سازمان برنامه و بودجه

استاندارد پیشنهادی

لوله‌های سخت پی-وی-سی درمصارف صنعتی

سازمان برنامه و بودجه
دفتر امور فنی - کتابخانه تخصصی
شماره ثبت: .....
تاریخ ثبت: .....

دفتر تحقیقات استانداردهای فنی
نشریه شماره ۴۵
اردیبهشت ۱۳۵۴

چون تاکنون برای لوله های پی ، وی ، سی مورد مصرف کارهای صنعتی استاندارد ی تهیه نشده است از چند ی قبل مطالعاتی در این دفتر با همکاری آقای Hidesumi Kano کارشناس ژاپونی انجام گرفت و نشریه حاضر تدوین گردید و اینک برای کسب نظر اصلاحی در اختیار سازندگان و متخصصین فن قرار میگیرد .

امید است که این نشریه مورد استفاده موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران قرار گیرد و با بررسی و تکمیل آن بصورت استاندارد ملی در اختیار تولید کنند گان و استفاده کنند گان قرار دهند تا پس از اطمینان از محصولی که تولید میگردد بتوان کاربرد لوله های پی ، وی ، سی را در پروژه های صنعتی کشور توصیه نمود .

دفتر تحقیقات و استاندارد های فنی

فهرست مندرجات

موضوع	صفحه
۱ــ هدف	۱
۲ــ تعاریف:	
۲ــ۱ پلی وینیل کلراید	۱
۲ــ۲ فشار کار	۲
۲ــ۳ فشار اسمی	۲
۲ــ٤ قطر اسمی	۲
۲ــ٥ حداکثر فشار جایز محیطی	۲
۳ــ طبقه بندی	۲الی ۳
٤ــ ماده اولیه	۳الی ٤
٥ــ شرایط لازم	
٥ــ۱ ابعاد	٤الی ۷
٥ــ۲ بدون عیب بودن	۷
٥ــ۳ رنگ	۸
٥ــ٤ ماتی	۸
٥ــ٥ پایداری درمقابل حرارت	۸
٥ــ٦ درجه نرم شدن	۸
٥ــ۷ پایداری درمقابل استون	۸

موضوع	صفحه
۵ــ۸ آزمایش هیدرولیکی کوتاه مدت	۸الی ۹
۵ــ۹ آزمایش هیدرولیکی بلند مدت	۹
۵ــ۱۰ آزمایش پایداری درمقابل پهن شدن	۹
۵ــ۱۱ مقاومت سختی دربیست درجه حرارت	۹
۵ــ۱۲ مقاومت سختی درصفر درجه حرارت	۹
۵ــ۱۳ مقاومت کشش	۹الی ۱۰
۶ــ آزمایش و بازرسی	۱۰الی ۱۳
۷ــ نشان گذاری	۱۴
۸ــ بسته بندی	۱۴

ضمائم ــ شیوه های آزمایش :

ضمیمه شماره ۱ــ طریقه تعیین ابعاد	۱۵
ضمیمه شماره ۲ــ آزمایش برای تعیین ماتی	۱۵
ضمیمه شماره ۳ــ آزمایش پایداری درمقابل حرارت	۱۷الی ۱۸
ضمیمه شماره ۴ــ آزمایش برای درجه نرمی	۱۹الی ۲۴
ضمیمه شماره ۵ــ آزمایش پایداری درمقابل استون	۲۵
ضمیمه شماره ۶ــ آزمایش هیدرولیکی کوتاه مدت	۲۶الی ۲۷
ضمیمه شماره ۷ــ آزمایش هیدرولیکی بلند مدت	۲۸الی ۳۰
ضمیمه شماره ۸ــ آزمایش پایداری درمقابل پهن شدن	۳۱
ضمیمه شماره ۹ــ آزمایش مقاومت سختی دربیست درجه حرارت	۳۲الی ۳۶

ضمیمه شماره ۱۰ــ آزمایش مقاومت سختی در صفر درجه حرارت ۳۷الی ٤۱

ضمیمه شماره ۱۱ــ آزمایش مقاومت کشش ٤۲الی ٤۳

۱ــ هدف

۱ــ۱ این نشریه بمنظور تهیه استاندارد ایرانی برای لوله های سخت(۱) پی وی . سی در کاربرد های صنعتی و در درجه حرارتی که حداکثر بـــه ۶۰ درجه سانتی گراد میرسد تهیه شده است .

این استاندارد علاوه بر استاندارد لوله های مندرج درنشریه شماره ٤٤ (۲) سه گروه دیگر را نیز شامل میشود .

۱ــ۲ چنین فرض شده که لوله های منطبق با استاندارد نشریه شماره ٤٤ بـــا مقررات گروههای مندرج در این استاندارد مطابق دارند .

۲ــ تعاریف

۲ــ۱ پلی وینیل کلراید ماده ای ترموپلاستیك (۳) است که از بهم پیوستـــن (Polymerization) مولکولهای وینیل کلراید تولید میشود .

---

(۱) چنانچه در مواد اولیه بکار برده شده درساخت لوله هیچگونه Plasticizer یا مواد نرم کننده بکار نرود محصول نهائی Unplastisized یاسخت میباشد

(۲) مشخصات لوله های سخت پی . وی . سی (پلی وینیل کلراید)درلوله‌کشی آب آشامیدنـــی

(۳) رزین های Thermoplastic این خاصیت را دارند که چون حرارت ببینند نـــرم میشوند وقالب پذیر یا شکل پذیر میگردند و شکل قالب را پس‌از سرد شدن و سخت شدن بخود میگیرند .

