمراقبة مواقع العمل والبوابات وأعمال الحراسة من دخول وخروج الأفراد والمهمات ، واعداد الترتيبات الأمنية لضمان حسن وسهولة سير العمل ومراجعة تصاريح العمل .

١-٦-٤-٢ الأمن الصناعى:

ان دور الأمن الصناعى يختص بتأمين المشروع من حيث :

أ - مقاومة الحرائق وتوفير الأجهزة اللازمة لذلك والحفاظ على صلاحيتها .

ب - تأمين العاملين أثناء العمل ضد التعرض للإصابات ومخاطر العمل .

٢ - تخطيط وتجهيز الموقع :

مقدمه :

الطريقه المثلى للوصول الى الهدف المنشود تبدأ من التخطيط الجيد وتحليل بنود المشروع الى خطوات تنفيذيه تسبق عملية التنفيذ التى تهيىء الموقع للعمل والتى تتمثل فى استلام الموقع ورفعه مساحياً وعمل التجهيزات والتنسيق والتخطيط العام للموقع شاملا المنشأت المؤقته التى يجب اتمامها قبل البدء فى تنفيذ الاعمال حتى يتمكن مقاول المشروع من القيام بالاعمال الرئيسية بسهولة .

ويمكن تقسيم هذه الاعمال الى ثلاث مراحل :-

أ - مرحلة تحديد واستلام الموقع واعمال الرفع المساحى واعداد الدراسات .

ب - مرحلة اعمال التخطيط والتنسيق والتجهيز للموقع العام .

جـ - مرحلة اعمال المنشأت المؤقته .

٢-١ تحديد واستلام الموقع واعمال الرفع واعداد الدراسات :

٢-١-١ تحديد استلام الموقع :

- آستلام المساحه المخصصه للموقع من لجنة مكونه من ممثل المالك والاستشارى والمقاول ومندوب الجهة المنتفعه بالمشروع ومندوب المساحة بالمحافظة وذلك بدق حدايد بمعرفة مندوب المساحه .
- تحديد العوائق التى تعوق تنفيذ الاعمال سواء ظاهره أو داخل باطن الارض .
- تحديد موقف استلام الموقع " مرحلة واحده " أو عدة مراحل مع تحديد تاريخ استلام كل مرحله .
- تحديد مصادر المياه والكهرباء الموجوده حول الموقع إن وجدت .

٢-١-٢ أعمال الرفع واعداد الدراسات والتجهيز :

- يتم تصوير الموقع بحالته الطبيعيه فوتوغرافياً قبل البدء فى التنفيذ .

- يتم استلام نقط الثوابت " الروبير " الموجوده بالموقع بمحضر استلام موقع عليه من ممثل المالك والاستشارى ومندوب المقاول وذلك بعد مراجعة المناسيب والاتجاهات مراجعه دقيقه وكذلك مراجعه ابعاد الموقع ومطابقتها للوحه الموقع العام للتأكد من صحة الأبعاد .

- يتم عمل كتل خرسانيه حول اماكن النقاط الثابته " الروبير " مع مراعاة ان تكون بعيده عن منطقة الحفر وبحيث يصعب ازالتها .

- يتم عمل دراسات حول اماكن المحاجر والعماله القريبه من المشروع لتحديد أفضل العناصر التى يمكن استخدامها وبأقل تكلفه .

- يتم تقسيم الموقع الى شبكه مربعات لعمل ميزانيه شبكيه ابتدائيه وذلك لتجهيز قطاعات هذه الميزانيه لبيان مكعبات الحفر والردم والتسويه .

- يتم عمل المحاور الرئيسيه للموقع بشرط ان تكون بعيده عن اماكن المنشأت المؤقته والطرق الداخليه بالموقع .

- يتم اعداد لوحه يوقع عليها جميع العوائق بالموقع .

- يتم ازالة العوائق الموجوده بالموقع والمعترضة التنفيذ من مخلفات - اشجار - مبانى قديمه . . . . . الخ والتى تعوق التنفيذ .

- يتم عمل التسويات اللازمه لأرضية الموقع من حفر وردم طبقا لظروف الموقع مع الأخذ فى الاعتبار طرق التنفيذ المقترحه - منسوب تنفيذ المشروع ، الظروف المناخيه - اتجاهات سير الامطار . . . .الخ .

- يتم عمل محاضر تنسيق مع الأجهزة المختلفه قبل البدء فى التنفيذ ويتم عمل التحويلات اللازمة اذا احتاج الامر ذلك .

- يتم عمل جسات اضافيه للتربه اذا تطلب الامر ذلك وطبقا لشروط التعاقد .

- يتم عمل دراسه جيولوجيه لتحديد الفوالق ومخرات السيول .

- يتم تسوير الموقع وانشاء بوابة لدخول وخروج المعدات وكذلك مكتب الأمن .

- يتم امداد الموقع بمصادر المياه - الكهرباء - الصرف - الاتصالات .... الخ .

- يتم عمل ميزانيه شبكيه مره اخرى بعد عمل التسويات والوصول الى المنسوب التصميمى .

- يتم دراسة موقف المبانى المجاوره ومدى تأثرها بعمليات الحفر لمنع اى تصدع يمكن حدوثه وتقديم تقرير عنها للمالك لاجراء اللازم .

- يتم استخراج التصاريح والتراخيص اللازمة .

- يتم اختيار انسب الاماكن لوضع يافطه المشروع بالتنسيق مع ممثل المالك والاستشارى .

٢-٢ اعمال التخطيط والتنسيق والتجهيز للموقع العام:

يقاس نجاح اى مشروع بتخصيص الوقت الكافى لتخطيط وتطبيق منهاجيه التنفيذ من حيث الأتى :-

٢-٢-١ الدراسات المطلوبه لعمل تخطيط سليم للموقع :

يجب الرجوع الى الدراسات التاليه التى تم اعدادها بمعرفة استشارى المشروع قبل البدء فى التنفيذ :-

- الموقع ، شروط التعاقد ، الرسومات التنفيذية للمشروع ، طرق التشييد المقترحه ، خطة للخدمات المطلوبه .

- مواصفات وتفاصيل رسومات المعدات المطلوبه .

- البرامج الزمنيه والفنيه للمعدات ، الخامات ، العماله ... الخ) لتحديد فترات التوريد لأحتياجات المشروع وذلك لتقليل المساحات المستخدمه فى المخازن ولتقليل الفواقد والرواكد واتنفيد الأعمال فى التواريخ المحددة لها .

- أقامة محطة خلط خرسانيه بالموقع طبقاً لظروف التنفيذ .

- التفاصيل والمتطلبات الخاصة للمنشأت المؤقته " مكاتب - اعاشه ، مخازن - ورش ..... الخ) .

- البدائل المقترحه فى حالة عدم اتساع ارض الموقع للمنشأت المؤقته من ايجار اراضى اخرى أو وحدات اداريه ... الخ) .

- متطلبات الأمن الصناعى والأمن الادارى فى تخطيط الموقع .

٢-٢-٢ العناصر التى يجب مراعاتها عند دراسة عمل تخطيط سليم للموقع :-

- تأثير اتجاه الرياح عند تحديد اماكن ورشة اللحام ، اماكن التخزين ، مبنى المكاتب ، الوحدات السكنيه ..... الخ) .

- تأثير اتجاه سير سقوط الامطار وميول ارض الموقع وطرق التخزين على الأرض .

- انسياب الحركه داخل مكاتب الموظفين ، المخازن والورش .... الخ) .

- تحديد اماكن مناسبه لأنتظار السيارات وتخصيص مكتب انتظار للزائرين .

- تخطيط طرق داخليه مؤقته " ممرات " لسهولة حركة المعدات والافراد والمواد الخام .... الخ) .

وأن تكون شبكة الطرق المؤقتة للموقع علي نفس مسار شبكة الطرق الرئيسية للمشروع وعلي آلا تتعارض مع منشآت المشروع .

- يتم اتخاذ اجراءات الحمايه للمنشأت المجاوره مثل استخدام طرق النزح للمياه ودق الستائر والخوازيق ..... الخ) .

- توفير اماكن وخطوط المرافق بالموقع (مياه - كهرباء - صحى - تليفونات ..... الخ) .

- يتم عمل دراسة لتحليل مياه الآبار بالموقع .

- تحديد اماكن تشوينات المواد من محطات الخلط والورش لتقليل الهالك وتكاليف النقل وان تكون التشوينات فى اماكن لا تعوق العمل وحركة الاتصالات داخل الموقع وكذلك تفادى التشوين فى مناطق الحفر والاقلال بقدر الامكان من تغيير اماكن المخازن طول فترة تنفيذ المشروع .

- دورة دخول المواد الخام " للفحص - التصنيف - التخزين " وخروجها للتنفيذ .

- دراسة المعدات الثقيلة والثابته من حيث الحجم - الحركه - الارتفاع داخل الموقع اثناء عملية الأنشاء .

- توفير الأضاءة - الحراسة - علامات التحذير - اللافتات - ..... الخ) .

- تجهيز معمل ابحاث المواد والخرسانه داخل الموقع ومحطة تموين المعدات بالوقود وحسب أهمية المشروع .

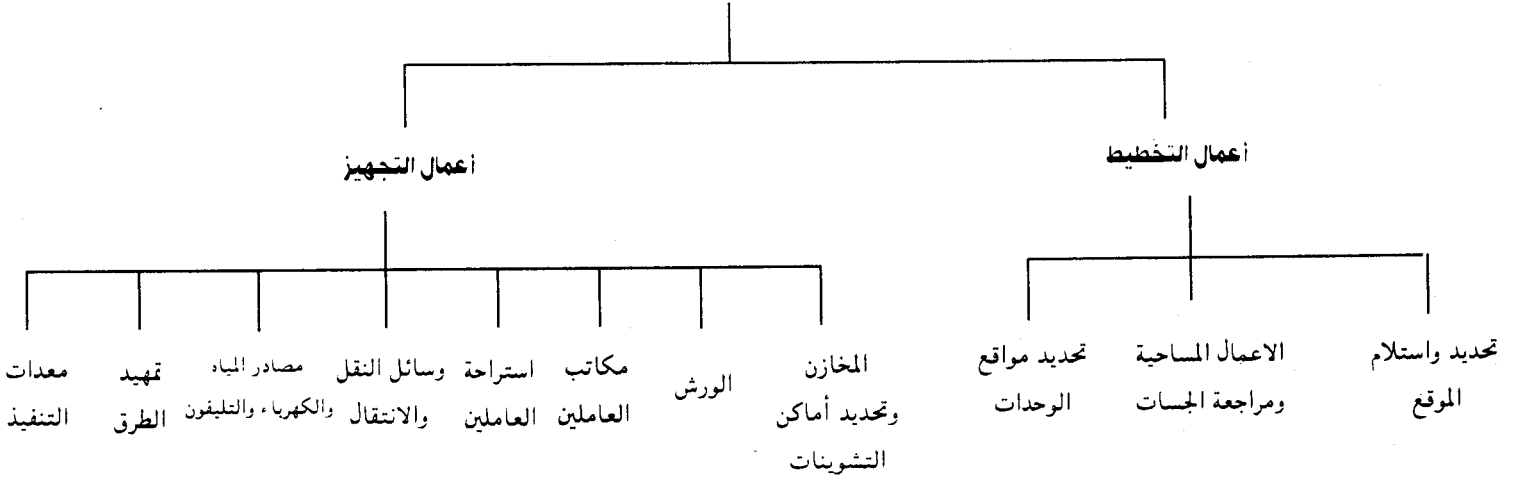
- عمل لوحات ارشاديه للتعريف بأماكن المشروع " مكاتب الاداره - الاستراحات - مكتب الزائرين - دورات المياه - وحدة الاسعاف - دور العباده - المخازن - الورش - مناطق العمل ..... الخ) .

٢-٣ اعمال المنشآت المؤقتة :

٢-٣-١ العوامل المؤثره فى أنشاء المنشآت المؤقته :-

- شروط التعاقد .
- اتساع الموقع العام .
- نوعية المشروع .
- فترة التنفيذ ومراحل البرنامج الزمنى .
- طريقة الانشاء ونوعية المعدات المستخدمه .
- مكان المشروع " منطقة نائيه أو مدنيه " .

شكل (٣-٥) تخطيط وتجهيز الموقع



٣- تنفيذ الأعمال المدنية والمعمارية

مقدمة

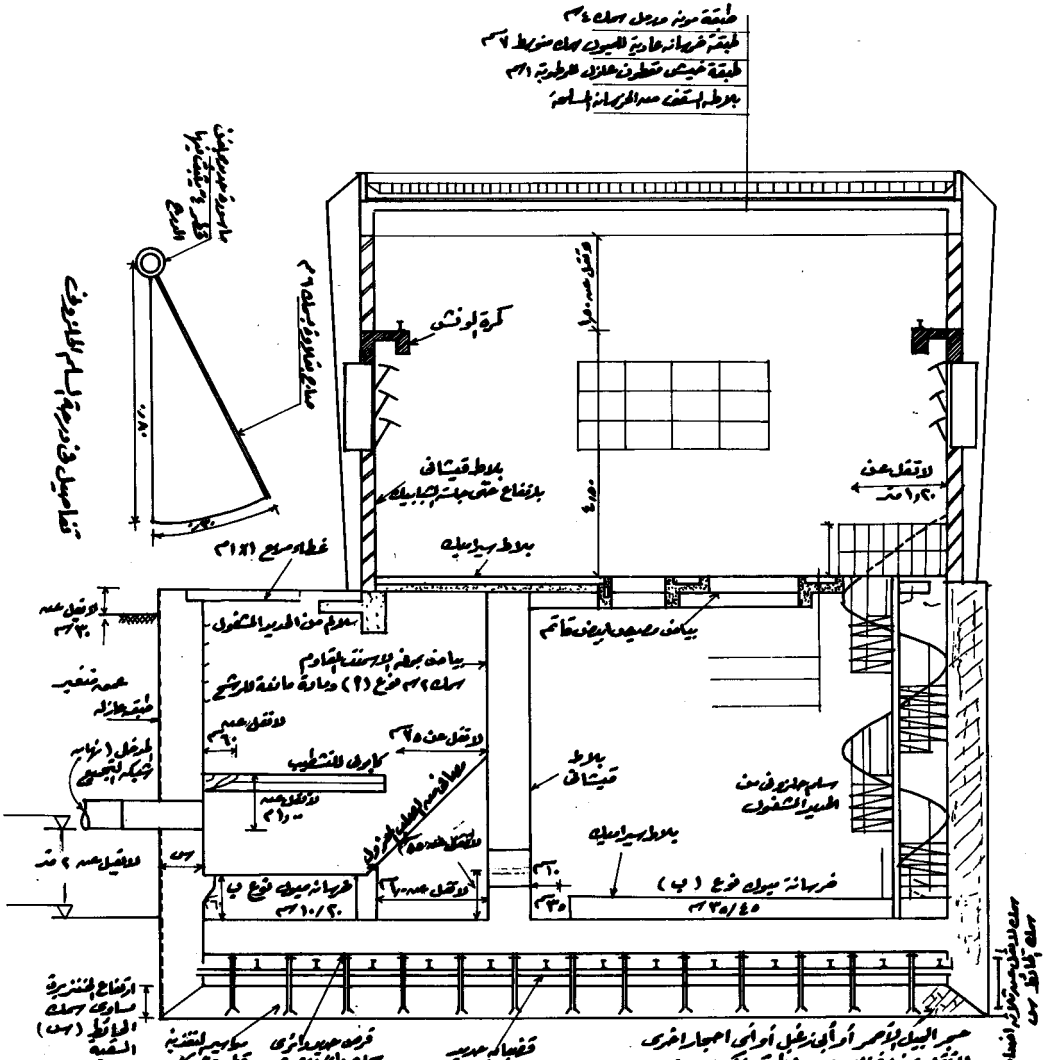
تنقسم بيارات محطات الرفع الى مستديره أو مستطيله أو مربعة القطاع وهى عباره عن منشأ خرسانى يتم تنفيذه تحت الأرض بأبعاد محدده طبقاً للرسومات التنفيذيه لا ستيعاب التصرفات الوارده من المدينه أو القرية أو الحى . وينشأ فوق هذا المنشأ عنبر للمحركات ، والغرض من البياره هو تخزين مؤقت ولفتره قصيره للمخلفات السائله الوارده للبياره . والشكل رقم (٣-٦) يوضح قطاع رأسى فى بيارة مستديره .

ويختلف شكل محطات الرفع طبقاً لأنواع وحدات الرفع المستخدمه بها ومعظم الطلمبات المستخدمه في محطات الرفع هى الطلمبات الطارده المركزيه وتنقسم الى الأتى : -

- الطلمبه الطارده المركزيه الرأسية
- الطلمبة الطارده المركزيه الأفقية
- الطلمبه الغاطسه

٣-١ طرق تنفيذ البيارات :

- طريقة الحفر بالتغويص .
- طريقة الحفر بالتجريف .
- طريقة الحفر بالهواء المضغوط .
- طريقة الحفر المكشوف مع صلب جوانب الحفر .



شكل رقم (٣-٦) : قطاع تفصيلي للبيارة المستديرة

٣-١-١ طرق تنفيذ البيارات المستديرة:

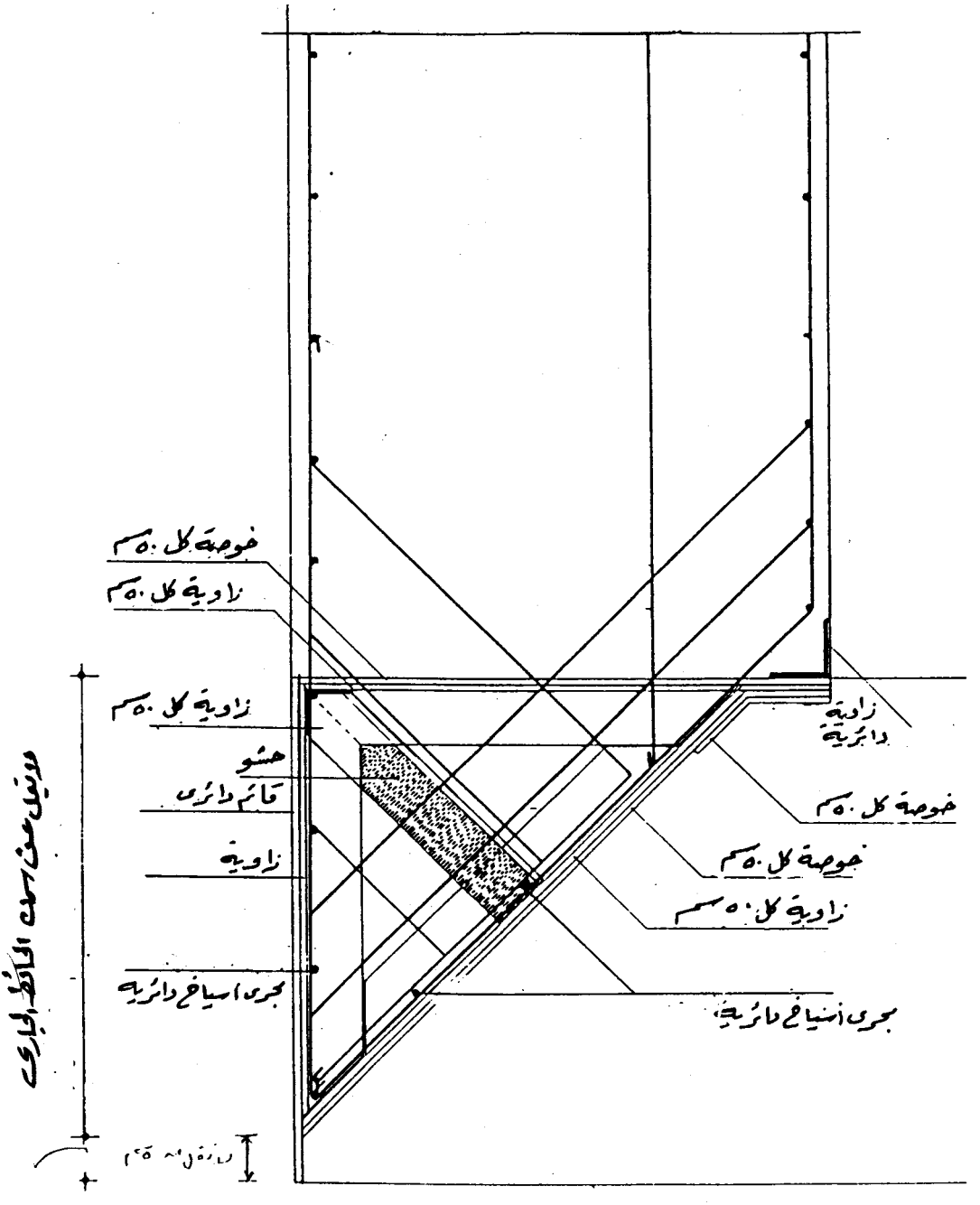
٣-١-١-١ طريقة الحفر بالتغويص

أ - تتم أعمال الحفر المكشوف فى الأرض العادية (خلاف الأرض الصخرية) وطبقاً لتقارير الجسات بقطر مساو للقطر الخارجى للبياره مضافاً اليه واحد متر وذلك قبل الوصول لمنسوب مياه الرشح بمقدار ٢٥ - ٥٠ سم ثم يتم تمهيد قاع الحفر تماماً .

ب - يتم أنشاء خنزيره من الحديد المشغول (بقطر مساوى للقطر الخارجى للبياره) على قاع الحفر وهى عباره عن هيكل مستدير من الحديد الصلب مصنع على شكل مثلثات قطرها الداخلى مساوياً لقطر البياره الداخلى وسمك قاعده الهيكل مساوياً بسمك حائط البياره مع مراعاه أن يكون رأس المثلث مدبب حاداً ويوضع مرتكزاً على قاع الحفر لسهوله التغويص مع مراعاه تجميع الخنزيره باللحام وليس بالبرشمه وشكل رقم (٣-٧) يبين تفاصيل الخنزيرة .

جـ- يتم تركيب أسياخ حديد التسليح داخل الخنزيره وتثبت جيداً طبقاً للرسومات التنفيذيه ، ثم يتم صب الخرسانة المسلحه داخل الهيكل المستدير .

د - يتم تجهيز وعمل الشده الخشبيه الداخلية (الفانوس) بكامل أرتفاع البياره ، أما النجاره الخارجية فيتم تجهيزها على شكل طبالى وتصب الخرسانه على حطات بحيث لا يتعدى أرتفاع الحطه الواحده عن ٢ر- متر ، ويراعى عدم استخدام زراجين تمر بداخل الخرسانه ، بل يجب استخدام زراجين خارجيه في حالة استخدام الفرم الخشبيه ، وفى الحالات الضرورية يمكن استخدام الزراجين التى تمر بداخل الخرسانه بشرط أن يتم معالجتها طبقاً لأصول الصناعه (يرجع الى كود الخرسانه) .



شكل رقم (٣-٧) : تفاصيل الخنزيرة

أما فى حالة استخدام الفرم الحديديه فيتم تجهيز حديد التسليح اللازم لحوائط البياره ويتم وضع الفرم على قاعده الهيكل مع مراعاه أن لا يتعدى أرتفاع الفرم عن -ر٤ متر .

هـ- يتم صب الخرسانه المسلحه للحوائط على حطات حتى نهاية الحائط ويراعى وضع أشاير حديد التسليح عند منسوب الأرضية المسلحه بأشاير تماثل الحديد الموجود باللبشة (الشبكه العليا والشبكه السفلى) ، وكذلك مراعاه وضع موقفات تسرب المياه (water stops) أثناء صب الحوائط وكذلك وقف أعمال صب الحائط الخارجى والداخلى للبياره أسفل منسوب بلاطه السقف بمقدار من -ر١ إلى -ر٢ متر حتى يمكن تربيط السقف الخارجى بجسم البيارة .

و - يجب ترك أماكن الفتحات للثوابت المدفونه (مواسير الدخول والخروج - مواسير التهويه . الكابلات الى أخره) أثناء صب المنشأ الخرسانى على أن تكون بالابعاد والمناسيب الموضحه بالرسومات التنفيذية .

ز - بعد فك الشده الخشبيه أو الفرم الحديديه يتم عزل البياره من الخارج أما بالبتومين أو بالمواد العازله طبقاً للتوصيات الوارده بالرسومات وتقرير التربه .

ح - يتم رصد الجزء المراد تغويصه وذلك بعمل تدريج خارجى على جسم البيارة .

* عند الإقتراب من منسوب التغويص التصميمى يتم عمل ميزانية يومياً على جسم البيارة بميزان القامة .

* لضمان تغويص البيارة رأسياً يلزم عمل عدد أربعة موازين رأسية على جوانب جسم البيارة (خيط شاغول بثقل) ويمكن استخدام أى أسلوب آخر مناسب لتحقيق الغرض .

وفى حالة ميل جسم البيارة على أحد جوانبها يتم الحفر بعمق أكبر فى الجانب المقابل حتى تتزن البيارة .

ط- يجب أن تمضى سبعة أيام من تاريخ صب آخر حطه حتى يتم شك الخرسانة قبل البدء فى عملية التغويص .

ى- يتم تجهيز المعدات اللازمة لتغويص البيارة أما يدوى أو ميكانيكى .

ك- تبدأ أعمال الحفر داخل البيارة بواسطة الكباشات آعتباراً من منسوب المياه الجوفية (ويتم حساب مكعبات الحفر بالتغويص بدءاً من هذا المنسوب) مع إستخراج التربة من داخل البيارة أولاً بأول والأخذ فى الأعتبار القيام بأعمال الحفر بإنتظام في داير البيارة بالكامل وبشكل منتظم .

ل - لا يتم تنفيذ الجسم الخرسانى للبيارة إلا عند التأكد أنه سيتم تغويص البيارة بسهولة وبدون عوائق (أرض حجرية - صخرية .. الخ) حتىٰ لا يتعلق جسم البيارة على هذه النوعية من التربة وفى حالة وجودالأرض الصخرية أو الحجرية يتم إزالتها بالطرق الفنية المناسبة ثم يتم ردم كامل قطاع الحفر بالرمال النظيفة حتى إرتفاع من ٢٥ - ٥٠ سم فوق منسوب المياه الجوفية ثم يتم تنفيذ البيارة بنفس الخطوات السابقة .

م - يراعى عدم سحب المياه الجوفية من داخل البيارة للمحافظة على سلامة المنشأت المجاورة وكذلك نزول البيارة رأسياً خلال مدة التغوص .

ن- فى حالة عدم هبوط البيارة أثناء تغويصها يتم عمل عرشه من الكمرات الحديدية على داير البيارة للجزء العلوى لحوائط البيارة ثم يتم وضع أحمال إضافية عليها لزيادة الوزن مع مراعاة ترك فتحة بسعة كافية لنزول الغواصين والكباش مع ملاحظة عدم إزالة الأحمال الأضافية إلا بعد تمام صب الأرضية المسلحة والقاطوع وكذلك بعد تمام تصلد الخرسانة بمدة لا تقل عن ١٤ يوماً .

وإذا تم الحفر أكثر من المنسوب التصميمى لأى سبب من الأسباب فأنه لا يتم تغويص البيارة (حيث أن مكان دخول ماسورتى الدخول والخروج لخطى الطرد

والأنحدار محدد بمناسيب) ثم يتم صب الخرسانة العادية والبيارة معلقة لتملأ هذا الحفر الزائد بالخرسانة العادية .

- يتم وضع وتثبيت قضبان الحديد الديكوفل فى المجرى الموجوده فى داير جسم البيارة وترص على شكل شبكة حديد فرش وغطاء بواسطة الغواصين المدربين .

ع - يتم تجهيز مواسير السقية من الحديد المجلفن قطر ٢" وعلى أن تكون أطرافها السفلية مفرطحة ومخرمة بأرتفاع طبقة الكياس ويراعى أن تكون المواسير فى وضع رأسى تماماً وعلى مسافة كل ٢متر وتكون بدايتها عند بداية طبقة الكياس ونهايتها عند نقطة أعلى من منسوب مياه الرشح بحوالى واحد متر .

وتثبت مواسير السقية فى الجزء السفلى بحديد الديكوفيل ومن الجزء العلوى بالعرشه (من الكمرات الحديدية والعروق الخشب) التى تم عملها على داير البيارة للمحافظة على رأسية المواسر أثناء عملية الحقن .

ف - توضع طبقه الكياس (البازلت أو حجر الجبل الأحمر أو أبى زعبل أو أى حجاره أخرى لا تقل عنها في الصلابه) في قاع البياره وفي وجود المياه الجوفيه حتى منسوب بطنيه الخرسانه العادية للأرضيه ثم يتم تسويته بواسطة الغواصين مع مراعاه أن لا يزيد حجم قطر حجر الكياس على ١٠٠ مم ويدك جيداً قبل وضع حديد الديكوفيل .

ص- يتم صب الخرسانه العاديه تحت الماء بالسمك المطلوب حتى منسوب بطنيه أرضيه الخرسانة المسلحة بواسطة مزاريب رأسية على شكل مواسر تبدأ عند منسوب أرضيه الخرسانه العاديه وتنتهى عند سطح الأرض وذلك لتفادى أختلاط الخرسانه بالماء وذوبان الاسمنت الموجود بالخلطه ، أو باستخدام المضخه الخرسانيه بحيث يتم توصيل خرطومها إلى منسوب أرضية الخرسانه العاديه مباشره ، ويتم تسويه سطح الخرسانه العادية في جميع أركان البياره بواسطة الغواصين ، مع ملاحظه صب خرسانه الأرضيه بصفه مستمره وعلي مره واحدة دون توقف مهما كانت الظروف المحيطه .

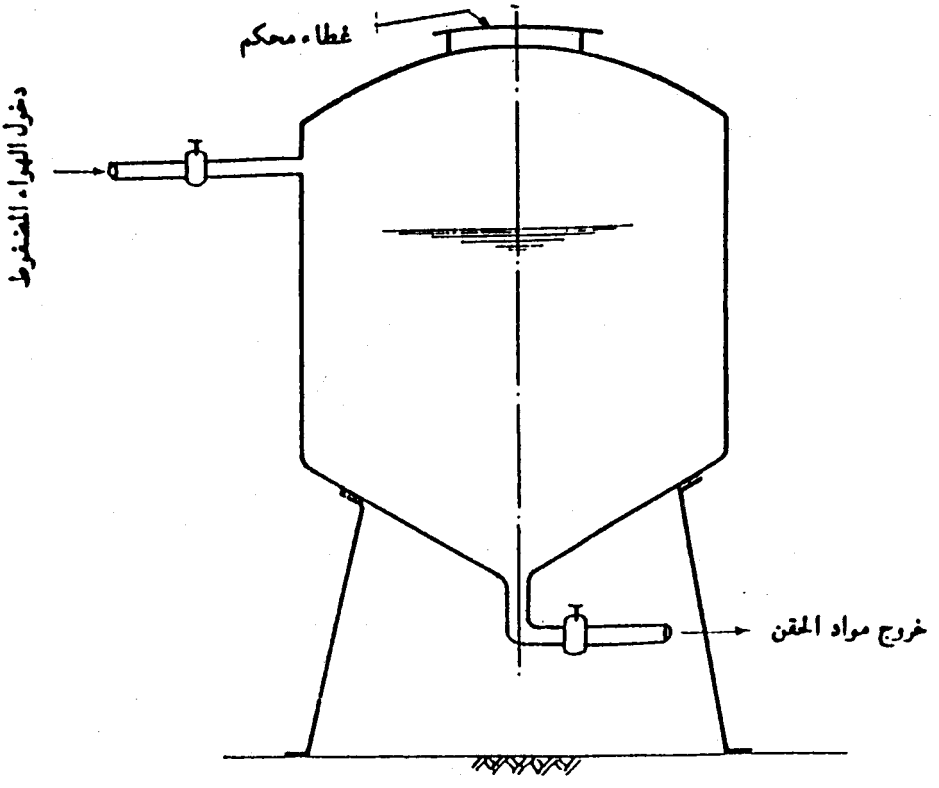
ق- بعد تمام شك طبقه الخرسانه العادية للأرضيه بمده لا تقل عن أربعه عشر يوماً من أنتهاء صب الخرسانه ، تبدأ في عمليه الحقن وذلك بغسل أنابيب السقية فى بادئ الأمر بماء نظيف ، ثم تحقن طبقه الكياس بالاسمنت اللبانى وذلك باستخدام الاسمنت المقاوم للكبريتات بنسبة ١:١ (اسمنت : رمل) تحت ضغط ٦ أمتار فوق منسوب مياه الرشح أو بأستخدام جهاز الحقن (وهو عباره عن وعاء معدنى محكم له غطاء يفتح ويقفل وله ماسوره لدخول الهواء من الكمبرسور وكذلك له مخرج مركب عليه محبس ثم خرطوم ضغط عالى يتم توصيله بمواسير الحقن السابق ذكرها شكل رقم (٣ - ٨) .

ر - يتم الحقن لكل ماسوره علي حده حتى لا ترفض ماسوره الحقن أى حقن جديد وهذا يدل على تمام حقن هذه المنطقة ثم تقفل الماسورة بسدادة خشبية أو محبس قفل مركب على الماسورة لعدم إرتداد مواد الحقن إلى الخارج ، ثم تنتقل الى الماسورة المجاورة ثم التى تليها دون توقف حتى تنتهى عملية حقن طبقة الكياس ، مع ملاحظة أن أول ماسورة تستوعب كمية كبيرة من مواد الحقن بالنسبة لباقى مواسير الحقن حتى أنه قد توجد بعض المناطق لا تقبل حقن وهذا يدل على قيام المواسير المجاورة بحقن هذه المنطقة .

س- بعد مده لا تقل عن ٢٨ يوم وبعد أكتمال تصلد الخرسانة العادية يتم سحب المياه المحجوزه داخل البياره حتى تظهر الأرضية دون خوف من تسرب المياه أو تلف للخرسانه العادية .

ت - بعد معالجة أى رشح بالأرضية والتأكد من عدم ظهور أى رشح يتم قطع مواسير السقبه التى أستخدمت في الحقن حتى منسوب نهاية (ظهر) الخرسانة العادية .

خ - يتم زنبره الحوائط فى الجزء المحصور بسمك البلاطة المسلحه ، ثم يتم فرد أشاير حديد التسليح داخل البلاطه ويستكمل تسليح البلاطه مع الأخذ فى الأعتبار وضع أشاير للقواعد الخاصه بالمصافى ، ثم يتم صب خرسانه الأرضية المسلحة .



شكل رقم (٣-٨): وعاء الحقن

ر - يتم فرد أشاير القاطوع الذى يفصل بين الجزء المبتل والجزء الجاف داخل البياره ، ويستكمل تسليح القاطوع وصب خرسانة القاطوع ، ونهو الاعمال المطلوبه .

ويفضل أستخدام المواد المانعه للرشح لتحسين مقاومه الخرسانه للرشح مع ضرورة إستخدام الأسمنت المقاوم للكبريتات والعناية بكل خطوة أثناء إنشاء البياره من الخلط والدمك الميكانيكى طبقاً للمواد والخلطات المتفق عليها تصميمياً و التنظيف السابق للصب مباشره.

- ملائمه الشدة الخشبة أو الفرم من جميع الوجوه لنوع المنشأ ولنوع السطح النهائى المطلوب للخرسانة ويجب أن تكون محكمه حتى تمنع تسرب الاسمنت اللبانى من الخرسانه خلال مراحل الصب والدمك - ضرورة المحافظه على سمك الغطاء الخرسانى فوق حديد التسليح أو أسفله والمحافظة على سمك الخرسانه بقطاعها الموجوده بالرسومات .

٣-١-١-٢- طريقة الحفر بالتجريف

تتبع نفس الخطوات السابقه ولكن الأختلاف الوحيد هو طريقه التغويص ، والذى يتم بأستخدام طلمبة التجريف وطبقاً لما يلى :

أ - يتم حمل طلمبة التجريف بالونش وتنزيلها داخل البياره مع ضرورة الأخذ فى الأعتبار وضعها بمعدل ثابت فى كل مكان بالبياره حتى نضمن هبوط البياره بأنتظام .

ب- يتم تركيب خرطوم طويل لمخرج الطلمبه المذكوره يصب فى حوض يتم أعداده بعيداً عن البياره ، حيث تلقى المياه المحمله بالأتربة فى هذا الحوض لكى تترسب فيه الأتربه ، ثم يتم سحب المياه التى تطفو بهذا الحوض وصبها مره آخرى داخل البياره .

ج- يجب أن يكون منسوب المياه داخل البياره هو منسوب مياه الرشح والإيقل بشكل حاد هذا المنسوب نتيجة سحب المياه المحمله بالأتربه حيث أن الطلمبة الخاصة بالتجريف لا تعمل إلا وهى مغمورة فى المياه .

د- يجب مراعاة عدم أحداث سحب شديد فى المياه أثناء العمل حتى لا تحدث فوارات فى أرضية البياره محدثه قلقله فى منسوب التأسيس نتيجة زياده ضغط المياه الجوفيه من الخارج عن ضغط مياه الرشح من الداخل .

٣-١-١-٣- طريقة الحفر بالهواء المضغوط

أ - نظراً لنزول البيارات الى أعماق كبيره تحت الأرض ووجود مياه رشح تعوق تنفيذ البيارات على الناشف وللتغلب على مياه الرشح لا بد من وجود مصدر لأنتاج الهواء المضغوط داخل البياره لمعادله عمود الماء الموجود (بمعنى أذا كان هناك عمود مياه ، لزم له عمود هواء مقاوم ومساوى له فى المقدار ومضاد له فى الأتجاه) وذلك حتى يتمكن العمال من أتمام أعمال الحفر في أرض جافه دون عائق ودون وجود مياه رشح أثناء التنفيذ .

ب- يتم أعمال الحفر المكشوف بقطر مساوى للقطر الخارجى للبياره مضافاً اليه واحد متر وذلك حتى قبل منسوب مياه الرشح بمسافة ٢٥ سم ثم يتم تمهيد قاع الحفر تماماً .

ج- يتم أنشاء خنزيره بقطر مساوى للقطر الخارجى للبياره على قاع الحفر وبنفس المواصفات السابق ذكرها فى طريقة الحفر بالتغويص ، ثم يتم تسليحها وصب الخرسانة المسلحه بداخلها .

د- يتم تجهيز وعمل شده النجاره الداخلية والخارجيه للحوائط حتى المنسوب السفلى لبطنية السقف ، ثم يتم وضع حديد التسليح وصب الخرسانه المسلحه .

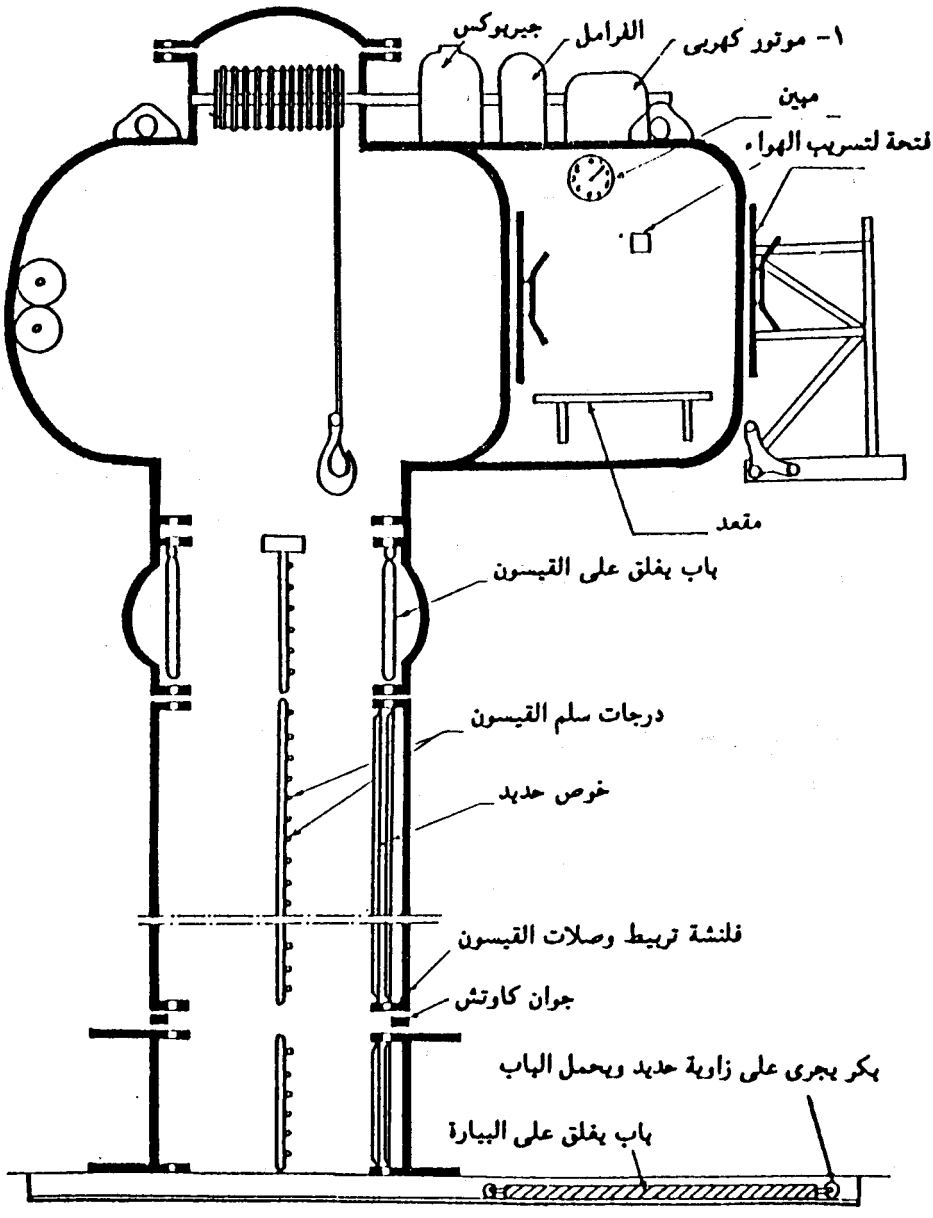
هـ- تزال شده الحوائط ويتم الردم بالكامل بالرمل حتى أسفل منسوب بطنيه السقف بمسافة ٥ سم .

و - يتم صب خرسانه عاديه (نظافه) بسمك ٥سم تمهيداً لرص حديد تسليح الأرضية ، مع الأخذ فى الأعتبار ترك فتحات فى الأرضية المسلحه (السقف السفلى) لوضع قطعتين دائريتين خاصه بغرفة الضغط (الكبايه) وتسمى القطع المفقوده (lost piece) وكذلك وضع ماسورتى دخول الهواء من محطه ضغط الهواء لمعادله عمود الماء بالاضافه الى وضع مجموعه من المواسير المجلفنه قطر ٢" راسياً والخاصه بعمليه الحقن بحيث تكون المسافه بين كل واحده والأخرى حوالى ٦ متر كما هو موضح بالأشكال أرقام (٣-٩) ، (٣-١٠) ، (٣-١١) .