۲ــ۲ فشار کار ــ فشار کار حداکثر فشاری است که لوله میتواند در شرائط عادی و کاربرد مداوم تحمل نماید .

۲ــ۳ فشار اسمی ــ فشار اسمی که بیشتر برای طبقه بندی لوله ها بکار میرود در حقیقت همان فشار کار در شرائط معمولی و در حرارت بیست درجه سانتی گراد میباشد .

۲ــ٤ قطر اسمی ــ قطر اسمی به قطر خارجی لوله اطلاق میشود که از مجموعه توصیه های ISO از استاندارد شماره R161 برداشته شده است .

۲ــ٥ حداکثر فشار مجاز محیطی ــ این فشار برای محاسبه ضخامت دیواره لوله ها بکار میرود حداکثر فشار مجاز محیطی ، مقدار تخمینی حداکثر مقاومت کششی است که در دیوارهٔ لوله در جهت محیطی و در اثر فشار هیدرواستاتیك آب بوجود میآید (فشار هیدرواستاتیك آب باید مقداری باشد که بتوان آنرا بطور مداوم و با اطمینان زیاد بدون آنکه صدمه‌ای به لوله وارد شود بکار برد)

در این استاندارد حداکثر فشار مجاز محیطی ۱۰۰ کیلو گرم بر سانتی متر مربع در حرارت بیست درجه سانتیگراد میباشد .

۳ــ طبقه بندی

۳ــ۱ لوله ها بسته به فشار اسمی شان بشرح زیر طبقه بندی میشوند :

گروه . (بدون فشار)

گروه ٤ برای حداکثر فشار کار چهار کیلوگرم بر سانتی متر مربع در ۲۰ درجه سانتیگراد

گروه ٦ برای حداکثر فشار کار شش کیلوگرم بر سانتی متر مربع در ۲۰ "

گروه ۱۰ برای حداکثر فشار کار ده کیلوگرم بر سانتی متر مربع در ۲۰ "

گروه ۱٦ برای حداکثر فشار کار شانزده کیلوگرم بر سانتی متر مربع در ۲۰ "

گروه ۲۵ برای حداکثر فشار کار بیست و پنج کیلوگرم بر سانتی متر مربع در ۲۰ "

تبصره ــ حداکثر فشار کار برای درجات بالاتر از ۲۰ درجه سانتی گراد در جدول شماره ۱ درج شده است :

جدول شماره (۱)

درجه حرارت سانتی گراد	گروه ٤	گروه ٦	گروه ۱۰	گروه ۱٦	گروه ۲۵
۲۰	٤کیلوگرم /cm^2	٦کیلوگرم /cm^2	۱۰کیلوگرم /cm^2	۱٦کیلوگرم/cm^2	۲۵ کیلوگرم /cm^2
۳۰	۳/۲ " "	٤/۸ " "	۸ " "	۱۲/۸ " "	۲۰ " "
٤۰	۲/٤ " "	۳/٦ " "	٦ " "	۹/٦ " "	۱۵ " "
۵۰	۱/٦ " "	۲/٤ " "	٤ " "	٦/٤ " "	۱۰ " "

٤ــ ماده اولیـــــه

٤ــ۱ ماده اولیه ایکه لوله از آن تولید میشود بطور عمده شامل پلی وینیل‌کلراید است که بدان فقط مواد کمکی (Additives) اضافه میشوند که برای تسهیل ساخت و تولید بی عیب و بادوام لوله‌ای با سطح صاف وباقدرت مکانیکـــی و ماتی لازم ضروری میباشند .

هیچیك از مواد کمکی به تنهائی یا با یکدیگر نباید باندازه ای بکار روند که خطر مسمومیت ایجاد نمایند یا به ساخت، خاصیت جوش پذیری وخواص فیزیکی و شیمیائی که در این استاندارد بیان شده است صدمه بزنند .

٤-٢ هیچ نوع مواد متفرقه دیگر نباید درعمل تولید بکاررود وتنها کاربرد مجدد مواد زائدی که در اثنای تولید ویا درموقع انجام کارهای آزمایشی بدست میآیند مجاز میباشد،

((مشروط برآنکه ترکیب این مواد منطبق با ترکیب استاندارد باشد)

٥- شرایط لازم

٥-١ ابعاد

٥-١-١ قطر خارجی و ضخامت دیواره

چنانچه قطر خارجی وضخامت دیواره با روش مشروح درضمیمه شماره ١ اندازه گیری شوند اعداد بدست آمده باید باآنچه درجدول شماره ٢ آمده است تطبیق نمایند .

حدود شد... ـــــــــاره ۲ ابعاد لوله هـ... ـــــــا

واحد :میلی متـــــر

قطر اسمی	قطر خارجی		رواداری (Tolerance)	رواداری		ضخامت جدار											
	مقدار حاری	برای ماشین مقدار حارجی	برای حداکثر وحدا (۱)	گـــروه ۰		گـــروه ۰		گـــروه ۶		گـــروه ۱۰		ـــــروه ۱۶		گـــروه ۲۵	
				ضخامت جدار	رواداری	ضخامت جدار	رواداری	ضخامت جدار	رواداری	ضخامت جدار	رواداری	ضخامت جدار	رواداری	ضخامت جدار	رواداری
۱۰	۱۰	±۰/۱۵	±۰/۲۵											۱/۵	±۰/۰۴
۱۲	۱۲	±۰/۱۵	±۰/۲۵											۱/۵	±۰/۰۴
۱۶	۱۶	±۰/۱۵	±۰/۲۵									۱/۵	±۰/۰۴	۱/۸	±۰/۰۴
۲۰	۲۰	±۰/۱۵	±۰/۲۵									۱/۵	±۰/۰۴	۱/۳	±۰/۰۵
۲۵	۲۵	±۰/۱۵	±۰/۲۵									۱/۹	±۰/۰۴	۲/۸	±۰/۰۵
۳۲	۳۲	±۰/۱۵	±۰/۲۵							۱/۸	±۰/۰۴	۲/۴	±۰/۰۵	۳/۱	±۰/۰۶
۴۰	۴۰	±۰/۱۵	±۰/۲۵							۲/۰	±۰/۰۵	۳/۰	±۰/۰۶	۴/۵	±۰/۰۷
۵۰	۵۰	±۰/۱۵	±۰/۳۰					۱/۸	±۰/۰۴	۲/۴	±۰/۰۵	۳/۸	±۰/۰۶	۵/۶	±۰/۰۸
۶۳	۶۳	±۰/۲	±۰/۴۰					۱/۹	±۰/۰۴	۳/۰	±۰/۰۵	۴/۷	±۰/۰۷	۷/۰	±۰/۰۹
۷۵	۷۵	±۰/۲	±۰/۴۵			۱/۸	±۰/۰۴	۲/۲	±۰/۰۵	۳/۶	±۰/۰۶	۵/۶	±۰/۰۸		
۹۰	۹۰	±۰/۲۵	±۰/۵۵			۱/۸	±۰/۰۴	۲/۷	±۰/۰۵	۴/۳	±۰/۰۷	۶/۷	±۰/۰۹		
۱۱۰	۱۱۰	±۰/۳۰	±۰/۷۰	۱/۸	±۰/۰۴	۲/۲	±۰/۰۵	۳/۳	±۰/۰۶	۵/۳	±۰/۰۸	۸/۲	±۰/۱۰		
۱۲۵	۱۲۵	±۰/۳۵	±۰/۷۵	۱/۸	±۰/۰۴	۱/۵	±۰/۰۶	۳/۷	±۰/۰۶	۶/۰	±۰/۰۸	۹/۳	±۰/۱۲		
۱۴۰	۱۵۰	±۰/۳۵	±۰/۸۵	۱/۸	±۰/۰۴	۲/۵	±۰/۰۶	۴/۱	±۰/۰۷	۶/۷	±۰/۰۹	۱۰/۴	±۰/۱۳		
۱۶۰	۱۶۰	±۰/۴۰	±۱/۰۰	۲/۰	±۰/۰۴	۳/۲	±۰/۰۶	۴/۷	±۰/۰۸	۷/۷	±۰/۱۰	۱۱/۹	±۰/۱۵		
۱۸۰	۱۸۰	±۰/۴۵	±۰/۱۰	۲/۳	±۰/۰۴	۳/۶	±۰/۰۷	۵/۳	±۰/۱۰	۸/۶	±۰/۱۲	۱۳/۴	±۰/۱۷		
۲۰۰	۲۰۰	±۰/۵۰	±۱/۲۰	۲/۵	±۰/۰۴	۴/۰	±۰/۰۷	۵/۹	±۰/۱۰	۹/۶	±۰/۱۴	۱۴/۹	±۰/۱۹		
۲۲۵	۲۲۵	±۰/۶۰	±۱/۳۵	۲/۸	±۰/۰۵	۴/۵	±۰/۰۸	۶/۶	±۰/۱۰	۱۰/۸	±۰/۱۴	۱۶/۷	±۰/۲۱		
۲۵۰	۲۵۰	±۰/۶۵	±۱/۵۰	۳/۱	±۰/۰۵	۵/۰	±۰/۰۸	۷/۳	±۰/۱۱	۱۲/۰	±۰/۱۶	۱۸/۶	±۰/۲۳		
۲۸۰	۲۸۰	±۰/۷۰	±۱/۷۰	۳/۵	±۰/۰۶	۵/۵	±۰/۰۹	۸/۲	±۰/۱۲	۱۳/۴	±۰/۱۷				
۳۱۵	۳۱۵	±۰/۸۰	±۱/۹۰	۳/۹	±۰/۰۶	۶/۲	±۰/۱۰	۹/۲	±۰/۱۳	۱۵/۰	±۰/۱۹				
۳۵۵	۳۵۵	±۰/۹۰	±۲/۱۵	۴/۴	±۰/۰۷	۷/۰	±۰/۱۰	۱۰/۴	±۰/۱۴	۱۷/۰	±۰/۲۱				
۴۰۰	۴۰۰	±۱/۰۰	±۲/۴۰	۵/۰	±۰/۰۷	۷/۹	±۰/۱۱	۱۱/۷	±۰/۱۵	۱۹/۱	±۰/۲۴				

(۱)ـ خارج شدن سطح مقطع لوله از حال گردی را اصطلاحاً Ovality میگویند .

۵ـ۳ رنگ لوله ها باید خاکستری تیره باشد

۵ـ۴ ماتی

چنانچه لوله توسط روش مشروح در ضمیمه شماره ۲ آزمایش شود جدار لوله نباید بیش از ۲/۰ درصد از نور مرئی را که برآن تابیده میشود از خود عبور دهد .