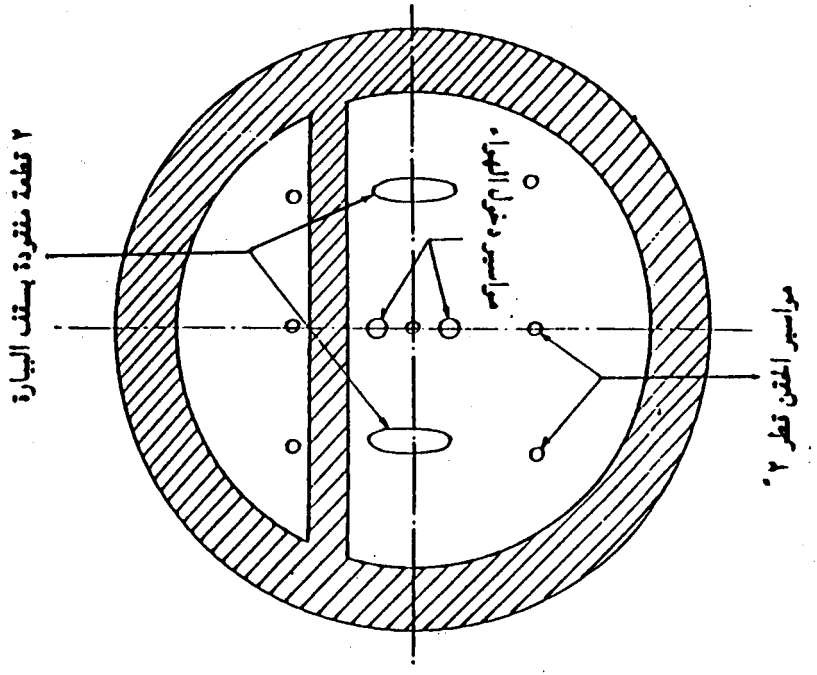
ز - يتم أستكمال النجاره والحداده لحوائط البياره بالكامل ويتم الصب لجسم البياره وكذلك السقف العلوى مع ترك نفس أماكن الفتحات التى تم تنفيذها فى الأرضية المسلحه (السقف السفلى) من البياره.

ح- بعد فك الشده للحوائط والسقف تتم أعمال الحفر بدون أستخدام الهواء المضغوط حتى منسوب مياه الرشح .

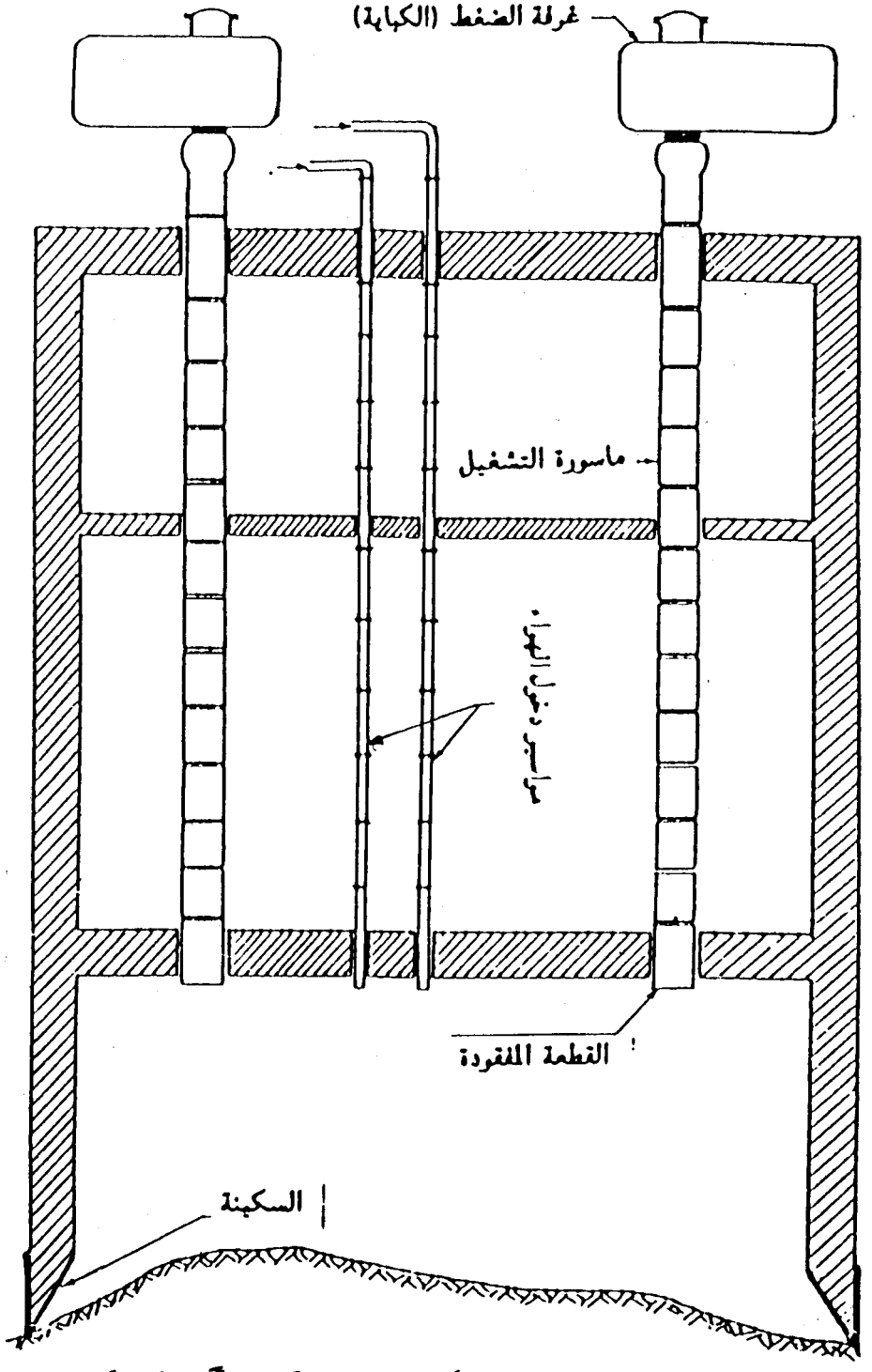
ط- يبدأ بعد ذلك أعمال الحفر بأستخدام الهواء المضغوط ، وهناك طريقتان لأعمال الحفر ، إما بواسطه العماله اليدويه بالكامل أو بأدخال معدة البلدوزر داخل غرفة التشغيل مفككة ويتم تركيبها أسفل البياره فى غرفة التشغيل ويعمل بالكهرباء حتى لا يتضرر العمال من عادم المعده ، حيث تقوم هذه المعده بإزاحه الأتربه وتفكيكها لتسهل علي العمال القيام بالعمل ، ثم يتم ملىء الجردل الاسطوانى (قطره حوالى ٠ر٥ متر ، وطوله ١ر- متر) بالأتربه الجافه ثم يتم رفعه بواسطه الونش الكهربائى حتى يصل الى أعلى الماسوره الرأسية مع ملاحظه غلق الباب المحكم بين الماسوره الرأسيه وغرفة خروج الأتربه حتى نحافظ على الضغط الجوى ، ثم يفتح الباب لخروج الأتربه وتعاد نفس الطريقه مره أخرى .



شكل رقم (٣-٩) : رسم توضيحى لغرفة إضغط والقيسون



شكل رقم (٣-١٠) : مسقط أفقى لأرضية البيارة مبيناً الفتحات



شكل رقم (٣-١١) : قطاع أسى للبيارة مبيناً الفتحات

س- تستخدم البطاريات فى معدات التشغيل ولا يستخدم المعدات التى تعمل بالسولار حيث أنها تنتج عادم ضار جداً بالعمال القائمين بالحفر .

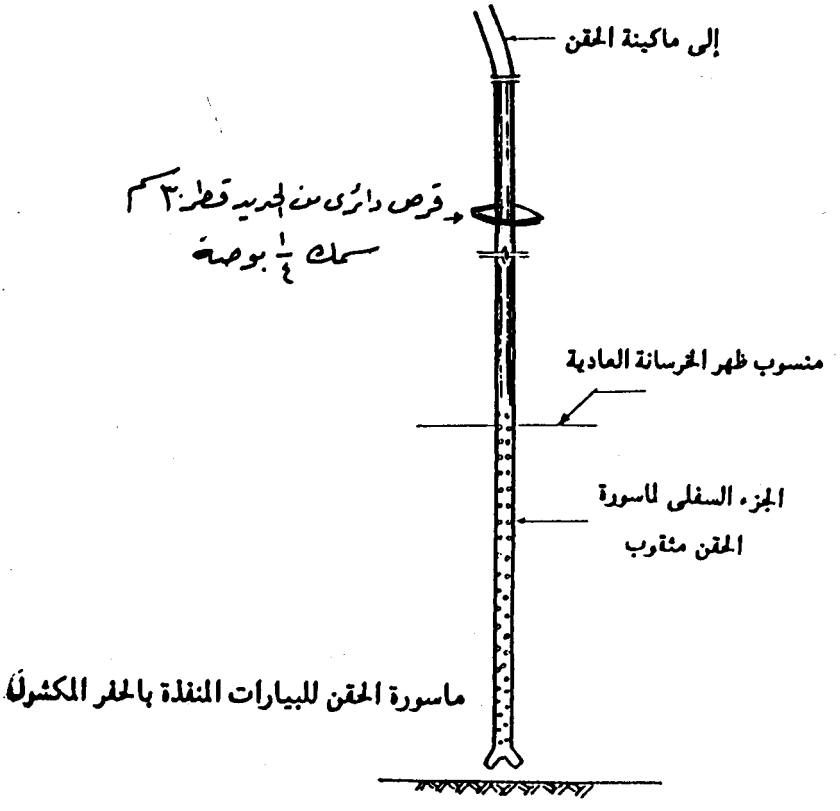
ع- بعد وصول البياره الى المنسوب النهائى للتأسيس ، يتم صب الخرسانة العاديه داخل غرفه التشغيل من الاسمنت المقاوم للكبريتات مع إضافة مادة تساعد على مقاومة رشح المياه وبنسب اسمنت ٤٠٠ كجم /م٣ يتم تنفيذها بنفس طريقة خروج الأتربه ولكن بشكل عكسى .

ف - بعد تمام شك طبقه الخرسانه العاديه بمده لا تقل عن أربعه عشر يوماً ، نبدأ فى علمية الحقن بنفس الطريقه السابق ذكرها في طريقه الحفر بالتغويص شكل رقم (٣-١٢) .

٣-١-٢- طريقة الحفر المكشوف مع صلب جوانب الحفر :-

تستخدم هذه الطريقة مع البيارات المربعه أو المستطيله مع صلب جوانب الحفر ونزح المياه الجوفيه بالطرق الفنيه ، ثم تتم أعمال الحفر بالعماله اليدويه أو بأستخدام الحفارات فى أرض جافه ، وفيما يلي الطرق المختلفه المستخدمه فى صلب جوانب الحفر :-

- الستائر المعدنية Sheet piles
- الشدات المختلطه Combined sheeting
- الشدات المترابطه Contact sheeting
- الحوائط اللوحيه Diaphram wall
- الحوائط الخازوفية Piles wall



شكل (٣-١٢) : عملية الحقن في البيارات المنفذة بالحفر المكشوف

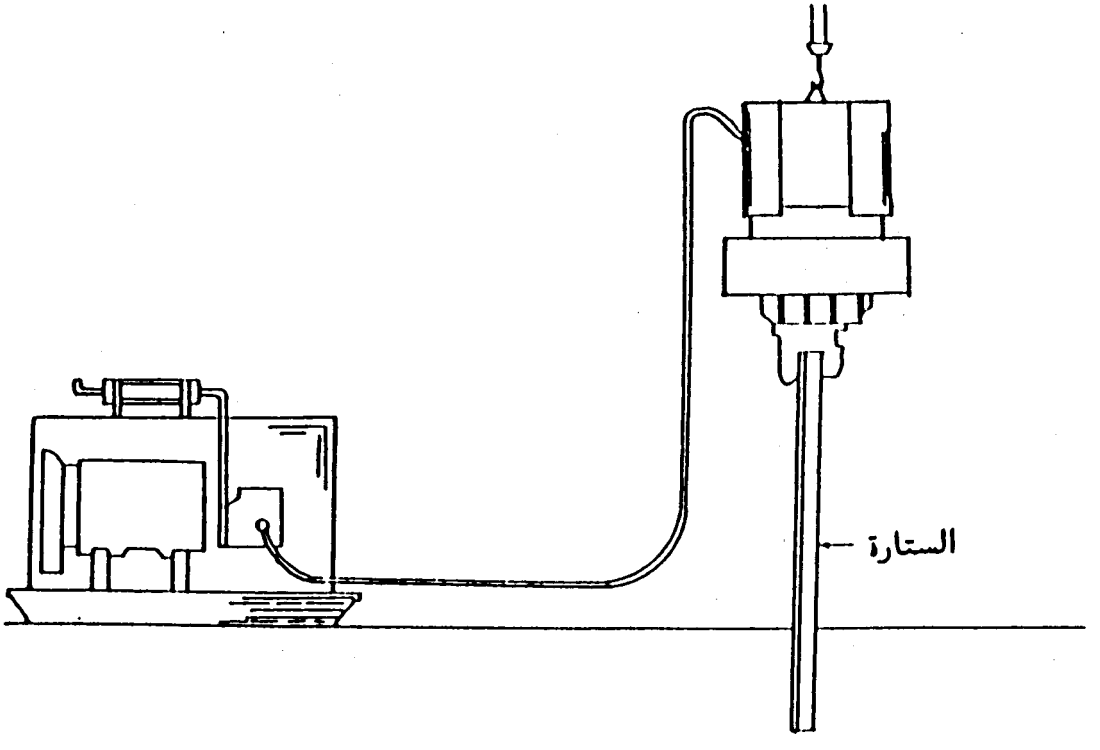
٣-١-٢-١- الستائر المعدنية :-

تعتبر من الحلول الاساسية لعملية سند جوانب الحفر لأى عمق خاصه للبيارات ذات الأبعاد الكبيره وتستخدم الشدادات الخلفيه Back anchors مع الستائر المعدنيه ، الشدات المختلطه ، الشدات المترابطه ، الحوائط اللوحيه الحوائط الخازوفيه ، وفيما يلى نعرض فكره مبسطه تساعد المنفذ على حسن أختيار الآله المناسبه لدق الستائر .

* تستخدم الهزازات Vibrators لدق الستائر في طبقات الرمل أو الطمى أو الزلط فى وجود المياه ، ويمكن دفع المياه أسفل الستاره تحت ضغط مائى أثناء عملية الدق اذا كان منسوب مياه الرشح بعيداً ، أما بالنسبه للأنواع الأخرى من التربه مثل التربه الطينيه أو المختلطة فيمكن أيضاً استخدام الهزازات بشرط وجود المياه ، حيث تساعد المياه علي تقليل الأحتكاك بين التربه وجسم الستاره ، ويمكن خلع الستائر بنفس الآله ، ويعمل الهزاز بالتيار الكهربائى ، ويجب الحرص الشديد عند أختيار هذه الأله حيث أن قوه الهزاز تسبب اهتزازاً للمبانى المجاوره مما قد يمثل خطراً عليها شكل (٣ -١٣).

* تستخدم الشواكيش الديزل Diesel Hammers لدق الستائر وهى تتوافر بأحجام مختلفه وطاقه دق مختلفه طبقاً لقطاع الستاره وأيضا لنوع الأرض وعمق الدق ، ويجب الأخذ فى الأعتبار أختيار شاكوش ذو طاقة تتناسب مع قطاع الستاره للمحافظه علي رأس الستاره وعدم التوائها .

ويزود شواكيش الديزل أو الهواء بطاقيه يتم تركيبها أسفل الشاكوش للحفاظ على قطاع الستاره من الدق المستمر ولتوزيع طاقه الدق على قطاع الستاره بالكامل وتوجد أنواع أخرى من الشواكيش مثل شواكيش الهواء وشواكيش البخار .



شكل رقم (٣-١٣) : تركيب الستائر بالهزاز

طريقة تنفيذ الستائر المعدنية :-

* يحدد أبعاد البياره ومنها يحدد محور الستائر المعدينه .

* يتم تصنيع هيكل معدنى (جبارى) طوله حولى ٤ متر وأرتفاعه حوالى ٣ متر وعرضه حوالى ٢ متر ويتم ضبطه رأسياً بميزان مياه لوضع الستائر المعدينه بداخله لضمان رأسيتها تماماً أثناء عملية الدق ويمكن الاستغناء عن الجباره فى حاله استخدام أى معده مثل الحفار أو الونش بدليل رأسى لعمليه الدق (شكل (٣-١٤) .

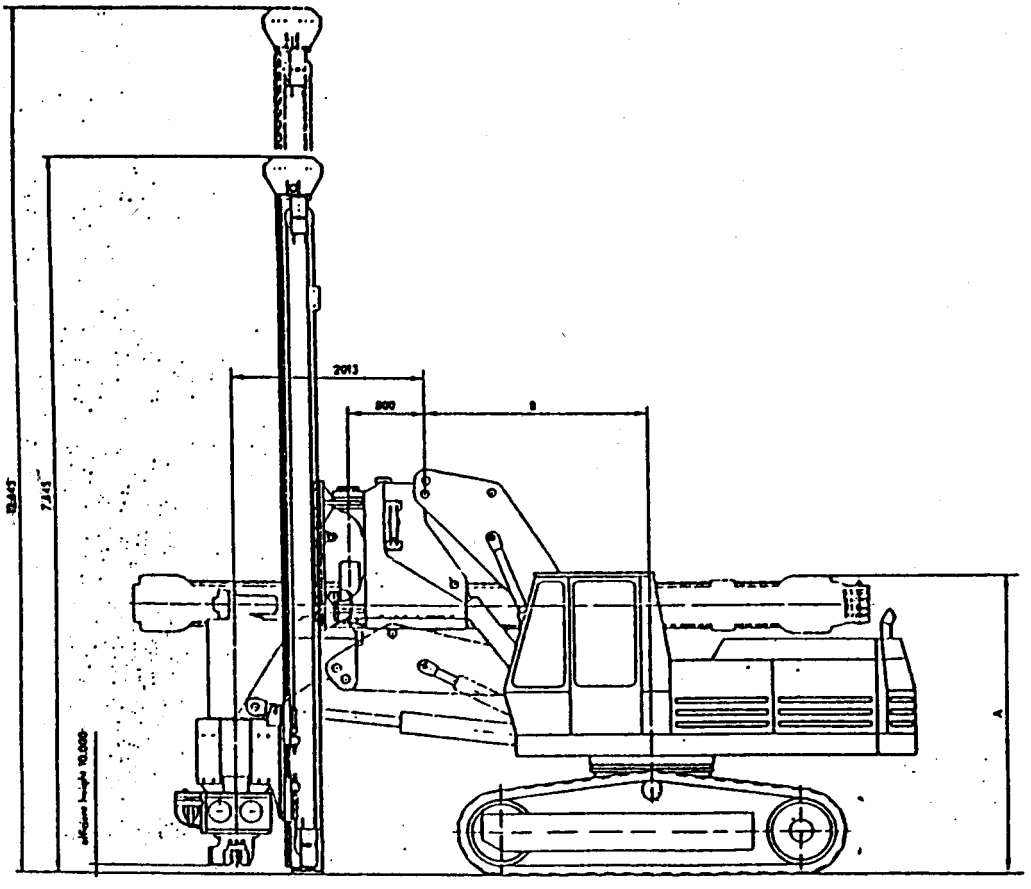
* يتم دق أول ستاره حتى تقترب الستاره من الجبارى ، ثم يتم دق الستاره التاليه وهكذا حتى يتم دق مجموعه الستائر على الجبارى .

* يتم رفع الجبارى ، وتستكمل أعمال الدق مره أخرى ، فى حاله صعوبه عمليه الدق ، يتم دفع هواء أسفل الستاره لتقليل مقاومه احتكاك التربه لبدن الستاره أثناء الدق وتستخدم هذه الطريقه فقط فى الطبقات الرمليه مع وجود المياه ، وأما حاله الطبقات الطينيه شديده التماسك فيتم دفع مياه تحت ضغط عالى جداً مع ملاحظة التوقف عن دفع المياه قبل أن تصل الستاره الى المنسوب النهائى بمتر واحد حتى لا يتسبب ذلك فى خلخله التربه عند منسوب التأسيس شكل(٣-١٥).

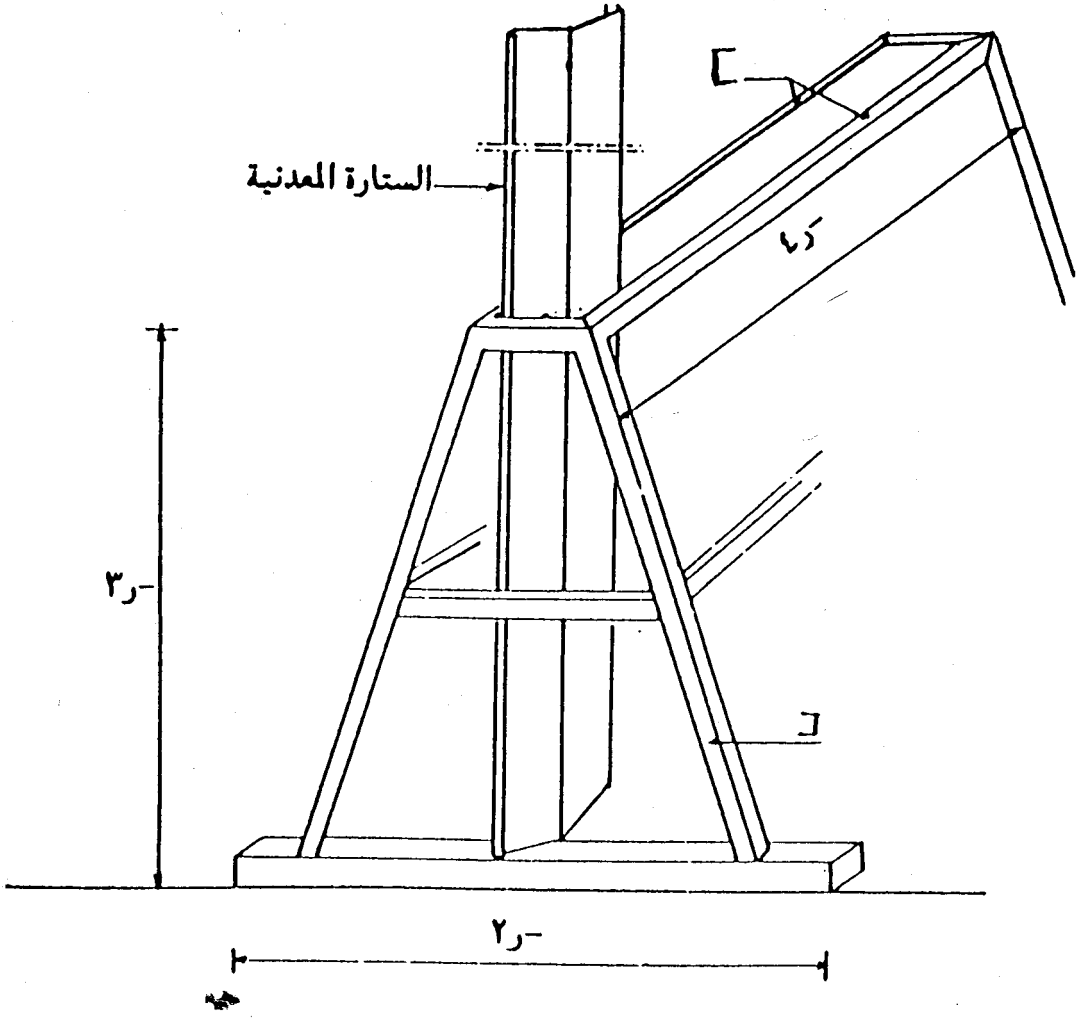
* بعد الانتهاء من إنشاء الستائر المعدينه ، تتم أعمال الحفر بكامل سطح البياره حتى نصل الى منسوب أول صف من الشدادات الخلفيه ثم تتوقف أعمال الحفر .

* يتم عمل ثقوب الشددات بواسطه ماكينه التخريم بالقطر والطول والميل المطلوب طبقاً للرسومات التنفيذيه .

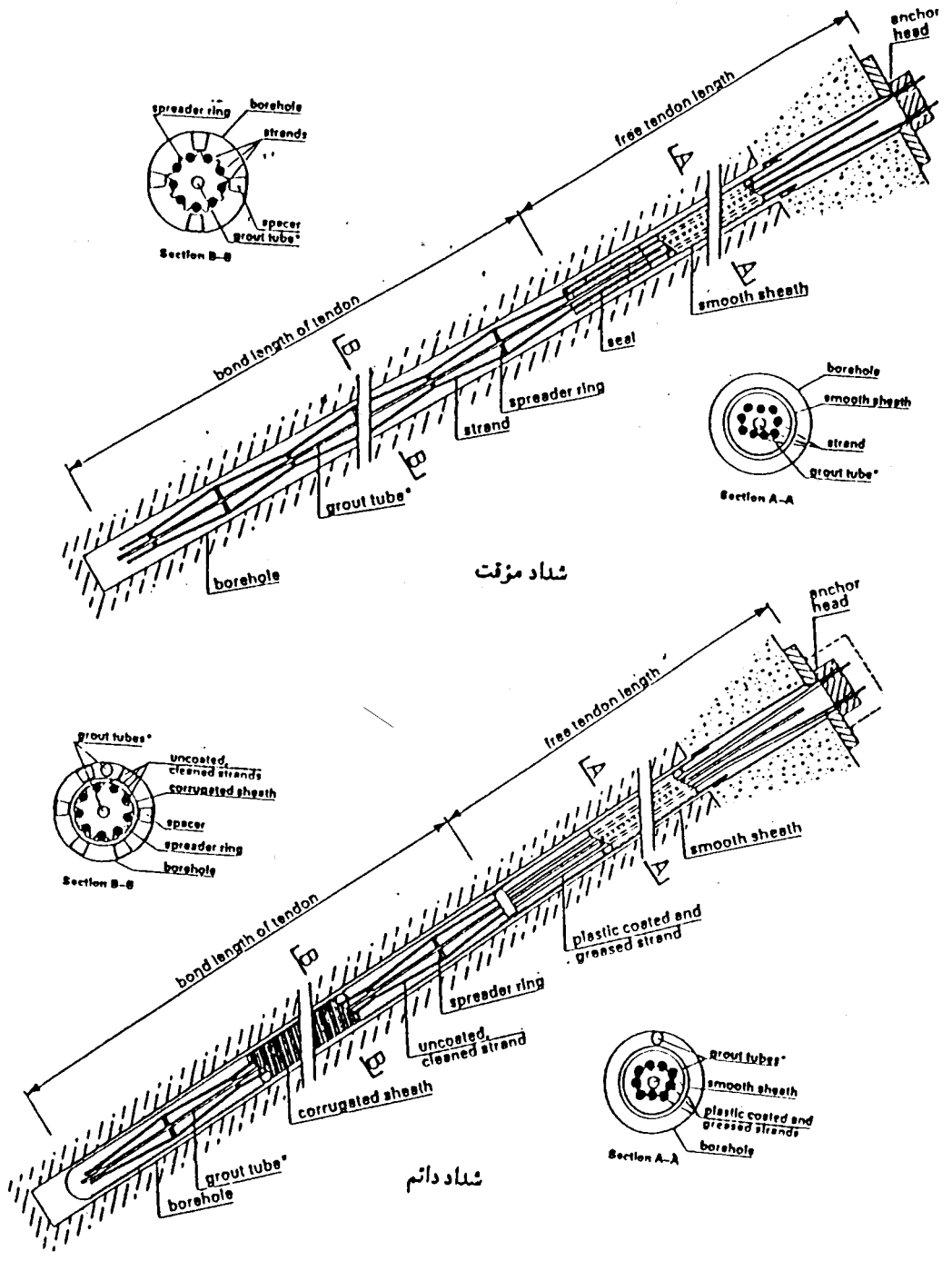
* يتكون الشداد من ثلاث أجزاء هما الطول المتماسك Bond length والطول الحر Free length ورأس الشداد anchor head وهو الجزء الرابط بين الشداد والحائط شكل (٣-١٦) .



شكل رقم (٣-١٤) : تركيب البستائر باستخدام دليل رأسي مركب على حفار



شكل رقم (٣-١٥) : الجبارى



شكل رقم (٣-١٦) : تفاصيل الشدادات الدائمة والمؤقتة

* بعد الأنتهاء من عمل الثقوب تماماً ، يدفع الماسوره المعدنيه ذات الجدار المعرج الى داخل الثقب حتى نهايته ، ويدفع مع الماسوره مجموعه الكابلات فى حزمه واحده موزعه على حلقات دائريه ويدفع كذلك ماسوره الحقن فى منتصف الماسوره المعدنيه .

* بعد الانتهاء من وضع الكابلات والمواسير ، يتم عملية الحقن بالاسمنت اللبانى تحت ضغط عالى لضمان ملء الماسوره وقطاع الحفر كاملاً بمواد الحقن .

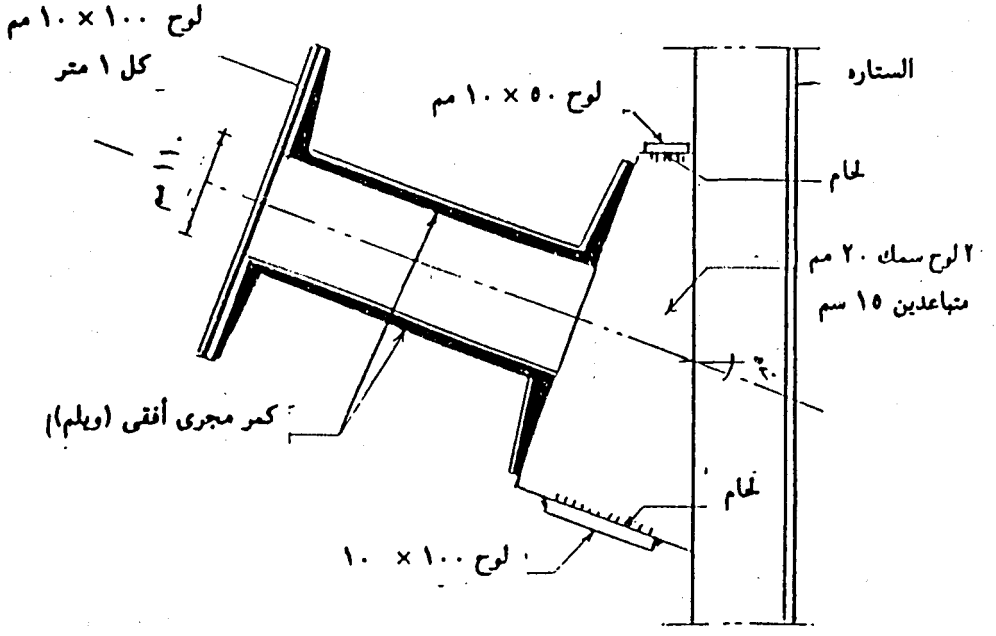
* تترك الشدات فتره حتى يتم وصول المونه الى قوه التصلد ، ثم وضع رأس الشداد على الحائط ، ثم يتم عمليه شد الكابلات بواسطه آله شد هيدروليكيه للوصول الى قوه الشد اللازمه للشداد شكل (٣-١٧).

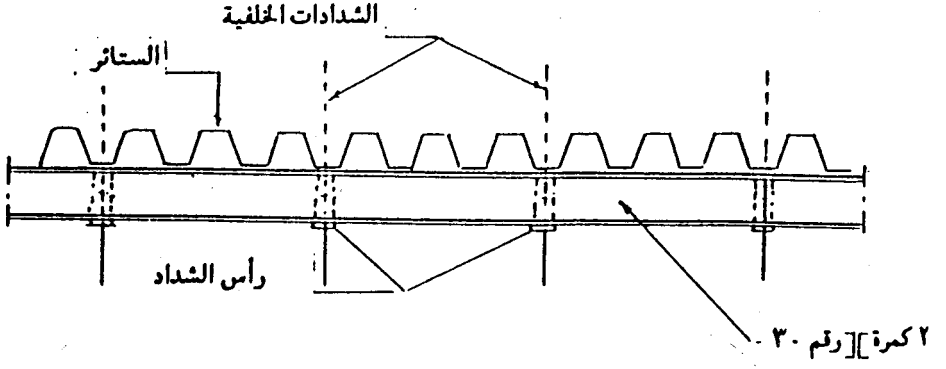
* بعد الوصول الى قوه الشد يتم وضع خوابير معدينه علي شكل مخروط عند كل حزمه من الكابلات المشدوده ويتم بعد ذلك ايقاف آله الشد الهيدرولكيه لتحاول الكابلات العوده الى وضعها الأصلى نتيجه قوه الشد العالية ولكن يمنع الخابور المعدنى . ارتداد الكابلات الى وضعها الأصلى قبل الشد ، كما تقاوم الحلقه المعدنيه الدائرية حركه مجموعه الخوابير .

٣-١-٢-٢- الشدات المختلطه :-

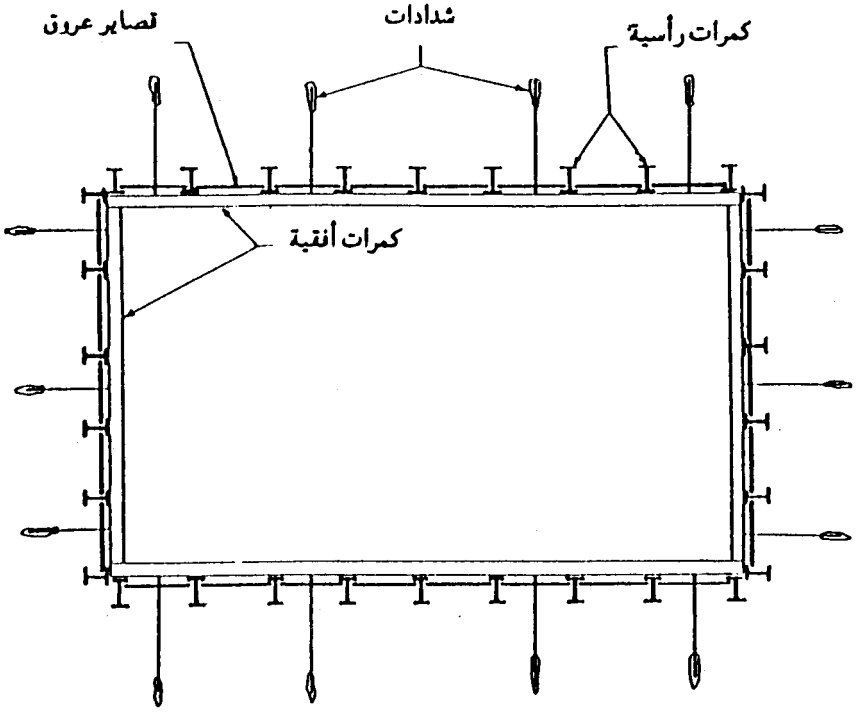
طريقة التنفيذ:-

* يحدد أبعاد البياره ومنها يحدد محور كل جانب من جوانب الحفر مع أحتساب سمك الشده المطلوبة.
* يتم دق كمرات راسيه وأفقيه I على حدود محور البياره وتتحدد المسافه بين كل كمره والتى تليها بواسطه التصميم وعاده تكون مابين ١ر٥ متر ثم تتم أعمال الحفر حتى عمق يتناسب مع طبيعه التربه شكل رقم (٣-١٨) .
* يتم وضع قصاير العروق (٤ً × ٤ً أو ٥ً × ٥ً) فى المسافة ما بين محورى الكمرات الرأسية .





شكل رقم (٣-١٧) : رأس الشداد

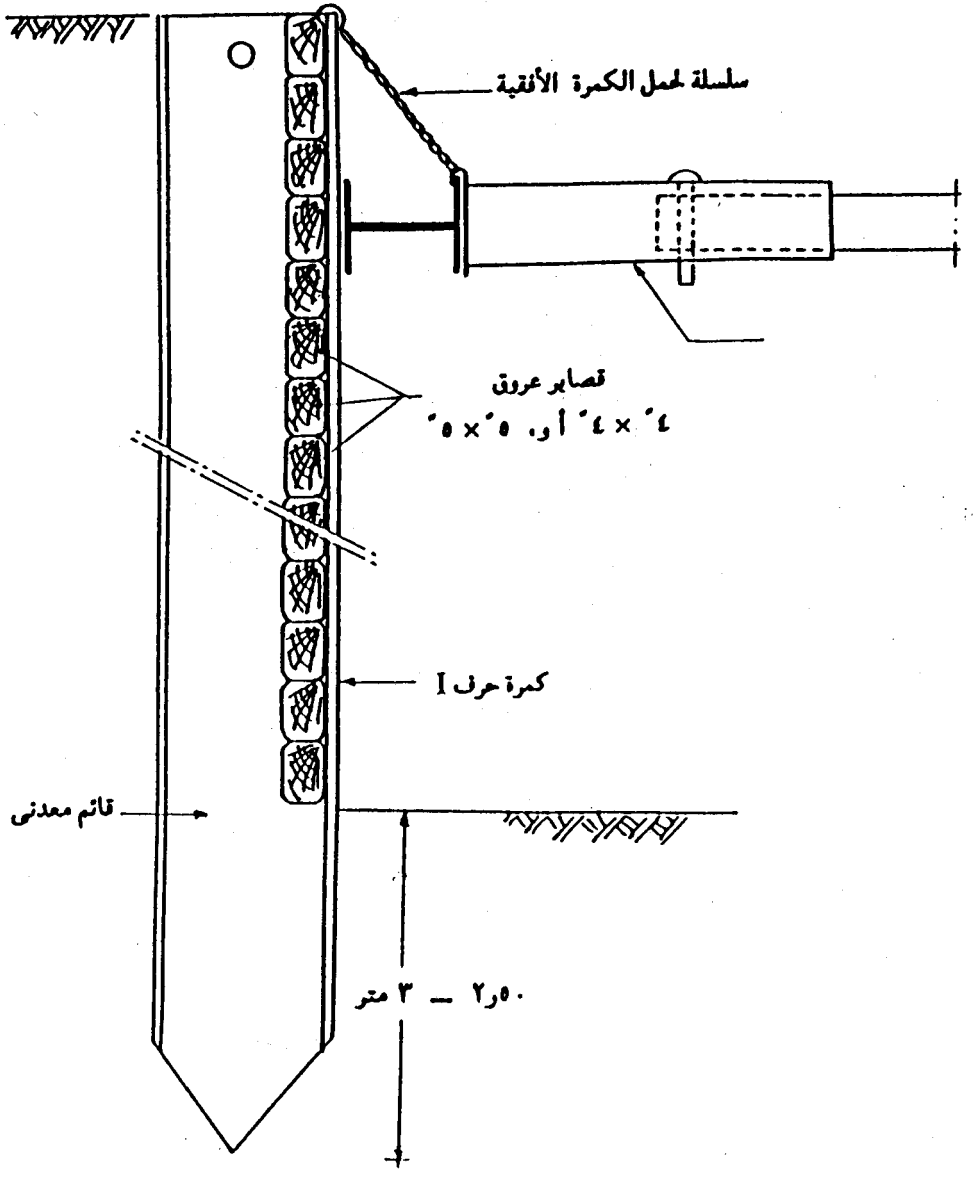


شكل رقم (٣-١٨) : استخدام الشدادات المختلفة للمشروعات

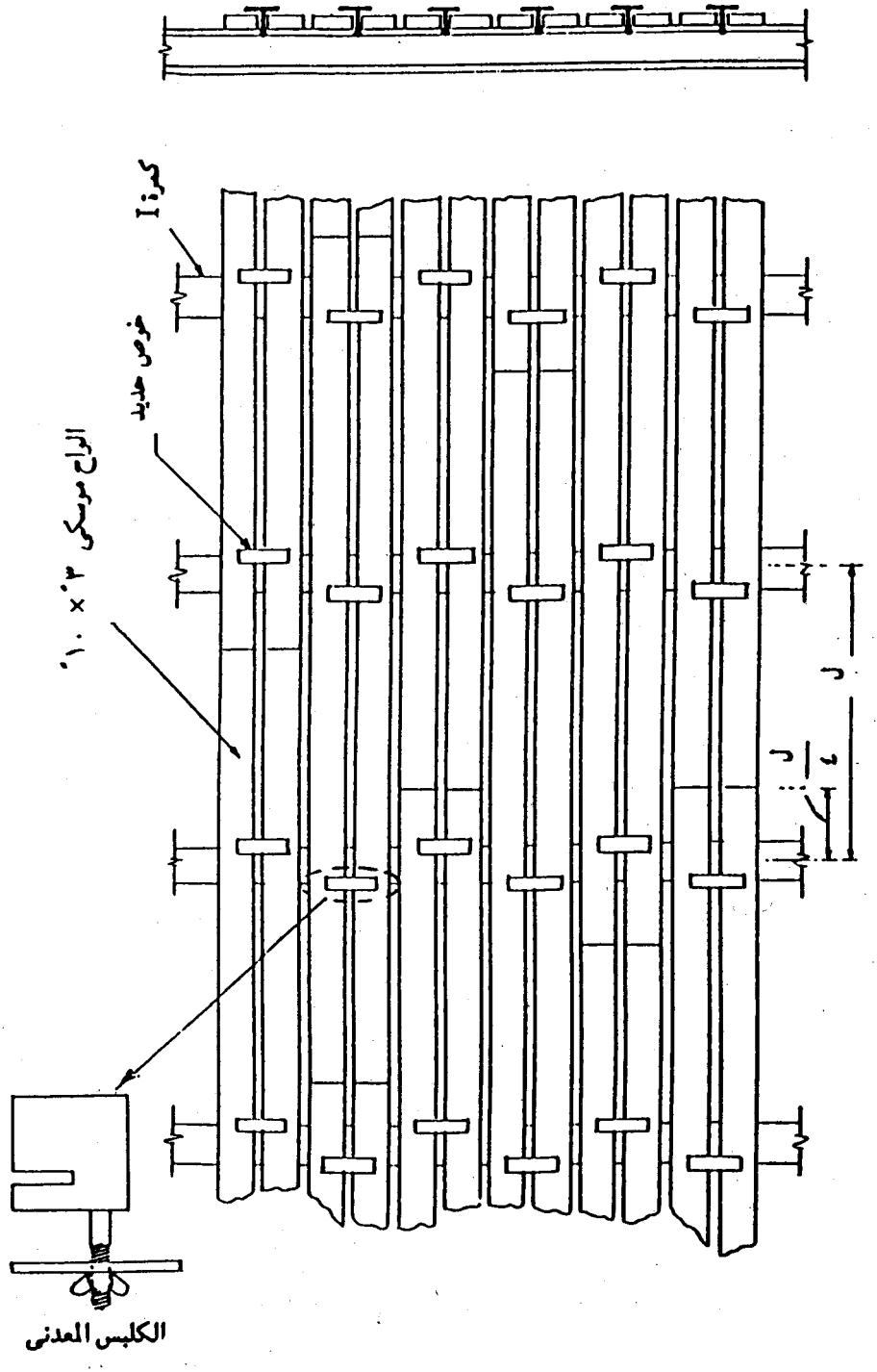
* يتم تنفيذ الشددات الخلفيه بنفس الطريقة السابق ذكرها فى الستائر المعدنية. شكل رقم (٣-١٩) .