۵ـ۵ پایداری در مقابل حرارت

چنانچه با روش مشروح در ضمیمه شماره ۳ آزمایش شود . ابعاد لوله ها نباید بیش از ۵ درصد درجهت طولی و ۲/۵ درصد درجهت عرضی تغییر نمایند . بعد از آزمایش در لوله نباید هیچگونه ترك ـ حفره و یا تورمی دیده شود .

۵ـ۶ درجه نرم شدن

چنانچه با روش مشروح در ضمیمه شماره ٤ آزمایش شود درجه نرمی ویکات Vicat Softening Point نبایدپائین تر از ۷۵ درجه سانتی گراد باشد .

۵ـ۷ پایداری در برابر استون

چنانچه لوله توسط روش تشریح شده در ضمیمه شماره ۵ آزمایش شود نمونه هیچگونه حالت ورقه ورقه و یا متلاشی شدن نباید از خود نشان دهد . مشاهده صاف شدن یا تورم در لوله بمنزله عدم قبولی آن از آزمایش بالا تلقی نمیشود .

۵ـ۸ آزمایش هیدرولیکی کوتاه مدت

چنانچه با روش مشروح در ضمیمه شماره ٦ آزمایش شود ،لوله باید تحمل

فشار محیطی ۰.۰ ۴ کیلوگرم برسانتی متر مربع را برای حداقل یکساعت در درجه حرارت ۱± ۲۰ درجه سانتی گراد داشته‌باشد .

۵—۹ آزمایش هیدرولیکی بلند مدت

چنانچه طبق روش مشروح در ضمیمه شماره ۷ آزمایش شود ، مقدار تخمینی فشار ترکیدن محیطی در پنجاه سال نباید کمتر از ۲۱۰ کیلوگرم برسانتی متر مربع باشد .

۵—۱۰ آزمایش پایداری درمقابل پهن شدن (Flattening Test)

چنانچه طبق روش مشروح در ضمیمه شماره ۸ آزمایش شود لوله نباید هیچگونه حالت تورم ، ترك یا شکستی نشان دهد .

۵—۱۱ مقاومت سختی در ۲۰ درجه سانتی گراد درجه حرارت

چنانچه لوله در ۲۰ درجه سانتی گراد با متد مشروح در ضمیمه شماره ۹ آزمایش شود نباید هیچگونه علائم شکستگی یا ترك در طول جدار بیش از ۲۰٪ از ۳۰ نمونه مورد آزمایش دیده شود .

۵—۱۲ مقاومت سختی در صفر (درجه سانتی گراد) درجه حرارت

چنانچه لوله در صفر درجه سانتی گراد با متد مشروح در ضمیمه شماره ۱۰ آزمایش شود .

نباید هیچگونه علائم شکستی یا ترك در طول جدار بیش از ۲۰٪ از ۳۰ نمونه مورد آزمایش دیده شود .

۵—۱۳ مقاومت کشش

چنانچه با روش مشروح در ضمیمه شماره ۱۱ آزمایش شود مقاومت کشش

لوله در حداکثر بار وارده و در ۲۰ درجه حرارت نباید از ۸۰ کیلوگرم بر سانتی متر مربع کمتر باشد .

۶- آزمایش و بازرسی

۶-۱ گواهی تطابق

در مواردیکه خریدار تقاضا نماید سازنده باید گواهی نامه ای ارائه دهد که در آن نتایج آزمایشهائی که برای تطابق محصول با مشخصات این استاندارد انجام شده است درج شده باشد .

۶-۲ بازرسی

خریدار باید در موقع سفارش تقاضای خود را بمنظور اخذ گواهی تطابق محصول با استاندارد و همچنین قصد خود را برای بازرسی لوله در محل تولید به سازنده اطلاع دهد . سازنده باید کلیه تسهیلات لازم برای بازرسی لوله ها و نظارت خریدار را برانجام آزمایشات مقرره فراهم سازد .

۳-۶ حداقل دفعات نمونه برداری برای آزمایش

بمنظور کنترل کیفیت و صدور گواهی تطابق و چنانچه تغییری در ترکیب مواد تشکیل دهنده و یا روش تولید لوله حاصل شود تولید کننده حداقل به دفعات مندرج در جدول زیر باید برای آزمایش نمونه برداری نماید .

جدول شماره ۳ ـ حداقل دفعات نمونه برداری برای آزمایش

آزمایش	حداقل دفعات نمونه برداری برای آزمایش			
	هر ۸ ساعت	هرروز	هرسه ماه	هریکسال
ماتی				×
پایداری در مقابل حرارت	×			
درجه نرم شدن				×
پایداری در برابر استون		×		
آزمایش هیدرولیکی کوتاه مدت		×		
آزمایش هیدرولیکی بلند مدت				×
آزمایش پایداری در مقابل پهن شدن مقاومت سختی		×		
در بیست درجه سانتیگراد		×		
مقاومت سختی در صفر درجه حرارت			×	
مقاومت کشش			×	

٤—٦ حداقل تعداد نمونه برای آزمایش

حداقل تعداد نمونه برای آزمایش در جدول شماره ٤ درج شده است

جدول شماره ٤ــ حداقل تعداد نمونه برای آزمایش

آزمایش	کمترین تعداد نمونه برای هر آزمایش	
ماتی	لوله با نازکترین جدار از هر ترکیب	تعداد ۳ عدد
پایداری در مقابل حرارت	از هر ماشین	" ۱ "
درجه نرم شدن	یك نمونه بهر اندازه از هر ترکیب	" ۳ "
پایداری در برابر استون	از هر ماشین	" ۱ "
آزمایش هید رولیکی کوتاه مدت	یك نمونه از هر ترکیب	" ۱ "
آزمایش هید رولیکی بلند مدت	یك نمونه بهر اندازه از هر ترکیب	" ۲۰ "
آزمایش پایداری در مقابل پهن شدن	از هر ماشین	" ۱ "
مقاومت سختی در ۲۰ درجه حرارت	از هر ماشین	" ۳۰ "
مقاومت سختی در صفر درجه حرارت	از هر (۱) Die	" ۳۰ "
مقاومت کشش	از هر Die	" ۳ "

(۱) قسمت انتهائی ماشین تولید لوله (Extruder) است که مواد اولیه پس از گذشتن از آن فرم دلخواه را میگیرند .

۶—۵ آزمایش مستقل

در صورت وجود یا بروز اختلاف در مورد تطابق لوله ها با مشخصات مقرره در این استاندارد تولید کننده و یا خریدار محق خواهند بود آزمایشات مستقلی توسط مقامات مورد قبول طرفین انجام دهند. آزمایش مستقل باید با توجه به شروط درج شده در این استاندارد انجام شود و نتایج بدست آمده باید بطور قطعی قابل قبول باشد.

۷ــ نشان گذاری

مطالب زیر باید بفارسی خوانا در روی لوله ها در فواصل کمتر از سه متـــــر چاپ شـــود

بر روی لوله شش متری حداقل دو علامت باید نقش گردد .

۸ــ۱ نام و یا نام تجارتی تولید کننده

۸ــ۲ جمله ساخت ایران

۸ــ۳ قطر اسمی لوله برحسب میلیمتر

۸ــ٤ فشار اسمی برحسب کیلوگرم برسانتیمتر مربع

۸ــ٥ علامت مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران بارضایت قبلی ایـــن مؤسسه

۸ــ٦ شماره این استاندارد ایرانی

۸ــ بسته بنـــدی

قسمتهای انتهائی لوله باید بطور مناسبی در مقابل هرگونه صدمه حفظ شود .

ضمیمه‌شماره ۱۵

طریقه تعیین ابعاد

۱- قطر خارجی

قطر خارجی هر لوله باید توسط یك ریزسنج[۱] یا پرگار قطر سنج[۱] که دارای دقت ۰/۰۲ میلی متر باشد در درجه حرارت ۲۰±۱ سانتی گراد تعیین شود .

میانگین قطر خارجی لوله در هر نقطه برابر خارج قسمت محیط خارجی به عدد[۳] ۳/۱۴۲ و یا معدل حسابی حداکثر وحداقل اقطار لوله در یك سطح مقطع می باشد .

۲- ضخامت جدار

ضخامت جدار در هر نقطه باید با یك ریزسنج یا پرگار قطر سنج که دارای دقت ۰/۰۲ میلیمتر باشد در درجه حرارت ۲۰±۱ سانتیگراد اندازه گیری شود .

---

(۱) Micrometer

(۲) Vernier Calliper

(۳) عددی که به رقم نزدیکتر به یك دهم میلیمتر تصحیح شده است .

ضمیمه شماره ۲

آزمایش برای تعیین ماتی

۱ــ نمونه مورد آزمایش

برای این آزمایش باید نمونه ای از یك لوله تولیدی با نازکترین جدار بکار رود .

۲ــ وسائل

(۱)ــ منبع نور (چراغ الکتریکی)

(۲)ــ سلول فتوالکتریك

(۳)ــ گالوانومتر

۳ــ نحوه آزمایش

منبع نور وسلول فتوالکتریك باید در فاصله ای مناسب ،جدا ازیکدیگر گذاشته شوند . نور باید از چراغ الکتریکی به سلول فتوالکتریك در تاریکی تابیده شود ،گالوانومتر باید به سلول فتوالکتریك وصل شده و حداکثر انحراف ثبت شده یادداشت شود . سپس باید نمونه طوری بر روی سلول فتوالکتریك قرار گیرد که یکطرف جدار آن بین سلول و منبع روشنائی قرار گیرد (فاصله بین منبع نور وسلول باید ثابت بماند) .

حداکثر انحراف گالوانومتر دومرتبه باید یادداشت شود . دومین انحراف که بصورت درصد انحراف اول بیان میشود میزان نور مرئی رابما میدهد .

ضمیمه شماره ۳

آزمایش پایداری در مقابل حرارت

۱ــ نمونه مورد آزمایش

نمونه مورد آزمایش شامل لوله ای است بطول تقریبی ۳۰۰ میلیمتر و علامت محیطی باید برروی نمونه بفاصله ۱۰۰ میلیمتر از یکدیگر نقش گردد بنحوی که فاصله یکی از این علامات از یکی از دو قسمت انتهائی لوله تقریباً ۱۵ میلیمتر باشد .

۲ــ دستگاه

دستگاه این آزمایش تشکیل شده از حمامی مجهز به ترموستات که درجه حرارت مایع انتقال حرارت را در ۲± ۱۵۰ درجه سانتی گراد نگاه میدارد. مایع انتقال حرارت ممکن است روغنی معدنی عاری از مواد آروماتیک هیدروکربونه (مواد معطر حلقوی) یا اتیلین گلایکول باشد .

۳ــ نحوه آزمایش

نمونه باید در مایع انتقال حرارت ازطرف سطح مقطعی که دورتر از علامات نقش شده است طوری شناور شود که لوله بحالت عمودی معلق بماند وهرد و علامتها کاملاً در مایع انتقال حرارت شناور باشند و همچنین نمونه بهیچوجه به اطراف و ته حمام تماس نداشته باشد .