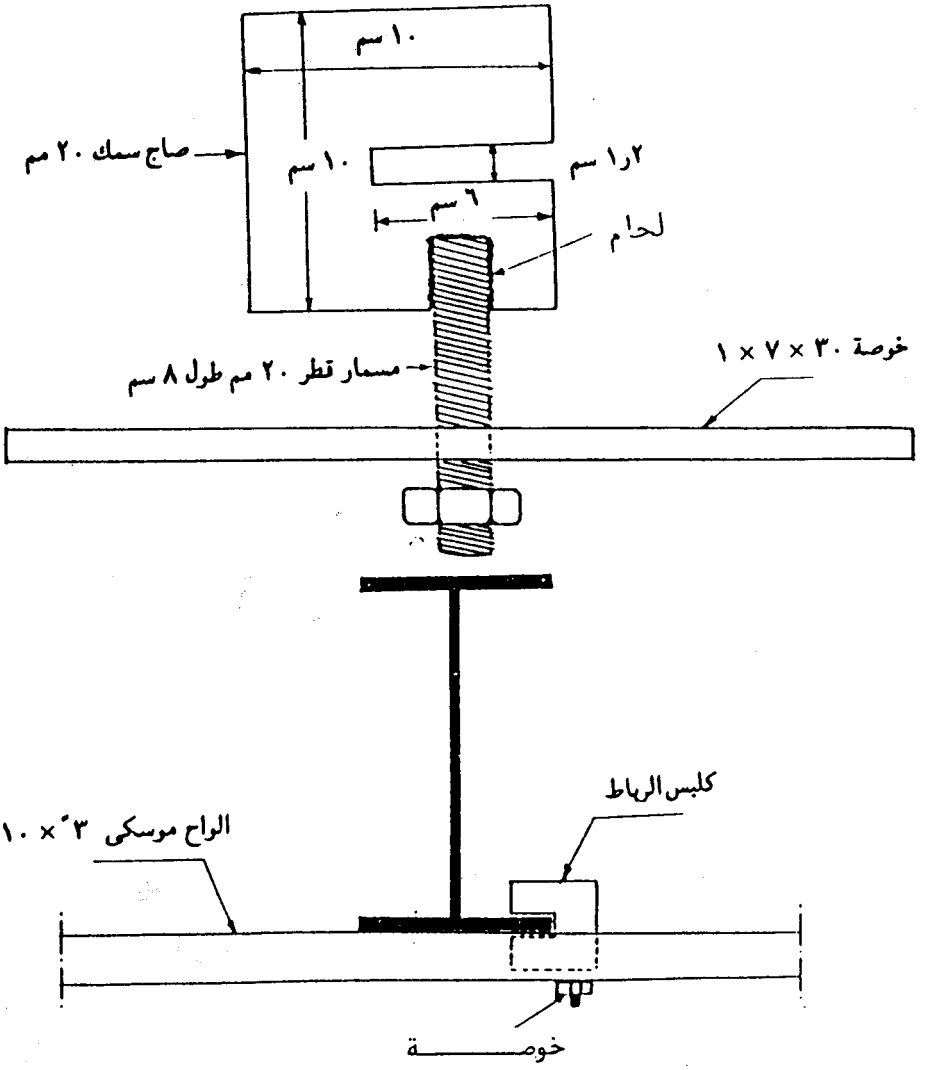
٣-١-٢-٣ - الشدات المترابطه :-

- يتم تحديد محور كل جانب من جوانب الحفر للبياره مع احتساب سمك خشب الشده.
- يتم دق كمرات قطاعI على كل محور وتتحدد المسافة بين كل كمره والتى يليها بواسطة التصميم وعادة ما تكون مابين ٥ر١ - -ر٢ متر .
- تتم أعمال الحفر بعد الانتهاء من دق جميع الكمرات .
- يتم تطبيق خشب موسكى قطاع (٣ً × ١٠ً ، ٣ً × ١١ً) مع رباط هذه الالواح بواسطه الكلبسات المثبته فى الكمرات الرأسية كما هو موضح بالشكل رقم (٣-٢٠) ، (٣-٢١) ، (٣-٢٢) .
- عند الوصول لمنسوب الصف الاول لكمرات الأفقية (walers) يتم وضع الكمرات الأفقيه وتربط بسلسله حتى تحتفظ بمنسوبها بدون تغير ، ثم يتم تثبيتها بواسطه الدكم أو بالشدادات الخلفيه السابق ذكرها فى الستائر المعدنيه مع الأخذ فى الأعتبار النقاط التالية :-
  - يجب تصميم جميع عناصر الشده لتحديد قطاعها والمسافات بينها .
  - يجب أن تكون وصلات الالواح مختلفه المواقع (Staggared) وعدم رباط الكلبسات بقوه كبيره .
- يجب فى حالة وجود فراغ بين الالواح الخشبيه وجوانب الحفر ملء هذا الفراغ بالأتربه .
- تستأنف أعمال الحفر وكلما زاد العمق يتم تطبيق الالواح الموسكى بالطريقه السابقه
- عند نهو الأعمال تفك الشده من أسفل الى أعلى مع متابعة الردم على كل جزء يتم فكه .

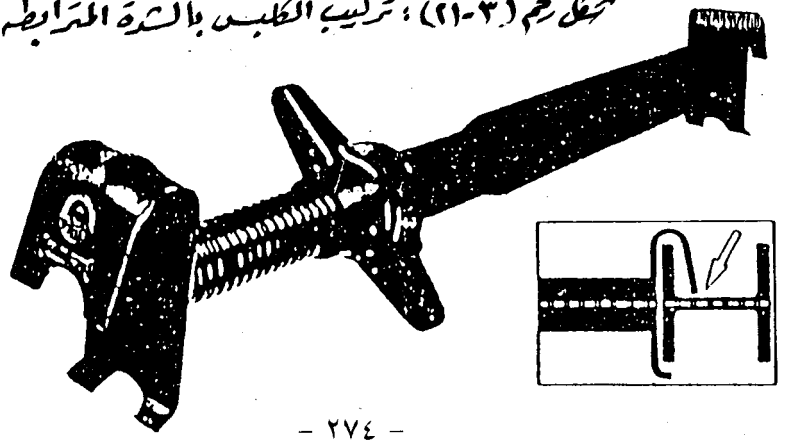


شكل رقم (٣-١٩) : قطاع فى إشادات المخلطة وتدكيمها


كمرة I
خوص حديد
ألواح موسكى ٣" x ١٠"
ل
ل/٤
الكلبس المعدنى



شكل رقم (٣-٢١) : تركيب الكلبس بالشدة المترابطة



٣-١-٢-٤- الحوائط اللوحية:

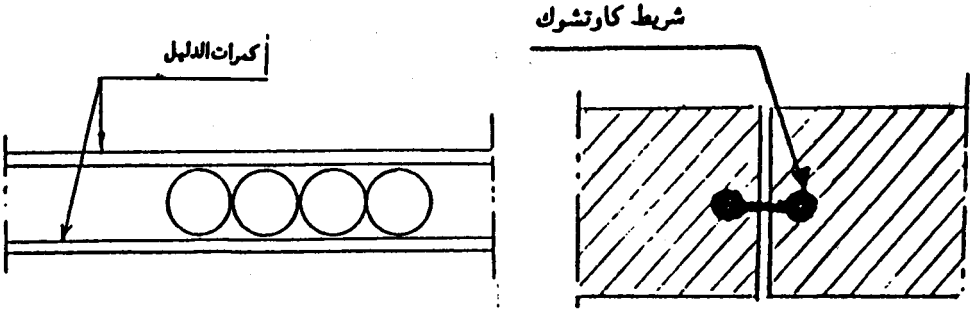
حوائط لوحية سابقه الصب pre cast Diaphram walls أو مصبوبه على بيتها site Cast in .

٣-١-٢-٤-١ طريقة تنفيذ الحوائط اللوحيه سابقه الصب:-

* يتم تحديد أبعاد البياره ومنها يحدد محور الحوائط .
* يتم صب كمرات مسلحة على جانبى المحور ، تعمل كدليل للحفار ثم تتم أعمال الحفر بين الدليلين بحيث تكون المسافه بينهما تساوى سمك الحائط الساند + ٥ سم خلوص وتستمر أعمال الحفر حتى نهاية المنسوب المطلوب .
* يتم دفع خليط من البتونايت الى التربه أثناء أعمال الحفر وذلك لعدم أنهيار جوانب الحفر .
* يتم تنزيل الحائط اللوحى داخل الحفر بعد الوصول الى المنسوب المطلوب ، مع وضع شريط كاوتشوك فى منتصف سمك الحائط اللوحى في الفراغ الدائرى الموجود بطول الحائط قبل تنزيله بداخل الحفر (فائده هذا الشريط هو الترابط بين الحوائط اللوحيه ومقاومه مياه الرشح شكل رقم (٣-٢٣) .

٣-١-٢-٤-٢ طريقة تنفيذ الحوائط اللوحيه المصبوبه على بيتها:-

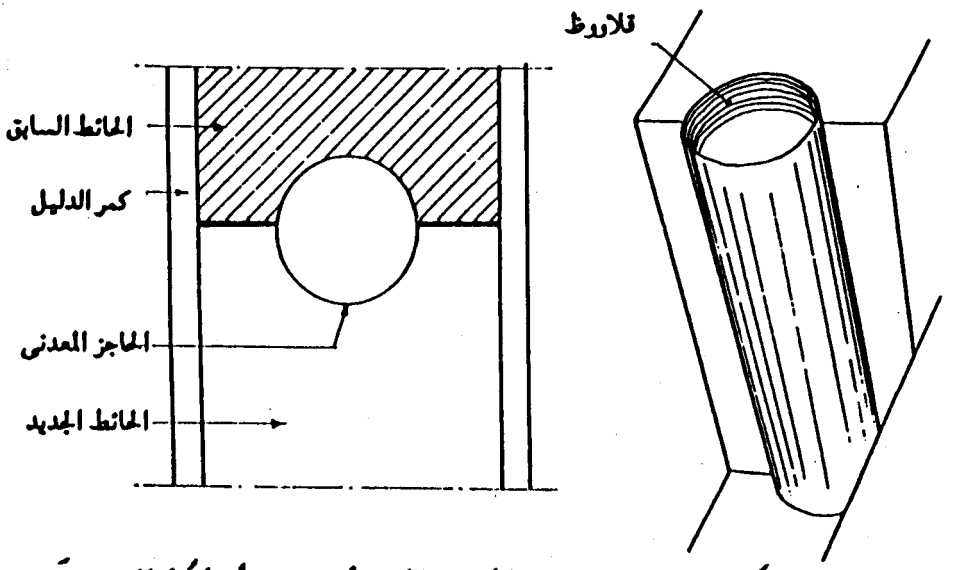
* يتطلب التنفيذ عمل حوائط ذات أبعاد معينه لا ستكمال العمل وذلك فى حالة تنفيذ حائط بعرض أصغر من الحائط اللوحى سابقه الصب أو بعمق أكبر مما يستلزم قطاعاً اكبر وتسليحاً مختلف .
* يتم تحديد محور الحائط وعمل الدليل على جانبى المحور شكل (٣-٢٤) .
* تتم أعمال الحفر مع دفع خليط البتونايت حتى نصل الى منسوب التأسيس .
* يتم تنزيل القفص الحديدى لتسليح الحائط بداخل الحفر شكل (٣-٢٥) .
* يتم صب الخرسانة داخل مزراب رأسى بعمق الحائط (يتكون من وصلات مواسير متصله مع بعضها وفى نهايتها قمع مخروطى) بحيث تكون نهاية مواسير



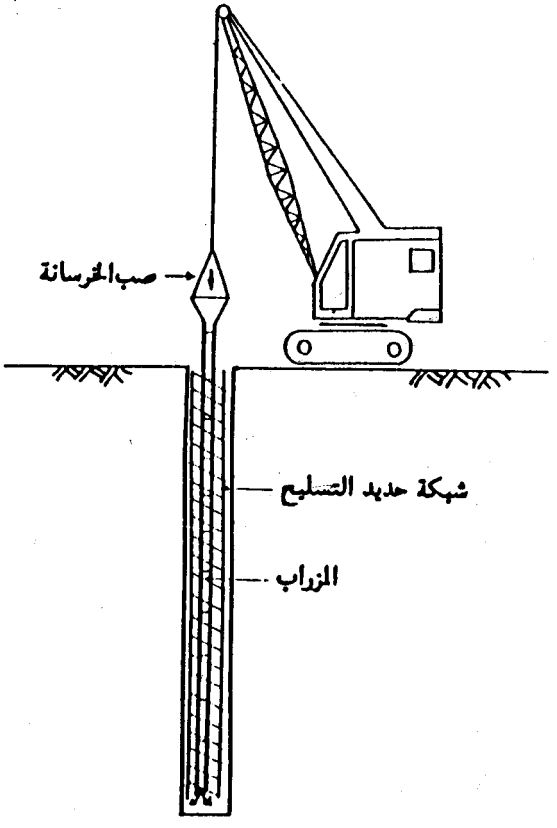
اتصال حوائط سابقة الصب

كمرات الدليل

شكل رقم (٣١-٢٣) :



شكل رقم (٣-٢٤) : الحاجز المعدنى لصب الحوائط اللوحية



شكل رقم (٣-٢٥) : صب الحوائط اللوحية

المزراب أعلى بمقدار ٥٠ سم من قاع الحفر ، بحيث يبدأ الصب ببطء فتملأ الخرسانه الحائط من أسفل حتى تغطى نهاية ماسورة المزراب ، ثم نبدأ فى رفع المزراب الى اعلى بالونش ببطء مع استمرار عملية الصب مع الأخذ فى الاعتبار عدم أرتفاع ماسوره المزراب عن عمق آخر سطح للخرسانه حتى لا تختلط الخرسانه بأى رواسب أو أتربه أو بنتونايت .

ويمكن فك أحدى الوصلات باستمرار الصب ويعاد تركيب القمع على المزراب وهكذا حتى يتم ملء الحائط تماماً بالخرسانه شكل (٣-٢٦) .

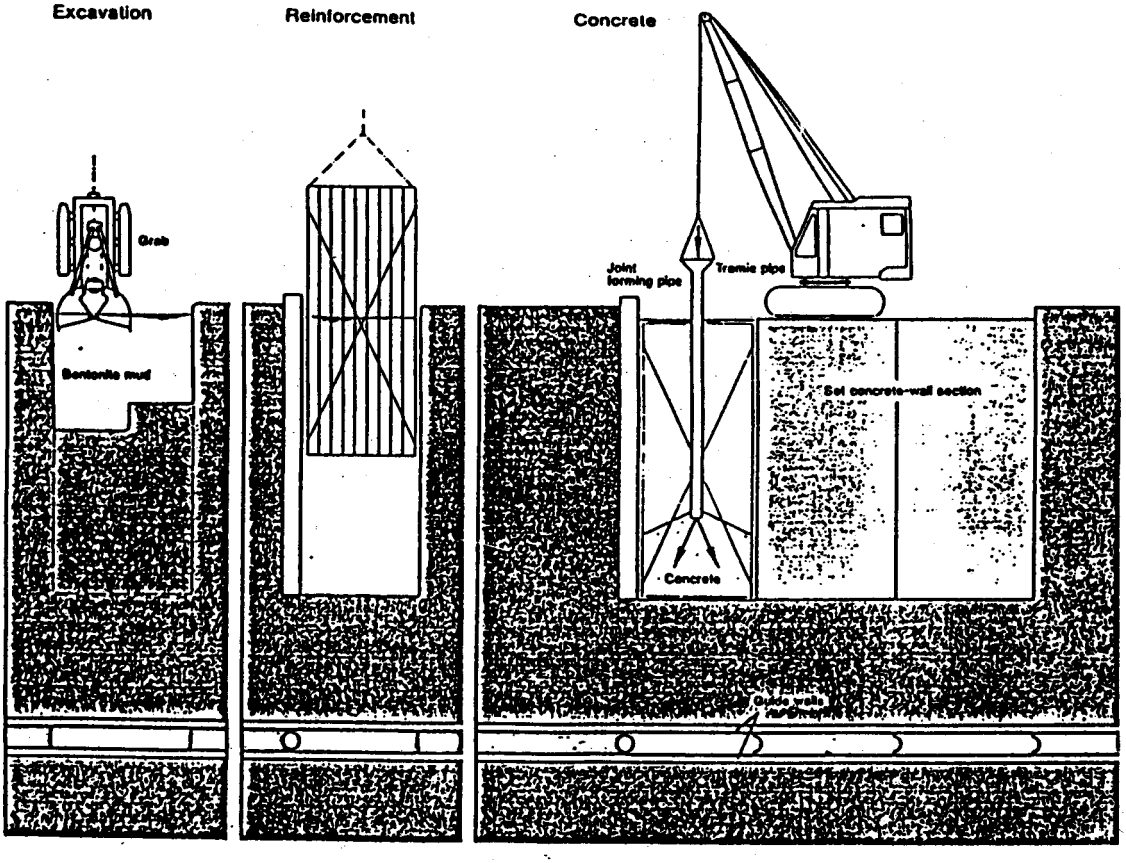
* يتم الحفر حتى الوصول إلى أول صف من الشدادات الخلفية ويتم تنفيذها بنفس الطريقة السابق ذكرها فى الستائر المعدنية .

٣-١-٢-٥- الحوائط الخازوقيه :

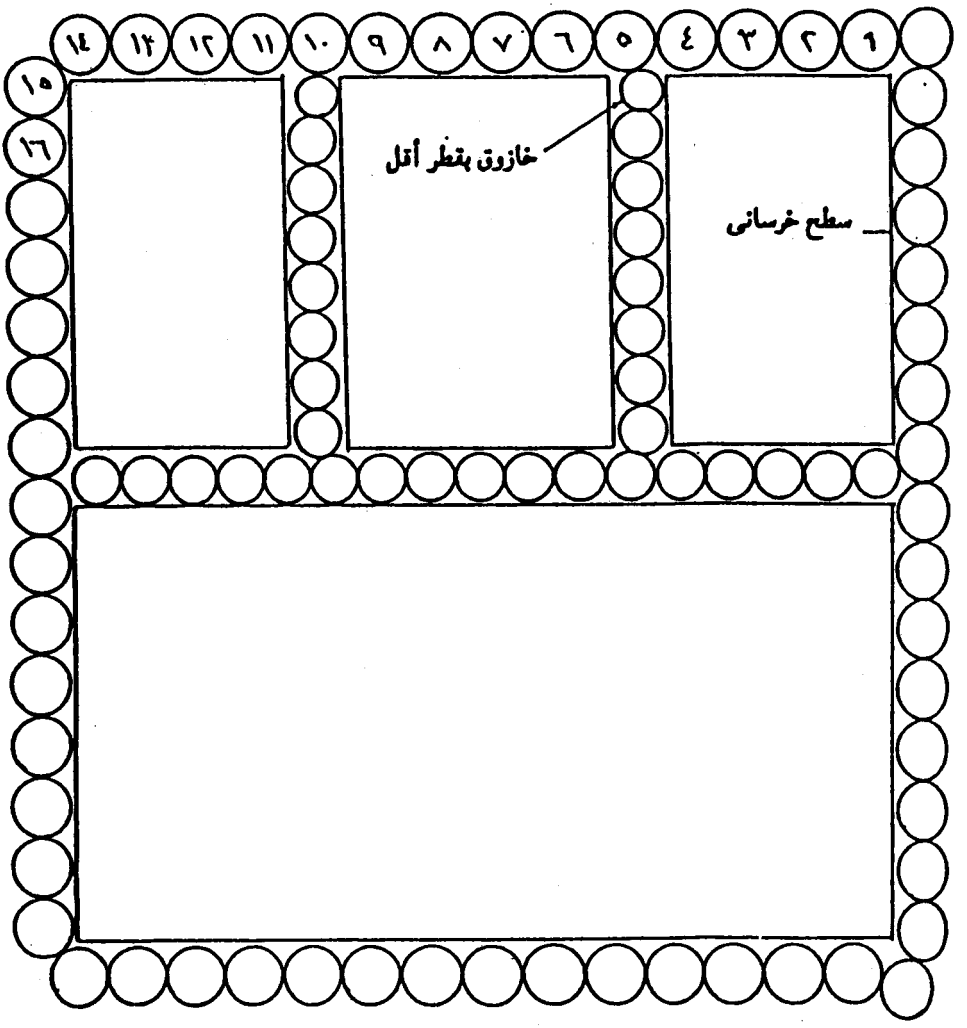
وهى عباره عن خوازيق رأسيه متجاوره لتكوين حائط ساند .

٣-١-٢-٥-١ طريقة التنفيذ:

* يتم تحديد محور البياره ثم يتم تنفيذ الكمرات المسلحه على جانبى المحور (الدليل) .
* يتم حفر الخازوق الأول مع دفع خليط البنتونايت الى التربه لحفظ جوانب الحفر من الانهيار .
* يتم تنزيل القفص الحديدى للخازوق ثم يتم صب الخرسانه بأستخدام المزراب حتى يكتمل الخازوق .
* يتم العمل في حفر الخازوق رقم (٤) ثم حفر الخازوق رقم (٧) وهكذا حتى نهاية العمل شكل (٣-٢٧).



شكل رقم (٣-٢٦) : خطوات تنفيذ الحوائط اللوحية



شكل رقم (٣١-٢٧) : مسقط أفقى لبيارة مجارى من الخوازيق المتجاورة

* نعيد العمل فى حفر الخازوق رقم (٣) ثم رقم (٦) ثم رقم (٩) وهكذا حتى نهاية العمل وأكتمال تنفيذ حدود البياره بالكامل .

* فى حالة الأعماق الكبيره يتم تصميم شدادات خلفيه لمقاومه ضغط التربه وبالتالى يقل قطاع الخازوق شكل (٣-٢٨) .

* يتم الحفر داخل البياره مع عمل نظام لنزح المياه الجوفيه ، وعند الوصول الى منسوب التأسيس يتم تنظيف جسم الخوازيق من الطين العالق بها وذلك عن طريق خرطوم مياه ضغط عالى أو بالرماله sand plast .

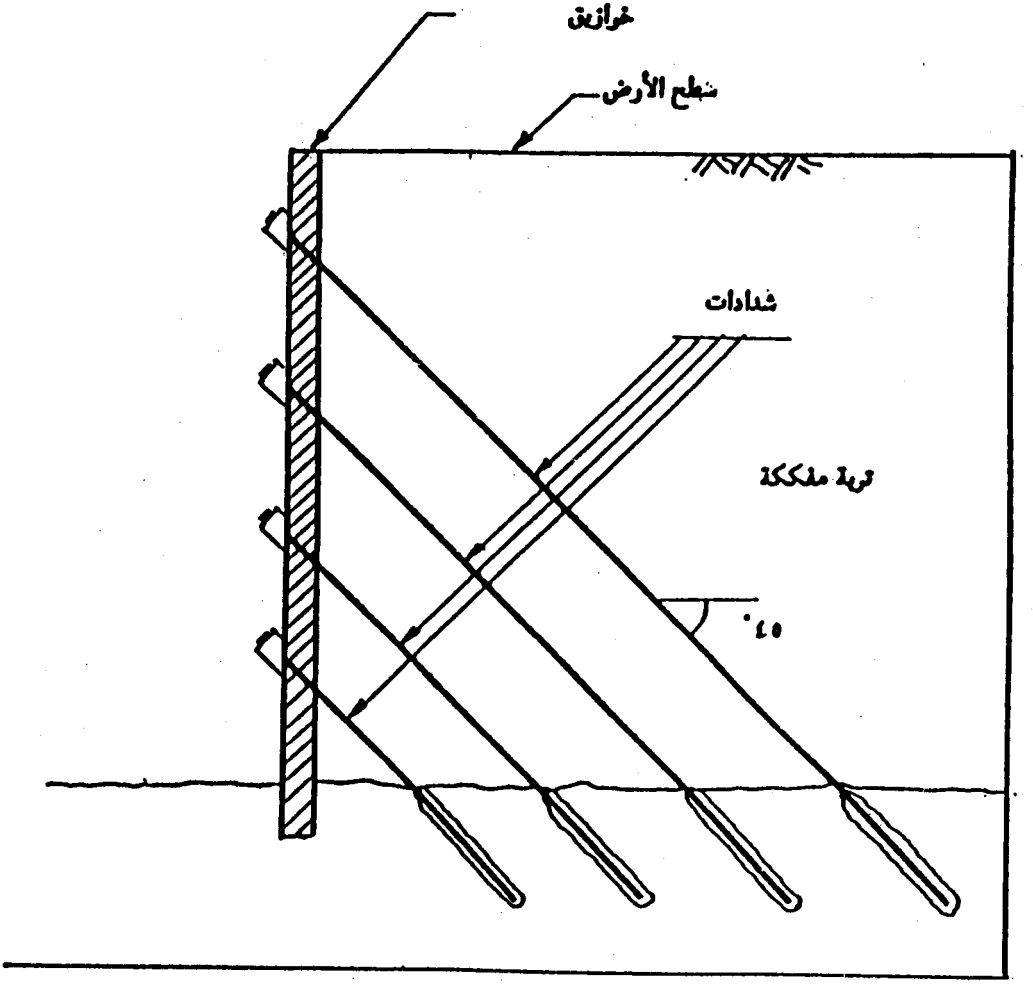
* يتم صب الخرسانة العادية للأرضية .

* يتم إزالة الغطاء الخرسانى من الخوازيق بسمك البلاطة المسلحة وكشف حديد التسليح .

* يتم لحام أشاير حديد التسليح على شكل زاوية بمعنى لحام فرع منها بأسياخ الخازوق والفرع الأخر داخل البلاطه حتى تحقق تماسك جيد بين البلاطه والخوازيق.

* يستكمل حديد التسليح بكامل البلاطه طبقاً للرسومات التنفيذيه ثم يتم صب البلاطة .

* يتم عمل شبكه حديد تسليح رأسية على سطح الخوازيق ثم عمل شدة نجاره رأسيه لحوائط البياره على سطح الخوازيق ويتم صب الخرسانة حتى يتم الأنتهاء من حوائط البياره .



شكل رقم (٣١-٢٨) : إسناد الحلقية مع حوائط خازوقية (منفذة)

٤- تنفيذ الاعمال الميكانيكية والكهربائية

٤-١ الطلمبات

- قبل البدء فى تركيب الطلمبات يجب أولا التأكد من سلامة الطلمبات بعد عملية الشحن والنقل إلى الموقع والأطمئنان إلى عدم وجود كسور أو شروخ بجسم الطلمبة أو أية أعطاب فى أى جزء فيها .
- يجب مطابقة البيانات المدونة على بطاقة البيانات للطلمبة بالبيانات والمواصفات الموجودة بالتعاقد .
- من الضرورى الحصول على المعلومات الكاملة عن التركيب الصحيح للطلمبة شاملا جميع التفصيلات الخاصة بالمواسير ومناسيب المياه المقابلة وظروف التشغيل القصوى والدنيا المقترحة من كتيب صانع الطلمبة - يجب تنفيذ قاعدة الطلمبة التى سيتم تركيبها عليها طبقاً لتعليمات الصانع وإذا تطلب الأمر عمل فرش (هيكل) من قطاعات الصلب فانه يجب العناية فى ضبط القياسات الخاصة به والمحافظة على درجة الاستواء والمنسوب الخاصة بالقاعدة الخرسانية التى سيركب عليها الهيكل الصلب .
- يجب إعطاء العناية الكافية لعملية ضبط المحاور (الأستقامة) Alignment لتقليل عملية الصيانة الدورية للجلندات ويمكن عن طريق إستخدام الوصلات المرنة Flexible Coupling تجنب الآثار المترتبة عن عدم الضبط Misalignment
- ويجب على أية حال إتباع تعليمات الصانع بدقة عند ضبط المحاور مع تجنب إستخدام كراسى المحور سريعة التآكل والأعطال .
- يجب ألا تعامل الطلمبة على أنها وسيلة لتثبيت المواسير ويجب العناية عند تركيب نظام المواسير والبلوف لمحطة الرفع التأكد من أنه لا يوجد إجهادات Strains تنتقل إلى فتحات الطلمبة (نتيجة عدم ضبط المحاور) والتى تتسبب فى حالة زيادتها فى تكتيف الطلمبة (قفشها) أو كسر الأجزاء المصنعة من المسبوكات .

- يجب مراعاة وضع الطلمبة (مستوى التركيب) بالنسبة لمنسوب مياه السحب وأن يكون هناك مواسير سحب مستقلة لكل طلمبة فى حالة المحطات متعددة الطلمبات.
- إذا كانت هناك ضرورة لتنفيذ خط سحب مشترك للطلمبات فانه يجب ملاحظة أن أقصى ميل هيدروليكى لمواسير السحب يحدث عند أقصى ظروف للتشغيل مع عدم النزول بالضغط فى ماسورة السحب المشتركة فى أى نقطة منها عن القيمة التى عندها تكون أى طلمبة فى وضع الاستعداد للتشغيل Standby تحت ضغط سحب أقل من الضغط الجوى مما يؤدى إلى تسربه خلال الجلندات الساكنة وتختنق الطلمبة تماماً بالهواء air locked وتصبح غير مناسبة للتشغيل عند الحاجة إليها حيث تحتاج فى هذه الحالة إلى إعادة تحضير .
- مراعاة عدم تجاوز النسبة المسموح بها لمساليب مواسير السحب .
- يجب مراعاة وضع مواسير السحب داخل البيارة والتأكد من مناسيبها طبقاً للتصميم حتى لا يؤدى عدم تغطية فوهة السحب بالمستوى الملائم الأدنى إلى تكوين فقاعات هواء مغلقة داخل الطلمبة ينتج عنها فقد التحضير أثناء دوران الطلمبة .
- يجب تجنب وجود ضغط سحب عالى على الطلمبة سواء بتغيير منسوب التركيب المحدد لها أو إستخدام مواسير ذات إحتكاك مرتفع القيمة أو وجود خنق على جانب السحب سواء نتيجة وجود إنسداد فى مدخل السحب أو محبس سكينة غير مفتوح تماماً حتى لا يؤدى ذلك إلى حدوث تكهف بالطلمبة مما يتسبب فى تأكل وبرى السطح المعدنى للطلمبة بفعل تكوين جيوب بخار داخل السائل تتراكم على الأسطح المصمتة للطلمبة .

٤-٢ المحركات الكهربائية :

من الضرورى قبل التركيب مراجعة المحركات والتأكد من عدم تعرضها للتلف نتيجة تخزينها بطريقة غير مناسبة لمدد طويلة .

- يجب ملاحظة عدم وجود مظاهر للصدأ بالمحرك قبل التركيب .
- يجب قياس مقاومة ملفات المحرك بالميجر للتأكد من عدم تأثرها بالرطوبة أثناء التخزين ويجب ألا تقل المقاومة عن ١ ميجا أوم وإذا قلت عن ذلك فيجب تجفيف الملفات تماماً وإعادة القياس .
- يجب التأكد من المقننات الخاصة بالمحرك والمدونة على لوحة البيانات ومطابقتها على مستندات التوريد .
- يجب التأكد من أن مكان التركيب للمحركات آمنة وليست معرضة للاشتعال أو المخاطر أو ظروف التآكل إلا إذا كانت المحركات مصممة للعمل فى هذه الظروف.
- يجب التأكد من إزالة أية أتربة أو ترسيبات على أجزاء المحركات قبل التركيب مع مراجعة نقاط الارتكاز والتوصيل وحلقات الانزلاق للتأكد من سلامتها وعدم تعرضها للتآكل أو الكسور .
- يجب الكشف على شحم الكراسى الخاصة بالمحركات (ماعدا الانواع المحكمة والمصممة للعمل على مدى العمر الافتراضى للمعده) والتأكد من صلاحيته أو تغييره إذا لزم الامر .
- يجب تركيب المحركات على قاعدة صلدة ومستويه لتجنب حدوث الاهتزازات وفى المعتاد فان القاعدة تتكون من فرش من قطاعات الصلب المحملة على عتبة خرسانية مسلحة ويجب مراعاة أن تكون مسامير الرباط متناسبة بعناية وأن يتم تجميع الفرش بحيث يكون السطح أفقى ومنضبط المحاور عند وضعه على العتبة الخرسانية ويتم التحبيش على الفرش بعد ضبط الأفقية والمحورية (الأستقامة).

- فى حالة ارتفاع تكلفة عمل الفرش الصلب فانه يمكن الاستعاضه عنها عن طريق تثبيت المحرك مباشرة بالقاعدة الخرسانية باستخدام حشوات (خابور) يتم إدخالها بالخرسانة تصنع عادة من الحديد الزهر ذات قمة ناعمة وبها ثقب طولى مسلوب ويكون جسمها ذو شقوق لضمان أحسن تثبيت (إرتباط) بالخرسانة . يتم ربط الحشوات بأرجل المحرك ويتم تحميل المحرك نفسه على القاعدة الخرسانية بغرض الضبط السليم وعند ضبط المحورية (الأستقامة) يتم التحبيش الدائم بالمونة الاسمنتية . وبعد أتمام الضبط النهائى والاستواء يتم تخريم ثقوب وتدية فى إتجاه معاكس لقدم المحرك وتريا وداخل حشوات القاعدة ويتم ادخال تيلة (بنوز) Pins وتدية وذلك لتسهيل أعمال إعادة التركيب التالية للمحرك على قاعدته .

- الضبط (الصف) البسيط أو ضبط الارتفاع أو تغيير المحرك يمكن الوصول اليها عن طريق استعمال لينات(Shim) تحت أرجل المحرك .

ويتم ايضاً استعمال أوتاد المعايرة (Dowelling) بعد اتمام التحبيش (ضبط الأستقامة) والضبط النهائى للمحرك فى حالة استخدام الفرش الصلب .

- المحركات الكبيرة ذات المحاور المحمولة على قاعدة تصنيع عادة تورد لها فرش ذو هيكل سفلى من الحديد الزهر لتحميله مباشرة على قواعد من الخرسانة المسلحة المعدة لذلك .

- المحركات ذات التحميل على الفلنشات أو المحركات الرأسية تركب عادة على هيكل سفلى . وتركب المحركات الرأسية عادة على تقفيصة (skirts) سابقة التجهيز وخاصة لادارة الطلمبات وتعتبر هى قاعدة المحركات (Motor Stool).

٤-٢-١- ضبط المحورية Alignment

- الضبط الدقيق هو مطلب أساسى اذا ما أريد تجنب أعطال الكراسى المحورية (bearings) والوصلات المرنة (Couplings) ويتم ضبط المحورية بين المحرك والطلمبة قبل ربط الوصلات .
- يجب أن تكون أوجه الوصلات متوازية وتراعى أية أبعاد للفواصل بين الاوجه طبقاً لتعليمات الصانع .
- يتم الضبط النهائى لمحورية الوصلات وتراجع باستعمال مقياس بالمؤشر .
- يتم إتصال المحركات ذات كراسى الارتكاز المزدوجة مع الطلمبة عن طريق وصلة مرنة فى المعتاد وليست الهدف منها عدم السماح بأى درجة من عدم المحورية ولكن لتقليل إنتقال حمل الصدمات (Shock Loadings) لكرسى الارتكاز .
- المحركات ذات كرسى الارتكاز المفرد تتصل بالطلمبة عن طريق إستخدام وصلة صلدة الاتصال Solidly bolted حيث لا يمكن إستخدام الوصلة المرنة نظراً لأن هذه المحركات غير مصممة لكى تتحمل الدفع السفلى downward thrust الناتج من وزن العضو الدوار للمحرك .
- يكتمل التركيب الميكانيكى للمحرك عندما يتم توصيل نصفى وصلة الاتصال ويلزم اجراء المزيد من الفحص قبل توصيل التيار ويجب التأكد من أن هواء التبريد للمحرك يمر دون عوائق (لا تعترضه أى عقبات) سواء من مداخل الهواء أو ممرات خروج العادم حيث ان الفراغ الغير كافى بين مداخل الهواء والحوائط المجاورة ينتج عنها حرارة زائدة .
- التأكد من أن الأغطية قد تم رفعها وأن أية أبواب يجب أن تظل مفتوحة أثناء تشغيل المحرك .

- يجب مراجعة جميع المهمات المساعدة للمحرك مثل ضواغط الهواء عداد سرعة اللفات والمبردات الخارجية والمرشحات (الفلاتر) ومجسات ذبذبة الكراسى أو درجات الحرارة لها ومهمات تدوير زيت الكرسى قد تم تثبيتها بإحكام .
- الكابلات والموصلات للقوى والتحكم للمحركات يجب أن يتم إختبار مقطعها بدقة طبقاً للتصميمات الموضوعة لها وأن يتم التأكد من جهد التشغيل لها ومطابقته لهذا التصميم .
- يجب الاهتمام بنهايات التوصيل للكابلات وتثبيتها بطريقة فعالة وإيجابية لضمان التوصيل الجيد للكهرباء .
- من الضرورى توصيل مسامير الأرض الخاصة بالمحركات بعناية حسب تعليمات الجهات المختصة واللوائح السائدة ومقترحات الصانع .
- يجب مراعاة قواعد الآمان ومنع الحريق وأخطار الانفجار .

٤-٢-٢- بدء التشغيل:

- بعد إتمام التركيب للمحركات والتوصيل الصحيح لكابلاتها فانه يلزم عمل فحص إضافى للتأكد من أن كراسى الارتكاز جيدة التشحيم وأن نظام التبريد يعمل بكفاءة وأن مداخل الهواء ومخارجه لا تعترضها أية عوائق ويتم توصيل التيار الى جميع مراوح التهوية التى قد تكون بها إدارة منفصلة للتأكد من انها تدور فى الاتجاه الصحيح .
- يجب التأكد من أن إتجاه دوران مروحة التبريد للمحرك فى الاتجاه الصحيح حسب التوصيف الموضح بدائرة التوصيل وبالنسبة لاتجاه الدوران للمحرك نفسه طبقاً للمبين بلوحة البيانات للمحرك أو على جسم المحرك .

- عقب اجراء الفحص الاولى للمحرك بعد التركيب وبعد تشغيل المحرك وتحميله فانه من الضرورى عمل الفحص اللازم للتأكد من معدل الأهتزاز ومراقبة ورصد قراءة مبينات القياس والسرعة .

٣-٤ لوحات التحكم للمحركات. MCC

- قبل البدء فى أعمال التركيب يجب مراجعة الرسومات الواردة من الصانع وكذلك رسومات العقد ومطابقتها .
- يجب أعطاء الانتباه للموقع الذى سيركب به اللوحة وعلاقتها بمجارى ومسارات الكابلات .
- يجب الآخذ بعناية التخطيط لدخول الكابلات المستقبلية قبل تركيب اللوحات .
- عندما تكون اللوحيات من النوع الذى يركب على الارض Floor mounted يجب إعطاء العناية لتوفير قاعدة مستوية دائماً .
- يجب الآخذ فى الاعتبار الارتفاع الكلى للوحة ومقارنته بأرتفاع المبنى الذى ستركب به وسراير الكابلات العلوية .
- من المهم مراعاة التهوية للوحات حيث أن ذلك يؤدى لآن تعمل اللوحات فى درجات حرارة منخفضة ويقلل تكثيف البخار بها .
- لإمكانية إجراء الصيانة الوقائية والدورية ولتسهيل الكشف على الاعطال الممكنة فأنه من الضرورى الأخذ فى الحساب إمكانية الوصول الى أجزاء اللوحة بحرية عند وضع المهمات .
- يراعى دائماً تركيب لوحات التحكم فى أماكن قليلة الأهتزازات ويتم تثبيتها رأسياً وبإحكام حتى لا تتأثر مكونات اللوحة ويجب إحكام ربط المسامير والصواميل ونهايات التوصيل قبل بدء تشغيل اللوحه - يجب قبل توصيل المحرك

بلوحة التحكم وبادىء الحركة التأكد من مناسبة سعاتها بعضها للبعض طبقاً للوحة البيانات الخاصة لكل منها .

- يجب ترقيم أطراف الكابلات (للقوى والتحكم) الموصلة والخارجة من لوحة التحكم طبقاً للأرقام المبينة بالرسم التفصيلى للوحات وذلك لتسهيل وضمان سلامة التوصيل .
- ويجب ابعاد تنفيذ مسارات الكابلات عن أى اجزاء أو أجسام ساخنة مثل شبك المسخنات ومجموعات المقاومات واذا لم يمكن تجنب ذلك فيجب إستخدام كابلات مقاومة للحرارة .
- يجب مراعاة عدم تجريح كابلات التوصيل بأية آلات حادة مثل المصنعات الحديدية أو المسامير .... ألخ
- يجب الالتزام عند مد الكابلات بالعدد المحدد طبقاً لرسومات التصميم وذلك لمنع الحرارة الزائدة والتى تؤثر على كفاءة الكابلات .
- يجب إعادة وضع علامات الترقيم والتحذير والامان والأغطية المختلفة بعد إتمام التركيب .
- يجب العناية بتأريض جميع أجزاء لوحة التحكم .
- قبل توصيل التيار إلى لوحة التحكم يجب أخذ الخطوات التالية :

* إجراء إختبار مقاومة العزل على جميع النهايات وقضبان التوزيع ويراعى عزل أو فصل أجهزة القياس والتحكم الحساس قبل توقيع الضغط العالى .
* تشغيل جميع النبائط المغناطيسية يدوياً للتأكد من أن جميع الاجزاء المتحركة تعمل بحرية .
* مراجعة أطراف الربط الكهربى للتأكد من سلامة التشغيل لها .

* فصل التوصيلات المؤقتة التى تتطلبها أعمال النقل للوحات (وأى تثبيتات) خاصة للكوبرى الموصل على محولات التيار.
* مراجعة مقننات المرحلات relays على الأحمال الفعلية للوحة التحكم طبقاً للوحة بيانات المحركات العاملة والموصلة على اللوحة.
* مراجعة أزمنة التشغيل للأجهزة الزمنية.
* تنظيف جميع الأجزاء الداخلية للوحة .
* إختبار عمل جميع دوائر التحكم والأمان (الحماية).

٤-٤ الكابلات:

- تعتمد طريقة تركيب الكابلات على المكان الذى ستمد به مع الآخذ فى الأعتبار أن أقصر مسار ليس هو الأكثر إقتصاداً وطبيعة التربة تؤثر بشكل مباشر من حيث كونها صخرية أو عذوانية.
- طرق تركيب كابلات المصدر mains cables هى :
* الدفن المباشر فى الأرض .
* السحب داخل فواريغ ducts (برانج)مدفونة بالارض .
* المد داخل مجارى مفتوحة Troughs
* التركيب فى الهواء على حوامل (كوابيل) وسراير الكابلات أو السلالم الصاعدة والنازلة .
- الدفن داخل الارض مباشرة يؤدى الى تكلفة عالية للحفرمع مراعاة أنه يجب دفن الكابلات على عمق كاف للتأكد من أنه لن يحدث عطب للكابل تحت الظروف المحيطة المعتادة ويجب ملاحظة ألا تحتوى التربة حول الكابل أى صخور ذات حواف حادة أو مواد أخرى مشابهة . ويجب أن توضع على الكابلات علامات مميزة لتمكين

من يقوم بأعمال حفر بالموقع مستقبلا معرفة مسار ووجود الكابلات وتفاديها قبل الوصول إليها .