نمونه مورد آزمایش باید بمدتی که بستگی بضخامت جدارآن دارد (جدول زیر) ودرحرارت ۲± ۱۵۰ درجه سانتیگراد در مایع انتقال حرارت شناوربماند .

ضخامت جدارلوله میلیمتر	زمان ــ دقیقه
تا ۸	۱۵
بالاتر از ۸	۳۰

پس از پایان مدت شناوری نمونه را باید از حمام خارج کرد و آنرا بحال خود گذاشت تا بدون هیچگونه تغییر شکل مجددی در درجه حرارت اطاق سرد شود . تغییرات ابعاد لوله در جهات طولی و عرضی (تغییرات عرضی از روی تغییرات حاصل در روی محیط لوله اندازه گیری میشود) با توجه به طول اولیه تعیین شده و بصورت درصد بیان میگردد . بعلاوه در آزمایش مذکور باید بروز هرگونه ترك ،فرورفتگی و نیز برآمدگی را نیز معلوم نمود .

ضمیمه شماره ٤

آزمایش برای درجه نرمی

۱ــ نمونه های مورد آزمایش

نمونه ها مربعهائی به ابعاد حداقل ۱۰ میلیمتر بوده و ضخامت آنها برابر ضخامت لوله است باستثنای دو حالت زیر.

الف ــ اگر ضخامت لوله بیش از ٦/٤ میلیمتر باشد بوسیله تراشیدن یکی از سطوح آن باید ضخامت را به حدود ۳ میلیمتر رسانید.

ب ــ اگر ضخامت لوله کمتر از سه میلیمتر باشد تعدادی لوله را باید طوری در داخل یکدیگر قرار داد تا ضخامتی حدود سه میلیمتر بدست آورد برای هر آزمایش تعداد سه نمونه بکار میرود.

۲ــ دستگاه آزمایش

دستگاه شامل قسمتهای زیر است.

الف ــ میله ای مجهز بیک "صفحه‌وزنه" که بوسیله یك بدنه فلزی و محکم طوری نگهداشته شده که میتواند آزادانه و بطور عمودی حرکت کند. پایه این بدنه برای نگهداری نمونه مورد آزمایش بکار میرود.

ب ــ در انتهای میله قطعه استوانه ای شکل کوچکتری بنام ایندنتر "Indenter" قرار گرفته که دارای طول سه میلیمتر وسطح مقطع ۱±۰/۱۵ میلیمتر مربع میباشد.

قسمت انتهای این قطعه صاف و نسبت به محور میله عمود بوده و عاری از هرگونه برآمدگی است

ج ــ نفوذ ایندنتر در داخل نمونه آزمایش بوسیله صفحه اندازه گیری میکرومتری

اندازه گیری میشود که به قسمتهای ۰/۰۱ میلیمتر مدرج شده است .
نیروی وارده توسط صفحه اندازه گیری که به نیروی کلی وارده به نمونه آزمایش اضافه میشود باید معلوم بوده و با شرح قسمت (د) مطابقت کند .

د ـ یك " صفحه وزنه " که به میلهٔ اصلی متصل است ویك وزنه استوانه‌ای شکل که در وسط دارای شکافی است طوری انتخاب شده اند که نیروی کل وارده بر نمونه آزمایش بین ۰۰۰۵ تا ۰۰۵۰ نرم باشد .
وزن کلی میله ، ایندنتر و صفحه وزنه نباید از ۱۰۰ گرم بیشتر باشد .
ساختمان دستگاه باید طوری باشد که اگر بجای نمونه آزمایش قطعه ای از سیلیکات باریم متبلور و یا آلیاژ فولاد با ضریب انبساط کم قرار دهیم عددی که میکرومتر نشان میدهد (این عدد نشان دهنده تغییرات ـ انبساط حرارتی حاصله از تغییرات درجه حرارت است) نباید بیشتر از ۰/۰۲ میلیمتر باشد .
بکار بردن آلیاژی با ضریب انبساط پائین در ساختمان دستگاه مناسب میباشد .

هـ ـ حمام گرم کننده مجهز بیك مایع انتقال حرارت مناسب (به تبصره ۱ مراجعه شود) که تمامی دستگاه طوری در این حمام قرار میگیرد که نمونه مورد آزمایش حداقل ۳۵ میلیمتر زیر سطح مایع قرار بگیرد . حمام دارای یك بهم زن بوده و هم چنین دارای وسائل کنترلی است که بوسیله آنها میتوان درجه حرارت را بطور یکنواخت ودرحدود ۰/۵ درجه سانتیگراد در هرساعت بالا برد (به تبصره ۲ مراجعه شود)

و ـ یك حرارت سنج شیشه ای برای اندازه گیری درجه حرارت که دارای درجه

بندی حداقل ۰/۰ درجه سانتیگراد است .