- إذا ما تم مد مجموعة كابلات بجانب بعضها فى الترنشات فأنه يلزم مراعاة المسافات الكافية بينها لعدم التأثر فى كفاءتها فى حمل التيار (يرجع جدول المسافات بالملاحق الخاصة بالكود)

- يعاد ردم الترنشات بأسرع ما يمكن بعد مد الكابلات بها لتقليل أحتمالات الأعطاب .

- عند مرور الكابلات تحت الطرق التى تمر عليها المركبات الثقيلة فانة يفضل إمرارها فى فواريغ (برابخ) مع ترك ممرات لاضافة أية كابلات إضافية مستقبلاً دون الحاجة الى إعادة حفر الطريق .

- عند مد الكابلات داخل المجارى المفتوحة فانه يلزم التفكير من التأثير الممكن لاضافة المزيد من الكابلات مستقبلا حيث يؤثر ذلك عكسياً على قدرة تحميل الكابلات (كثافة التيار)

- الكابلات التى يتم تركيبها فى الهواء يجب تثبيتها على مسافات متقاربة بحيث لا يحدث إجهادات على الكابل (يرجع الى الملاحق الخاصة بالكود) - تعليمات (IEC) وعند إمرار الكابلات فوق سراير وسلالم التحميل فيجب مراعاة وضع هذه السراير والسلالم حيث انها تستعمل بواسطة الاشخاص العاملين بالموقع باعتبارها ممشى للوصول الى المناطق المحيطة بها مما يؤدى الى إعطاب الكابلات .

- لجميع طرق تركيب الكابلات فانه يجب عدم إحداث إنحناءات بنصف قطر الى حدود تقل عن تلك المبينة بالجداول الخاصة بذلك والمحددة بالمواصفات العالمية IEC أو القياسية المصرية .

ويفضل أن يكون نصف القطر أكبر قليلا من ذلك المحدد بهذه المواصفات .

- عند إمرار الكابلات عبر الحوائط والقواطيع فيجب إمرارها من خلال فتحات مبطنة بمادة مقاومة للحريق ويطبق ذلك عند الصعود بالكابلات أو النزول بها عبر أسقف الادوار المختلفة بالمبنى .

- يفضل استخدام الكابلات ذات الغلاف sheath الرصاص فى الاراضى المشبعة بالهيدروكربونات لمنع تسربها عبر عزل الكابلات ووصولها الى اللوحات الكهربائية مما يحدث حرائق بها .

- عند إمرار (سحب) الكابلات داخل فواريغ (برابخ) يراعى بالاضافة الى الحرارة المتولدة أن يكون هناك سهولة فى سحب الكابلات داخل البرابخ بدون احداث قوى زائدة (إجهادات ميكانيكية).

- المسافة بين صناديق السحب (draw boxes) وعدد الأكواع المستخدمة فى المسار تؤثر على الشد المطلوب لمد الكابلات ومن ثم يلزم مراعاة ذلك حيث يؤدى زيادة الاجهادات الى إعطاب عزل الكابلات . وتبين الملاحق الخاصة بالكود معاملات البرابخ طبقاً للمواصفات القياسية ومعاملات الكابلات بمقاساتها المختلفة .

٤-٥- المحولات :

- قبل البدء فى التركيب يجب مراجعة المحولات للتأكد من عدم وجود أى عطب أو كسر نتيجة للنقل ويراعى بالنسبة للمحولات المغمورة فى الزيت مراجعة مستوى الزيت وأى تسريب يكون قد حدث بها .
- يجب الفحص الدقيق للدهانات الخاصة بالمحول وملاحظة أية عيوب بها .
- يجب فحص أطراف التوصيل للمحولات وملاحظة وجود أية عيوب ميكانيكية بها .
- يجب فحص التوصيلات والملفات لملاحظة أية عيوب بالعزل الخاص بها .

- يجب إعطاء العناية الكافية لفحص الراتنج الخاص بالمحولات الجافة حيث أنه من السهل حدوث شروخ أو خدوش بها والتأكد من سلامتها قبل التركيب .
- بالنسبة للمحولات المغمورة فى الزيت يراعى وجود ممرات للزيت المتسرب وذلك لتجميع الزيوت المتسربة مع الأخذ فى الأعتبار إحتمال حدوث شروخ أو ثقوب مؤثرة فى الخزان الرئيسى للمحول .
- يحدد شكل وحجم ونوع الخامات المستخدمة فى إنشاء مأوى المحول المملوء بالزيت حسب معدل التخلص من الحرارة التى تنجم عن إشتعال النار فى الزيت الخاص بالمحول .
- يجب تركيب جميع أنواع المحولات الجافة داخل المبانى وبحيث تحاط بإطار معدنى متصل بالارضى (أو حائل شبكى معدنى).

٤-٦- لوحات التوزيع :

- قبل البدء فى التركيب يجب التأكد من وجود الرسومات والتعليمات الصادرة من الصانع لهذه اللوحات والتى تعطى إرشادات التركيب الخاصة بها .
- يجب التأكد من نظافة وجفاف الحجرة التى سيتم تركيب اللوحات بها والتخلص من أية مخلفات موجودة بها .
- يجب التأكد من إغلاق وتغطية أية خلايا غير مستخدمة فى لوحة التشغيل والتى قد تترك كإحتياطى .
- يجب المحافظة على نظافة وجفاف جميع العوازل الموجودة باللوحة وتغطيتها خلال أعمال التركيب .
- يجب مراعاة الطريقة الصحيحة أثناء المناولة والتعتيق وأن يتم التحميل من النقاط المحددة بواسطة الصانع . وذلك حتى لا تتعرض أية أجزاء باللوحة

للإجهادات أو التحميل المفاجىء الذى قد يؤدى الى حدوث إعطاب او أضرار جسيمة باللوحة او مكوناتها .

- يعتمد التركيب السليم للوحات التشغيل وضمان سلامة التشغيل بدرجة كبيرة على دقة تنفيذ القواعد الخاصة بهذه اللوحات .

- انسب طريقة لتنفيذ قواعد لوحات التوزيع هى قطاعات الصلب المشكلة على هيئة مجرى (channel) المدفونة فى الارضية أسفل هذه اللوحات والمزودة بمسامير (جوايط) صواميل ويجب مراعاة توازى هذه القطاعات واستوائها وبروزها قليلا عن منسوب الارضية المحيطة باللوحات .

- تركب لوحة التشغيل فوق القاعدة عن طريق التثبيت المباشر على الهيكل الصلب للقاعدة بعد ضبط منسوبها .

- يمكن استبدال الهيكل الصلب للقاعدة بجوايط توضع داخل حفر يتم تجهيزها أثناء صب أرضية حجرة اللوحات ويتم وضع الجوايط بها والتحبيش عليها ثم تركب اللوحات وتثبت بواسطة هذه الجوايط والصواميل المناسبة لها .

- إذا كانت اللوحات الكهربائية موردة على هيئة أجزاء يتم تجميعها بالموقع فانه يراعى البدء فى التركيب بالاجزاء الوسطى من اللوحة ثم تركب الإجناب على التوالى وذلك لضمان عدم تراكم الأخطاء التى لا يمكن ملاحظتها عند حدوث عدم توافق بين اجزاء اللوحة المختلفة .ويستخدم ماسورة مياه للتأكد من إستقامة أجزاء اللوحة أثناء التجميع مع مراعاة ترك مسامير الرباط بين الاجزاء غير محكمة الرباط الى حين الانتهاء من تجميع الاجزاء .

- بعد إتمام التركيب للوحة يتم مراجعة والتاكد من ان جميع مكونات اللوحة القابلة للسحب يمكن اخراجها بسهولة وكذلك فتح وغلق الابواب والاغطية للخلايا المكونة للوحة .

- يتم إدخال الاجهزة والمكونات التى تورد مفككة للحفاظ عليها اثناء النقل فى أماكنها المحددة ويتم توصيلها بعد الانتهاء من تركيب وتثبيت اللوحة .

- يراعى عند توصيل الكابلات من والى اللوحة تجنب وجود انحناءات شديدة او عصر بالكابل وتركب نهايات الكابلات بما لا يسمح بوجود اجهادات أو شدا زائد على أطراف الكابل بعد توصيلها وتراعى الاقطار الدنيا للالتواءات لهذه الكابلات طبقاً للقياسات المحددة لها بالمواصفات القياسية .

- يراعى أن يتم توصيل الارضى الخاص باللوحة الى جميع الاجزاء المعدنية باللوحات وأغلفة أجهزة القياس والتحكم ونقاط الارضى للمفاتيح وذلك عن طريق الرباط او البرشمة ولا يسمح باللحام إطلاقاً ويجب أن يكون سلك الارضى مستمراً ويثبت بإحكام الى الارضى الرئيسى عن طريق الرباط او البرشام ايضاً .

٥- الاختبارات: .

تخضع جميع المواد والمهمات والخردوات الداخلة فى إنشاء محطات الرفع للإختبارات اللازمة لتأكيد مدى صلاحيتها للإستخدام فى الأغراض المطلوبة لها.

وتنقسم هذه الإختبارات الى قسمين أحدهما يجرى داخل مواقع إنتاجها والآخر يجرى فى مواقع التنفيذ.

وفيما يلى توضيح لأنواع المواد والمهمات والخردوات المراد أختبارها داخل مواقع الأنتاج وداخل مواقع التنفيذ .

٥-١ المواد:

وتشمل الرمل (الركام الصغير) - الزلط (الركام الكبير) - الأسمنت - مياه الخلط - المواسير وملحقاتها - الجير - الجبس - المواد العازلة - كسر الحجارة (الدقشوم) - البلاط - الرخام - الجرانيت - مواد الطلاء -الكيماويات - ألواح الأسبستوس - الأخشاب والغراء - الزجاج - الكريتال - قطاعات الألومنيوم - مواد اللحام - المسامير وملحقاتها. الشبك الممدد والأسلاك - فواصل الأنشاء والتمدد - السيراميك والقيشانى - منتجات المطاط - أرضيات الفينيل - الفلين - الرقائق والألواح المعدنية وغير المعدنية - قطاعات الصلب - الخراطيم - مواد الرصف - المنتجات المعدنية وسبائكها.

٥-٢ الملحقات المعمارية (الخردوات)

وتشمل المفصلات - الكوالين - الأكر - المقابض - الترابيس والشناكل - السباليونات - الحنفيات والمحابس.

ولكى يتم الإختبارات للمواد والخردوات داخل المصنع أو فى أماكن إستخراجها فإنه يقوم المالك أو من يمثله بمراقبة التصنيع إذا ما كان ضروريا سواء كان ذلك بالورش التابعة للمقاول أو المصنع أو المحاجر التى يحصل منها المقاول على تلك الخردوات والمواد وعلى ذلك يحق له الدخول والبقاء فى هذه الأماكن أثناء صناعتها أو إستخراجها.

٥-٣ المهمات:

المحركات والطلمبات والمولدات - الكابلات - لوحات التوزيع والتحكم - الصمامات (المحابس) - الأوناش - أجهزة القياس والأنذار - البوابات - المحولات - السيور الناقلة - المصافى- أجهزة الوقاية - العدد - أجهزة التحكم والتشغيل - آلات الورش - أجهزة مقاومة الحريق.

تجرى هذه الإختبارات على نفقة المقاول للتحقق من صناعة كل جزء من هذه المهمات طبقا للمواصفات القياسية المصرية للمهمات المصنعة داخل مصر وطبقا للشروط والمواصفات الواردة بالعقد وبالنسبة للمهمات التى يتم أستيرادها من الخارج فيقوم مهندس المالك أو من يمثله بالتواجد فى أماكن تصنيعها لقيامه بالتفتيش الدقيق عليها وعلى المقاول إخطار المالك بإسماء المصانع والورش والموردين التى سيحصل منها على هذه المهمات قبل البدء فى أى عمل من الأعمال الموكلة إليه. ويجب أن يقوم المقاول بتقديم شهادات من لجنة التفتيش المعتمدة للمهمات المستوردة من الخارج ولا يسمح بشحن أى مهمات أو معدات دون التفتيش عليها من ممثلى المالك .

وعلى المقاول أن يزود المالك بصورة من الرسومات والمواصفات المعتمدة لهذا الغرض ويكون للمالك سلطة الإختبارات لهذه المعدات والمهمات التى سيقوم المقاول

بتوريدها طبقا لشروط العقد وللمالك الحق فى رفض المهمات غير المطابقة للمواصفات وعليه إعتماد العينات التى قام بالتفتيش عليها ووضع علامة مميزة للدلالة على إجتيازها الإختبار بنجاح والتى سوف يتم التوريد على أساسها للموقع .

٥-٣-١ إختبار المهمات بمواقع الانتاج Tests at Works

- يتم إجراء هذه الإختبارات على جميع المهمات التى يتم التعاقد على توريدها قبل نقلها من مصانع المقاول أو المنتج.
- يجب تركيب المهمات المختلفة وتشغيلها لتطابق(إلى أقرب حد ممكن) ظروف التشغيل الحقيقية لها بموقع العمل.
- يجب إختبار المهمات الميكانيكية التى تدار بمحركات كهربائية على نفس المحركات الخاصة بها إلا إذا كان جهد التشغيل لهذه المحركات غير متوفر بمصانع الإنتاج أو معامل الأختبار الخاصة بالمقاول وفى هذه الحالة يمكن إجراء الإختبارات على المحركات النمطية والمعايرة المتوفرة لمثل هذه الإختبارات مع مراعاة حساب القدرات المستهلكة الحقيقية للتأكد من إمكانية عمل المهمات فى حالة إدارتها بالمحركات الخاصة بها بموقع العمل بنفس الكفاءة والدقة.
- يطبق البند السابق فى حالة أجهزة القياس المختلفة والتى يجب إستخدامها فى حساب القياسات الخاصة بالمهمات الميكانيكية التى يتم توريدها لنفس العملية ما أمكن ذلك.
- يجب إستخدام أجهزة قياس معايرة فى إجراء الإختبارات بموقع الإنتاج والتأكد من الشهادات الدالة على ذلك من الجهات المعتمدة فى بلد الصنع مع الأخذ فى الأعتبار السماح أو التجاوز فى القراءات الخاصة بهذه الأجهزة طبقالدرجة الدقة المقننة لها وبيانات السماح المثبتة عليها بمعرفة المنتج نفسه.

٥-٣-١-١- إختبارات الضغط الهيدروليكى Pressure Hyraulic Tests

جميع المسبوكات والبلوف والمواسير والقطع الخاصة وأى أجزاء أخرى فى المعدات معرضة للضغط يجب إختبارها على ضغط مساو لضعف الضغط الأقصى المصممة للعمل عليه.

٥-٣-١-٢-إختبارات المواد والأجهزة Tests of Matrials and Apparatuses

جميع المواد المستخدمة فى الصناعة وأية أجهزة لازمة للمهمات يجب إجراء الإختبارات عليها طبقا للمواصفات القياسية لبلد الإنتاج أو المواصفات العالمية ISO وإعطاء شهادات معتمدة بذلك من الجهات المتخصصة .

٥-٣-١-٢-١- المصافى الميكانيكية :

أ- مراجعة مستندات التنفيذ وأعتمادها .

ب- المصنعات الصلب .

- مراجعة شهادات المواد المصنعة .
- فحص اللحامات بصرياً ومراجعة أبعادها .
- فحص ١٠٪ من اللحامات LP/MT
- فحص معالجة الأسطح ضد المؤثرات الخارجية .

جـ- الأجزاء المجمعه Ass. parts(المواد والمكونات)

- الفحص البصرى للأجزاء المجمعة ومراجعة أبعادها
- إختبار كهربى وميكانيكى (محاولة تركيب بالورشة)

د- المحرك الكهربى وصندوق التروس

- مراجعة شهادة المطابقة.
- فحص الأبعاد والدهانات
- إختبار دوران

هـ- قبل الشحن

- عمل فحص بصري نهائى ومراجعة علامات الترقيم والتأكد من سلامة التحبيش على المهمّات .
- مراجعة ملف الشهادات Final dossier

٥-٣-١-٢-٢- البوابات

أ- مراجعة مستندات التنفيذ

ب- مراجعة المواد (للبوابة / الإطار / العامود / الجلسة)

جـ- التركيب

- فحص اللحامات بصرياً ومراجعة أبعادها .
- فحص LP/MT لـ ١٠٪ من اللحامات.
- فحص بصرى وأبعاد.
- فحص معالجة الأسطح.

د- الأجزاء المجمعة .

- فحص الأجزاء المجمعة بصرياً ومراجعة أبعادها .
- التحقق من الأداء

هـ- قبل الشحن

- عمل فحص بصرى نهائى لمراجعة علامات الترقيم والتأكد من سلامة التحبيش على المهمات .
- مراجعة ملف الشهادات .

٥-٣-١-٢-٣ الإختبار للمحركات الكهربائية

يتم التفتيش على المحركات للبيانات والخواص التالية :

- التنفيذ
- المصنعية والتشطيب.
- الأبعاد الرئيسية.
- قياس الفجوة الهوائية.
- الدهانات.
- سلامة المستندات.

وتراجع هذه البيانات Particulars على المواصفات والرسومات والعطاء المقبول والكودات والمواصفات القياسية.

وتجرى على المحركات الإختبارات الروتينية المتضمنة الآتى :

- قياسات المقاومة الباردة للملفات.
- قياس مقاومة العزل البارد (إختبار الميجر).
- قياس مقاومة المجسات Detectors الباردة (إن وجدت)
- تحديد جهد العضو الدوار عند الدائرة المفتوحة.

- خواص اللاحمل.
- خواص الدائرة المغلقة.
- إختبار الضغط العالى (Dielectric test).

ويجرى إختبار الضغط العالى على الضغط المحدد بالمواصفات القياسية لكل من العضو الثابت والدوار.

وتجرى على المحركات إختبارات الأداء المتضمنه الآتى:

- إختبار الإدارة الساخنة.
- خواص الحمل والكفاءة.
- إختبار الحمل الزائد Over Current .
- خواص بدء الحركة وبعزم Beak down torque
- إختبار مقاومة العزل الدافئ warm (بالميجر)
- إختبار النبضة للجهد على ملفات العضو الثابت.
- مراجعة التأثير (التداخل) على الراديو.
- مراجعة الإهتزازات (التذبذبات) ومستوى الضوضاء.
- تحديد مقاومة المحرك.
- تحديد GD
- الإختبار الميكانيكى.

يتمكن المحرك من التحمل الزائد لمدة ١٥ ثانية على الأقل بدون تغير مفاجئ فى السرعة (أى تحت زيادة فى العزم مضمونة) عزم أقصى على الأقل ٦٠٪ زيادة عن ذلك والمقابل للحمل الكامل المقنن.

وتجرى على بادئ الحركة للعضو الدوارRotor starter التفتيش والإختبارات التالية بالمصنع :

- نفس مفردات التفتيش والخواص كما ذكرت فى المحركات.
- تعرض جميع باد ءات الحركة لإختبار أداء وإختبار الضغط العالى.

٥-٣-١-٢-٤- الإختبارات على لوحات التوزيع الكهربائية (المجمعة)

يتم التفتيش على الآتى :

- الرضا عن المصنعية والتجميع.
- مراجعة الأبعاد.
- الدهانات.
- مراجعة التوصيلات والأسلاك (الوصلات)
- سلامة المستندات.
- ويتم مراجعة هذه المفردات على المواصفات والرسومات والعرض المقبول ورسومات التصنيع workshop drawings والكودات والمواصفات القياسية.

وتجرى التجارب على اللوحات للآتى :

- إختبار الضغط العالى.
- سلامة الأداء للآتى :

التشغيل - التحكم ودوائر الحماية.

٥-٣-١-٢-٥- وحدات التوليد

أ- تفتيش أولى .Preliminary Insp

- مراجعة شهادة إختبار المحرك.

- مراجعة شهادة إختبار المولد.
- " " " أجهزة التحكم الكهربية.

ب- إختبار المحاولة للمجموعة

- فحص بصرى وأبعاد
- إختبار التحمل Load test
- إختبار التحميل الزائد over - load
- إختبار تنظيم السرعة.
- إختبار تنظيم الفولتية.
- التفتيش على بارمترات الأداء Functional Paramets
- فحص بدء الحركة المكبل ومراجعة المكونات.
- التفتيش على سلامة الأداء للوحة التحكم الكهربية.

جـ- قبل الشحن :-

- عمل فحص بصرى نهائى ومراجعة علامات الترقيم والتأكد من سلامة التحبيش على المهمات .
- مراجعة ملف الشهادات .

٥-٣-١-٣- الطلمبات المغمورة Submerged Pumps

- مراجعة شهادات الاختبارات الروتينية.
- إختبارات الأداء Type test

(التصرف - الرفع - سرعة الدوران - تحليل القدرة للمحرك - الكفاءة - الدياجرام الوظيفى - التذبذب - المواد - الدهانات ومعالجة الأسطح).

- فحص بصرى وأبعاد .
- فحص لوحة البيانات.
- فحص المستندات والتحبيش.

٥-٣-٢-إختبارات المهمات بمواقع التنفيذ Tests at site

٥-٣-٢-١-إختبار المهمات الميكانيكية :

تجرى تجارب الأختبارات بالموقع لجميع المهمات الميكانيكية والكهربائية المركبة بمحطة الرفع للتأكد من صلاحية المعدات والمهمات الموردة من تأدية وظيفتها وذلك عن طريق أختبارات الموقع الموضحة فيما بعد.

٥-٣-٢-٢-المحركات الكهربائية :

تجرى على المحركات بالموقع إختبارات التحمل Reliability test وذلك بادارة المحرك على الحمل الكامل لمدة ١٠ أيام ولا يسمح بأى تغييرات أو ضبط خلال الاختبار .

ويجب أن يدور المحرك بحريه دون وجود اهتزازات وأن تبقى درجات الحراره فى كل جزء من المحرك فى الحدود المسموح بها طبقاً للتصميم الاصلى للمحرك .

٥-٣-٢-٣ لوحات التوزيع الكهربية :

يتم إجراء الاختبارات الاتيه بعد تركيب اللوحات بالموقع .

- التفتيش على سلامة التوصيلات الخارجيه Interconnecting
- إختبار الضغط العالى
- التأكد من سلامة الأداء طبقاً لقائمة المراجعة Check list المبينة بالبند ٥-٣-٢-٦-١ .

٥-٣-٢-٤ الكابلات الكهربائية :

بعد تركيب ومد الكابلات تجرى الاختبارات الأتية :

- إختبار العزل بالميجر باستخدام جهد ٥٠٠ فولت وذلك للتأكيد على الاتى :

أ - استمرارية الموصل على كامل الطول .

ب - بداية ونهاية الموصلات تكون طبقاً للرسومات المعتمدة .

جـ - عدم وجود قصر بين أى من موصلات الأوجه داخل نفس الكابل أو بين موصلات الكابلات المتجاورة داخل نفس أنبوب (أو فاروغة) الكابلات .

د - قيمة المقاومة المقاسة للعزل بين كل موصل والأرضى أو بين الموصلات وبعضها داخل نفس الدائرة تكون تقريباً مالا نهاية .

هـ - ترتيب الاوجه عند التوصيل الى المحركات تكون طبقاً للأوضاع التى تضمن إتجاه الدوران الصحيح .

٥-٣-٢-٥- الطلمبات :

يجرى على الطلمبات بعد تمام تركيبها والتأكد من سلامة التركيب طبقاً لشروط التنفيذ إختبارات التشغيل الاتية لمدة لا تقل عن ٢٤ ساعة تشغيل مستمر .

٥-٣-٢-٥-١- بالنسبة للطلمبات المركبة بالبئر الجاف .

فى نهاية مدة التشغيل المبينة يجب التأكد من ان الطلمبات قد اجتازت الاختبار بصورة مرضية دون حدوث أية مشاكل مع قياس البارامترات الاتية ومقارنتها بالارقام المثبته بجداول الضمان لهذه الطلمبات :

- القدرة المستهلكة عند نقاط التشغيل المختلفه على مدى التشغيل المعتمد .
- عدم وجود أى تأكل بريشه او عامود الطلمبة .
- عدم وجود أى اهتزازات او أصوات غير عادية عند أى من نقاط التشغيل شامله نقطه القفل للطلمبة .
- قياس درجة حرارة كراسى المحاور للطلمبه وأعمدة التوصيل ومطابقتها على الأرقام القياسية الموضحة بكتالوج المورد والبيانات الفنيه المعتمدة للطلمبات .

ويتم استخدام اجهزة القياس المناسبة لتسجيل هذه القراءات ويراعى الا تزيد إزاحه الاهتزازات (قمه الى قمه) عند قياسها على أى نقطة من المعده عن ١٠ ر٠ مم.

٥-٣-٢-٥-٢ بالنسبه للطلمبات الغاطسة: submersible pumps

تجرى على هذا النوع من الطلمبات إختبار التشغيل مرتين الاولى فى الهواء (بدون غمرها فى الماء) والثانى فى حالة الغمر، وفى الحالة الاولى فان مستوى المياه بالبياره يجب أن تحتفظ به دون مستوى محرك الطلمبه، وفى الثانية يكون منسوب المياه بحيث يغمر المحرك بالكامل طوال فترة التشغيل .

ويتم قياس البارامترات الاتية ومقارنتها بأرقام الضمان للطلمبات طبقاً للتعاقد .

- الزيادة فى درجة حرارة المحرك .
- القدرة الكهربائية الداخلة للطلمبة والمقاسة على لوحة التشغيل .
- الكشف على كراسى المحور وحاكم التسرب الميكانيكى والتاكد من عدم وجود أى تأكل أو برى بها .
- عدم وجود اهتزازات أو أصوات غير طبيعية طوال فترة التشغيل وعلى مدى التشغيل للطلمبه بما فيها نقطة القفل واستخدام الأجهزة اللازمة لتسجيلها .

٥-٣-٢-٥-٣ الطلمبات الحلزونية Screw Pumps

بعد التركيب وضبط المحاور وعمل التبطين لمجرى السحب والتشغيل للطلمبة Screeding يتم اجراء نفس الاختبارات التى تجرى على الطلمبات الرأسية المركبة بالبئر الجاف وتسجل القراءات ويتم عمل المقارنة بينها وبين ارقام الضمان المعتمدة لهذه الطلمبات .

٥-٣-٢-٥-٤ المصافى الميكانيكية Mechanical Screens

بعد تركيب وضبط المصافى طبقاً لشروط التنفيذ تجرى الاختبارات بالموقع لتوضيح أن المصفاه بالكامل كنظام ميكانيكى بما فيه وسائل الحماية قد تم تصميمها لتحمل العزم المعرضة له وان وسائل الحماية تعمل على تجنيب منظومه المصافى أى عطب بسبب التحميل الذى يزيد عن القدرة المقننة للمحرك الكهربى ووحدة الادارة .

٥-٣-٢-٥- مهمات وحدات الرفع Lifting Units equipment

يتم تشغيل جميع مهمات وحدات الرفع لمدة لا تقل عن ٢٤ ساعة تشغيل مستمر حيث يتم مراقبة ورصد الآتى :

- عدم وجود أى إهتزازات أو أصوات غير عادية بأى جزء من أجزاء المعدة واستخدام أجهزة القياس المناسبة لتسجيلها ولا تزيد ازاحة الاهتزاز عن ١٠ ر ٠ مم على أى جزء من المعدة (مقاسه قمة الى قمة).
- حساب السرعة الدورانية والسرعة الخطية للمعدات ومضاهاتها بأرقام الضمان الواردة بالتعاقد .
- إحداث تحميل زائد للمعدات والتأكد من أن أجهزة الحماية تعمل بكفاءة طبقاً لأرقام الضمان .

- قياس درجات الحرارة بجميع محاور الارتكاز ومقارنتها بالارقام الواردة بكتالوجات التشغيل وبيانات المصنع .

٥-٣-٢-٦- معدات التشغيل الكهربائية Electrical Switchgear

٥-٣-٢-٦-١- قائمة المراجعة Check List

- اسم الصانع
- الرقم المسلسل للانتاج
- جهد التشغيل
- نوع اللوحات
- مكونات اللوحات

(عدد الخلايا)

(عدد القواطع)

(أجهزة القياس)

(المرحلات)

- الحالة الخارجية للوحة :
- نتيجة الفحص الظاهرى :
- المهمات الخارجية
- إضاءة الخلايا
- حركة أذرع التشغيل والمفاتيح
- حالة الأبواب ومفصلاتها وأقفالها
- الرباط الميكانيكى والارتباط بين الخلايا .
- أجهزة القياس والاغطية الزجاجية لها .
- توصيلات الأرضى
- تثبيت قضبان التوصيل والمسافات بينها .
- شمعات التسخين .

- أطراف التوصيل وترقيمها .
- تعليمات السلامة
- حركة المفاتيح والاجهزة القابلة للسحب والاطمئنان على سلامتها وتشحيمها .

٥-٣-٢-٦-٢ - القياسات الواجب إجراؤها

- قياس مقاومة العوازل الكهربائية
- قياس مقاومة الكابلات بالميجر
- قياس مقاومة قضبان التوصيل بالميجر
- قياس مقاومة شبكة الارضى

٥-٣-٢-٦-٣ - التفتيش على الاتى:

- الكابلات وقضبان التوصيل
- سلامة مهمات التأريض
- أجهزة القياس والحماية
- مثبتات قضبان التوصيل
- محولات الجهد والتيار
- ترقيم الدوائر الكهربية
- نظافة الخلايا والأجهزة
- حركة المفاتيح والرليهات

٥-٣-٢-٧-إختبارات المعدات

٥-٣-٢-٧-١- إختبار الضغط العالى للوحات التشغل

أختبارات العمل

- القواطع (C.B) تعمل أولاً فى الوضع العادى للتشغيل بإستخدام المفتاح اليدوى ثم التحكم الأتوماتيكى لتمثيل أجهزة التحكم من خارج المهمات .

- دوائر التيار والجهد يجب أن تختبر للتأكد من صحة نسبة التحويل والقطبية للتوصيل إلى الأجهزة الموصلة إلى هذه الدوائر .
- التشغل ودقة كل جهاز قياس يجب تأكيده باستخدام أجهزة معتمدة سارية التاريخ للمعايرة .
- يختبر واحد فقط من المرحلات للتأكد من الدقة والمعايرة بإستخدام أجهزة قياس معايرة وسارية التاريخ .

٥-٣-٢-٧-٢-إختبار المحولات

تجرى الأختبارات الاتية للمحولات :

- قياس المقاومة لجميع الملفات عند الحمل المقنن وأقصى وضع للتقسيم .
- إختبار النسبة لجميع أوضاع التقسيم .
- اختبار القطبية وعلاقة الوجه .
- فواقد الأحمال عند الجهد المقنن وجهد الممانعة .
- تيار الأثارة عند الجهد المقنن .
- إختبار الضغط
- عند أختبار عزل الملفات يتم اختبار الضغط الإستنتاجى على قيمة ضغط الجهد الأسمى عند تردد زائد .

ويمكن إجراء أختبارات إضافية وهى :

- جهد النبضة .
- مستوى الضوضاء .
- الأرتفاع فى درجة الحرارة .
- إختبار العزل بالضغط العالى بالنسبة للكابلات والقضبان .
- إختبار الالتواء على القضبان الموصلة .

- إختبار المفاتيح للتشغيل والفصل .
- إختبار ضوابط الرليهات وإثبات مقدار الخطأ .
- إختبار لقط وتشغيل الريلهات .
- إختبار مبينات أجهزة القياس والانذار .

٦- تجارب الأداء والإستلام

مقدمة:

تنقسم تجارب الأداء والإستلام الخاصة بمحطات الرفع إلى قسمان رئيسيان وهما:-

- تجارب الأداء للمعدات:

وتجرى تجارب الأداء لجميع المعدات الميكانيكية والكهربائية الموردة والمكونة لوحدات محطة الرفع عند بدء تشغيل المعدات وقبل تشغيلها الدائم بغرض تأكيد أدائها الصحيح ودقتها وتحقيقها لأرقام الضمان المقدمة كذلك قابليتها للإعتماد عليها فى التشغيل المستمر للمحطة - وذلك قبل البدء فى الإستلام الإبتدائى للمحطة.

وتحدد فترة تجارب الأداء لهذه المعدات بمدة لاتقل عن ١٠ أيام تشغيل مستمر للمحطة على ألا يقل مدة تشغيل كل وحدة عن ٢٤ ساعة مستمرة ثم عمل القياسات اللازمة لها.

- تجارب الإستلام الإبتدائى

تجارب خاصة بالإستلام الإبتدائى لمحطة الرفع بغرض التأكد من قيامها بدورها المصممة من أجله وهو رفع المخلفات السائلة خلال خطوط الطرد إلى المصب النهائى لها .

٦-١- تجارب أداء المعدات

٦-١-١ شروط عامة

- يتم معاينة جميع المهمات الميكانيكية والكهربائية الموردة والمركبة بمختلف وحدات المحطة ومطابقاتها لمستلزمات التعاقد والتأكد من تركيبها بجميع مستلزماتها وكذا جميع ملحقاتها طبقا للرسومات التنفيذية والأصول الفنية وما جاء بكراسة الشروط والمواصفات والعقد المبرم مع مقاول التوريدات والتركيبات.

- عمل رسومات تفصيلية بما تم تنفيذه بالطبيعة As built drawings شاملا أى تعديلات بالإضافة أو النقص صدرت به تعليمات سواء من الإستشارى أو مندوب المالك - ويتم إعتمادها من إستشارى المشروع.

- التحقق من إستلام قطع الغيار الموردة لكل معدة بكشف تفصيلى والتأكد من سلامة وصلاحية تلك القطع وتخزينها حسب الأصول الفنية.

- تقديم الكتيبات التفصيلية لتعليمات التشغيل والصيانة المثلى للوحدات (Manuals) .

٦-٢- الإختبارات الكهربائية قبل التشغيل وإطلاق التيار

أ- إختبارات العزل باليمجر Megger Tests .

وذلك لإختبار عزل الكابلات - ومحتويات لوح التوزيع لتحقق الأرقام القياسية.

ب- إختبار التعرض للضغط العالى High Voltage Test

يتم إختبار جميع المهمات الكهربائية (المحركات والكابلات ومكونات لوحات التوزيع) بواسطة جهاز معايرة ينقل للموقع ويتم عمل الإختبار بجهد طبقا للمعايير القياسية ولا يقل عن ١٠٠٠ فولت وقياس تيار التسرب - والتحقق من

النتائج القياسية بالموقع ومدى مطابقتها للشروط والمواصفات القياسية وحدود التجاوز.

جـ- إختبارات دوائر التحكم

يتم مراجعة جميع دوائر التحكم للتحقق من كفائتها طبقا لما جاء بكراسة الشروط والمواصفات الخاصة بالعملية.

د- إختبارات أجهزة الوقاية بلوحات التوزيع

يتم إختبار أجهزة الوقاية المركبة بلوحات التوزيع الخاصة بكل وحدة على العناصر الآتية على الأقل .

- القصر الكهربائى
- زيادة وإنخفاض الجهد
- سقوط أحد الفازات
- تغير الإتجاه

وأى تجارب حماية أخرى وردت فى كراسة المواصفات مثل إنخفاض منسوب السحب للطلمبات أو أى تفصيلات أخرى.

هـ- قياس مقاومة الأرضى

حيث يتم قياس مقاومة الأرضى بواسطة جهاز خاص معاير بالأوم - بحيث لا تزيد المقاومة للأرض عن ١ أوم للمتر الطولى إلا إذا نص على خلاف ذلك فى كراسة الشروط والمواصفات .

٦-٣- الإختبارات بعد إطلاق التيار الكهربائى

- الإختبار بدون حمل

يتم فك الوصلة المرنة بين المحرك والمعدة ويتم تشغيل المحرك بدون حمل لمدة ٣ ساعات متصلة - وقياس تيار الـ No Load - وكذا قياس الذبذبات للمحرك ودرجة الحرارة وكذا زمن التقويم.

- الإختبار بالحمل الكامل

يتم ربط الوصلة المرنة بين المحرك والمعدة والتأكد من ضبط الأفقية alingment - ثم يتم تشغيل كل محرك على الحمل . لمدة لا تقل عن ٢٤ ساعة لكل طلمبة ويتم قياس الآتى :-

- زمن التقويم عن طريق المؤقت Timer
- إختبار جهاز وقاية زيادة الحمل وضبطه على أساس الحمل الكامل .
  (التيار المقنن للمحرك Rated power)
- إختبار جهاز القصر (Short Circuit) وضبطه على أساس ١٠ أضعاف التيار الأسمى للمحرك.
- قياس درجة حرارة المحرك طوال فترة التشغيل على مدى ٢٤ ساعة.
- قياس معامل القدرة

وذلك بإستخدام جهاز معامل القدرة Power Factor Meter

- قياس الذبذبات لكل من المحرك والمعدة.
- حساب قيمة الزيادة بين قدرة المحرك وأقصى قدرة للمعدة (معامل الخدمة Service Factor) لمقارنتها لما جاء بكراسة الشروط والمواصفات.

- قياس وحساب الكفاءة الكلية للوحدة - وكذا قياس معدل إستهلاك التيار الكهربائى - ومقارنتها بمعدلات التصميم طبقا لما جاء بكراسة الشروط والمواصفات.

٦-٤- إختبارات الطلمبات

يتم قياس التصرف والرفع عند النقط الآتية :

أ - التشغيل عند قفل محبس الطرد بالكامل وقياس الرفع عند التصرف صفر لطلمبات المرحلة الواحدة فقط

ب - التشغيل عند نقطة الأداء التصميمية duty point عن طريق التحكم فى محبس الطرد - ويحدد التصرف عند هذا الرفع.

جـ - التشغيل عند أقصى فتحة لمحبس الطرد بحيث لا يتعدى الأمبير المقنن للمحرك وعمل تحكم لأقصى فتحة لمحبس الطرد عند تلك الحدود.

٦-٥- الأعمال المدنية :

أ- فى حالة عدم وجود مياه جوفية فى موقع الأنشاء حتى منسوب التأسس يتم إختبار البيارة من الداخل إلى الخارج وذلك عن طريق ملئ البيارة بالمياه ومراقبة معدل هبوط المياه بالبيارة خلال مدة أقصاها أسبوعان ولنجاح التجربة يجب ألا ينخفض منسوب المياه بالبيارة عن ٢مم بالإضافة إلى إرتفاع المياه المفقودة بالبخر .

ب- فى حالة وجود مياه جوفية بموقع الأنشاء فوق منسوب التأسيس يتم أختبار البيارة من الخارج إلى الداخل Ex . Filteration وذلك عن طريق ملاحظة دخول المياه من خارج البيارة إلى داخلها مع معالجة أى فوارات قد تظهر وتستمر عملية المعالجة بالمركبات المانعة للتسرب لحين التأكد من عدم دخول المياه الجوفية من الخارج إلى داخل البيارة .

الملاحـــق

ملحق رقم (١) : نماذج محطات الرفع لمياه الصرف الصحى

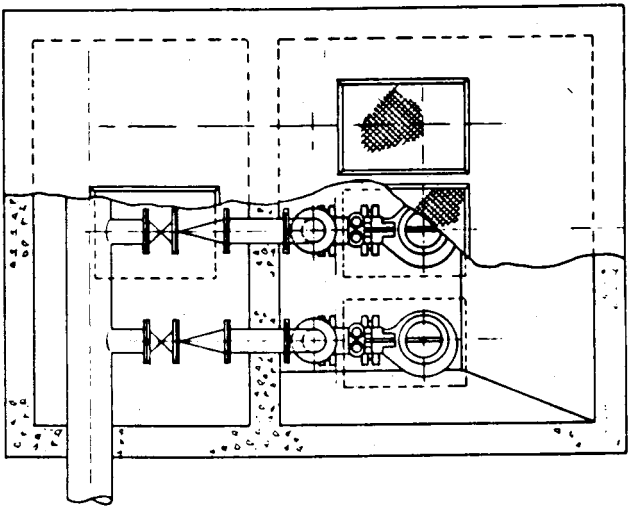
ملحق رقم (٢) : أنواع الطلمبات المستخدمة فى محطات الرفع لمياه الصرف الصحى

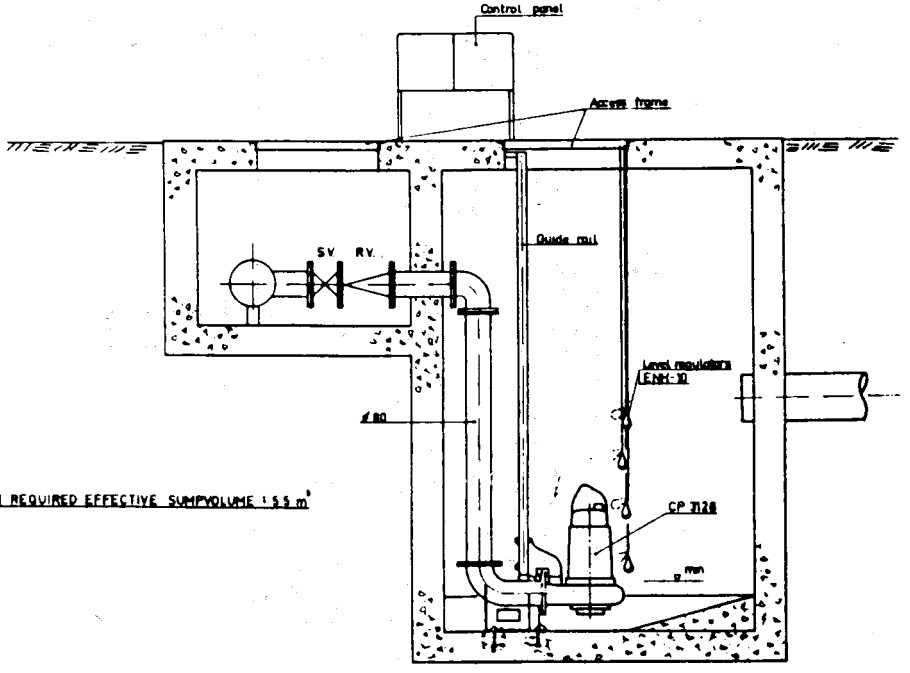
ملحق رقم (٣) : درجات الحماية والإرتفاع فى درجات الحرارة فى المحركات الكهربائية

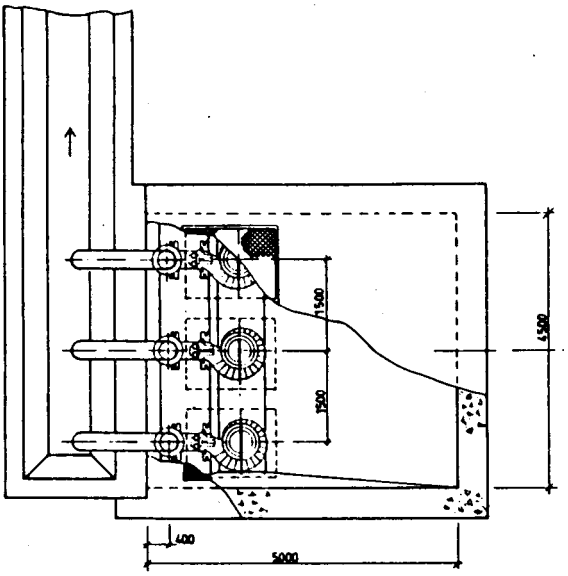
ملحق رقم (٤) : أنواع بدء الحركة للمحركات الكهربائية

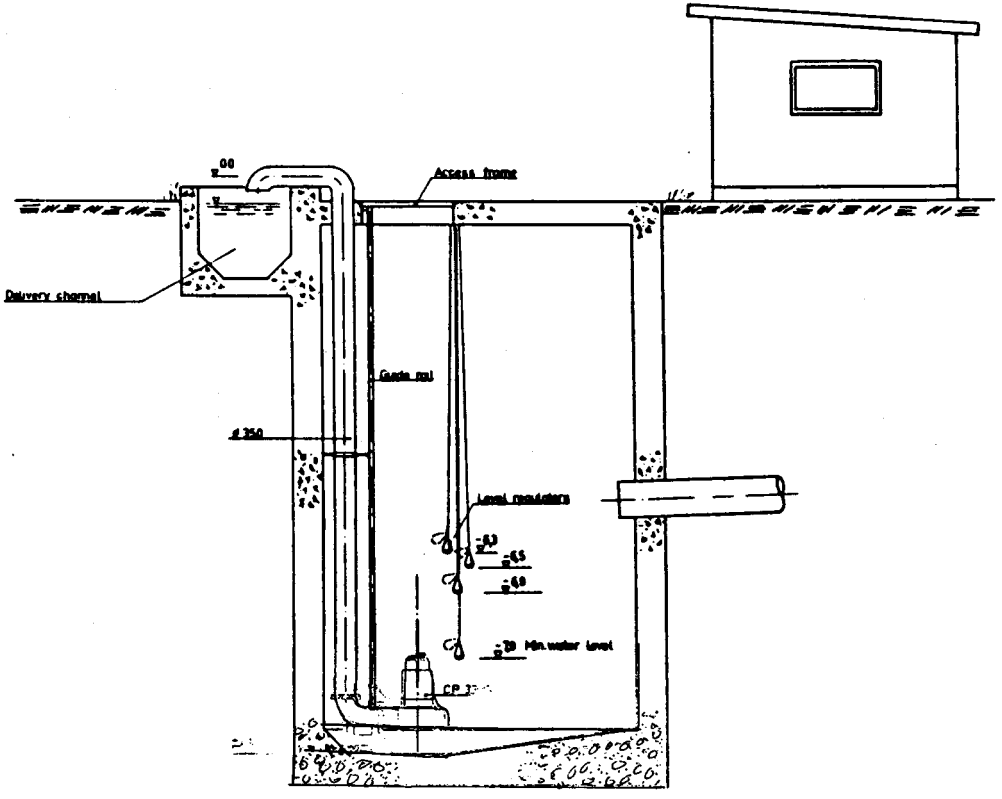
ملحق رقم (٥) : معاملات فاقد الضغط فى المواسير الزهر المرن

ملحق رقم (١) : نماذج محطات الرفع لمياه الصرف الصحى

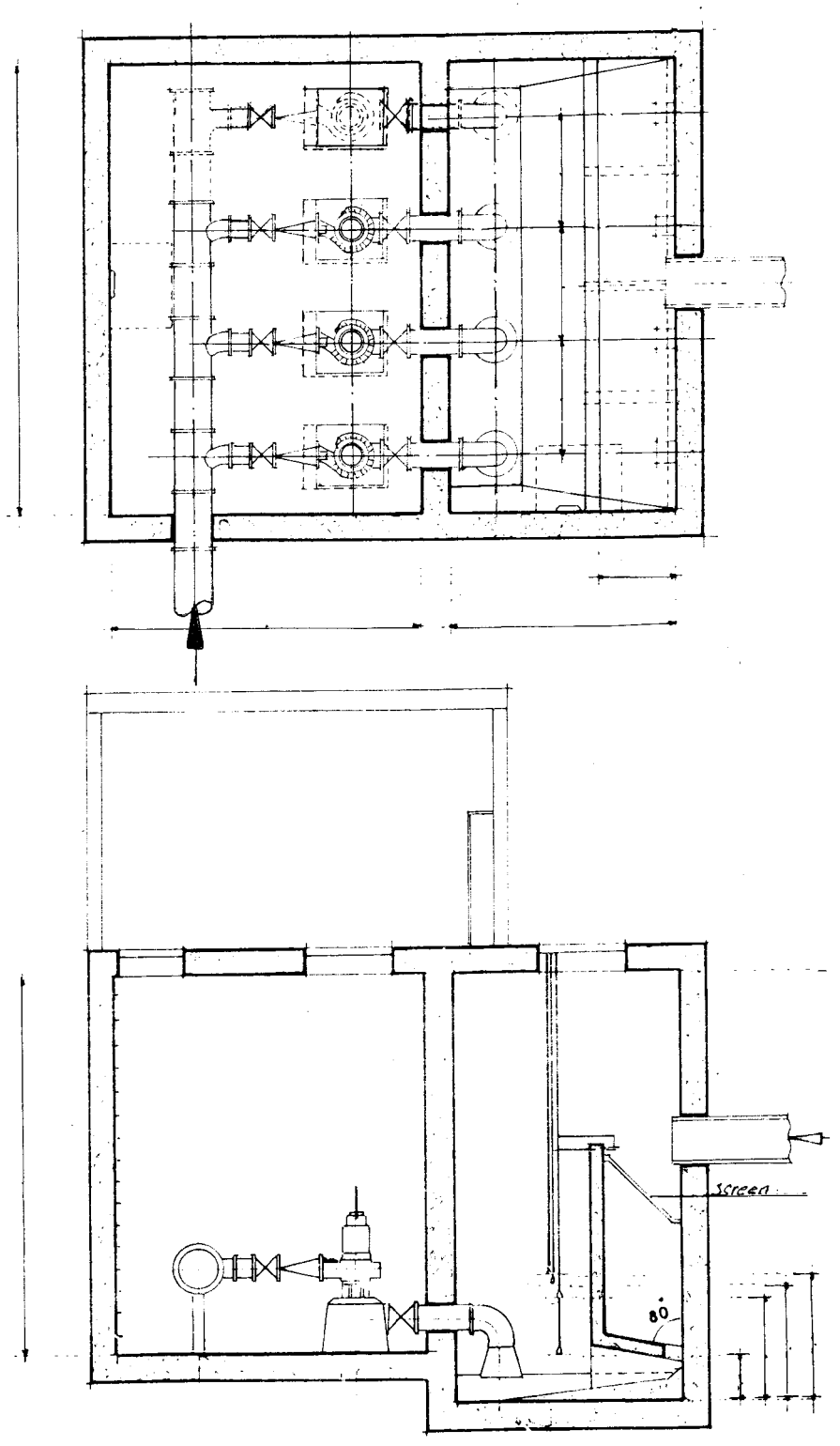



Control panel
Access frame
Guide rail
SV
RV
Level regulators
ENH-10
CP 3128
MINIMUM REQUIRED EFFECTIVE SUMPVOLUME 1.5 m³


1500
1500
4500
400
5000

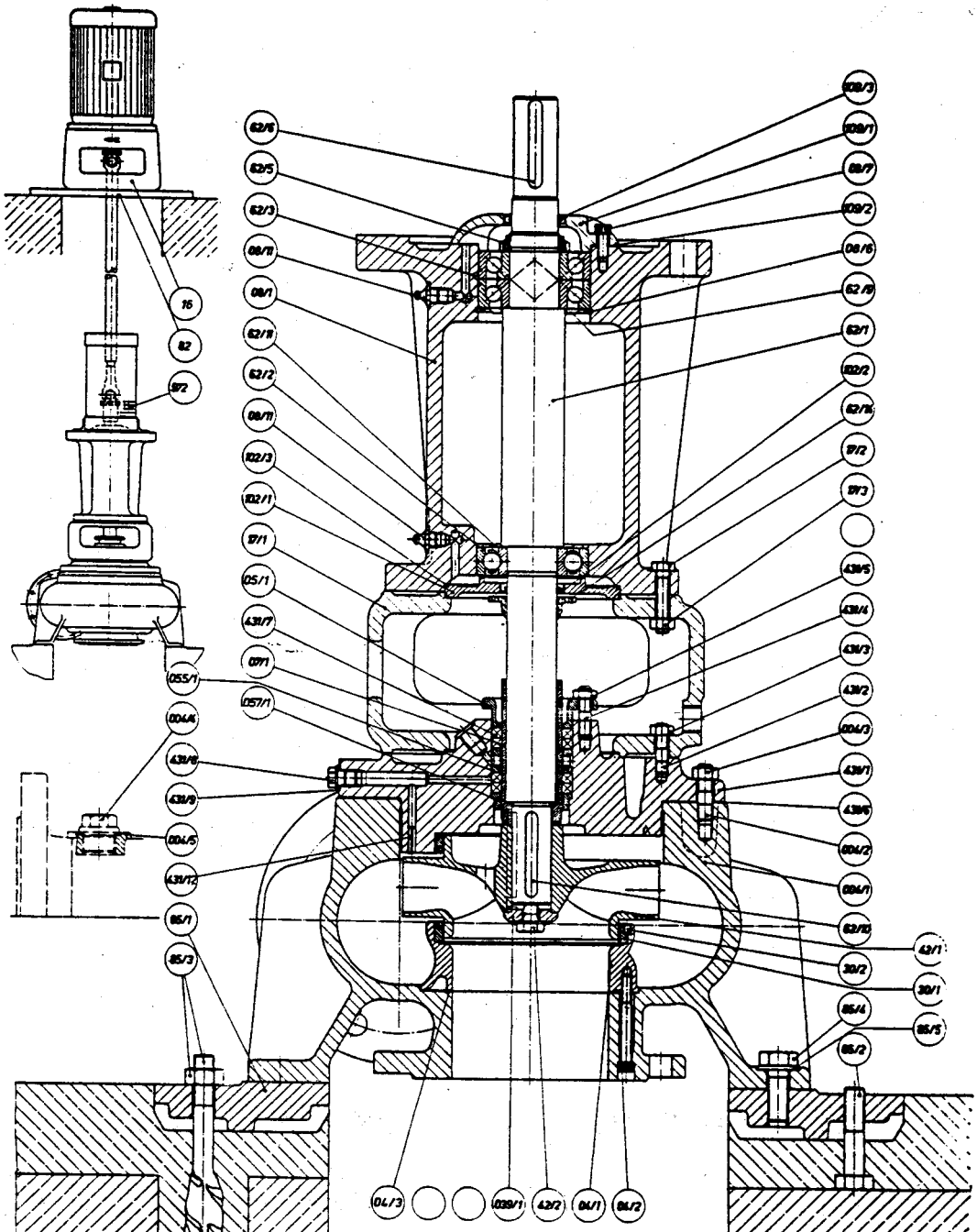

Access frame
Delivery channel
Guide rail
Level regulators
-6.3
-6.5
-6.8
-7.0 Min.water level
CP 3

— ب —


screen
80

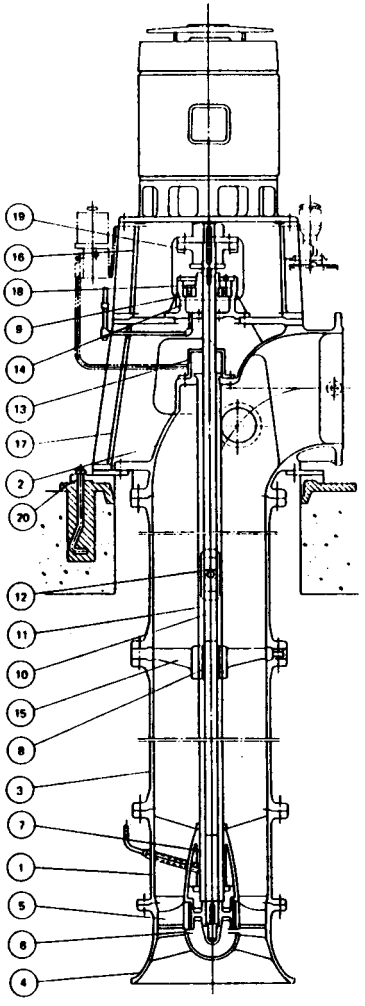
ملحق رقم (٢) : أنواع الطلمبات المستخدمة فى محطات الرفع لمياه الصرف الصحى

١ - الطلمبات الطاردة المركزية
الطلمبات الرأسية والغاطسة



RADIAL FLOW CEN. PUMPS

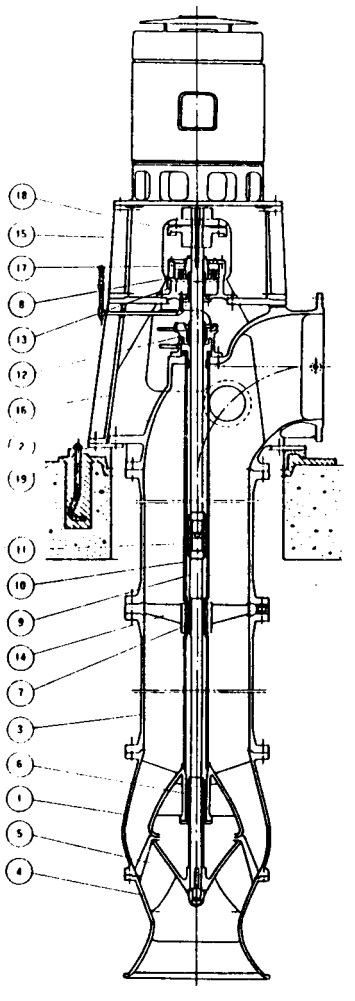
RADIAL FLOW CEN. PUMPS



1. Casing
2. Upper casing
3. Water rising pipe
4. Suction case
5. Impeller
6. Impeller boss
7. Lower plain bearing
8. Intermediate plain bearing
9. Ball bearing
10. Main shaft
11. Shaft enclosing tube
12. Intermediate shaft coupling
13. Oil cover
14. Bearing case
15. Spider
16. Motor base
17. Motor Base
18. Bearing adapter
19. Shaft coupling
20. Sole plate

AXIAL FLOW PUMP

AXIAL FLOW PUMP

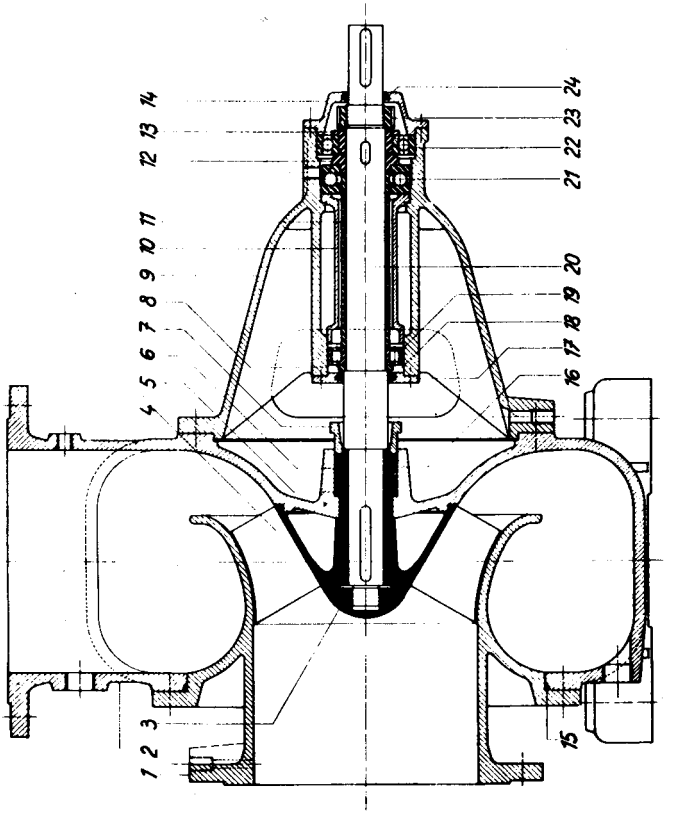


1. Bowl case
2. Upper casing
3. Water rising pipe
4. Suction cover
5. Impeller
6. Liner ring
7. Lower rubber bearing
8. Intermediate rubber bearing
9. Ball bearing
10. Main shaft
11. Protecting tube
12. Intermediate shaft coupling
13. Stuffing box
14. Bearing case
15. Motor base
16. Bearing adapter
17. Shaft coupling
18. Flexible coupling
19. Sole plate

MIXED FLOW PUMP

MIXED FLOW PUMP

MIXED FLOW CENTRIFUGAL PUMPS



List of Parts of vertical Section

No.	Item	Material
1	suction piece	cast iron
2	casing	cast iron
3	lock nut	bronze
4	impeller	cast iron
5	main bush	bronze
6	shaft sleeve	bronze
7	stuffing box	cast iron
8	lock ring	steel
9	bearing casing	cast iron
10	throttle piece	cast iron
11	distance bush	steel
12	regulating ring	cast iron
13	ball bearing bush	steel
14	bearing box, outside	cast iron
15	casing joints	rubber
16	stuffing box packing	cotton
17	bearing box,inside	cast iron
18	packing ring, inside	felt
19	roller bearing	steel
20	shaft	steel
21	ball bearing	steel
22	ball bearing	steel
23	nut	steel
24	packing ring, outside	felt

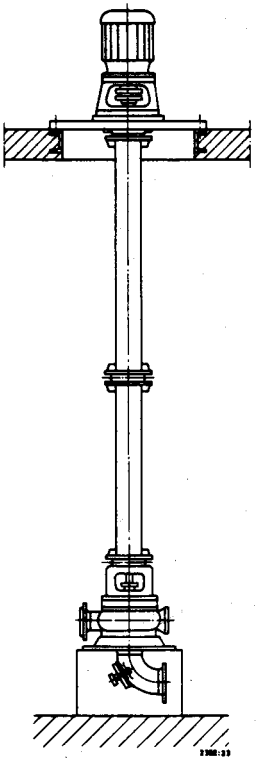


Fig. 3 Dry installation with intermediate pipe

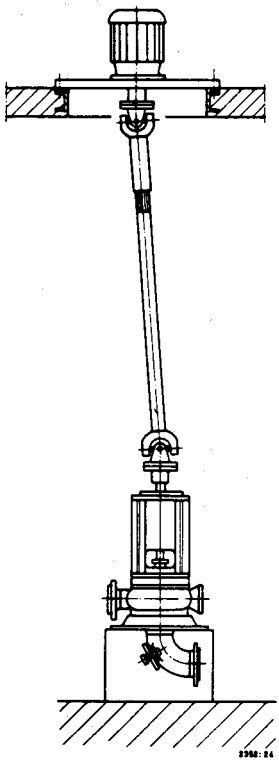


Fig. 4 Dry installation with cardan shaft

Dry Installation
With intermediate pipe (Fig. 3); installation in dry pit; the rotor can be pulled out upwards without disconnecting the suction and discharge piping. A suction elbow connects the pump to the horizontal suction line. The driver is located in the flood-proof motor and switchgear room situated above the pit.
Depending on the nominal size, the pump casing with sole-plate or with claw, is placed on a foundation.

Dry Installation
With cardan shaft (Fig. 4), for installation in dry pit.
Depending on the length of shaft the pump is equipped with one or more cardan shafts.

Underfloor Installation
The pump and driver (Fig. 5) are arranged together in a room adjoining the collection tank, in cases where a horizontal pump cannot be accommodated because of lack of space. It can however only be adopted if the room where the set is installed is dry, and there is no danger of flooding the electrical equipment. The pump is connected directly to the driver via a flexible coupling and its footplate is placed on a foundation.

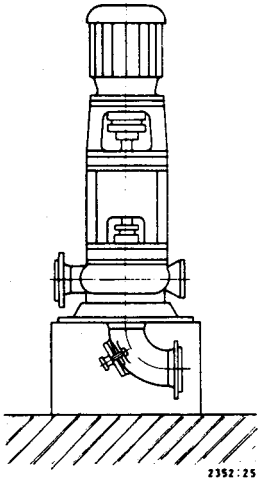


Fig. 5 Underfloor installation

Differences of Characteristics of Volute Pumps, Mixed Flow Pumps and Axial Flow Pumps

The pump characteristic changes considerably by the type of the pump. Therefore, when selecting a pump, it is essential to fully understand the characteristic of every type of pump beforehand. Fig. 1.7, Fig. 1.8 and Fig. 1.9 show the pump characteristics of a volute pump, mixed flow pump and axial flow pump, for which the difference in characteristics is the largest among various pump types, in percentage curves. (The percentage curves are to show the pump characteristic curves on the basis that every one of the total head, capacity, shaft horsepower and efficiency at the maximum efficiency is 100%).

(1) Total Head Curve

As shown in Fig. 1.7, Rising Character (i.e., the characteristic that the total head decreases as the capacity increases) becomes stronger in the order of the volute pumps, mixed flow pumps and axial flow pumps. The shut-off head (head at the point of 0 capacity) of the volute pump is about 120~140% of the head at the maximum efficiency. But, it is 140~200% for the mixed flow pump and it further increases to 200% and over for the axial flow pump.

(2) Shaft Horsepower Curve and Efficiency Curve

For the volute pump, the shaft horsepower curve drops as the capacity decreases as illustrated by Fig. 1.8. But, in case of the axial flow pump, the curve rises on the contrary. Therefore, in case of the volute pump, it is better to start it by fully closing the valve beforehand in order to minimize the starting torque. But, for the axial flow pump, shut-off operation is impossible because the shaft horsepower increases. When planning, it is necessary to take this fact into consideration. The shut-off horsepower (shaft horsepower at the point of 0 capacity) of the volute pump is about 30~50% of the shaft horsepower at the maximum efficiency. For the mixed flow pump, it is about 80~120%. However, for the axial flow pump, it increases to about 180~250%.

Of the efficiency curves, the volute pump has the most gentle curve with the largest radius of curvature. It suggests that the volute pump shows the smallest decrease of efficiency by change of the capacity. Besides, when compared with the maximum efficiency of the pumps of the same bore, the volute pumps show the most excellent value in general.

Fig. 1.7 Head – Capacity Percentage Curves

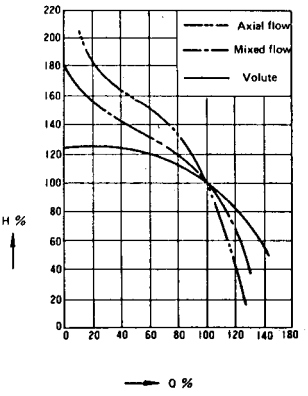


Fig. 1.8 Shaft Horse Power – Capacity Parcentage Curves

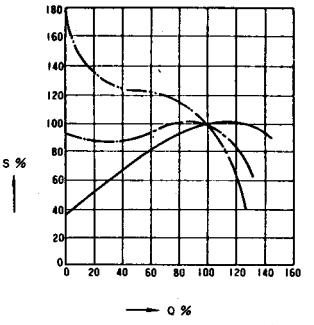
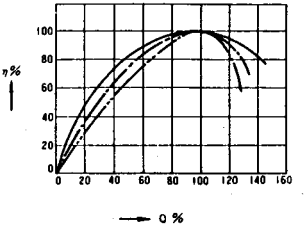


Fig. 1.9 Efficiency – Capacity Percentage Curves



Selection among Volute, Mixed Flow and Axial Flow Pumps

Comparison of Pump Types regarding Total Head

Total Head	Suction Lift	Centrifugal	Mixed Flow	Axial Flow	Remarks
Less than 3 m	–	X	○	◎	◎Used widely.
3 – 4 m	Less than 3m	Δ	○	◎	○Used.
	More than 4m	Δ	◎	Δ	Δ Not used frequently but can be used.
4 – 5 m	Less than 2m	Δ	◎	○	X Better to avoid. (or cannot be used.)
	More than 3m	Δ	◎	X	
5 – 8 m	Less than 4m	◎	◎	X	For those which are not in this range, consult with the manufacturer.
	More than 5m	◎	X	X	
More than 8 m	–	◎	X	X	

Comparison of Pumps Types regarding Fluctuation of Head

Permissible Fluctuation to Estimated Head	Centrifugal	Mixed Flow	Axial Flow	Remarks
+ 5 ~ –30 %	◎	◎	◎	◎Suitable ○Can be used
+10 ~ –30 %	○	◎	◎	Δ Better to avoid. X Not suitable
+15 ~ –30 %	Δ	◎	◎	As for cavitation, study separately.
+20 ~ –30 %	X	○	◎	

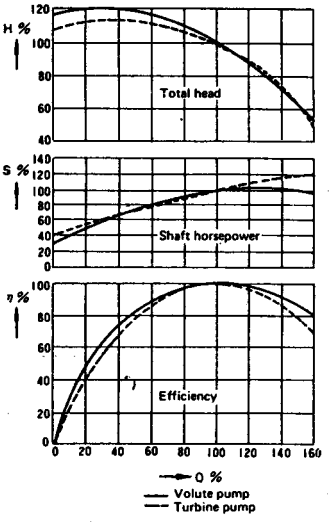
Comparison of Pump Types regarding Operation, etc.

Items	Centrifugal	Mixed Flow	Axial Flow	Vertical	Remarks
Operation and control	A	A	B	A	For every item, marks A, B and C are given from favourable one to unfavourable one in this order. As for the speed, marks A, B and C are given from the quicker one to slower one.
Maintenance	A	B	B	C	
Price	C	B	A	–	
Speed	B or C	B	A	–	
Efficiency	A	B	C	–	
Floor Space	B or C	B	B	A	

Differences of Characteristics of Volute Pumps and Turbine Pumps

In the paragraph above differences of characteristics of the centrigugal pumps, mixed flow pumps and axial flow pumps are described. Of centrifugal pumps, however, the performance of the volute type pumps differs from that of the turbine type pumps. Fig. 1.10 shows the difference between them by percentage curves. The turbine pumps tend to show a convex characteristic for the total head curve (total head curve for which the maximum value of the head is at a point of capacity other than the shut-off point) and the operation characteristic at the time of parallel running sometimes becomes unstable. Generally, the shut-off head of the volute pump is 120~140% of the head at the maximum efficiency point and that of the turbine pump is 110~120%.

Fig. 1.10



Specific Speed. If we give the following data of a → centrifugal pump: → capacity Q, → total head H and → rotational speed n, the s.s. of said centrifugal pump is the true rotational speed of a *model pump* (index q), similar in vane geometry and in velocity planes (→ velocity triangle), having the following performance data:

capacity $Q_q = 1\ m^3/s$,
total head $H_q = 1\ m$.

From the relationships of similitude mechanics (→ similarity conditions, → affinity law, → model laws) it follows:

$$\frac{Q}{Q_q} = \frac{D^3 n}{D_q^3 n_q};$$

$$\frac{H}{H_q} = \frac{D^2 n^2}{D_q^2 n_q^2}.$$

Solved for n_q we obtain:

$$n_q = n \cdot \frac{(Q/Q_q)^{1/2}}{(H/H_q)^{3/4}}$$

or, with $Q_q = 1\ m^3/s$ and $H_q = 1\ m$:

$$n_q = n \frac{Q^{1/2}}{H^{3/4}}$$

with
Q in m^3/s,
H in m,
n in min^{-1},
n_q in min^{-1}.

In centrifugal pump technology, it is usual to quote the s.s. in relation to the optimum values of capacity and total head (i.e. at the → operating point of optimum → efficiency η_{opt}), and in relation to the nominal (rated) rotational speed, so that we have:

$$n_q = n_N \frac{Q_{opt}^{1/2}}{H_{opt}^{3/4}}$$

with
n_q specific speed in min^{-1},
n_N nominal → rotational speed in min^{-1},
Q_{opt} optimum → capacity in m^3/s,
H_{opt} optimum → total head in m.

The s.s. n_q in the last-named version is a frequently used characteristic magnitude in centrifugal pump technology, and it is characteristic of the optimal → impeller shape required to achieve optimum efficiency:

radial impeller $n_q \approx 12$ to 35 min^{-1},
mixed flow impeller $n_q \approx 35$ to 160 min^{-1},
axial impeller $n_q \approx 160$ to 400 min^{-1} and over.

Based on the dimensional magnitude n_q, a non-dimensional coefficient characterizing the type of construction has also been adopted in centrifugal pump technology, which, according to DIN 24260 is expressed as:

$$n'_q = 333\ n \frac{Q^{1/2}}{(gH)^{3/4}}$$

with
n → rotational speed,
Q → capacity,
g → gravitational constant,
H → total head,
} in coherent units

The numerical values of the magnitudes n_q and n'_q are the same. The conversion of the characteristic factor n'_q into the so-called "type number"

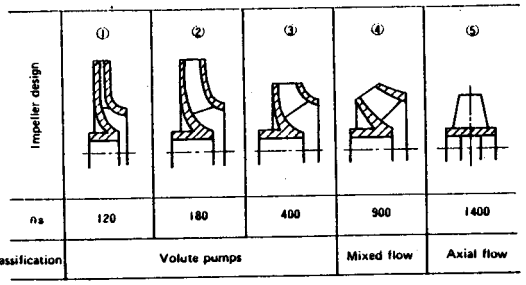
$$K = 2\pi \cdot n \frac{Q^{1/2}}{(g \cdot H)^{3/4}},$$

frequently used in English and American centrifugal pump literature (see also ISO 2540) is given by

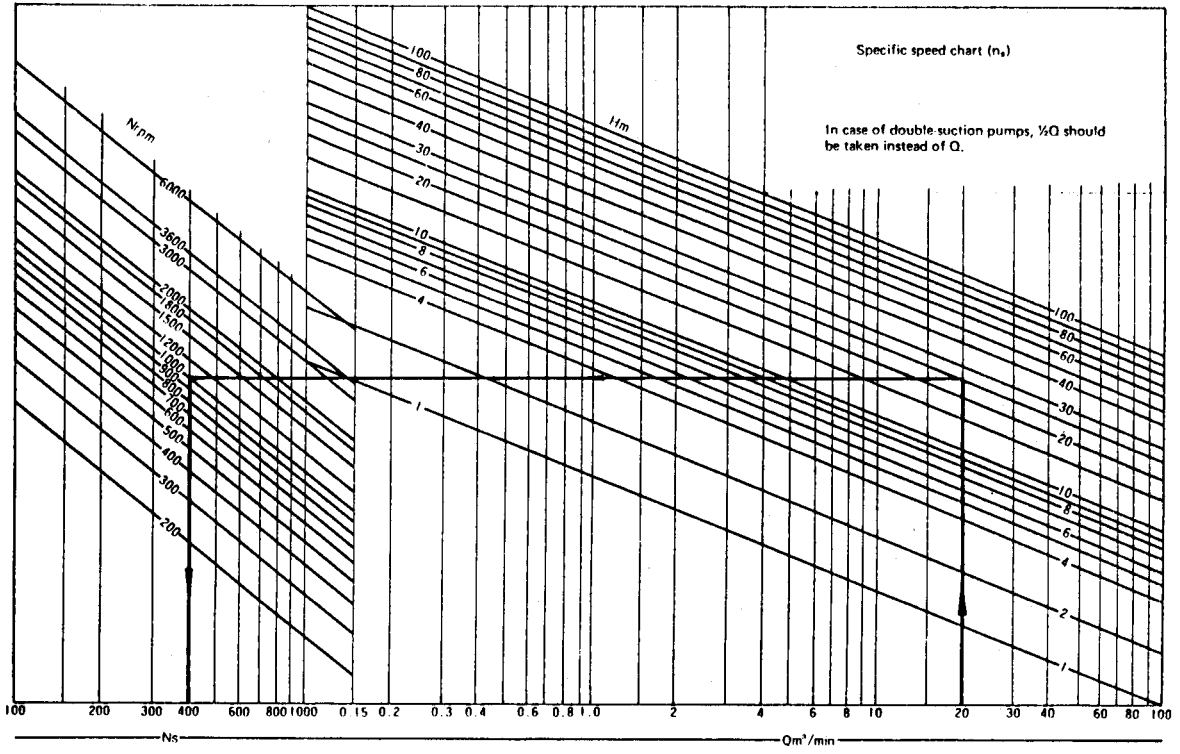
$$K = \frac{1}{52{,}919} \cdot n'_q.$$

Fig. 1.3 is to illustrate the relation between the impeller design and n_s. As the value of n_s of the volute pump becomes larger, the ratio of the impeller blade width and inner diameter to the outer dimension of the impeller becomes larger. As n_s increases, the pump type changes to the mixed flow type and then to the axial flow type.

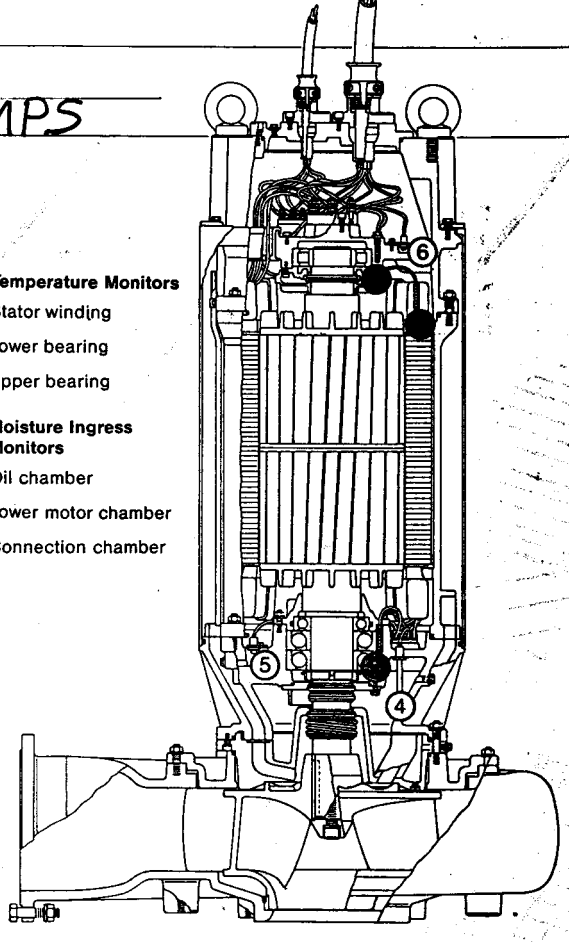
Fig. 1.3



Specific Speed Chart



SUBMERSIBLE PUMPS



Bearing Temperature Monitors.

The temperature monitors fitted to the upper and lower ball-bearings give early indication if a critical temperature has been reached and switch off the unit automatically if a limiting value is exceeded.

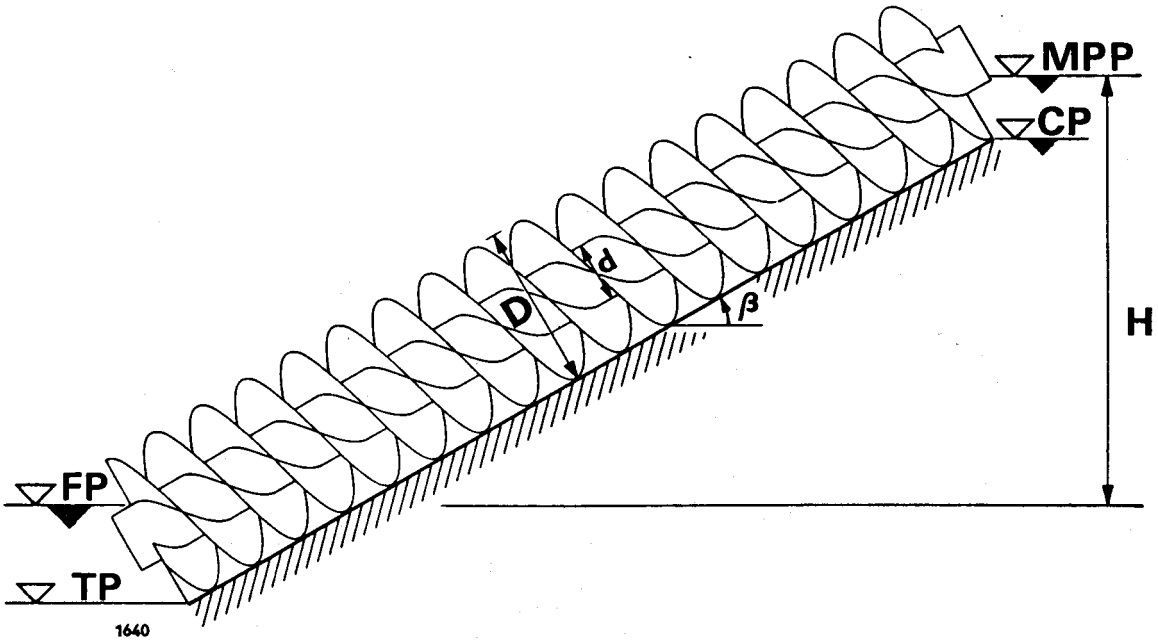
Motor Temperature Monitors.

As part of the thermo-control system temperature monitors are embedded in the upper and lower sections of the stator winding. In case of overheating, a warning pump stop signal will be given prior to prevent serious damage occurring.

Moisture Ingress Monitors.

Electrodes of the electronic Diseal-ing monitor system are fitted to the seal oil chamber, cooling pump cavity, upper and lower sections of the motor housing and the terminal connection chamber. This system gives prior warning of water ingress before serious damage occurs to the unit.

٢- الطلمبات الحلزونية



1640

SELECTION OF INCLINATION

Difference in level FP–CP	Screw capacity in l/s		
	20	100	500
to 3 m	30°	30°	30°
3–4 m	35°	35°	30°
4–6 m	—	38°	35°
6–8 m	—	—	38°
over 8 m	—	—	38°

Compact screw 35° only

SELECTION OF SCREW DIAMETER WITH OPTIMUM NUMBER OF STARTS

Screw diameter mm.	Capacity in l/s with inclination β		
	30°	35°	38°
400	25	20	15
500	35	30	25
600	60	45	40
700	85	65	60
800	120	95	80
900	160	120	100
1000	250	200	170
1200	380	300	250
1400	540	430	360
1600	750	580	500
1800	980	770	650
2000	1250	1000	900
2200	1550	1200	1000
2400	1900	1500	1300
2600	2300	1800	1500
2800	2700	2100	1800
3000	3200	2500	2200

CARACTERISTIC LEVELS AND DIMENSIONS

FP = Filling point – Screw capacity 100%

TP = Touch point – Screw capacity 0

CP = Chute point – Discharge level at the end of the trough.

MPP = Maximum Pumping point – Maximum water level in discharge chamber against which pump will operate.

H = Lift – Used for sizing and selection of suitable drive unit.

REMARKS ON TABLES

1. The information on screw diameters and angles is given for guidance only. More detailed information is available on request.
2. Level difference FP to TP = approx. 0.75 D cos β.
3. Level difference CP to max. pumping point = 0.10 D — 0.30 D depending on number of spirals etc. When screws are operating in parallel the chute point must be arranged to avoid water streaming back down the non-operating screw.
4. Minimum internal width of trough = D + 400 mm.
5. Maximum permissible angle of inclination = 38° degrees.

As the water level at inlet rises, the pump delivery increases from zero at T to the maximum capacity of the screw at F. The water level at outlet has no influence on the pump delivery, provided it does not exceed the level P. If the water inlet level is raised above F the pump delivery remains sensibly constant at its maximum value. C represents the maximum outlet level at which a screw pump should be run without a non-return valve. This prevents back flow through the clearance between screw and trough when the pump is shut off. If this back flow is allowed to take place there is a danger of the screw becoming choked by sediment or solid matter, making it difficult or impossible to restart. Level P is the outlet water level at which the pump will operate at maximum efficiency. At outlet levels greater than this, water is thrown back down the screw, with the result that the delivery and efficiency drop sharply, and the required driving power increases. If the pump is run at this condition it is possible to overload the motor, and it should therefore be avoided.

From these remarks it can be seen that careful specification of the relevant water levels is necessary when an enquiry for a screw pump is made. Once the screw is designed, alterations in the levels are not easily accommodated for two reasons:

(i) As the inclination α is generally between 30° and 40°, a fairly small increase in the head H has a larger effect on the bladed length L, as can be appreciated from Fig. 1. The length of the screw between bearing centres is an important parameter of the design, as its allowable value is fixed by the acceptable deflection of the screw. Hence an increase in H may necessitate the use of a central tube with greater wall thickness. Taken in conjunction with the additional length of both tube and blades, a marked increase in weight, and hence in cost, may result.

(ii) As the head H is normally not high for a screw pump, slight alterations to the water levels may imply a large percentage variation in its value. This may make it necessary to provide a larger motor, gear unit, and belt drive which, taken together, represent a large proportion of the cost of a screw pump installation.

Finally, it should be noted that of the four levels, T, F, C and P, only two can be specified. The other two are then fixed by the diameter of the screw and its inclination. Normally F is given and either C or P. If the top outlet water level is specified as C rather than P the expense of a reflux valve is avoided, but the screw itself will be rather longer and therefore more expensive. Furthermore it will operate at a rather lower efficiency.

Design of screw pumps

The capacity of a screw pump depends on the following parameters—

(i) The outside diameter of the blades (D).

(ii) The rotational speed (N).

(iii) The number of starts to the screw. (This term is used as an analogy with the terminology of multiple screw threads) (S).

(iv) The inclination of the screw axis to the horizontal (α).

(v) The outside diameter of the central tube (d).

(vi) The lead of the blades (λ).

(vii) The water level at inlet to the screw.

But note it is not dependent on the head H, except in so far as this varies with (vii) above, or on the bladed length L of the screw.

It can be shown that the capacity of a screw pump, like any other pump, varies according to the following law—

$$Q = q, ND^3$$

where Q is the capacity of the pump, N and D have the meanings assigned above, and q is a dimensionless quantity called the specific capacity. This is constant for geometrically similar screw pumps, i.e. those for which S, α, d/D and λ/D are the same and which have sufficient immersion at inlet to produce maximum quantity from the screw. It is found that there are certain optimum values for d/D and λ/D, and these are adopted as standard. The speed is determined from an empirical formula giving the maximum speed which can be employed without excessive losses due to splashing; the larger the screw diameter the lower this maximum allowable speed.

Of direct interest to the customer is the manner in which the capacity varies with screw inclination. It is readily apparent that the steeper the inclination of the screw the shorter will be its length for a given head. However the capacity of a given diameter of screw decreases with inclination as shown in Fig. 2.

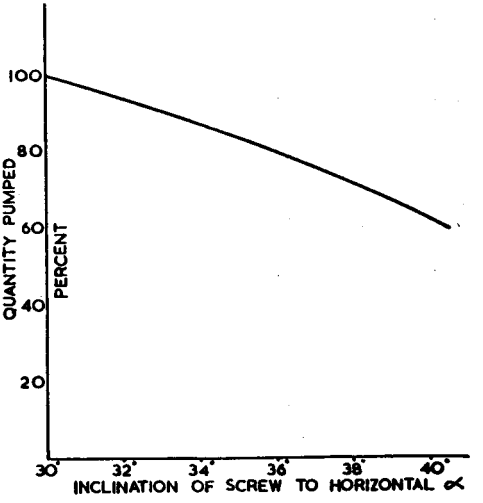


Fig. 2. The capacity at various angles based on the capacity at α = 30° as a datum

Although a screw for a given lift may be made shorter by increasing the inclination, to maintain the capacity it must be increased in diameter, which will also increase the width of the pumping installation. It should also be noted that the efficiency decreases with inclination. For these reasons it is found that the most economical range of values for α is 30° to 40°.