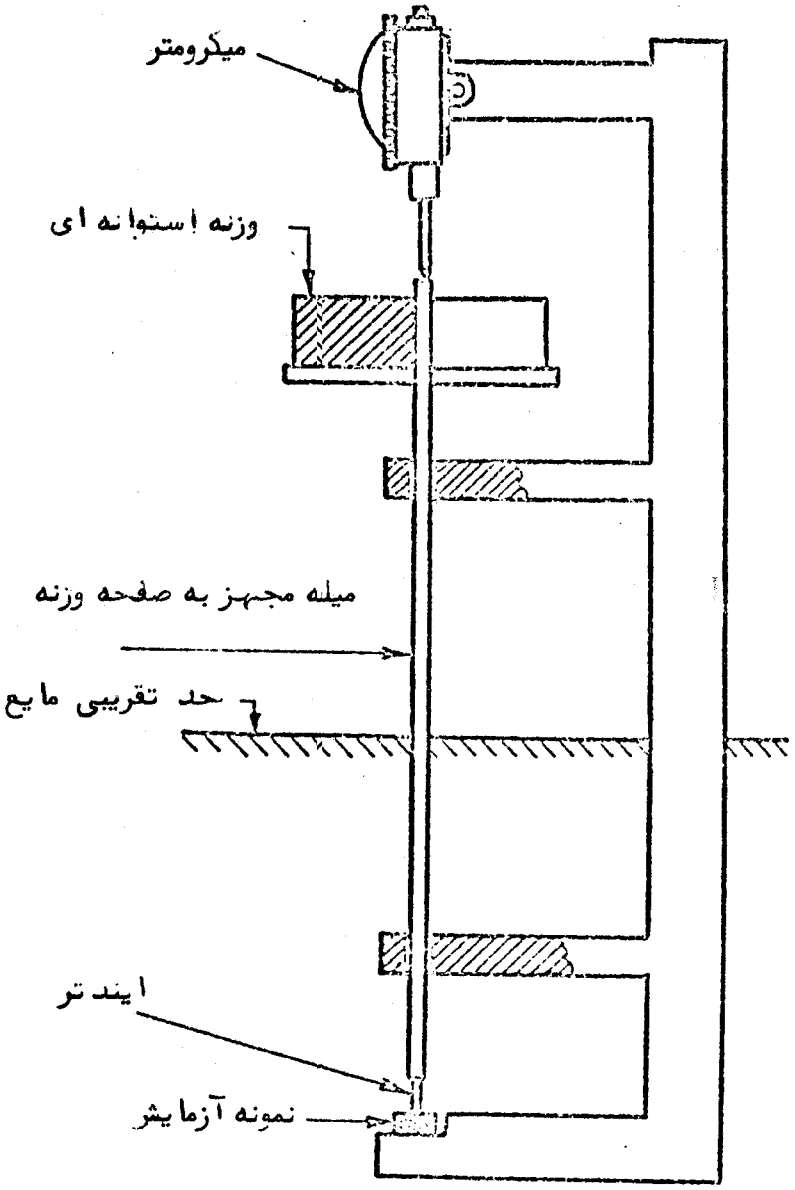
خطای اندازه گیری نباید بیش از ۰/۰ درجه سانتیگراد باشد .

تبصره ۱ــ پارافین مایع ، گلیسیرول و روغنهای سیلیکون مایعات انتقال حرارت مناسبی هستند ، مایعات دیگری نیز میتوان بکار برد مشروط برآنکه مایع در درجه حرارتهای بکار برده شده ثابت بوده و هیچگونه اثر برروی نمونه آزمایش باقی نگذارد .

تبصره ۲ــ چگونگی بالا بردن درجه حرارت را بطور یکنواخت میتوان بطور دستی و یا اتوماتیکی کنترل کرد ، یك طریقه که موثر شناخته شده اینستکه یك گرم کننده شناور را طوری تنظیم کنند که در ابتدای آزمایش جریان صحیح افزایش حرارت را بدست آورده وسپس نیروی وارده به همین گرم کننده ویا به گرم کننده کمکی دیگری را بوسیله یك رئوستات یا مبدلهای دیگر افزایش دهند .

شکل ٤—١

دستگاه برای تعیین درجه نرمی ویکات



۳ــ طریقه آزمایش

الف ــ نمونه آزمایش را بطور افقی در زیر ایندنتر نصب میکنیم ، در اینحالت تماس قسمت میکرومتر با بقیه دستگاه قطع بوده و فاصله انتهای ایندنتر به به نمونه در هیچ نقطه ای کمتر از ۳ میلیمتر نباید باشد .

سطح نمونه که در تماس با انتهای دستگاه است باید صاف باشد .

ب ــ تمام دستگاه را داخل حمام که درجه حرارت آن باید ثابت و حداقل ۵۰ درجه سانتیگراد پائینتر از درجه نرمی تخمینی نمونه باشد قرار میدهیم .

گرماسنج باید در سطح نمونه و تا اندازهٔ ممکنه نزدیك به آن باشد .

ج ــ پس از پنج دقیقه که ایندنتر هنوز در حالت اولیه است ، عدد صفحه اندازه گیری میکرومتر را خوانده و یا آنرا در صفر تنظیم میکنیم .

وزنه استوانه ای شکل را سپس طوری بر روی صفحه وزنه قرار میدهیم که مجموع نیروی وارده به نمونه بین ۵۰۰۰ و ۵۰۵۰ گرم باشد .

د ــ درجه حرارت حمام را سپس بطور یکنواخت و به اندازهٔ $\pm$ ۵۰ درجه سانتیگراد در ساعت اضافه میکنیم و مایع را در اثنای آزمایش بخوبی بهم میزنیم .

هـ ــ وقتی میکرومتر نشان بدهد که نوك ایندنتر باندازهٔ یك میلیمتر در داخل نمونه نفوذ کرده است ، درجه حرارت حمام را میخوانیم ، این درجه حرارت را درجه نرمی ویکات Vicat Softening Point مینامند .

درجه نرمی ویکات نمونه معدل حسابی درجه نرمی سه نمونه مورد آزمایش است که نباید بیش از دو درجه سانتیگراد با هم اختلاف داشته باشند .