It can now be seen that the diameter of a screw

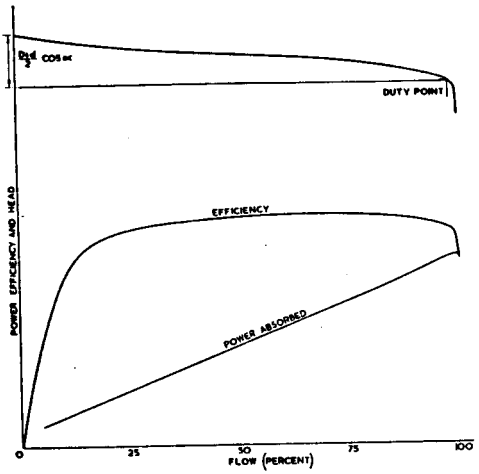


Fig. 3. Performance curves of a typical screw pump. The top curve shows the relationship between head and flow

depends on the capacity required, whereas the length depends mainly on the head. Hence if the quantity required is small but the head is large, a long thin screw results, which may not be mechanically feasible.

As can be envisaged, for a screw of given diameter, the greater the number of starts the greater the capacity of the pump. However, increasing the number of starts is subject to a law of diminishing returns. Three starts are more common, but there are occasions when the use of a screw with less than three starts is attractive.

Allen Gwynnes has a range of screw pumps of standard diameters, from which a required duty can be met by suitably adjusting the inclination and speed of one of the pumps to provide the most economical design. It is therefore better if the customer does not specify the inclination, as an attempt to do so can result in the cost of the screw being higher than would be the case if the manufacturer is free to optimise his design.

Screw pump performance

Fig. 3 shows the performance obtained from an Allen Gwynnes screw pump. The variations in head were obtained by altering the inlet water level only; the outlet water level was kept constant. The curves show the important properties of a screw pump, and the following points should be noted.

(i) It is important that the discharge specified with the enquiry is the maximum to be expected. Once a screw is submerged up to its 'filling point' (shown as the 'duty point' in Fig. 3) it cannot deliver a larger quantity if the inlet level rises any higher. This point is of considerable importance in the case of land drainage installations which may be subject to flood conditions.

(ii) The efficiency curve is very flat over a large range of flows. Therefore, as previously mentioned, it is perfectly economic to run a screw down to 25 per cent. to 30 per cent. of its maximum discharge.

(iii) The maximum power required from the motor occurs when the inlet level is at the 'filling point'. The motor is sized on this basis, and hence it is impossible to overload the motor under any operating condition, with the single exception mentioned earlier of allowing the outlet level to rise above the 'maximum pumping level' P.

In connection with efficiency, some explanation regarding the outlet water level is necessary.

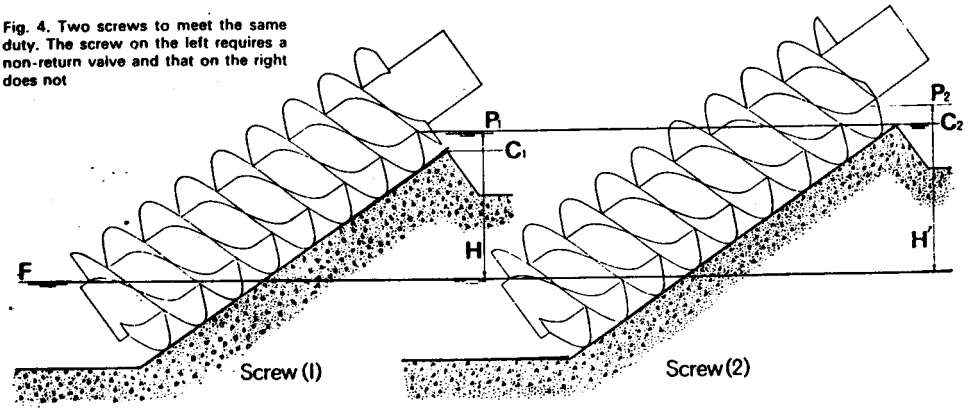
In Fig. 4 a screw is required to raise water through a height H. This can be done in two ways:

(i) A screw (1) with its 'filling point' at F and its 'maximum pumping level' at P_1, where $P_1 - F = H$. In this case a non-return valve must be provided.

(ii) A somewhat longer screw (2) with its 'chute point' C_2 at a height H above its 'filling point'. In this case no non-return valve is necessary. This screw however will lift water to its maximum pumping level, P_2, the effective head thus being $P_2 - F = H'$, and it is on this basis that the power consumed must be calculated.

Hence, when the term 'efficiency' is used for a screw pumping to some outlet level other than the 'maximum pumping level', it should be carefully stated to which outlet level it is related.

Fig. 4. Two screws to meet the same duty. The screw on the left requires a non-return valve and that on the right does not



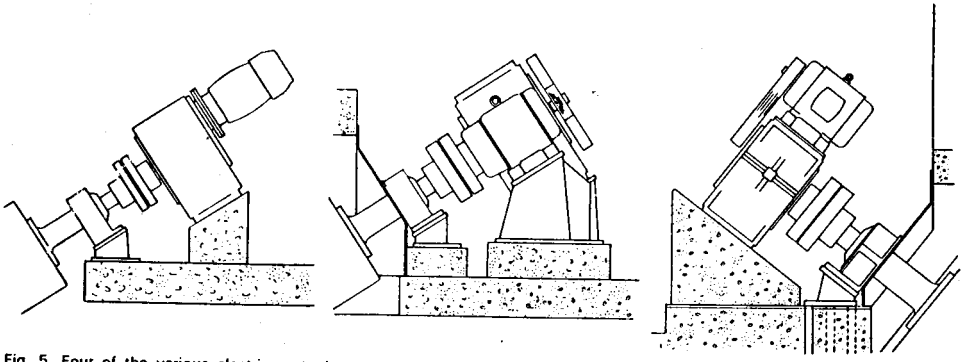


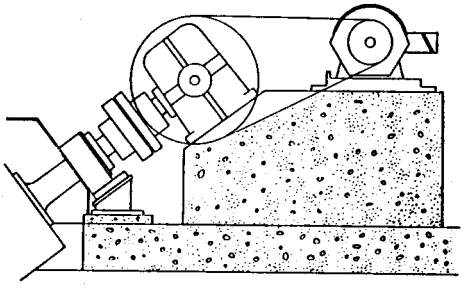
Fig. 5. Four of the various electric motor/screw pump drive arrangements are shown:

(*Top left*) Flange-mounted motor with parallel-shaft reduction gear

(*Top centre*) An electric motor mounted at the side of the parallel-shaft reduction gear with belt drive. This results in a rather wide arrangement which may be inconvenient if several screws are to be installed alongside each other

(*Top right*) An electric motor mounted on top of the parallel-shaft reduction gear with belt drive. This arrangement simplifies the foundations at the expense of an increase in the building height

(*Right*) An electric motor driving a right-angle reduction gear through belts. This produces a reasonably narrow unit which is convenient if several screws are installed in parallel, at the expense of an increased length of motor house



Drive arrangements (Fig. 5)

As the rotational speed of screw pumps is low, varying between approximately 20 and 90 rev/min for most applications generally, direct drive by electric motor is out of the question and some means of speed reduction must always be provided. It is therefore usual to employ 4-pole motors, as these are cheap and small in size. Whilst the required reduction in speed can be achieved by interposing a gear unit directly between the motor and the pump, it is usually more economical and convenient to connect the motor to the gear unit by means of a V-belt drive. In addition to enabling a gear unit with a smaller gear ratio to be used, the V-belt drive arrangement has the following advantages—

(i) The desired pump speed can be approached more closely than if the limited range of ratios available in proprietary gear units alone must be used.

(ii) If required, the capacity of the screw pump can be adjusted relatively simply and cheaply by altering the pulley ratio and hence the pump speed. The maximum flow required must of course be known at the design stage so that the screw has been sized for the maximum duty.

(iii) The physical arrangement of the motor and gear unit within the motor house is more flexible.

(iv) The coupling between motor and gear is eliminated, and a drive with good torsional flexibility substituted, with beneficial results, for example when starting up or when solids are being lifted.

The gear unit itself can have a parallel shaft layout or the high-speed shaft at right angles to the low-speed shaft. The latter arrangement is more expensive, but can have advantages in space-saving in the motor house if several pumps are installed in parallel.

Enquiry information

Although it is beyond the scope of this article to fully discuss all aspects of the design and selection of screw pumps, it is hoped that useful guidance has been given to their correct application. However, it has drawn attention to the need to include the following information with each enquiry for a screw pump:

type of application and fluid to be pumped;

number of pumps (i) duty pumps
(ii) stand-by pumps;

maximum flow per pump;

inlet level at which maximum flow is required;

minimum inlet level at which pumping is required, or alternatively minimum flow per pump;

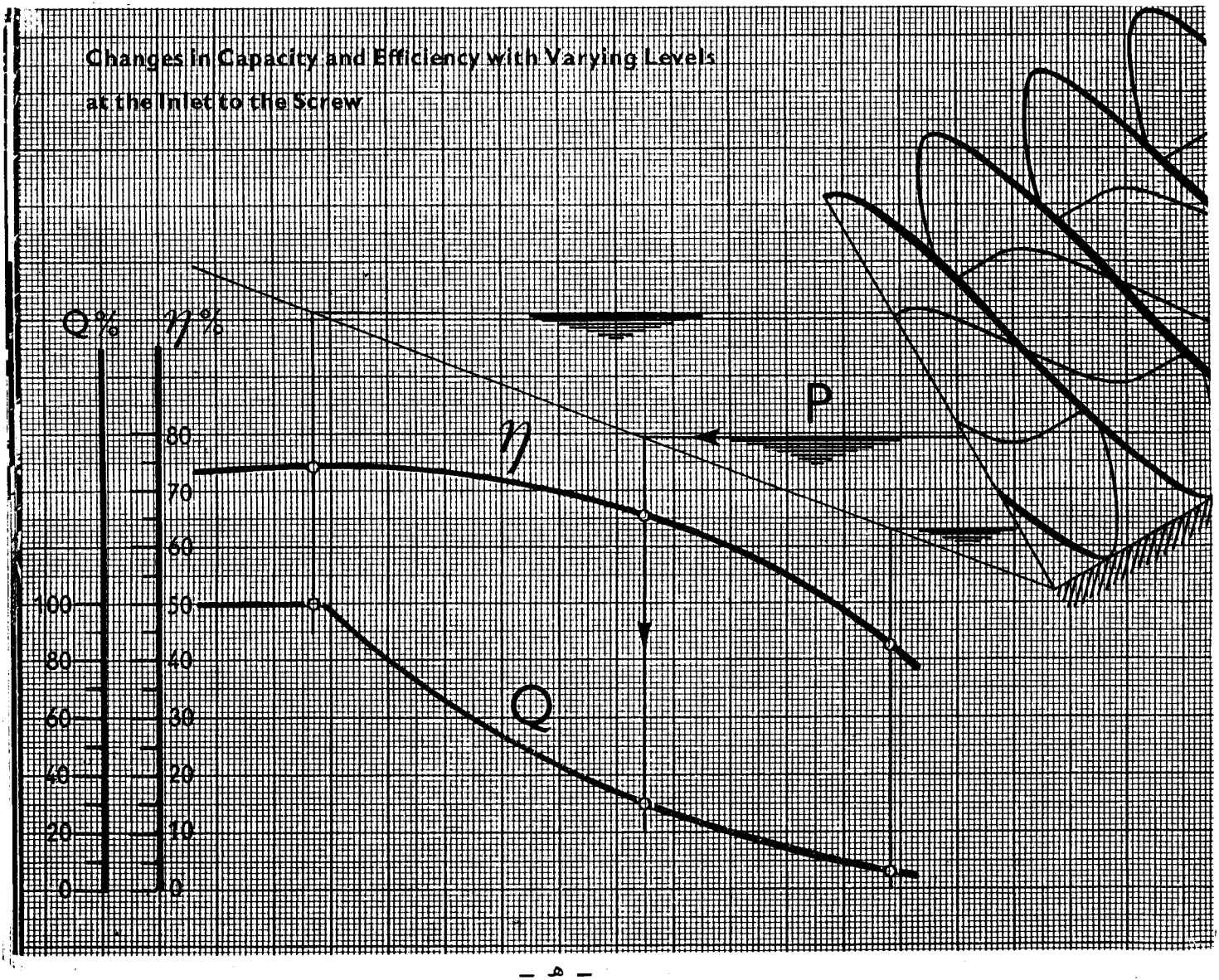
maximum outlet water levels, and whether this is to correspond to 'chute point' C or the 'maximum pumping level' P;

description, or drawing, of proposed installation;

details of available electrical supply, including any restriction on starting current.

Because of the characteristics of screw pumps it is important that this information, on which the design will be based, is final and accurate. Changes in flow or head figures, once the screw pump has been quoted, may make a complete redesign necessary. This could well alter both the price and the space occupied by the pumping plant, as even minor changes cannot be accommodated as easily as with an impeller pump.

It is generally known that Allen Gwynnes has long and specialised experience in the design and application of pumping installations, and is able to advise on pumping schemes to suit the particular requirements of any installation.


Changes in Capacity and Efficiency with Varying Levels
at the Inlet to the Screw
Q%
η%
100
80
60
40
20
0
80
70
60
50
40
30
20
10
0
η
P
Q

AIR LIFT PUMP

DESCRIPTION

Air lift pump is a pneumatic device for lifting of liquids.

The mechanism is based on the decrease of the specific gravity of the liquid by injecting air into the bottom of the pump. Due to this the liquid–air mixture becomes lighter than the surrounding liquid and rises in the vertical pipe.

The air lift pump is mainly applied in settling tanks (grit collectors, primary and secondary clarifiers) for the purpose of lifting sand or sludge.

The air lift pump does not contain any movable parts. The cross–section of its straight vertical (lifting) pipe is the same along its complete length. This makes the pump insensitive to clogging or wear even when coarse–grained materials are being lifted. The design principle allows for a gentle conveyance of fluids which is of importance, for example, in handling activated sludge. When the pump becomes clogged, the bottom of the pump can be washed free by closing the quick–opening valve for a very short time.

ELEMENTS OF CONSTRUCTION

Air lift pump consists of the following elements:

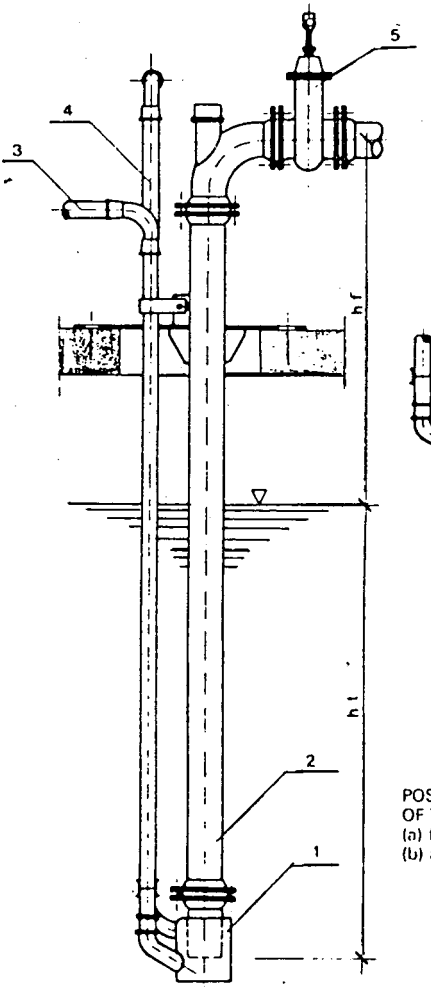
Bottom of the pump with connections for compressed air and, if required, for flushing water; riser pipe for lifting grit–water or sludge–water mixture with air.

All parts are adequately protected against corrosion.

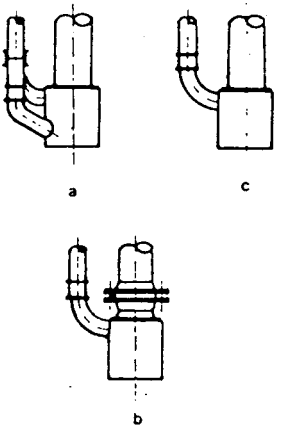
OPTIONAL ACCESSORIES AND EQUIPMENT

– Quick–opening valve for whirling up the liquid in the pump bottom, as a means against clogging of the pump inlet (e.g. when transporting grit). It acts by closing the vertical pipe for a very short period of time
– Air compressor in normal execution, or, if requested by the customer, an air blower adapted to the air lift pump.

AIR LIFT PUMP TYPE MP



LEGEND:
1. Bottom of the pump
2. Lifting pipe
3. Flushing water pipe
4. Compressed air supply line
5. Quick–opening valve



POSSIBLE EXECUTIONS OF THE PUMP BOTTOM
(a) for stationary pump
(b) and (c) for portable pump

ORIENTATIONAL DATA ON CAPACITY

Type MP	ND 100	ND 125	ND 150	ND 200
Ratio hr/ht	0,2 1,2	0,2 1,2	0,2 1,2	0,2 and so on
Air volume used (Nm³/h)	15 150	20 - 250	30 280	50 440
Lifting capacity (l/s)	6 14	10 24	15 35	23 58
Required water quant. (m³/h)	18	18	22	30
Flushing water pressure (bar)	2	2	2	2
Air connection	ND40	ND65	ND65	ND50 and ND80
Flushing water connection	ND40	ND40	ND65	ND50

Required suction pressure Pt = Pt + 0.02 bar
Pt = pressure of the liquid column with the height ht expressed in bars

ملحق رقم (٣) : درجات الحماية والإرتفاع فى درجات الحرارة فى المحركات الكهربائية

UDC 62-75 : 62-78 : 621.313 DEUTSCHE NORMEN June 1972

No guarantee can be given in respect of this translation
In all cases the latest German-language version of this standard shall be taken as authoritative

Types of Enclosure
Protection of Persons Against Contact With Live or Moving Parts of Electrical Machines,
Protection of Machines Against Ingress of Solid Foreign Bodies and Water

DIN 40050 Part 2

Schutzarten; Berührungs-, Fremdkörper- und Wasserschutz, elektrische Maschinen

See Explanations for correlation with Publication 34-5, first edition 1968, issued by the International Electrotechnical Commission (IEC).

Contents

	Page
1. Scope	1
2. Composition of symbol	1
3. Degrees of protection against accidental contact and ingress of foreign bodies	2
4. Protection against ingress of water	3
5. Types of preferred enclosure	3
6. Testing for protection against contact and ingress of foreign bodies	4
7. Testing for protection against ingress of water	4
7.1. General	4
7.2. Mechanical testing for protection against ingress of water	5
7.3. Electrical testing	5
8. Types of enclosure with additional letters	5
8.1. Machines with pipe ventilation (additional letter R)	5
8.2. Weather proof machines (additional letter W)	6

1. Scope

This Standard applies to rotating electrical machines as covered by VDE 0530 "Rules for Electrical Machines". The present Standard is concerned with the protection of machines by means of casings and covers and comprises the following:

1.1. Protection of persons against contact with live or moving components inside the casings, and protection of machines against ingress of solid foreign bodies (protection against accidental contact and protection against foreign bodies)[1];

1.2. Protection of machines against the ingress of water (protection against water);

1.3. Symbols for the internationally agreed types of enclosure and for the degrees of protection.

Testing and inspections designed to verify that the machines conform with the requirements of the present Standard are laid down in DIN 40051 Part 1, DIN 40052 Part 1 and DIN 40053 Part 1 to Part 4. Any additional information required in the testings, will be found in this Standard.

With regard to flameproof and explosion proof machines, the special provisions of VDE 0170/0171 should be observed.

The testings are type testings carried out on batch-produced machines or models. They are performed on a new machine ready for service, fitted with all attachments and installed in the manner specified by the customer. If this is not practicable, the manner of testing shall be agreed between manufacturer and customer.

2. Composition of symbol

The types of enclosure are designated by a symbol consisting of the two code letters IP (which appear in this form in every symbol) followed by the two reference numbers designating the degree of protection.

Additional letters may be included, if necessary, as follows:

R for pipe-ventilated machines,

W for weather-proof machines,

S for machines tested whilst stationary for protection against ingress of water,

M for machines tested while running for protection against ingress of water.

The letters R and W are placed between IP and the two reference numbers; the letters S and M are placed behind the two reference numbers. The absence of the letters S or M means that testing for protection against ingress of water is carried out with the machine stationary and running.

The complete symbol (code letters, reference numbers and any extra letters used) is to be known as an enclosure code.

[1]) As the protection against accidental contact and the protection against ingress of foreign bodies are closely related, a common reference number has been allotted to these two types of enclosure.

Continued on pages 2 to 6
Explanations on page 6

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin 30, gestattet.

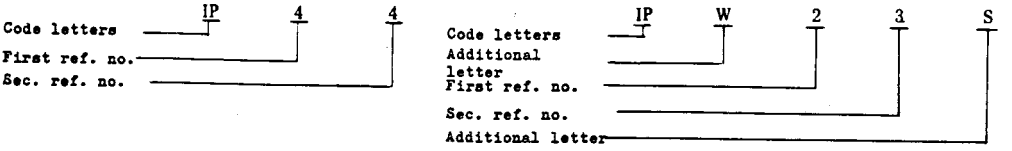
Translation Fachtechnisches Übersetzungsinstitut Henry G. Freeman, Düsseldorf

Alleinverkauf der Normen durch Beuth Verlag GmbH, Berlin 30 und Köln 1
8.78

DIN 40050 Bl.2 engl. Preisgr.5
Vertr.-Nr. 0105

Code letters IP	Protection against accidental contact and against ingress of foreign bodies and of water
First reference number 0, 1, 2, 4 and 5 (see Section 3)	Degrees of protection against accidental contact and against ingress of foreign bodies
Second reference number 0 to 8 (see Section 4)	Degrees of protection against ingress of water

Examples of designation of a type of enclosure:



If, in descriptions for example, only one reference number for the degree of protection appears after the code letters IP, a dash should be inserted in lieu of the missing reference number, e.g. IP - 4.

If the type of enclosure of one component of the machine, e.g. of the terminals, differs from the type of enclosure of the rest of the machine then the symbol for the type of enclosure of the component which differs shall be specified separately; in such cases, the type of enclosure giving the lower degree of protection shall be stated first. If the component that differs has a higher grade of enclosure this will not be stated, see VDE 0530 Part 1/1.69, § 48,1.

The type of enclosure should preferably be featured on the rating plate, and if this is not feasible, on the casing.

The indications relate to the "as-delivered condition" of the machine, and to its specified or usual mode of installation. The type of enclosure may alter as a result of a different type of installation or mounting or if the machine is operated under other conditions (e.g. by the closing of apertures).

3. Degrees of protection against accidental contact and ingress of foreign bodies

First reference number	Scope of protection	
	Denomination	Explanation
0	No protection	No special protection of persons against accidental or inadvertent contact with live or moving components. No protection of the machine against the ingress of solid foreign bodies.
1	Protection against large foreign bodies	Protection against accidental or inadvertent large area contact with live or internal moving components, e.g. with the hand, but no protection against voluntary access to these components. Protection against the ingress of solid foreign bodies having a diameter in excess of 50 mm.
2	Protection against medium-sized foreign bodies	Protection against contact by the fingers with live or internal moving components[2)4)]. Protection against the ingress of solid foreign bodies having a diameter in excess of 12 mm.
4	Protection against granular foreign bodies	Protection against contact with live or internal moving components by tools, wires or similar objects having a thickness in excess of 1 mm[2)5)]. Protection against the ingress of solid foreign bodies having a diameter in excess of 1 mm; excluded from this are cooling air apertures (inlet and outlet openings of external fans) and condensate drain holes of totally enclosed machines which are allowed to have No. 2 degree of protection.
5	Protection against dust deposits[3)]	Complete protection against contact with live or internal moving components[2)]. Protection against injurious dust deposits. The ingress of dust is not completely prevented, but dust must not be able to penetrate in amounts large enough to adversely affect the operation of the machine.

For Footnotes see page 3

4. Protection against ingress of water

Second reference number	Scope of protection	
	Denomination	Explanation
0	No protection	No special protection
1	Protection against vertically falling drip water	Water droplets falling vertically onto the machine must not adversely affect the operation.
2	Protection against drip water falling at a slant	Water droplets falling at any angle up to 15° from the vertical must not adversely affect the operation.
3	Protection against splash water	Water falling at any angle up to 60° from the vertical must not adversely affect the operation[4]).
4	Protection against spray water	Water impinging as spray from all directions against the machine must not adversely affect its operation[4])5).
5	Protection against water jets	A water jet issuing from the nozzle of a hose aimed at the machine from any direction must not adversely affect its operation.
6	Protection against flooding	In the event of temporary flooding, e.g. in heavy seas, water must not penetrate into the machine in quantities liable to cause damage.
7	Protection against immersion	Water must not penetrate into the machine in quantities liable to cause damage when it is immersed in water under the specified pressure and time conditions.
8	Protection against submersion	Water must not penetrate into the machine in quantities liable to cause damage when it is submerged in water under a specified pressure for any length of time.

5. Types of preferred enclosure

The Table below contains the types of enclosure most commonly used in Germany for electrical machines; of these, the types most commonly used internationally are emphasized by bold type.

Protection against contact and ingress of foreign bodies	Protection against ingress of water Second reference number								
Code letters and first reference number	0	1	2	3	4	5	6	7	8
IP 0	IP 00		IP 02						
IP 1		IP 11 S	IP 12 S	IP 13 S					
IP 2		IP 21 S	IP 22 S	IP 23 S					
IP 4					IP 44				
IP 5					IP 54	IP 55	IP 56		

---

2) Machines which are cooled by an external fan are to be protected against accidental contact with the fan by the fingers. Generally speaking this requirement is satisfied if contact with the vanes or blades of the fan by test finger 1 DIN 40051 is prevented. Motors driving agricultural appliances, small machines used by traders, and domestic appliances may require more extensive precautions against accidental contact.

3) The degree of protection specified in this Standard against dust and the testings for such protection conform to general practice. When the type of dust is stated (size of particles and their characteristics, e.g. fibrous particles) the test conditions are to be separately agreed between manufacturer and customer as necessary.

4) For further details regarding weather proof machines (additional letter W) see under Section 8.2

5) For further details regarding machines with pipe ventilation (additional letter R) see under Section 8.1

(→)

6. Testing for protection against contact and ingress of foreign bodies

The testings for all degrees of protection are to be carried out with the machine stationary.

First reference number	Testing
0	No testing
1	The testing is to be carried out with a ball with a diameter of 52.5 mm which is pressed against the casing with a force of 50 N ≈ 5 kp. The protection is deemed adequate if the ball does not penetrate into the casing and does not make contact with internal live or moving parts.
2	Testing performed with test finger 1 and interpreted according to DIN 40051 Part 1. For the purpose of the testing the rotor shall be turned slowly by hand. Shafts and similar smooth parts are excepted from the testing. When the machines have an external fan, footnote[2]) Section 3 shall be observed. In addition, a ball with a diameter of 12.5 mm must not penetrate into the casing.
4	The testing shall be carried out with a steel wire with a diameter of 1 mm. Excluded from the testing are cooling apertures (inlet and outlet of external fans) and condensate drain holes which are allowed to conform to No. 2 degree of protection. When the machines have an external fan footnote[2]) in Section 3 shall be observed. The protection is deemed adequate if the wire does not penetrate into the casing (e.g. at joints).
5	Testing is performed with the use of dust chamber 1 and is interpreted according to DIN 40052 Part 1. This testing is to be carried out only on machines with a shaft height up to 132 mm. In the case of machines with shaft heights greater than 132 mm the outcome of a testing carried out on a machine of comparable design but smaller shaft height, is regarded as adequate.

7. Testing for protection against ingress of water

7.1. General

For the No. 1, 2, 3 and 4 degrees of protection, scrutiny of the drawing is generally adequate. In border line cases the testing should be carried out on the lines indicated below.
For the No. 5, 6 and 7 degrees of protection, the testing should be carried out in accordance with the conditions stated for these levels of protection.
For No. 8 the conditions for acceptance and, where necessary, for testing shall be agreed between manufacturer and customer.
The testings for all degrees of protection are to be carried out with the machine stopped; for Nos. 4 to 6 they may also be carried out with the machine running.
All testings are to be carried out with fresh water unless stated or agreed to the contrary.

The values stated for the testings and concerning water pressure, quantity of water and test duration as well as the dimensions of the spray pipes have been specified as the outcome of thorough investigation. It should be noted that the quantity of water relates to a projected area of 1 m^2 parallel with the axis of the shaft; this area is sufficient for the majority of machines. If a machine has a projected area larger than 1 m^2 the same quantity of water and test duration is regarded as adequate if the testing is made at all the critical points, e.g. joints, seals, bearings.

For [2]), [4]) and [5]) see page 3

Mechanical testing for protection against ingress of water

Second reference number	Testing
0	No testing
1	Tested with the drip appliance A 1 DIN 40053
2	Tested with the drip appliance A 1 DIN 40053
3	Tested with the swivelling pipe B 1-... DIN 40053[4)][6)]
4	Tested with the swivelling pipe B 1-... DIN 40053[4)][6)]
5	Tested with the spray pipe D 1 DIN 40053[7)]
6	Tested with the spray pipe D 1 DIN 40053[7)]
7	For the purpose of the testing the machine is to be immersed in water in such a manner that the surface of the water is not less than 1 m above the fixing face of the machine and the top of the machine is not less than 15 cm below the water. The duration of the testing is 30 minutes. Subject to agreement between manufacturer and customer the above testing may be superseded by the following test method: The casing is tested with an internal air pressure of not less than 0.1 bar ($\approx$0.1 kp/cm^2). The duration of the testing is 1 minute. The protection afforded is deemed adequate if not air emerges during the testing. Emergence of air can be detected either by immersion, in which case the water must completely cover the machine, or by applying a soap solution to the machine.
8	The test conditions are to be agreed between manufacturer and customer.

Assessment

The protection afforded is deemed adequate if the following conditions are fulfilled after completion of the testings according to Section 7.2:
Any water that has penetrated must not interfere with the operation of the machine; windings and other live parts must not be wet and any accumulation of water inside the casing shall not reach such parts.
It is, however, permissible for the blades of fans inside the machine to be wet; ingress of water along the shaft is also acceptable provided that arrangements are made for draining such water.

Electrical testing

If the machine has been tested while stationary, it must be run for 15 minutes at no load and rated voltage and then subjected to a high voltage test. The test voltage is 50 % of the test voltage for a new machine and not less than 125 % of the rated voltage.
If the machine has been tested while running, only the high voltage test at the voltage stated above shall be carried out.

Assessment

The testing is deemed to be passed if there is no evidence of damage as defined in the testing for insulation in VDE 0530 and in IEC Publication 34-1.

Types of enclosure with additional letters

Machines with pipe ventilation (additional letter R)

The totally enclosed machine which has cooling air flowing through it, i.e. is internally cooled, has cooling air apertures which are connected to pipes, ducts or pits; the pipes are not in communication with the space where the machine is installed.
Example: 1P R 44

4) See page 3

6) Instead of the testing with the swivelling pipe B 1-...DIN 40053 a testing using the spray nozzle C 1 according to DIN 40053 Part 3 may also be agreed between manufacturer and customer.

7) For Nos. 5 and 6 the distance from the spray pipe D 1 DIN 40053 to the machine has been fixed at 3 m on the basis of experience acquired in actual practice; in order to allow the spray to be applied to the machine from all directions this distance may be reduced.

8.2. Weather proof machines (additional letter W)

The IP W types of enclosure are intended for internally cooled machines (degree of protection inferior to IP 44) with extra protective features for operating in the open under special climatic conditions. With regard to protection against contact and ingress of foreign bodies, these weather proof machines are subject to the particulars in Sections 3, 4, 6 and 7, which are supplemented by the undermentioned guide lines relating to design, and are further supplemented in the case of the IP W 24 enclosure by guide lines for additional testing. Where necessary, arrangements to provide protection against icing shall be made.

Enclosure IP W 23 S

Guide lines for design:
Before it contacts the components to be cooled, the cooling air drawn in through the cooling air apertures is so routed that it undergoes at least one deflection by not less than 90° and experiences velocity reduction.
Insulated windings must be able to withstand the effects produced by moisture when exposed to alternated climatic conditions according to DIN 50016.
Components made of iron and steel must be protected against rusting.
Bearing lubricants must be suited to the minimum and maximum outside temperature likely to occur at the place of installation. The penetration of fine sand and water into the bearings is made difficult by the fitting of covers or by appropriate design of the sealing arrangements.

Terminal box design conforms at least to the IP 55 type of enclosure.

Enclosure IP W 24

Guide lines for design:
Before it comes into contact with the components to be cooled, the air drawn in and discharged through the ventilating openings is so routed that it undergoes at least three deflections through not less than 90° each time; this prevents the ingress through the ventilating openings of small solid foreign bodies, coarse dust particles, rain and snow driven by strong gale-force winds. In addition, the inlet route for the cooling air must have a widened portion so that the velocity of the air at this point does not exceed 2.8 m/s, thus enabling any particles entrained in the air to settle.
Instead of this settling chamber, removable or otherwise easily cleaned filters may be provided.
Insulated windings must be able to withstand the effects produced by moisture when exposed to alternated climatic conditions according to DIN 50016.
Components made of iron and steel must be protected against rusting.
Bearing lubricants must be suited to the minimum and maximum outside temperature likely to occur at the place of installation. The penetration of fine sand and water into the bearings is prevented by the fitting of covers or by appropriate design of the sealing arrangements.
Terminal box design conforms at least to the IP 55 type of enclosure.

Guide lines for additional testing:
When fine sand is freely thrown at the machine no deleterious effects shall arise through ingress of sand.

For types of enclosure; protection of electrical apparatus against accidental contact by persons, against ingress of foreign bodies and against ingress of water, general, see DIN 40050 Part 1

Explanations

The contents of the present Standard conform to a large extent with IEC Publication 34-5, 1st Edition 1968: Rotating electrical machines, part 5: degrees of protection by enclosures for rotating machinery. The main points of difference are discussed below.

Under reference number 2, Publication 34-5 contains the expression "small foreign bodies". In conformity with the basic standard DIN 40050 Part 1 and with IEC Publication 144, 1st Edition 1963, however, this Standard refers to medium-sized foreign bodies.

In the Section dealing with preferred types of enclosure, IEC Publication 34-5 contains only 7 types. In this Standard five further types are identified as in common use.

The additional letter R for machines with pipe ventilation is not contained in the IEC Publication. With regard to weather proof machines, the IEC Publication does not state any guide lines for design and for additional testing. These have been taken over with only minor amendments from the former Extract Sheet.

The place and manner of installation as well as the question of access to the machine, and possibly, special operating conditions are the critical factors determining which type of enclosure according to this Standard is necessary.

In general, reference should be made to the Explanations in DIN 40050 Part 1.

The degrees of protection used with three-phase motors are designated by a symbol consisting of two letters and two numerals, some designations including an additional characteristic letter:

IP (International Protection)
Letters designating the degree of protection against contact with live or moving parts inside the enclosure and the ingress of solid foreign bodies and water.

0 to 6 The first characteristic numerals designate the degree of protection of persons against contact with live or moving parts inside the enclosure and the ingress of solid foreign bodies.

0 to 8 The second characteristic numeral designates the degree of protection against harmful ingress of water (no protection against oil).

W, S and M Supplementary code letters for special degrees of protection

Principal degrees of protection for electrical machines:

Motor	Degree of protection	1st numeral Protection against contact	foreign bodies	2nd numeral Protection against water
Internally ventilated	IP 21	with the fingers	medium-size bodies with diameters greater than 12 mm	dripping water falling vertically
	IP 22			dripping water falling at an angle up to 15° from the vertical
	IP 23			water sprayed at an angle up to 60° from the vertical
surface-ventilated	IP 44	by tools or similar objects	small bodies with diameters greater than 1 mm	water splashed from any direction
	IP 54	complete protection	Protection against harmful deposits of dust	water splashed from any direction
	IP 55			water projected by a nozzle from any direction
	IP 56			water from temporary flooding [1] heavy stream
	IP 65	complete protection	protection against ingress of dust	water projected by a nozzle from any direction
	IP 67			motor submerged under fixed pressure and time conditions

1) In the case of heavy seas (temporary flooding) only the non-ventilated motor type 1PB can be used.

Special degrees of protection

W for weatherproof machines:
The additional letter W is inserted between the letter symbol IP and the characteristic protection figures, e.g. IP W 23. The letter is applicable to machines "for use under specified weather conditions and with additional protective measures or equipment".

S and M for protection against water:
For special applications (e.g. open-type, open-circuit air-cooled machines on ship decks, where air inlet and outlet openings of the machines are closed during standstill) a letter can follow the characteristic figures indicating whether the protection against harmful water entry is certificated or tested with the machine at standstill (letter S) or running (letter M).

In this case the degree of protection for both operating states of the machine must be specified, e.g. IP 55 S/IP 23 M.

Where the additional letters are omitted, the stated degree of protection is complied with for both states, i.e. running and at standstill.

In line with international agreements, the additional letter R specified in the previous standards for pipe connected machines has been omitted in DIN IEC 34, Part 5.

3. **Protection of persons against contact with live or moving parts inside the enclosure and protection of equipment against ingress of solid foreign bodies**

Protection against contact with moving parts inside the enclosure is limited to contact with moving parts inside the enclosure which might cause danger to persons.

First characteristic numeral	Degree of protection
0	No protection of persons against contact with live or moving parts inside the enclosure. No protection of equipment against ingress of solid foreign bodies.
1	Protection against accidental or inadvertent contact with live or moving parts inside the enclosure by a large surface of the human body, for example, a hand, but not protection against deliberate access to such parts. Protection against ingress of large solid foreign bodies. See test Sub-clause 7.1.
2	Protection against contact with live or moving parts inside the enclosure by fingers. Protection against ingress of medium size solid foreign bodies. See test Sub-clause 7.2.
3	Protection against contact with live or moving parts inside the enclosure by tools, wires or such objects of thickness greater than 2.5 mm. Protection against ingress of small solid foreign bodies. See test Sub-clause 7.3.
4	Protection against contact with live or moving parts inside the enclosure by tools, wires or such objects of thickness greater than 1 mm. Protection against ingress of small solid foreign bodies. See test Sub-clause 7.4.
5	Complete protection against contact with live or moving parts inside the enclosure. Protection against harmful deposits of dust. The ingress of dust is not totally prevented, but dust cannot enter in an amount sufficient to interfere with satisfactory operation of the equipment enclosed. See test Sub-clause 7.5.
6	Complete protection against contact with live or moving parts inside the enclosure. Protection against ingress of dust. See test Sub-clause 7.6.

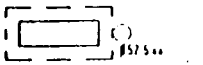
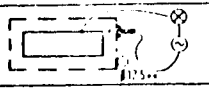
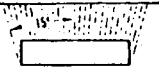
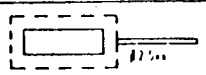
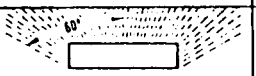
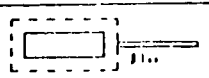
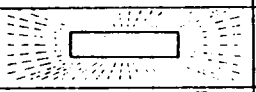
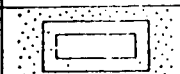
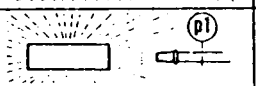
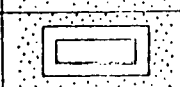
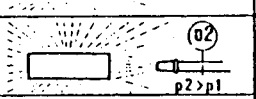
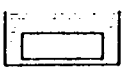
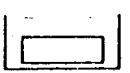
4. Protection of equipment against ingress of liquid

Second characteristic numeral	Degree of protection
0	No protection.
1	Protection against drops of condensed water: Drops of condensed water falling on the enclosure shall have no harmful effect. See test Sub-clause 8.1.
2	Protection against drops of liquid: Drops of falling liquid shall have no harmful effect when the enclosure is tilted at any angle up to 15° from the vertical. See test Sub-clause 8.2.
3	Protection against rain: Water falling in rain at an angle equal to or smaller than 60° with respect to the vertical shall have no harmful effect. See test Sub-clause 8.3.
4	Protection against splashing: Liquid splashed from any direction shall have no harmful effect. See test Sub-clause 8.4.
5	Protection against water-jets: Water projected by a nozzle from any direction under stated conditions shall have no harmful effect. See test Sub-clause 8.5.
6	Protection against conditions on ships' decks (deck watertight equipment): Water from heavy seas shall not enter the enclosures under prescribed conditions. See test Sub-clause 8.6.
7	Protection against immersion in water: It must not be possible for water to enter the enclosure under stated conditions of pressure and time. See test Sub-clause 8.7.
8	Protection against indefinite immersion in water under specified pressure: It must not be possible for water to enter the enclosure. See test Sub-clause 8.8.

IP X_1 X_2

IP PROTECTION DEGREES:

THE MARKINGS USED TO INDICATE THE DEGREE OF PROTECTION CONSIST OF THE LETTERS IP FOLLOWED BY TWO CHARACTERISTIC NUMERALS.

PROTECTION AGAINST INGRESS OF SOLID FOREIGN BODIES				PROTECTION AGAINST INGRESS OF LIQUID.			
X_1	TEST	PROTECTION AGAINST	CEE	X_2	TEST	PROTECTION AGAINST	CEE
0		No protection		0		No protection	
1		ingress of large solid foreign bodies (greater than 50 mm)		1		drops of falling liquid	
2		ingress of medium size solid foreign bodies (greater than 12 mm)		2		drops of falling liquid at any angle up to 15° from the vertical.	
3		ingress of small solid foreign bodies. (greater than 2,5 mm)		3		water falling in rain at any angle up to 60° from the vertical.	
4		ingress of small solid foreign bodies (greater than 1 mm)		4		liquid splashed from any direction (360°)	
5		harmful deposits of dust		5		water-jets from any direction (360°)	
6		ingress of dust		6		conditions on ships' decks	
				7		immersion in water.	
				8		indefinite immersion in water under specified pressure.	

Standards : DIN 40050 Bl 1: aug. 1970
IEC Publ. 144 : 1st ed. 1963

Marking : IP X_1 X_2

Table 1. Limits of Temperature Rise for Induction Machines (deg.)

Item	Parts of Induction Machin	Type* of enclosure	Class A insulation			Class E insulation			Class B insulation			Class F insulation			Class H insulation		
			T	R	D	T	R	D	T	R	D	T	R	D	T	R	D
1.	Stator winding	Open type	50	60	60	65	75	75	70	80	80	85	100	100	105	125	125
		Totally-enclosed type	55	60	60	70	75	75	75	80	80	90	100	100	110	125	125
2.	Insulated rotor winding	Open type	50	60		65	75		70	80		85	100		105	125	
		Totally-enclosed type	55	60		70	75		75	80		90	100		110	125	
3.	Uninsulated short-circuited winding		The temperature rise of these parts shall in no case reach such a value that there is a risk of injury to any insulating or other material on adjacent parts.														
4.	Iron cores and other mechanical parts, in contact with or adjacent to insulated winding	Open type	60			75			80			100			125		
		Totally-enclosed type	60			75			80			100			125		
5.	Commutators and collector rings		60			70			80			90			100		
6.	Brushes and brush holders		The temperature rise of these parts shall in no case reach such a value that there is a risk of injury to any insulating or other material on adjacent parts.														
7.	Bearings (Self-cooled)		40 degrees when measured on surface of metal 45 degrees when measured by thermometers embedded in metal. When water-cooled bearing or heat-resisting lubrication oil is used, aggreement shall be made between purchaser and manufacturer case by case.														

*In above Table, "T" represents thermometer method. "R," resistance method. "D," embedded temperature detector method.

Table 3.2 Limit of Temperature Rise of Rotary Machines

(unit deg)

Item	Part of rotary machine	Class A Insulation			Class E Insulation			Class B Insulation			Class F Insulation			Class H Insulation		
		(a)	(b)	(c)	(a)	(b)	(c)	(a)	(b)	(c)	(a)	(b)	(c)	(a)	(b)	(c)
1	Stator winding of AC machine	*50	60	60	*65	75	75	*70	80	80	*85	100	100	*105	125	125
2A	Winding of armature with commutator	*50	—	—	*65	—	—	*70	—	—	*85	—	—	*105	—	—
2B	Insulated rotor winding	*50	60	—	*65	75	—	*70	80	—	*85	100	—	*105	125	—
3A	Multiple layer field winding	*50	60	—	*65	75	—	*70	80	—	*85	100	—	*105	125	—
3B	Low resistance field winding and compensating winding	60	60	—	75	75	—	80	80	—	100	100	—	125	125	—
3C	Exposed single layer field winding	65	65	—	80	80	—	90	90	—	110	110	—	135	135	—
3D	Field winding of synchronous machine with massive cylindrical rotor (squirrel cage type rotor)	—	—	—	—	—	—	—	90	—	—	110	—	—	125	—
4	Core or other mechanical part adjacent to insulated winding	60	—	—	75	—	—	80	—	—	100	—	—	125	—	—
5	Short-circuit winding without insulation, core or other mechanical part not adjacent to insulated winding, brushes and brush holders	Temperature which does not cause mechanical hindrance and does not cause damage to insulators nearby.														
6	Commutator and slip ring	60	—	—	70	—	—	80	—	—	90	—	—	100	—	—
7	Bearing (self-cooled)	40 deg. C when measured at surface, 45 deg. C when measured by temperature detecting element embedded in bearing metal. When, however, a water-cooled bearing or heat-resisting lubricant is adopted, the temperature limit has to be agreed upon for every particular case between the purchaser and manufacturer.														

(Note): (a): Thermometer method (b): Resistance method (c): Embedded temperature detector method

(Remarks)

1. Every class of insulation given in this table means the class of the insulation of the part given in the column of the corresponding item. For example, the class B insulation for item 6 means that the insulation of the commutator of slip ring is class B and it does not mean that the insulation of the winding is class B.
2. For the totally enclosed type coresponding to 5.11 (2), establish the limit of temperature rise as 5 deg. C higher than figures marked by asterisks (*) in this table.
3. The number of the embedded temperature detecting elements shall be 3 or more and those elements shall be embedded at such positions at adequate distances in the circumferential direction and, in the axial direction, at those places where the temperature seems to be the highest.
4. Even when a high class insulation is adopted for the commutator of slip ring, the limit of temperature rise for the low class insulation shall be applied if the low class insulation is adopted to the winding which is very close to it. For example, even when the insulation of the commutator is class H, the limit of temperature rise of the commutator has to be 70 deg. C of the class E insulation if the class E insulation is adopted for the winding which is very close to it.
5. Of the windings of items 3B and 3C the resistance method is not suitable for those windings which have small number of turns and many connections.
6. The low resistance field winding in item 3B means a field winding with small number of layers and small resistance for which the whole circumference is insulated, for example, an interpole winding, series winding, etc.

Tolerances of Induction Machines

Item	Kinds	Tolerances
1	a) Conventional efficiency (η)% (See 6.3, 6.12, 6.13.)	$-0.1\times(100-\eta)$ %
	b) Measured efficiency (η)%	$-0.15\times(100-\eta)$ % Min. 0.7%
2	Losses (total losses of an asynchronous phase modifier)	+1/10×(guaranteed value)
3	Power factor at the rated output (pf) %	$-1/6\,(100-\text{pf})$ % Min. 2%, Max. 7%
4	No-load current	+3/10×(guaranteed value)
5	Slip	+1/5×(guaranteed value)
6	Starting current	+1/5×(guaranteed value)
7	Starting Torque	−1/10×(guaranteed value)
8	Break-down torque	−1/10×(guaranteed value)

Remark : Tolerances of Item 1 and Items 3 to 8 shall be applied to both the measured values and calculated values (circle diagram method, etc.).

ملحق رقم (٤) : أنواع بدء الحركة للمحركات الكهربائية

CONTROLLING INRUSH

When an AC induction motor is started across the line, the electrical current demanded by the motor instantaneously reaches a value of five to six times its normal full load running current; this is true whether the motor is fully loaded or unloaded. This instantaneous increase in current is called inrush.

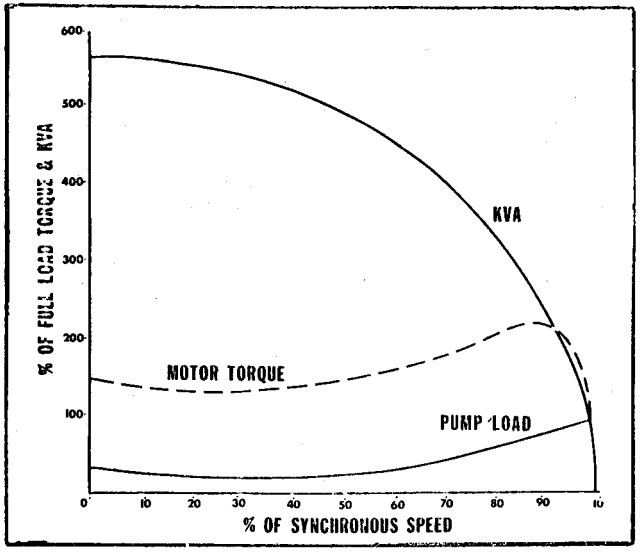
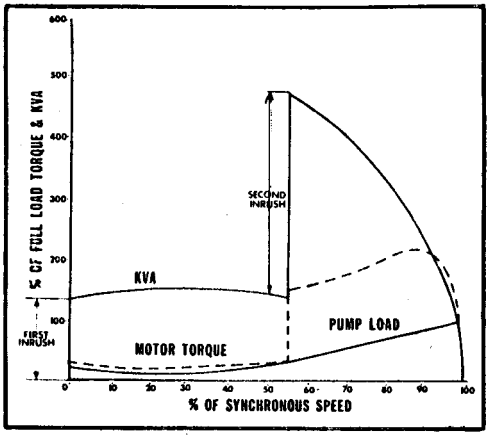


FIGURE 1. A.C. MOTOR ACROSS THE LINE

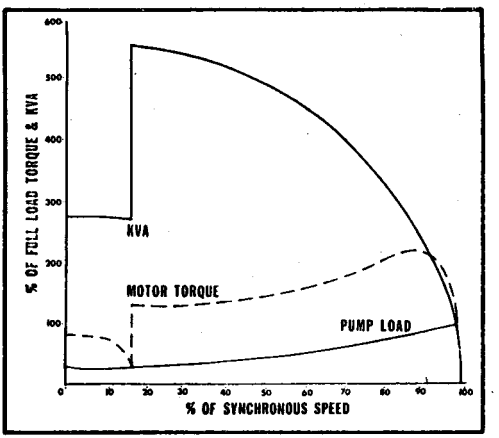
Inrush occurs because at the instant of starting the impedance of the motor winding is very low. As the motor starts to accelerate, the impedance increases and therefore the current starts to diminish.

The above is true only because the voltage applied to the motor was held at a fixed value. Therefore, it becomes obvious that if the voltage applied to the motor was reduced at start, the inrush current would be reduced. Or better yet, if we could gradually apply the voltage to the motor from zero on up, the inrush would be zero.

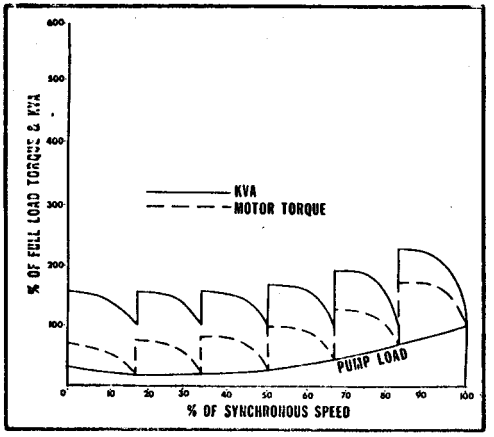
Over the years, many methods have been developed and used to reduce the inrush current, such as the autotransformer, part winding motor design, Wye-Delta motor design and in more recent years the reduced voltage solid state starter. However, all of these merely reduce the level of inrush, they cannot eliminate the inrush.



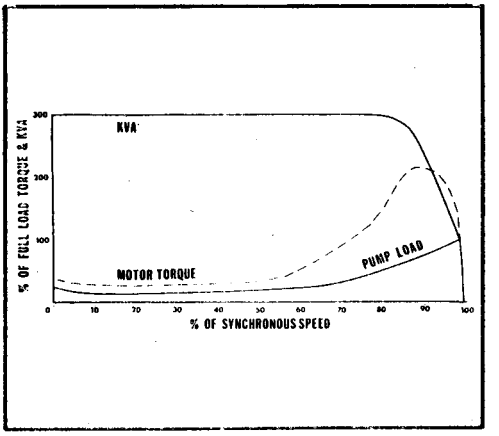
AUTOTRANSFORMER OR WYE DELTA



PART WINDING



WOUND ROTOR MOTOR



CONVENTIONAL SOLID STATE STARTER

FIGURE 2.

It is apparent from the curves in figure 2 that each has some degree of inrush. Three out of four have two steps of inrush, each of a slightly different magnitude. The fourth, the solid state starter, has one level of inrush and this level being adjustable must be set at a level high enough to not only provide the power to break the load away, but also to accelerate the load to full speed. This brings us to the real problem.

The problem is, the machine must be started and accelerated up to full speed and still stay within the power line and inrush limitations.

It is therefore apparent that only certain kinds of reduced voltage methods can be used with any given kind of loads.

For all practical purposes, there are only three types of loads. (1) constant torque, (2) variable torque, and (3) high inertia loads with which we have to be concerned.

Since the starting torque of an AC induction motor varies as a square of the applied voltage, it becomes apparent that not all types of loads can be successfully started by fixed step functions. Obviously, the constant torque type of load cannot be started by the autotransformer the part winding or the Wye-Delta method. Not only is the accelerating torque constant for loads such as conveyors, but in most cases the breakaway torques (stiction) can be quite high.

In contrast to this, the variable torque type loads, such as centrifugal pumps, fans, etc., the torque required varies as a square of the speed. It has a very low breakaway torque (15-35% of full load). Therefore, most any one of the four reduced voltage means can be successfully used to start this kind of load. Whether or not it would allow staying within whatever inrush limitations exist is another question. This can only be determined by the motor manufacturer and the kind of starting employed. Keep in mind that motor design and characteristics vary not only between manufacturers but also from motor frame size to motor frame size within a given manufacturer. The only way to be sure that the motor will start and accelerate the load to full speed with any reduced voltage method is to put the full problem on the motor manufacturer and have him provide his recommendations. If the autotransformer method is to be employed, the motor manufacturer should know and sanction the voltage steps.

A completely new concept in motor starting is now available which solves the problem of starting most any type of load and still stay within any inrush limitations. The concept uses the conventional AC induction motor in conjunction with a specially-designed solid state starter, the two matched to each other for the specific application. The end result is the assurance that the drive package will start the load and do it with zero inrush.

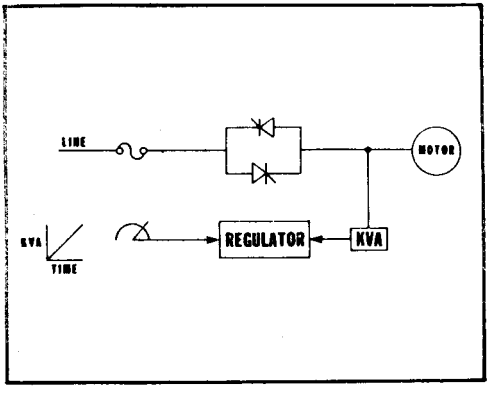


FIGURE 3
CONTROL SCHEMATIC

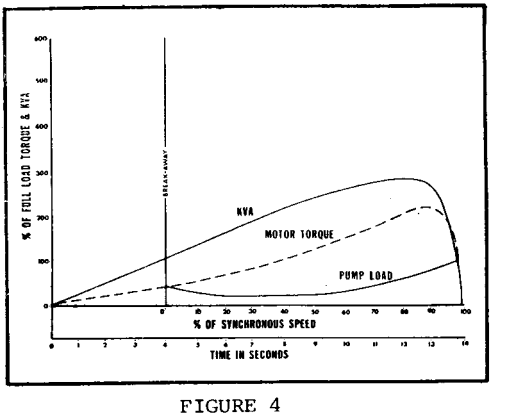


FIGURE 4
ULTRA TORQ START

The controller is made up of all solid state devices and the power section consists of six SCR's (two per phase). A feedback loop measuring KVA controls the amount of power being supplied to the motor during the starting cycle (see figure 3). The control is such as to allow an ever increasing amount of KVA to flow to the motor on a time basis, thus providing a rate of change of KVA to the motor (see figure 4).

When the starter is first energized, the KVA output is zero. As the KVA increases to the motor, the motor starts to develop more and more torque. At some point in time, the motor will have sufficient torque to break the load away. Since the KVA continues to increase, so does the motor's torque, thus applying acceleration torque to the load. When the motor is up to full speed, the KVA demand decreases to the running level and the starter is full on. This is shown in figure 4 where a pump type load is used as an example. The level to which the KVA rises totally depends on motor design and the torque characteristics of the load.

It is now apparent, by properly selecting the right motor to match the load requirements and then match the starter to that motor, the motor will break the load away accelerate it to full speed and do it all with a zero inrush.

SELECTION OF REDUCED VOLTAGE STARTERS

To select a proper reduced voltage starter, consideration should be given to requirements of application which may be divided into the following three:

1. Limiting starting current throughout starting.

Transition to full voltage needs to be delayed until just before the motor obtains full speed. Whether accelerating is large enough to accelerate the load should be considered.

2. Limiting the duration of flow of maximum current during starting.

The main consideration should be reducing line disturbance by shortening maximum starting current interval rather than by restricting maximum starting current.

3. Providing cushioned starting.

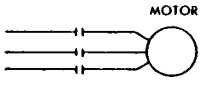
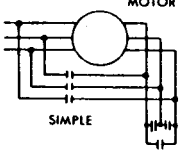
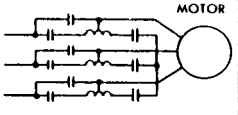
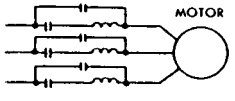
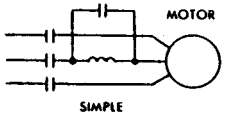
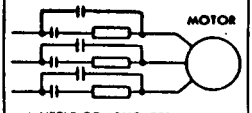
Starting torque is first limited, then increased gradually with acceleration.

REDUCED VOLTAGE STARTER SELECTION TABLE

REQUIREMENT / TYPE OF LOAD	LIMITING STARTING CURRENT THROUGHOUT STARTING	LIMITING DURATION OF FLOW OF MAX.CURRENT DURING STARTING	PROVIDING CUSHIONED STARTING	APPLICATIONS
START AT NO LOAD	Wye-delta Korndorfer Reactor	—	—	Machine Tools: Lathes, drilling machines, boring machines, spindle drives of milling machines, gear cutting machines, cutters of gear cutting machines, grinders, band saw machines, paper grinders, line shaft drives. Loading, Unloading and Transportation: Winches with clutch, capstans, crushers, unloaders. Spinning and Looming Machines. General Industrial Machines. Motor-driven Machines. MG Sets.
SQUARED OF TORQUE LOAD	Korndorfer Reactor	Korndorfer Reactor Wye-delta	—	Fluid Machines: Spiral pumps, turbine pumps, volute pumps, swash plate pumps, axial-flow pumps. Pneumatic Machines: Centrifugal-fans, -blowers and -compressors, axial-flow-fans, -blowers and -compressors.
GRAVITY LOAD	—	Korndorfer · Reactor	Kuza·Reactor Korndorfer	Lifting-Lowering Machines: Winches, tilted conveyors, elevators, escalators.
FRICTION LOAD	Korndorfer Reactor	Korndorfer Reactor	Kuza Korndorfer Reactor	Feed Drives: Horizontal conveyors, travelling trucks, machine tools, Crushers, Mixers, Feeders, Calenders. Electric Doors.
INERTIA LOAD	Wye-delta Korndorfer Reactor	Wye-delta Korndorfer Reactor	—	Centrifugal Separators, Hydro-extractors, Crank Presses (with small repulsion torque only).
START AT FULL LOAD	Korndorfer Reactor	Korndorfer Reactor	Kuza·Reactor Korndorfer	Reciprocating Pumps, Reciprocating Compressors, Roots-blowers, Extruders.
INTERMITTENT LOAD			Kuza·Reactor Korndorfer	Loom Machines, Winders, Pinch Rollers, Long Belt Conveyors, Chain Conveyors.

Note: Resistor starter can be used instead of reactor except where applications involve inertia load.

TYPES OF MOTOR STARTING

STARTING METHODS AND PRIMARY CONNECTIONS		STARTING CHARACTERISTICS	TYPICAL APPLICATIONS
FULL VOLTAGE STARTING  VERY SIMPLE		· Both starting current and starting torque large, resulting in shortest starting time. · Line disturbance and inrush current large. · Shock to connected machinery inevitable at starting.	General industry use.
REDUCED VOLTAGE STARTING	**WYE-DELTA** (Open transition)  SIMPLE	· Both starting current and starting torque small. · Starting current not adjustable. · Torque increase and maximum torque small. · Opening of circuit during transition to full voltage may cause line surge.	· Suitable for starting motors with no load or light load connected. · Machine tools.
	KORNDORFER (Closed-transition)  MOST COMPLICATED	· Starting torque does not much decrease if starting current is reduced. · Starting current adjustable by autotransformer taps. · Torque increase small but larger than with wye-delta starting. · Maximum torque small. · Smooth acceleration.	· Suitable for use where reduction of starting current is of prime consideration. · Pumps, blowers.
	REACTOR  A LITTLE COMPLICATED	· Reducing starting current sharply decreases starting torque. · Starting current adjustable by reactor taps. · Torque increase extremely large. · Maximum torque largest among reduced voltage starters. · Smooth acceleration.	· Suitable for use where wye-delta starting does not provide adequate acceleration. · Used where cushioned starting is required. · Pumps, blowers.
	KUZA  SIMPLE	· Only starting torque can be limited. · Starting torque adjustable by reactor taps. · Torque increase remarkably large. · Smooth acceleration.	· Suitable for use in small motors where cushioned starting is desired.
	PRIMARY RESISTOR  A LITTLE COMPLICATED	· Reducing starting current sharply reduces starting torque. · Starting current adjustable by resistor taps. · Torque increase and maximum torque pretty large. · Smooth acceleration.	· Suitable for use where wye-delta starting does not provide adequate acceleration. · Used where it is desirable to eliminate shock to driven machines.

ملحق رقم (٥) : معاملات فاقد الضغط فى المواسير الزهر المرن

Diameter (m)	Coefficient $\frac{\lambda}{D}$ for roughness equal to:			
	k = 0·1 mm	k = 0·5 mm	k = 1·0 mm	k = 2·0 mm
0·030	1·02	1·54	2·00	2·71
0·040	0·700	1·04	1·34	1·80
0·050	0·528	0·78	0·985	1·30
0·070	0·35	0·500	0·615	0·80
0·080	0·290	0·413	0·512	0·660
0·100	0·222	0·310	0·380	0·490
0·125	0·168	0·232	0·284	0·360
0·150	0·133	0·182	0·223	0·280
0·175	0·110	0·150	0·180	0·229
0·200	0·0935	0·128	0·153	0·190
0·225	0·0813	0·110	0·129	0·162
0·250	0·0710	0·096	0·114	0·141
0·300	0·0573	0·076	0·090	0·110
0·350	0·0475	0·0625	0·0735	0·0900
0·400	0·0400	0·0530	0·0625	0·0758
0·450	0·0351	0·0460	0·0538	0·0650
0·500	0·0308	0·040	0·047	0·0566
0·600	0·0245	0·0322	0·0371	0·0477
0·700	0·0206	0·0266	0·0307	0·0368
0·800	0·0175	0·0225	0·0260	0·0310
0·900	0·0151	0·0194	0·0225	0·0267
1·000	0·0134	0·0170	0·0197	0·0234
1·250	0·0102	0·0130	0·0150	0·0177
1·500	0·00827	0·0104	0·0120	0·0140
1·750	0·00686	0·00857	0·0098	0·0116
2·000	0·00586	0·00735	0·0084	0·00980
2·500	0·00453	0·0056	0·0064	0·00745
Range of speeds with good approximation	1 to 3 m/s	1 to 3 m/s	⩾ 1 m/s	⩾ 0·5 m/s

3—Tables of values of the loss of head J.

In practice the roughness coefficients used most often are either 0·1 mm or 2 mm, or an intermediate value such that it is only necessary to take the arithmetic mean of the two values of J corresponding to each of these coefficients k (see page 991). The diameter of the metal pipes is standardized. The following tables give for current diameters the value of the loss of head through friction J under the least favourable assumption of water at a temperature near 0°C with the maximum viscosity.

TABLE *giving the* loss of head J in metres

as a function of the diameter of the pipe and the mean velocity :

(1) For new pipes (k = 0·1 mm) and (2) for existing pipes (k = 2 mm) (*the temperature of the water being at* 0°C.)

Mean velocity in metres/sec.	PIPE DIAMETER : 0·04 m. Pipe section : 0·0012566 m²			PIPE DIAMETER : 0·05 m. Pipe section : 0·0019635 m²		
	Head per metre of pipe length		Flow in litres/sec.	Head per metre of pipe length		Flow in litres/sec.
	New pipes	Existing pipes		New pipes	Existing pipes	
0·01			0·0125			0·0196
0·05			0·0628			0·0982
0·10			0·1256			0·1963
0·15			0·1884			0·2945
0·20	0·002115		0·2513	0·001590		0·3927
0·25	0·003138		0·3140	0·002358		0·4909
0·30	0·004329		0·3769	0·003248		0·5890
0·35	0·005694		0·4396	0·004281	0·008237	0·6872
0·40	0·007242		0·5024	0·005451	0·010690	0·7854
0·45	0·008966	0·018576	0·5652	0·006708	0·013468	0·8836
0·50	0·010861	0·022868	0·6280	0·008115	0·016587	0·9817
0·55	0·012895	0·027640	0·6908	0·009668	0·020046	1·0799
0·60	0·015116	0·032856	0·7538	0·011340	0·023826	1·1781
0·65	0·017493	0·038512	0·8164	0·013118	0·027924	1·2763
0·70	0·020072	0·044652	0·8792	0·015013	0·032374	1·3744
0·75	0·022793	0·051212	0·9420	0·017030	0·037128	1·4726
0·80	0·025647	0·058227	1·0048	0·019213	0·042210	1·5708
0·85	0·028681	0·065742	1·0676	0·021509	0·047658	1·6690
0·90	0·031845	0·073703	1·1304	0·023948	0·053429	1·7671
0·95	0·035190	0·082110	1·1932	0·026496	0·059524	1·8653
1·00	0·038546	0·090981	1·2566	0·029155	0·065955	1·9635
1·05	0·042143	0·100299	1·3194	0·031916	0·072710	2·0617
1·10	0·046021	0·110081	1·3822	0·034782	0·079801	2·1598
1·15	0·050052	0·120327	1·4451	0·037750	0·087229	2·2580
1·20	0·054224	0·131019	1·5079	0·040884	0·094980	2·3562
1·25	0·058535	0·142157	1·5707	0·044152	0·103054	2·4544
1·30	0·063011	0·153760	1·6335	0·047549	0·111465	2·5525
1·35	0·067647	0·165809	1·6963	0·051090	0·120200	2·6507
1·40	0·072428	0·178322	1·7592	0·054745	0·129271	2·7489
1·45	0·077423	0·191281	1·8220	0·058509	0·138665	2·8471
1·50	0·082570	0·204704	1·8846	0·062386	0·148396	2·9452
1·55	0·087865	0·218591	1·9474	0·066373	0·158463	3·0434
1·60	0·093293	0·232907	2·0105	0·070459	0·168841	3·1416
1·65	0·098874	0·247704	2·0733	0·074658	0·179568	3·2397
1·70	0·104657	0·262931	2·1362	0·978953	0·190606	3·3379
1·75	0·110597	0·278639	2·1990	0·083420	0·201993	3·4361
1·80	0·116671	0·294775	2·2608	0·088020	0·213691	3·5343
1·85	0·122893	0·311375	2·3236	0·092732	0·225725	3·6324
1·90	0·129260	0·328440	2·3864	0·097557	0·238096	3·7306
1·95	0·135764	0·345951	2·4499	0·102487	0·250790	3·8288
2·00	0·142410	0·363926	2·5132	0·107526	0·263821	3·9270
2·05	0·149244	0·382347	2·5760	0·112669	0·277175	4·0251
2·10	0·156222	0·401232	2·6388	0·117920	0·290865	4·1233
2·15	0·163337	0·420564	2·7016	0·123271	0·304879	4·2215
2·20	0·170586	0·440342	2·7645	0·128772	0·319217	4·3197
2·25	0·178048	0·460601	2·8273	0·134336	0·333904	4·4179
2·30	0·185708	0·481290	2·8888	0·140046	0·348901	4·5160
2·35	0·193518	0·502442	2·9516	0·145863	0·364235	4·6142
2·40	0·201476	0·524058	3·0158	0·151786	0·379905	4·7124
2·45	0·209576	0·546121	3·0786	0·157870	0·395899	4·8106
2·50	0·217815	0·568630	3·1412	0·164058	0·412217	4·9087
3·00	0·307923	0·818833	3·7698	0·133035	0·593597	5·8905
3·50	0·414432	1·114518	4·3981	0·312190	0·807948	6·8723
4·00	0·536204	1·455703	5·0264	0·404498	1·055283	7·8540

TABLE *giving the* loss of head J in metres

as a function of the diameter of the pipe and the mean velocity :

(1) For new pipes (k = 0·1 mm) and (2) for existing pipes (k = 2 mm) (*the temperature of the water being at* 0°C.)

Mean velocity in metres/sec.	PIPE DIAMETER : 0·06 m. Pipe section : 0·00282744 m²			PIPE DIAMETER : 0·08 m. Pipe section : 0·0050265 m²		
	Head per metre of pipe length		Flow in litres/sec.	Head per metre of pipe length		Flow in litres/sec.
	New pipes	Existing pipes		New pipes	Existing pipes	
0·01			0·0283			0·0503
0·05			0·1414			0·2513
0·10			0·2827	0·000256		0·5027
0·15	0·000753		0·4241	0·000520		0·7540
0·20	0·001249		0·5655	0·000863	0·001438	1·0053
0·25	0·001856		0·7069	0·001280	0·002213	1·2566
0·30	0·002557	0·004713	0·8482	0·001775	0·003154	1·5080
0·35	0·003364	0·006354	0·9896	0·002336	0·004263	1·7593
0·40	0·004277	0·008262	1·1310	0·002994	0·005539	2·0106
0·45	0·005289	0·010406	1·2723	0·003702	0·006969	2·2620
0·50	0·006412	0·012803	1·4137	0·004467	0·008568	2·5133
0·55	0·007633	0·015466	1·5551	0·005339	0·010347	2·7646
0·60	0·008961	0·018374	1·6965	0·006274	0·012290	3·0159
0·65	0·010388	0·021530	1·8378	0·007280	0·014396	3·2672
0·70	0·011907	0·024955	1·9792	0·008353	0·016680	3·5186
0·75	0·013523	0·028612	2·1206	0·009450	0·019120	3·7699
0·80	0·015223	0·032522	2·2619	0·010646	0·021733	4·0212
0·85	0·017034	0·036682	2·4033	0·011910	0·024515	4·2726
0·90	0·018959	0·041084	2·5447	0·013249	0·027458	4·5239
0·95	0·020968	0·045771	2·6861	0·014651	0·030590	4·7752
1·00	0·023064	0·050715	2·8274	0·016119	0·033895	5·0266
1·05	0·025257	0·055909	2·9688	0·017644	0·037367	5·2779
1·10	0·027556	0·061361	3·1102	0·019241	0·041011	5·5192
1·15	0·029941	0·067073	3·2516	0·020906	0·044828	5·7805
1·20	0·032418	0·073033	3·3929	0·022635	0·048811	6·0319
1·25	0·034975	0·079242	3·5343	0·024420	0·052961	6·2832
1·30	0·037615	0·085709	3·6757	0·026273	0·057283	6·5345
1·35	0·040392	0·092426	3·8170	0·028181	0·061772	6·7858
1·40	0·043257	0·099401	3·9584	0·030145	0·066434	7·0372
1·45	0·046204	0·106624	4·0998	0·032175	0·071261	7·2885
1·50	0·049255	0·114106	4·2412	0·034261	0·076262	7·5398
1·55	0·052392	0·121848	4·3825	0·036478	0·081436	7·7911
1·60	0·055606	0·129828	4·5239	0·038753	0·086769	8·0425
1·65	0·058908	0·138076	4·6653	0·041093	0·092283	8·2937
1·70	0·062308	0·146564	4·8066	0·043490	0·097955	8·5451
1·75	0·065796	0·155320	4·9480	0·045952	0·103807	8·7965
1·80	0·069359	0·164314	5·0894	0·048489	0·109818	9·0478
1·85	0·073003	0·173568	5·2368	0·051089	0·116003	9·2991
1·90	0·076759	0·183080	5·3721	0·053751	0·122360	9·5505
1·95	0·080625	0·192841	5·5135	0·056472	0·128884	9·8018
2·00	0·084576	0·202861	5·6549	0·059253	0·135580	10·0531
2·05	0·088607	0·213129	5·7963	0·062118	0·142443	10·3044
2·10	0·092722	0·223656	5·9376	0·065046	0·149479	10·5558
2·15	0·096914	0·234432	6·0790	0·068032	0·156680	10·8071
2·20	0·101266	0·245457	6·2204	0·071078	0·164049	11·0584
2·25	0·105710	0·256749	6·3617	0·074187	0·171597	11·3097
2·30	0·110234	0·268282	6·5031	0·077350	0·179304	11·5610
2·35	0·114844	0·280072	6·6445	0·080574	0·187184	11·8124
2·40	0·119540	0·292122	6·7859	0·083857	0·195238	12·0637
2·45	0·124318	0·304420	6·9272	0·087196	0·203457	12·3150
2·50	0·129176	0·316967	7·0686	0·090591	0·211842	12·5664
3·00	0·183110	0·456436	8·4823	0·128731	0·305056	15·0795
3·50	0·246110	0·621258	9·8960	0·172875	0·415213	17·5928
4·00	0·318732	0·811442	11·3098	0·224268	0·542321	20·1060

TABLE *giving the* loss of head J in metres

as a function of the diameter of the pipe and the mean velocity :

(1) For new pipes (k = 0·1 mm) and (2) for existing pipes (k = 2 mm) (*the temperature of the water being at* 0°C.)

Mean velocity in metres/sec.	PIPE DIAMETER : 0·10 m. Pipe section : 0·007854 m²			PIPE DIAMETER : 0·125 m. Pipe section : 0·012272 m²		
	Head per metre of pipe length		Flow in litres/sec.	Head per metre of pipe length		Flow in litres/sec.
	New pipes	Existing pipes		New pipes	Existing pipes	
0·01			0·0785			0·1227
0·05			0·3927			0·6136
0·10	0·000191		0·7854	0·000144	0·000207	1·2272
0·15	0·000388	0·000604	1·1781	0·000291	0·000449	1·8408
0·20	0·000643	0·001054	1·5708	0·000486	0·000783	2·4544
0·25	0·000956	0·001622	1·9635	0·000726	0·001204	3·0680
0·30	0·001335	0·002312	2·3562	0·001009	0·001712	3·6816
0·35	0·001763	0·003120	2·7489	0·001330	0·002311	4·2952
0·40	0·002248	0·004060	3·1416	0·001701	0·003004	4·9088
0·45	0·002786	0·005111	3·5343	0·002104	0·003785	5·5224
0·50	0·003370	0·006281	3·9270	0·002548	0·004656	6·1360
0·55	0·004009	0·007584	4·3197	0·003037	0·005618	6·7496
0·60	0·004707	0·009006	4·7124	0·003560	0·006568	7·3632
0·65	0·005447	0·010543	5·1051	0·004120	0·007804	7·9768
0·70	0·006245	0·012215	5·4978	0·004726	0·009037	8·5904
0·75	0·007090	0·014000	5·8905	0·005369	0·010356	9·2040
0·80	0·007985	0·015911	6·1830	0·006059	0·011769	9·8176
0·85	0·008931	0·017951	6·6759	0·006765	0·013279	10·4312
0·90	0·009930	0·020108	7·0686	0·007531	0·014878	11·0448
0·95	0·010980	0·022402	7·4613	0·008332	0·016567	11·6584
1·00	0·012080	0·024822	7·8540	0·009166	0·018349	12·2720
1·05	0·013233	0·027365	8·2467	0·010047	0·020228	12·8866
1·10	0·014431	0·030033	8·6394	0·010962	0·022201	13·4992
1·15	0·015673	0·032829	9·0321	0·011913	0·024268	14·1128
1·20	0·016955	0·035746	9·4248	0·012091	0·026424	14·7264
1·25	0·018301	0·038785	9·8175	0·013921	0·028670	15·8400
1·30	0·019692	0·041950	10·2102	0·014988	0·031010	15·9536
1·35	0·021142	0·045237	10·6029	0·016089	0·033440	16·5672
1·40	0·022637	0·048651	10·9956	0·017231	0·035964	17·1808
1·45	0·024197	0·052187	11·3883	0·018406	0·038578	17·7944
1·50	0·025803	0·055849	11·7810	0·019615	0·041285	18·4080
1·55	0·027456	0·059638	12·1737	0·020857	0·044086	19·0216
1·60	0·029149	0·063544	12·5664	0·022140	0·046973	19·6352
1·65	0·030890	0·067581	12·9591	0·023458	0·049957	20·2488
1·70	0·032671	0·071735	13·3518	0·024805	0·053028	20·8624
1·75	0·034514	0·076021	13·7445	0·026200	0·056196	21·4760
1·80	0·036397	0·080423	14·1372	0·027625	0·059450	22·0896
1·85	0·038324	0·084952	14·5293	0·029097	0·062798	22·7032
1·90	0·040296	0·089608	14·9226	0·030588	0·066240	23·3168
1·95	0·042347	0·094385	15·3153	0·032126	0·069772	23·9304
2·00	0·044446	0·099290	15·7081	0·033714	0·073397	24·5440
2·05	0·046589	0·104315	16·1007	0·035334	0·077112	25·1576
2·10	0·048777	0·109468	16·4934	0·036990	0·080921	25·7712
2·15	0·051010	0·114742	16·8861	0·038678	0·084820	26·3848
2·20	0·053285	0·120138	17·2788	0·040437	0·088809	26·9984
2·25	0·055608	0·125665	17·6715	0·042236	0·092894	27·6120
2·30	0·057970	0·131310	18·0642	0·044068	0·097067	28·2256
2·35	0·060377	0·137081	18·4569	0·045960	0·101333	28·8392
2·40	0·062828	0·142978	18·8496	0·047890	0·105692	29·4538
2·45	0·065320	0·148998	19·2423	0·049858	0·110142	30·0664
2·50	0·065853	0·155139	19·6350	0·051862	0·114682	30·6800
3·00	0·096333	0·223402	23·5620	0·073580	0·165143	36·816
3·50	0·129559	0·304073	27·4890	0·098802	0·224777	42·952
4·00	0·167589	0·397152	31·4160	0·128004	0·293587	49·088

TABLE *giving the* loss of head J in metres

as a function of the diameter of the pipe and the mean velocity :

(1) For new pipes (k = 0·1 mm) and (2) for existing pipes (k = 2 mm) (*the temperature of the water being at* 0°C.)

Mean velocity in metres/sec.	PIPE DIAMETER : 0·150 m. Pipe section : 0·0176725 m²			PIPE DIAMETER : 0·200 m. Pipe section : 0·031416 m²		
	Head per metre of pipe length		Flow in litres/sec.	Head per metre of pipe length		Flow in litres/sec.
	New pipes	Existing pipes		New pipes	Existing pipes	
0·01			0·1767			0·3142
0·05	0·000034		0·8836	0·000024	0·000030	1·5708
0·10	0·000114	0·000163	1·7671	0·000079	0·000110	3·1416
0·15	0·000232	0·000352	2·6507	0·000162	0·000238	4·7424
0·20	0·000387	0·000612	3·5343	0·000270	0·000413	6·2832
0·25	0·000578	0·000941	4·4179	0·000400	0·000636	7·8540
0·30	0·000801	0·001336	5·3014	0·000557	0·000903	9·4248
0·35	0·001059	0·001810	6·1850	0·000736	0·001217	10·9956
0·40	0·001351	0·002347	7·0686	0·000940	0·001581	12·5664
0·45	0·001674	0·002948	7·9522	0·001169	0·001989	14·1372
0·50	0·002031	0·003622	8·8357	0·001421	0·002445	15·7080
0·55	0·002421	0·004374	9·7193	0·001692	0·002945	17·2788
0·60	0·002842	0·005187	10·6029	0·001986	0·003491	18·8496
0·65	0·003293	0·006070	11·4865	0·002298	0·004080	20·4204
0·70	0·003777	0·007028	12·3700	0·002642	0·004734	21·9912
0·75	0·004289	0·008054	13·2536	0·002996	0·005433	23·5620
0·80	0·004834	0·009155	14·1372	0·003376	0·006181	25·1328
0·85	0·005411	0·010329	15·0208	0·003784	0·006979	26·7036
0·90	0·006017	0·011572	15·9043	0·004212	0·007824	28·2744
0·95	0·006652	0·012883	16·7879	0·004658	0·008717	29·8452
1·00	0·007316	0·014268	17·6715	0·005122	0·009659	31·4160
1·05	0·008009	0·015722	18·5550	0·005619	0·010648	32·9868
1·10	0·008732	0·017247	19·4386	0·006139	0·011686	34·5576
1·15	0·009487	0·018852	20·3222	0·006680	0·012774	36·1284
1·20	0·010271	0·020527	21·2058	0·007241	0·013909	37·6992
1·25	0·011086	0·022273	22·0893	0·007821	0·015092	39·2700
1·30	0·011933	0·024091	22·9729	0·008424	0·016324	40·8408
1·35	0·012813	0·025978	23·8565	0·009047	0·017603	42·4116
1·40	0·013726	0·027939	24·7401	0·009695	0·018931	43·9824
1·45	0·014667	0·029970	25·6237	0·010362	0·020307	45·5532
1·50	0·015642	0·032072	26·5072	0·011049	0·021737	47·1240
1·55	0·016646	0·034248	27·3908	0·011756	0·023206	48·6948
1·60	0·017684	0·036491	28·2744	0·012480	0·024726	50·2656
1·65	0·018752	0·038809	29·1580	0·013232	0·026297	51·8364
1·70	0·019846	0·041195	30·0415	0·014001	0·027913	53·4072
1·75	0·020970	0·043656	30·9251	0·014790	0·029581	54·9780
1·80	0·022129	0·046184	31·8087	0·015597	0·031294	56·5488
1·85	0·023317	0·048785	32·6922	0·016424	0·033056	58·1196
1·90	0·024533	0·051459	33·5758	0·017268	0·034868	59·6904
1·95	0·025777	0·054202	34·4594	0·018141	0·036727	61·2612
2·00	0·027062	0·057018	35·3430	0·019032	0·038635	62·8320
2·05	0·028374	0·059905	36·2265	0·019942	0·040591	64·4028
2·10	0·029716	0·062863	37·1101	0·020882	0·042596	65·9736
2·15	0·031085	0·065892	37·9937	0·021841	0·044548	67·5444
2·20	0·032497	0·068991	38·8772	0·022831	0·046748	69·1152
2·25	0·033941	0·072165	39·7608	0·023843	0·048899	70·6860
2·30	0·035411	0·075406	40·6444	0·024873	0·051095	72·2568
2·35	0·036911	0·078720	41·5279	0·025924	0·053340	73·8276
2·40	0·038441	0·082107	42·4115	0·026981	0·055635	75·3984
2·45	0·039998	0·085564	43·2951	0·028071	0·057978	76·9692
2·50	0·041583	0·089090	44·1787	0·029180	0·060367	78·5400
3·00	0·059023	0·128291	53·0145	0·041400	0·086929	94·2480
3·50	0·079296	0·174618	61·8503	0·055757	0·118320	109·956
4·00	0·102483	0·228073	70·6860	0·072051	0·154541	125·664

TABLE *giving the* loss of head J in metres

as a function of the diameter of the pipe and the mean velocity :

(1) For new pipes (k = 0·1 mm) and (2) for existing pipes (k = 2 mm) (*the temperature of the water being at* 0°C.)

Mean velocity in metres/sec.	PIPE DIAMETER : 0·250 m. Pipe section : 0·0490875 m²			PIPE DIAMETER : 0·300 m. Pipe section : 0·070686 m²		
	Head per metre of pipe length		Flow in litres/sec.	Head per metre of pipe length		Flow in litres/sec.
	New pipes	Existing pipes		New pipes	Existing pipes	
0·01			0·4909			0·7069
0·05	0·000017	0·000022	2·4544	0·000014	0·000018	3·5343
0·10	0·000060	0·000081	4·9087	0·000048	0·000064	7·0686
0·15	0·000122	0·000175	7·3631	0·000097	0·000139	10·6029
0·20	0·000204	0·000305	9·8175	0·000163	0·000241	14·1372
0·25	0·000303	0·000469	12·2719	0·000244	0·000370	17·6715
0·30	0·000424	0·000668	14·7262	0·000339	0·000527	21·2058
0·35	0·000563	0·000902	17·1806	0·000450	0·000711	24·7401
0·40	0·000720	0·001173	19·6350	0·000574	0·000925	28·2744
0·45	0·000890	0·001477	22·0894	0·000712	0·001164	31·8087
0·50	0·001080	0·001815	24·5437	0·000864	0·001431	35·3430
0·55	0·001286	0·002188	26·9981	0·001031	0·001725	38·8773
0·60	0·001512	0·002594	29·4525	0·001215	0·002046	42·4116
0·65	0·001753	0·003034	31·9069	0·001411	0·002393	45·9459
0·70	0·002013	0·003511	34·3612	0·001622	0·002769	49·4802
0·75	0·002294	0·004024	36·8156	0·001845	0·003170	53·0145
0·80	0·002586	0·004573	39·2700	0·002079	0·003603	56·5488
0·85	0·002896	0·005159	41·7244	0·002326	0·004064	60·0831
0·90	0·003226	0·005781	44·1787	0·002588	0·004556	63·6174
0·95	0·003571	0·006440	46·6331	0·002866	0·005076	67·1517
1·00	0·003935	0·007136	49·0875	0·003157	0·005624	70·6860
1·05	0·004315	0·007867	51·5418	0·003461	0·006200	74·2203
1·10	0·004712	0·008634	53·9962	0·003778	0·006804	77·7546
1·15	0·005123	0·009437	56·4506	0·004110	0·007438	81·2889
1·20	0·005555	0·010276	58·9050	0·004453	0·008099	84·8232
1·25	0·006002	0·011150	61·3593	0·004808	0·008787	88·3575
1·30	0·006464	0·012060	63·8137	0·005177	0·009504	91·8918
1·35	0·006944	0·013005	66·2681	0·005561	0·010249	95·4261
1·40	0·007441	0·013986	68·7225	0·005957	0·011022	98·9604
1·45	0·007956	0·015002	71·1769	0·006365	0·011823	102·4947
1·50	0·008486	0·016055	73·6312	0·006785	0·012653	106·0290
1·55	0·009033	0·017144	76·0856	0·007217	0·013511	109·5633
1·60	0·009593	0·018267	78·5400	0·007659	0·014397	113·0976
1·65	0·010169	0·019428	80·9944	0·008123	0·015311	116·6319
1·70	0·010759	0·020622	83·4487	0·008602	0·016252	120·1662
1·75	0·011364	0·021854	85·9031	0·009090	0·017223	123·7005
1·80	0·011989	0·023120	88·3575	0·009595	0·018221	127·2348
1·85	0·012629	0·024422	90·8118	0·010106	0·019247	130·7691
1·90	0·013285	0·025760	93·2662	0·010635	0·020302	134·3034
1·95	0·013954	0·027133	95·7206	0·011170	0·021384	137·8377
2·00	0·014639	0·028543	98·1750	0·011723	0·022495	141·3720
2·05	0·015345	0·029988	100·6293	0·012288	0·023633	144·9063
2·10	0·016067	0·031469	103·0837	0·012865	0·024801	148·4406
2·15	0·016804	0·032985	105·5381	0·013461	0·025996	151·9749
2·20	0·017564	0·034537	107·9924	0·014070	0·027218	155·5092
2·25	0·018341	0·036126	110·4468	0·014691	0·028470	159·0435
2·30	0·019133	0·037748	112·9012	0·015324	0·029749	162·5778
2·35	0·019940	0·039407	115·3555	0·015969	0·031057	166·1121
2·40	0·020763	0·041103	117·8099	0·016627	0·032393	169·6464
2·45	0·021600	0·042833	120·2643	0·017296	0·033756	173·1807
2·50	0·022465	0·044598	122·7187	0·017988	0·035148	176·7150
3·00	0·031873	0·064222	147·2625	0·025490	0·050613	212·058
3·50	0·042907	0·087413	171·8063	0·034341	0·068890	247·401
4·00	0·055455	0·114173	196·3500	0·044527	0·089979	282·744

TABLE *giving the* loss of head J in metres

as a function of the diameter of the pipe and the mean velocity :

(1) For new pipes (k = 0·1 mm) and (2) for existing pipes (k = 2 mm) (*the temperature of the water being at* 0°C.)

Mean velocity in metres/sec.	PIPE DIAMETER : 0·350 m. Pipe section : 0·0962115 m²			PIPE DIAMETER : 0·400 m. Pipe section : 0·125664 m²		
	Head per metre of pipe length		Flow in litres/sec.	Head per metre of pipe length		Flow in litres/sec.
	New pipes	Existing pipes		New pipes	Existing pipes	
0·01			0·0621			1·2566
0·05	0·000011	0·000014	4·8106	0·000010	0·000012	6·2832
0·10	0·000039	0·000052	9·6211	0·000033	0·000044	12·5664
0·15	0·000081	0·000112	14·4317	0·000068	0·000094	18·8496
0·20	0·000135	0·000195	19·2423	0·000115	0·000164	25·1328
0·25	0·000203	0·000298	24·0529	0·000172	0·000253	31·4160
0·30	0·000282	0·000425	28·8634	0·000239	0·000360	37·6992
0·35	0·000374	0·000574	33·6740	0·000317	0·000485	43·9824
0·40	0·000477	0·000747	38·4846	0·000406	0·000631	50·2656
0·45	0·000594	0·000941	43·2952	0·000506	0·000795	56·5488
0·50	0·000721	0·001157	48·1057	0·000615	0·000978	62·8320
0·55	0·000860	0·001396	52·9163	0·000732	0·001180	69·1152
0·60	0·001009	0·001657	57·7269	0·000858	0·001400	75·3984
0·65	0·001172	0·001942	62·5375	0·000996	0·001640	81·6816
0·70	0·001348	0·002252	67·3480	0·001146	0·001899	87·9648
0·75	0·001533	0·002584	72·1586	0·001305	0·002177	94·2480
0·80	0·001730	0·002940	76·9692	0·001472	0·002473	100·5312
0·85	0·001936	0·003320	81·7798	0·001648	0·002790	106·8144
0·90	0·002153	0·003722	86·5903	0·001832	0·003128	113·0976
0·95	0·002383	0·004147	91·4009	0·002026	0·003485	119·3808
1·00	0·002626	0·004595	96·2115	0·002233	0·003861	125·6640
1·05	0·002878	0·005065	101·0221	0·002447	0·004257	131·9472
1·10	0·003142	0·005559	105·8326	0·002672	0·004672	138·2304
1·15	0·003417	0·006077	110·6432	0·002905	0·005106	144·5136
1·20	0·003701	0·006616	115·4538	0·003147	0·005560	150·7968
1·25	0·003998	0·007179	120·2644	0·003399	0·006033	157·0800
1·30	0·004304	0·007765	125·0749	0·003659	0·006525	163·3632
1·35	0·004623	0·008373	129·8855	0·003929	0·007037	169·6464
1·40	0·004952	0·009005	134·6961	0·004208	0·007567	175·9296
1·45	0·005291	0·009660	139·5067	0·004498	0·008117	182·2128
1·50	0·005642	0·010338	144·3172	0·004796	0·008687	188·4960
1·55	0·006004	0·011039	149·1278	0·005107	0·009276	194·7792
1·60	0·006375	0·011762	153·9384	0·005425	0·009884	201·0624
1·65	0·006760	0·012509	158·7490	0·005752	0·010512	207·3456
1·70	0·007155	0·013278	163·5595	0·006087	0·011158	213·6288
1·75	0·007560	0·014071	168·3701	0·006431	0·011825	219·9120
1·80	0·007979	0·014886	173·1807	0·006783	0·012509	226·1952
1·85	0·008403	0·015725	177·9913	0·007143	0·013214	232·4784
1·90	0·008842	0·016586	182·8018	0·007516	0·013938	238·7616
1·95	0·009286	0·017470	187·6124	0·007898	0·014181	245·0448
2·00	0·009745	0·018378	192·4230	0·008288	0·015444	251·3280
2·05	0·010214	0·019309	197·2336	0·008686	0·016226	257·6112
2·10	0·010693	0·020262	202·0441	0·009092	0·017027	263·8944
2·15	0·011188	0·021239	206·8547	0·009513	0·017848	269·1776
2·20	0·011693	0·022237	211·6653	0·009942	0·018687	276·4608
2·25	0·012209	0·023261	216·4759	0·010380	0·019547	282·7440
2·30	0·012734	0·024305	221·2864	0·010826	0·020425	289·0272
2·35	0·013270	0·025373	226·0970	0·011280	0·021322	295·3104
2·40	0·013816	0·026465	230·9076	0·011744	0·022240	301·5936
2·45	0·014371	0·027579	235·7182	0·012215	0·023176	307·8768
2·50	0·014945	0·028716	240·5287	0·012695	0·024131	314·1600
3·00	0·021167	0·041351	288·6345	0·017971	0·034749	376·992
3·50	0·028543	0·056283	336·7403	0·024273	0·047297	439·824
4·00	0·036908	0·073513	384·8460	0·031296	0·061276	502·656

TABLE *giving the* loss of head J in metres

as a function of the diameter of the pipe and the mean velocity :

(1) For new pipes (k = 0·1 mm) and (2) for existing pipes (k = 2 mm) (*the temperature of the water being at* 0°C.)

Mean velocity in metres/sec.	PIPE DIAMETER : 0·450 m. Pipe section : 0·1590435 m²			PIPE DIAMETER : 0·500 m. Pipe section : 0·19635 m²		
	Head per metre of pipe length		Flow in litres/sec.	Head per metre of pipe length		Flow in litres/sec.
	New pipes	Existing pipes		New pipes	Existing pipes	
0·01			1·5904			1·9635
0·05	0·000008	0·000010	7·9522	0·000007	0·000009	5·8175
0·10	0·000029	0·000037	15·9043	0·000025	0·000033	19·6350
0·15	0·000059	0·000081	23·8565	0·000052	0·000070	29·4525
0·20	0·000099	0·000141	31·8087	0·000088	0·000123	39·2700
0·25	0·000149	0·000217	39·7609	0·000131	0·000189	49·0875
0·30	0·000207	0·000309	47·7130	0·000182	0·000270	58·9056
0·35	0·000275	0·000418	55·6652	0·000242	0·000365	68·7225
0·40	0·000352	0·000543	63·6174	0·000310	0·000474	78·5400
0·45	0·000438	0·000684	71·5696	0·000386	0·000597	88·3575
0·50	0·000533	0·000841	79·5217	0·000469	0·000735	98·1750
0·55	0·000636	0·001016	87·4739	0·000560	0·000887	107·9925
0·60	0·000746	0·001205	95·4261	0·000658	0·001053	117·8100
0·65	0·000865	0·001412	103·3783	0·000763	0·001233	127·6275
0·70	0·000994	0·001634	111·3304	0·000875	0·001427	137·4450
0·75	0·001131	0·001872	119·2826	0·000995	0·001635	147·2625
0·80	0·001276	0·002127	127·2348	0·001123	0·001856	157·0800
0·85	0·001429	0·002399	135·1870	0·001258	0·002093	166·8975
0·90	0·001589	0·002688	143·1391	0·001400	0·002343	176·7150
0·95	0·001757	0·002991	151·0913	0·001548	0·002606	186·5325
1·00	0·001936	0·003313	159·0435	0·001704	0·002885	196·3500
1·05	0·002122	0·003652	166·9957	0·001869	0·003180	206·1675
1·10	0·002316	0·004008	174·9478	0·002040	0·003491	215·9850
1·15	0·002520	0·004382	182·9000	0·002219	0·003815	225·8025
1·20	0·002730	0·004771	190·8522	0·002405	0·004154	235·6200
1·25	0·002948	0·005177	198·8044	0·002596	0·004508	245·4375
1·30	0·003174	0·005599	206·7565	0·002794	0·004876	255·2550
1·35	0·003408	0·006038	214·7087	0·003000	0·005258	265·0725
1·40	0·003650	0·006494	222·6609	0·003213	0·005654	274·8900
1·45	0·003901	0·006965	230·6131	0·003436	0·006065	284·7075
1·50	0·004162	0·007454	238·5652	0·003665	0·006491	294·5250
1·55	0·004430	0·007960	246·5174	0·003902	0·006931	304·3425
1·60	0·004706	0·008481	254·4696	0·004144	0·007385	314·1600
1·65	0·004990	0·009020	262·4218	0·004393	0·007854	323·9775
1·70	0·005280	0·009574	270·3739	0·004649	0·008337	333·7950
1·75	0·005578	0·010147	278·3261	0·004911	0·008835	343·6125
1·80	0·005883	0·010734	286·2783	0·005179	0·009347	353·4300
1·85	0·006194	0·011338	294·2305	0·005456	0·009873	363·2475
1·90	0·006518	0·011960	302·1826	0·005741	0·010414	373·0650
1·95	0·006848	0·012598	310·1348	0·006031	0·010970	382·8825
2·00	0·007186	0·013252	318·0870	0·006328	0·011540	392·7000
2·05	0·007530	0·013923	326·0392	0·006632	0·012124	402·5175
2·10	0·007887	0·014611	333·9913	0·006946	0·012723	412·3350
2·15	0·008252	0·015315	341·9435	0·007266	0·013336	422·1525
2·20	0·008623	0·016035	349·8957	0·007593	0·013963	431·9700
2·25	0·009003	0·016773	357·8479	0·007927	0·014605	441·7875
2·30	0·009389	0·017526	365·8000	0·008267	0·015261	451·6050
2·35	0·009783	0·018296	373·7522	0·008613	0·015932	461·4225
2·40	0·010184	0·019083	381·5044	0·008966	0·016517	471·2400
2·45	0·010593	0·019887	389·6566	0·009315	0·017317	481·0575
2·50	0·011008	0·020706	397·6087	0·009697	0·018030	490·8750
3·00	0·015607	0·029817	477·1305	0·013762	0·025964	589·05
3·50	0·021035	0·040585	556·6523	0·018519	0·035340	687·225
4·00	0·027034	0·053009	636·174	0·023976	0·046158	785·4

TABLE *giving the* loss of head J in metres

as a function of the diameter of the pipe and the mean velocity :

(1) For new pipes (k = 0·1 mm) and (2) for existing pipes (k = 2 mm) (*the temperature of the water being at* 0°C.)

Mean velocity in metres/sec.	PIPE DIAMETER : 0·600 m. Pipe section : 0·282744 m²			PIPE DIAMETER : 0·700 m. Pipe section : 0·384646 m²		
	Head per metre of pipe length		Flow in litres/sec.	Head per metre of pipe length		Flow in litres/sec.
	New pipes	Existing pipes		New pipes	Existing pipes	
0·01			2·8274			3·8484
0·05	0·000006	0·000007	14·1372	0·000005	0·000006	19·2423
0·10	0·000020	0·000026	28·2744	0·000017	0·000022	38·4846
0·15	0·000041	0·000056	42·4116	0·000034	0·000047	57·7269
0·20	0·000068	0·000095	56·5488	0·000057	0·000080	76·9692
0·25	0·000105	0·000149	70·6860	0·000087	0·000123	96·2115
0·30	0·000146	0·000212	84·8232	0·000121	0·000175	115·4538
0·35	0·000193	0·000287	98·9604	0·000160	0·000236	134·6961
0·40	0·000247	0·000372	113·0976	0·000205	0·000308	153·9384
0·45	0·000307	0·000469	127·2348	0·000255	0·000387	173·1807
0·50	0·000372	0·000577	141·3720	0·000309	0·000473	192·4230
0·55	0·000443	0·000697	155·5092	0·000368	0·000571	211·6653
0·60	0·000521	0·000827	169·6464	0·000433	0·000679	230·9076
0·65	0·000605	0·000969	183·7836	0·000502	0·000795	250·1499
0·70	0·000695	0·001122	197·9208	0·000576	0·000921	269·3922
0·75	0·000790	0·001287	212·0580	0·000655	0·001057	288·6345
0·80	0·000890	0·001463	226·1952	0·000738	0·001202	307·8768
0·85	0·000996	0·001651	240·3324	0·000826	0·001358	327·1191
0·90	0·001107	0·001849	254·4696	0·000917	0·001521	346·3614
0·95	0·001221	0·002059	268·6068	0·001015	0·001681	365·6037
1·00	0·001341	0·002279	282·7440	0·001117	0·001880	384·8460
1·05	0·001472	0·002513	296·8812	0·001224	0·002068	404·0883
1·10	0·001609	0·002758	311·0184	0·001338	0·002272	423·3306
1·15	0·001750	0·003014	325·1556	0·001454	0·002482	442·5729
1·20	0·001897	0·003282	339·2928	0·001562	0·002701	461·8152
1·25	0·002049	0·003561	353·4300	0·001688	0·002934	481·0575
1·30	0·002208	0·003852	367·5672	0·001817	0·003175	500·2998
1·35	0·002372	0·004154	381·7044	0·001946	0·003420	519·5421
1·40	0·002541	0·004467	395·8416	0·002084	0·003680	538·7844
1·45	0·002715	0·004792	409·9788	0·002225	0·003950	558·0267
1·50	0·002896	0·005128	424·1160	0·002376	0·004223	577·2690
1·55	0·003082	0·005476	438·2523	0·002528	0·004512	596·5113
1·60	0·003273	0·005835	452·3904	0·002681	0·004884	615·7536
1·65	0·003469	0·006205	466·5276	0·002843	0·005115	634·9959
1·70	0·003673	0·006587	480·6648	0·003012	0·005437	654·2382
1·75	0·003879	0·006980	494·8020	0·003181	0·005750	673·4805
1·80	0·004090	0·007384	508·9392	0·003356	0·006079	692·7228
1·85	0·004309	0·007800	523·0764	0·003530	0·006424	711·9651
1·90	0·004533	0·008228	537·2136	0·003714	0·006775	731·2074
1·95	0·004761	0·008666	551·3508	0·003901	0·007146	750·4497
2·00	0·004995	0·009117	565·4880	0·004088	0·007508	769·6920
2·05	0·005234	0·009578	579·6252	0·004286	0·007895	788·9343
2·10	0·005477	0·010051	593·7624	0·004484	0·008277	808·1766
2·15	0·005729	0·010536	607·8996	0·004686	0·008673	827·4189
2·20	0·005986	0·011031	622·0368	0·004889	0·009089	846·6612
2·25	0·006249	0·011539	636·1740	0·005103	0·009502	865·9035
2·30	0·006516	0·012057	650·3122	0·005322	0·009944	885·1458
2·35	0·006788	0·012587	664·4484	0·005547	0·010451	904·3881
2·40	0·007066	0·013128	678·5856	0·005773	0·010806	923·6304
2·45	0·007353	0·013681	692·7228	0·006010	0·011268	942·8727
2·50	0·007645	0·014245	706·8600	0·006248	0·011733	962·1150
3·00	0·010841	0·020513	848·232	0·008867	0·016901	1,154·5380
3·50	0·014610	0·027920	989·604	0·011925	0·022997	1,346·9610
4·00	0·018893	0·036476	1,130·967	0·015436	0·030410	1,539·3840

TABLE *giving the* loss of head J in metres

as a function of the diameter of the pipe and the mean velocity :

(1) For new pipes (k = 0·1 mm) and (2) for existing pipes (k = 2 mm) (*the temperature of the water being at* 0°C.)

Mean velocity in metres/sec.	PIPE DIAMETER : 0·800 m. Pipe section : 0·502656 m²			PIPE DIAMETER : 0·900 m. Pipe section : 0·636174 m²		
	Head per metre of pipe length		Flow in litres/sec.	Head per metre of pipe length		Flow in litres/sec.
	New pipes	Existing pipes		New pipes	Existing pipes	
0·01			5·0205			6·3617
0·05	0·000004	0·000005	25·1328	0·000004	0·000005	31·8087
0·10	0·000014	0·000018	50·2656	0·000012	0·000015	63·6174
0·15	0·000029	0·000039	75·3984	0·000025	0·000034	95·4261
0·20	0·000049	0·000067	100·5312	0·000043	0·000058	127·2348
0·25	0·000074	0·000103	125·6640	0·000064	0·000087	159·0435
0·30	0·000103	0·000147	150·7968	0·000089	0·000124	190·8522
0·35	0·000137	0·000198	175·9296	0·000118	0·000167	222·6609
0·40	0·000174	0·000258	201·0624	0·000150	0·000218	254·4696
0·45	0·000216	0·000324	251·1952	0·000186	0·000274	286·2783
0·50	0·000262	0·000398	251·3280	0·000225	0·000336	318·0870
0·55	0·000312	0·000481	275·4608	0·000268	0·000406	349·8957
0·60	0·000367	0·000572	301·5936	0·000316	0·000483	381·7044
0·65	0·000425	0·000670	326·7264	0·000367	0·000565	413·5131
0·70	0·000489	0·000776	351·8592	0·000421	0·000654	445·3218
0·75	0·000557	0·000890	376·9920	0·000479	0·000749	477·1305
0·80	0·000628	0·001012	402·1248	0·000540	0·000852	508·9392
0·85	0·000703	0·001142	427·2576	0·000605	0·000961	540·7479
0·90	0·000781	0·001279	452·3904	0·000671	0·001077	572·5566
0·95	0·000864	0·001425	477·5232	0·000743	0·001199	604·3653
1·00	0·000952	0·001579	502·6560	0·000817	0·001327	636·1740
1·05	0·001044	0·001741	527·7888	0·000896	0·001461	667·9827
1·10	0·001139	0·001910	552·9216	0·000980	0·001606	699·7914
1·15	0·001239	0·002088	578·0544	0·001065	0·001752	731·6001
1·20	0·001341	0·002274	603·1872	0·001144	0·001910	763·4088
1·25	0·001448	0·002467	628·3200	0·001237	0·002073	795·2175
1·30	0·001559	0·002668	653·4528	0·001332	0·002241	827·0262
1·35	0·001673	0·002877	678·5856	0·001428	0·002420	858·8349
1·40	0·001791	0·003095	703·7184	0·001529	0·002604	890·6436
1·45	0·001914	0·003319	728·8512	0·001632	0·002787	922·4523
1·50	0·002041	0·003552	753·9840	0·001741	0·002983	954·2610
1·55	0·002174	0·003793	779·1168	0·001857	0·003186	986·0697
1·60	0·002309	0·004042	804·2496	0·001968	0·003398	1,017·8784
1·65	0·002449	0·004298	829·3824	0·002086	0·003610	1,049·6871
1·70	0·002593	0·004563	854·5152	0·002208	0·003837	1,081·4958
1·75	0·002740	0·004835	879·6480	0·002337	0·004061	1,113·3045
1·80	0·002890	0·005115	904·7808	0·002461	0·004299	1,145·1132
1·85	0·003044	0·005403	929·9136	0·002594	0·004538	1,176·9219
1·90	0·003202	0·005699	955·0464	0·002726	0·004792	1,208·7306
1·95	0·003363	0·006003	980·1792	0·002862	0·005044	1,240·5393
2·00	0·003530	0·006315	1,005·3120	0·003001	0·005307	1,272·3480
2·05	0·003700	0·006635	1,030·4448	0·003144	0·005578	1,304·1567
2·10	0·003875	0·006963	1,055·5776	0·003296	0·005850	1,335·9654
2·15	0·004052	0·007298	1,080·7104	0·003445	0·006136	1,367·7741
2·20	0·004234	0·007641	1,105·8432	0·003598	0·006242	1,399·5828
2·25	0·004419	0·007993	1,130·9760	0·003757	0·006712	1,421·3915
2·30	0·004611	0·008352	1,156·1088	0·003915	0·007025	1,463·2002
2·35	0·004806	0·008719	1,181·2416	0·004074	0·007319	1,495·0089
2·40	0·005006	0·009094	1,206·3744	0·004240	0·007641	1,526·8176
2·45	0·005209	0·009477	1,231·5072	0·004419	0·007960	1,558·6263
2·50	0·005416	0·009867	1,256·6400	0·004590	0·008288	1,590·4350
3·00	0·007695	0·014209	1,507·968	0·006518	0·011923	1,908·5220
3·50	0·010357	0·019340	1,759·296	0·008782	0·016246	2,226·6090
4·00	0·013405	0·025261	2,010·624	0·011367	0·021204	2,544·6960

TABLE *giving the* loss of head J in metres

as a function of the diameter of the pipe and the mean velocity :

(1) For new pipes (k = 0·1 mm) and (2) for existing pipes (k = 2 mm) (*the temperature of the water being at* 0°C.)

Mean velocity in metres/sec.	PIPE DIAMETER : 1·000 m. Pipe section : 0·785398 m²			PIPE DIAMETER : 1·250 m. Pipe section : 1·22719 m²		
	Head per metre of pipe length		Flow in litres/sec.	Head per metre of pipe length		Flow in litres/sec.
	New pipes	Existing pipes		New pipes	Existing pipes	
0·01			7·8539			12·2715
0·05	0·000003	0·000004	39·2694	0·000002	0·000003	61·3575
0·10	0·000010	0·000013	78·5389	0·000008	0·000010	122·7150
0·15	0·000022	0·000029	117·8083	0·000017	0·000022	184·0725
0·20	0·000037	0·000051	157·0778	0·000028	0·000038	245·4300
0·25	0·000056	0·000078	196·3472	0·000043	0·000059	306·7875
0·30	0·000078	0·000111	235·6167	0·000060	0·000084	368·1450
0·35	0·000103	0·000150	274·8861	0·000079	0·000113	429·5025
0·40	0·000132	0·000195	314·1556	0·000101	0·000147	490·8600
0·45	0·000164	0·000246	353·4250	0·000125	0·000185	552·2175
0·50	0·000200	0·000302	392·6945	0·000152	0·000227	613·5755
0·55	0·000239	0·000365	431·9639	0·000182	0·000274	674·9325
0·60	0·000280	0·000433	471·2334	0·000213	0·000326	736·2900
0·65	0·000325	0·000507	510·5028	0·000248	0·000382	797·6475
0·70	0·000372	0·000587	549·7723	0·000285	0·000443	859·0050
0·75	0·000423	0·000673	589·0417	0·000324	0·000509	920·3625
0·80	0·000478	0·000765	628·3112	0·000366	0·000579	981·7200
0·85	0·000536	0·000863	667·5806	0·000409	0·000653	1,043·0775
0·90	0·000596	0·000966	706·8501	0·000456	0·000732	1,104·4350
0·95	0·000660	0·001076	746·1195	0·000505	0·000815	1,165·7925
1·00	0·000726	0·001193	785·3980	0·000556	0·000903	1,227·1500
1·05	0·000795	0·001315	824·6584	0·000609	0·000995	1,288·5075
1·10	0·000868	0·001443	863·9279	0·000665	0·001092	1,349·8650
1·15	0·000944	0·001577	903·1973	0·000723	0·001193	1,411·2215
1·20	0·001024	0·001718	942·4668	0·000783	0·001299	1,472·5800
1·25	0·001106	0·001864	971·7362	0·000846	0·001409	1,533·9375
1·30	0·001191	0·002016	1,021·0057	0·000911	0·001524	1,595·2950
1·35	0·001280	0·002174	1,050·2751	0·000979	0·001644	1,656·6525
1·40	0·001372	0·002338	1,099·5446	0·001049	0·001767	1,718·0100
1·45	0·001486	0·002508	1,138·8140	0·001121	0·001895	1,779·3675
1·50	0·001563	0·002684	1,178·0835	0·001196	0·002028	1,840·7250
1·55	0·001663	0·002866	1,217·3529	0·001274	0·002166	1,902·0825
1·60	0·001767	0·003053	1,256·6224	0·001353	0·002307	1,963·4400
1·65	0·001873	0·003247	1,295·8918	0·001434	0·002454	2,024·7975
1·70	0·001983	0·003447	1,335·1613	0·001518	0·002604	2,086·1550
1·75	0·002096	0·003653	1,374·4307	0·001603	0·002760	2,147·5125
1·80	0·002213	0·003864	1,413·7002	0·001691	0·002920	2,208·8700
1·85	0·002332	0·004082	1,452·9696	0·001782	0·003084	2,270·2275
1·90	0·002455	0·004306	1,492·2381	0·001875	0·003253	2,331·5850
1·95	0·002580	0·004535	1,531·5075	0·001971	0·003427	2,392·9425
2·00	0·002708	0·004771	1,570·7780	0·002068	0·003605	2,454·3000
2·05	0·002838	0·005012	1,610·0474	0·002168	0·003787	2,515·6575
2·10	0·002972	0·005260	1,649·3169	0·002269	0·003974	2,577·0150
2·15	0·003108	0·005513	1,688·5863	0·002375	0·004166	2,638·3725
2·20	0·003246	0·005773	1,727·8558	0·002483	0·004361	2,699·7300
2·25	0·003388	0·006038	1,767·1252	0·002593	0·004562	2,761·0875
2·30	0·003532	0·006309	1,806·3947	0·002705	0·004767	2,822·4450
2·35	0·003679	0·006587	1,845·6641	0·002819	0·004976	2,883·8025
2·40	0·003831	0·006870	1,884·9336	0·002936	0·005191	2,945·1600
2·45	0·003985	0·007159	1,924·2030	0·003055	0·005409	3,006·5175
2·50	0·004141	0·007454	1,963·4725	0·003178	0·005632	3,067·8750
3·00	0·005985	0·010734	2,356·194	0·004510	0·008110	3,681·57
3·50	0·007930	0·014610	2,748·893	0·006084	0·011039	4,295·165
4·00	0·010259	0·019083	3,141·592	0·007875	0·014418	4,908·76

TABLE *giving the* loss of head J in metres

as a function of the diameter of the pipe and the mean velocity :

(1) For new pipes (k = 0·1 mm) and (2) for existing pipes (k = 2 mm) (*the temperature of the water being at* 0°C.)

Mean velocity in metres/sec.	PIPE DIAMETER : 1·500 m. Pipe section : 1·76715 m²			PIPE DIAMETER : 1·750 m. Pipe section : 2·405281 m²		
	Head per metre of pipe length		Flow in litres/sec.	Head per metre of pipe length		Flow in litres/sec.
	New pipes	Existing pipes		New pipes	Existing pipes	
0·01			17·671			24·053
0·05	0·000002	0·000002	88·355	0·000002	0·000002	120·264
0·10	0·000006	0·000008	176·710	0·000005	0·000007	240·528
0·15	0·000013	0·000018	265·065	0·000011	0·000014	360·792
0·20	0·000023	0·000030	353·420	0·000019	0·000025	481·056
0·25	0·000034	0·000047	441·775	0·000028	0·000038	601·320
0·30	0·000048	0·000067	530·130	0·000040	0·000055	721·584
0·35	0·000063	0·000090	618·485	0·000053	0·000074	841·848
0·40	0·000081	0·000117	706·840	0·000068	0·000096	962·112
0·45	0·000101	0·000148	795·195	0·000084	0·000121	1,082·376
0·50	0·000122	0·000182	883·550	0·000102	0·000149	1,202·641
0·55	0·000146	0·000219	971·905	0·000122	0·000181	1,322·905
0·60	0·000172	0·000260	1,060·260	0·000144	0·000215	1,443·169
0·65	0·000200	0·000305	1,148·615	0·000167	0·000251	1,563·433
0·70	0·000230	0·000353	1,236·970	0·000191	0·000291	1,683·697
0·75	0·000261	0·000405	1,325·325	0·000217	0·000334	1,803·961
0·80	0·000295	0·000461	1,413·680	0·000246	0·000380	1,924·225
0·85	0·000330	0·000521	1,502·035	0·000276	0·000429	2,044·489
0·90	0·000368	0·000584	1,590·390	0·000306	0·000481	2,164·753
0·95	0·000406	0·000651	1,678·745	0·000339	0·000536	2,285·017
1·00	0·000447	0·000721	1,767·100	0·000373	0·000594	2,405·281
1·05	0·000490	0·000795	1,855·455	0·000409	0·000654	2,525·545
1·10	0·000535	0·000872	1,943·810	0·000447	0·000718	2,645·809
1·15	0·000582	0·000953	2,032·165	0·000486	0·000785	2,766·073
1·20	0·000631	0·001038	2,120·520	0·000527	0·000854	2,886·337
1·25	0·000682	0·001126	2,208·875	0·000570	0·000927	3,006·601
1·30	0·000735	0·001218	2,297·230	0·000614	0·001003	3,126·865
1·35	0·000789	0·001314	2,385·585	0·000659	0·001081	3,247·129
1·40	0·000845	0·001412	2,473·940	0·000706	0·001163	3,367·393
1·45	0·000903	0·001515	2,562·295	0·000754	0·001247	3,487·657
1·50	0·000963	0·001621	2,650·650	0·000805	0·001335	3,607·922
1·55	0·001025	0·001731	2,739·005	0·000857	0·001425	3,728·186
1·60	0·001089	0·001844	2,827·360	0·000911	0·001519	3,848·500
1·65	0·001155	0·001961	2,915·715	0·000966	0·001615	3,968·714
1·70	0·001223	0·002082	3,004·070	0·001023	0·001715	4,088·978
1·75	0·001292	0·002206	3,092·425	0·001080	0·001817	4,209·242
1·80	0·001363	0·002334	3,180·780	0·001140	0·001922	4,329·506
1·85	0·001436	0·002466	3,269·135	0·001201	0·002030	4,449·770
1·90	0·001512	0·002601	3,357·490	0·001264	0·002142	4,570·034
1·95	0·001589	0·002739	3,445·845	0·001329	0·002256	4,690·298
2·00	0·001669	0·002882	3,534·200	0·001396	0·002373	4,810·562
2·05	0·001749	0·003027	3,622·555	0·001463	0·002493	4,930·826
2·10	0·001833	0·003177	3,710·910	0·001531	0·002617	5,051·090
2·15	0·001916	0·003330	3,799·265	0·001602	0·002742	5,171·354
2·20	0·002003	0·003487	3,887·620	0·001675	0·002872	5,291·618
2·25	0·002092	0·003647	3,975·975	0·001749	0·003004	5,411·882
2·30	0·002182	0·003811	4,064·330	0·001824	0·003138	5,532·146
2·35	0·002274	0·003978	4,152·685	0·001901	0·003277	5,652·410
2·40	0·002378	0·004149	4,241·040	0·001980	0·003417	5,772·674
2·45	0·002462	0·004324	4,329·395	0·002058	0·003561	5,892·938
2·50	0·002557	0·004502	4,417·750	0·002139	0·003708	6,013·203
3·00	0·003633	0·006483	5,301·45	0·003035	0·005340	7,215·843
3·50	0·004891	0·008825	6,185·025	0·004092	0·007268	8,418·484
4·00	0·006350	0·011526	7,068·400	0·005303	0·009493	9,621·124

TABLE *giving the* loss of head J in metres

as a function of the diameter of the pipe and the mean velocity :

(1) For new pipes (k = 0·1 mm) and (2) for existing pipes (k = 2 mm) (*the temperature of the water being at* 0°C.)

Mean velocity in metres/sec.	PIPE DIAMETER : 2·000 m. Pipe section : 3·141592 m²			PIPE DIAMETER : 2·500 m. Pipe section : 4·908738 m²		
	Head per metre of pipe length		Flow in litres/sec.	Head per metre of pipe length		Flow in litres/sec.
	New pipes	Existing pipes		New pipes	Existing pipes	
0·01			31·416			49·087
0·05	0·000001	0·000002	157·080	0·000001	0·000001	245·437
0·10	0·000005	0·000006	314·159	0·000003	0·000004	490·874
0·15	0·000009	0·000012	471·239	0·000007	0·000009	736·311
0·20	0·000016	0·000021	628·318	0·000012	0·000016	981·748
0·25	0·000024	0·000032	785·398	0·000018	0·000025	1,227·185
0·30	0·000034	0·000046	942·478	0·000026	0·000035	1,472·621
0·35	0·000045	0·000062	1,099·557	0·000035	0·000048	1,718·058
0·40	0·000058	0·000081	1,256·637	0·000044	0·000062	1,963·495
0·45	0·000072	0·000102	1,413·716	0·000055	0·000078	1,208·932
0·50	0·000087	0·000126	1,570·796	0·000067	0·000096	2,454·369
0·55	0·000104	0·000152	1,727·876	0·000080	0·000116	2,699·806
0·60	0·000122	0·000181	1,884·955	0·000094	0·000138	2,945·243
0·65	0·000142	0·000212	2,042·035	0·000109	0·000161	3,190·680
0·70	0·000163	0·000246	2,199·114	0·000125	0·000187	3,436·117
0·75	0·000186	0·000282	2,356·194	0·000143	0·000214	3,681·554
0·80	0·000210	0·000321	2,513·274	0·000161	0·000244	3,926·990
0·85	0·000235	0·000363	2,670·353	0·000181	0·000275	4,172·427
0·90	0·000261	0·000406	2,827·433	0·000202	0·000308	4,417·864
0·95	0·000289	0·000452	2,984·512	0·000223	0·000343	4,663·301
1·00	0·000319	0·000501	3,141·592	0·000246	0·000380	4,908·738
1·05	0·000349	0·000552	3,298·672	0·000270	0·000419	5,154·175
1·10	0·000381	0·000605	3,455·751	0·000295	0·000459	5,399·612
1·15	0·000415	0·000662	3,612·831	0·000321	0·000502	5,645·049
1·20	0·000450	0·000720	3,769·910	0·000348	0·000546	5,890·486
1·25	0·000487	0·000782	3,926·990	0·000376	0·000593	6,135·923
1·30	0·000524	0·000845	4,084·070	0·000405	0·000641	6,381·359
1·35	0·000563	0·000912	4,241·149	0·000435	0·000691	6,626·796
1·40	0·000603	0·000981	4,398·229	0·000467	0·000743	6,872·233
1·45	0·000645	0·001052	4,555·308	0·000498	0·000797	7,117·670
1·50	0·000688	0·001126	4,712·388	0·000531	0·000853	7,363·107
1·55	0·000733	0·001202	4,869·468	0·000566	0·000911	7,608·544
1·60	0·000779	0·001281	5,026·547	0·000601	0·000971	7,853·981
1·65	0·000826	0·001362	5,183·627	0·000638	0·001032	8,099·418
1·70	0·000874	0·001446	5,340·706	0·000675	0·001096	8,344·855
1·75	0·000923	0·001532	5,497·786	0·000714	0·001161	8,590·292
1·80	0·000974	0·001621	5,654·866	0·000753	0·001229	8,835·728
1·85	0·001027	0·001712	5,811·945	0·000794	0·001298	9,081.165
1·90	0·001080	0·001806	5,969·025	0·000836	0·001369	9,326·602
1·95	0·001136	0·001902	6,126·104	0·000878	0·001442	9,572·039
2·00	0·001193	0·002001	6,283·184	0·000922	0·001517	9,817·476
2·05	0·001250	0·002102	6,440·264	0·000966	0·001594	10,062·913
2·10	0·001308	0·002206	6,597·343	0·001011	0·001672	10,308·350
2·15	0·001369	0·002313	6,754·423	0·001057	0·001753	10,553·787
2·20	0·001431	0·002421	6,911·502	0·001105	0·001835	10,799·224
2·25	0·001494	0·002533	7,068·582	0·001154	0·001920	11,044·661
2·30	0·001559	0·002647	7,225·662	0·001204	0·002006	11,290·097
2·35	0·001624	0·002763	7,382·741	0·001254	0·002094	11,535·534
2·40	0·001691	0·002882	7,539·821	0·001307	0·002184	11,780·971
2·45	0·001759	0·003003	7,696·900	0·001361	0·002276	12,026·408
2·50	0·001829	0·003127	7,853·980	0·001416	0·002370	12,271·845
3·00	0·002592	0·004503	9,424·776	0·002015	0·003413	14,726·214
3·50	0·003497	0·006128	10,995·572	0·002712	0·004645	17,180·583
4·00	0·004526	0·008004	12,566·368	0·003517	0·006068	19,634·952

المراجـــع

- Gray, N. F. (1995). Activated sludge process. Theory and Practice, Oxford university press, New York, 1990.
- Agnew, R.W. (1972). A Mathematical model of final clarifier for the activated sludge process, EPA. 17090 FIW 02172. USA. EPA.
- Eikelboom, D.H. and Van Buijsen, H.J.J (1981). Microscopical sludge investigation manual, TNO Research Institute for Environmental Hygiene, Delft. Cited from Gray, N.F.(1990).
- Metcalf and Eddy, Inc. wastewater Engineering; Treatment/ Disposal / Reuse, Third Edition, Mc Graw-Hill, New York, 1993.
- Said R. Qasim, Wastewater Treatment Plants
- Benefield Judkins Parr, Treatment Plant Hydraulics for Environmental Engineers, Prentice- Hall, Inc. Engle wood Cliffs, NJ, USA.

- الهندسة الصحية أ.د. محمد على على فرج .
- النظم الهندسية للتغذية والمياه والصرف الصحى أ.د. محمد صادق العدوى
- تصميم نظم معالجة مياه الصرف الصحى- المكتب الإستشارى كيمونكس/ القاهرة
- الكود المصرى لتصميم وتنفيذ خطوط المواسير لشبكات مياه الشرب والصرف الصحي .
- هندسة التشييد لمرافق المياه والصرف الصحى - م / محمود حسين مصيلحى.

اللجنه الدائمه

لإعداد الكود المصرى لأسس تصميم وشروط التنفيذ

لمحطات التنقيه لمياه الشرب والصرف الصحى ومحطات الرفع

اعضاء اللجنه الدائمة :

أ . د . م / ابراهيم هلال الحطاب . (رئيساً)

أ . د . م / فاطمه الزهراء السعيد الرفاعى .

أ . د . م / حمدى ابراهيم على .

أ . د . م / مدحت محمد عبد المنعم صالح .

م / سعيد ممتاز سمعان .

م / محفوظ كامل مسعود .

م / أحمد أبو ضيف حسنين .

م / محمد حمدى سيد أحمد .

م / ياسين بهى الدين حسن .

م / محمد حسن دسوقى .

م / بهائى سليم شنوده .

م / سراج محمد القطقاط .

م / محمد حسن محمد مصطفى . (الامانه الفنيه)

م / أشرف أحمد كامل قراقيش . (" ")

م / أحمد محمد عبد المجيد على . (" ")

الكتابة على الحاسب الآلي

السيد / خالد رياض محمد المكتب الفنى بمركز بحوث الإسكان والبناء

شكر واجب

يتقدم السيد الأستاذ الدكتور / محمد إبراهيم سليمان وزير الإسكان والمرافق والمجتمعات العمرانية بالامتنان للسادة أعضاء اللجنة الدائمة لأسس تصميم وشروط التنفيذ لمحطات التنقية لمياه الشرب والصرف الصحى ومحطات الرفع الذين توفاهم الله أثناء تأدية عملهم تجاه وطنهم فى إنجاز الكودات المصرية سائلاً المولى عز وجل أن يتغمدهم برحمته وأن يجعل هذا العمل الوطنى فى ميزان حسناتهم وهم :

- الأستاذ الدكتور / عبد الكريم محمد عطا
- الأستاذ الدكتور / محمد مصطفى السعيد

وزير الإسكان والمرافق
والمجتمعات العمرانية

أستاذ دكتور مهندس /
محمد ابراهيم سليمان

رقم الإيداع بدار الكتب
٩٧/٨٠٨٨

نشر القرار الوزارى الخاص بالكود فى العدد رقم ١٣٦
من الوقائع المصرية بتاريخ ٢٢ يونيه لسنة ١٩٩٩

مطابع التجارية - قليوب - مصر

نشر القرار الوزارى الخاص بالكود فى العدد رقم ١٣٦
من الوقائع المصرية بتاريخ ٢٢ يونيه لسنة ١٩٩٩

مطابع الأهرام التجارية - قليوب - مصر