تبصره ۳ــ داشتن مبدل سرد کننده ای در داخل مایع حمام مناسب است زیـــرا عمل پائین آوردن درجه حرارت و آماده کردن حمام برای انجام آزمایشهای بعدی را تسریع میکند ،این مبدل سرد کننده را میتوان هنگام آزمایـــش خارج کرد و یا جریان مایع سردکننده آنرا قطع نمود زیرا جوشیدن مایـــع سرد کننده درجریان ازدیاد حرارت اثر میگذارد .

ضمیمه شماره ۵

آزمایش پایداری در برابر استون

۱— نمونه مورد آزمایش

نمونه مورد آزمایش طولی از لوله باندازه تقریبی ۲۵ میلیمتر میباشد .

۲— نحوه آزمایش

نمونه مورد آزمایش را باید بطور عمودی در استن بدون آب ودر درجه حرارت ۲۰ تا ۲۳ درجه سانتی گراد شناور کرد . اثر استون بر روی سطح لوله را پس از دو ساعت باید ملاحظه کرد .

تبصره — استن بکار برده شده باید صاف و شفاف بوده و هیچگونه مواد معلق نداشته باشد . ترکیب این استن بطور اصلی دی متیل کتن CH_3COCH_3 بوده و نباید بیش از ۰/۵ درصد وزنی آب داشته باشد .

ضمیمه شماره ٦

آزمایش هیدرولیکی کوتاه‌مدت

١— نمونه مورد آزمایش

نمونه مورد آزمایش قسمت کاملی از لوله است که طول آزاد بین اتصالات انتهائی آن برابر با ٣ برابر قطر خارجی +٢٥٠ میلیمتر است و حداکثر ٧٥٠ میلیمتر میتواند باشد . نمونه مورد آزمایش باید بطور تصادفی از بین لوله ها انتخاب شود .

٢— آماده نمودن نمونه

نمونه باید در حمام آبی با درجه حرارت ١ ± ٢٠ سانتی گراد درمدتی که کمتر از یکساعت نباشد درست قبل از انجام آزمایش آماده شود .

٣— وسائل

وسائل این آزمایش عبارتند از حمام مجهز به ترموستات که درجه حرارت ، ١ ± ٢٠ سانتی گراد را تأمین مینماید و دستگاهی که اعمال یك فشار کنترل شده داخلی هیدرولیکی را بر روی نمونه مورد آزمایش با دقت ٢ ± درصد فراهم مینماید .

٤— نحوه آزمایش

حداقل ضخامت جدار و میانگین قطر خارجی هر نمونه باید تعیین شود و فشار داخلی که باید اعمال شود از فرمول زیر محاسبه میشود :

$$P = \frac{2\,St}{D - t}$$

که در آن

P = فشار اعمال شده برحسب کیلوگرم برسانتی متر مربع

S = فشار محیطی برحسب کیلوگرم برسانتی متر مربع

t = حداقل ضخامت جدار برحسب میلیمتر

D = میانگین قطر خارجی برحسب میلیمتر

نمونه باید بدستگاه مربوط متصل شود و فشار هیدروستاتیك داخلی محاسبه شده باید در ۳۰ تا ٤۰ ثانیه از شروع اعمال آن بدست آید و با دقت ۲± درصد در تمام مدت آزمایش ثابت نگاه داشته شود و در اثنای آزمایش نمونه باید در درجه حرارت ۱± ۲۰ سانتیگراد باقی بماند .

ضمیمه شماره ۷

آزمایش هیدرولیکی بلندمدت

۱ــ نمونه های مورد آزمایش

هر نمونه مورد آزمایش باید قسمت کاملی از لوله باشد که طول آزاد بین اتصالات انتهائی آن برابر ۲۵۰ میلیمتر باضافه سه برابر قطر خارجی است و حداکثر ۷۵۰ میلیمتر میتواند باشد. ۲۰ نمونه مورد آزمایش باید بطور تصادفی از بین لوله های انتخابی برداشته شوند. ده نمونه برای تعیین فشار ترکیدن بمدت ۱۰ــ۱ ساعت و ده نمونه دیگر برای تعیین آن بمدت ۱۰۰ــ۱۰۰۰ ساعت بکار میروند.

۲ــ آماده نمودن نمونه های مورد آزمایش

درست قبل از انجام آزمایش اصلی نمونه های مورد آزمایش باید درحمام آبی با درجه حرارت ۱±۲۰ سانتی گراد برای زمانیکه کمتر از دو ساعت نباشد قرار گیرند.

۳ــ وسائل

وسائل این آزمایش عبارتند از حمام مجهز به ترموستات که درجه حرارت ۱±۲۰ سانتی گراد را تأمین مینماید و دستگاهی که اعمال یك فشار کنترل شده داخلی هیدرولیکی را برروی نمونه مورد آزمایش با دقت ۲± درصد فراهم مینماید.

۴ــ نحوه آزمایش

نمونه های مورد آزمایش باید در معرض چنان فشار هیدروستاتیك داخلی

قرار گیرند که نصف آنها بین ۱ تا ۱۰ ساعت ونصف دیگر بین ۱۰۰ تا ۱۰۰۰ ساعت بترکند نحوه آزمایش بشرح زیر است :

الف ـ فشار هیدروستاتیک P_{1-10} و $P_{100-1000}$ باید از روی معادلات زیر تعیین شوند :

$$P_{1-10} = \frac{2S}{D-t}\left(1 - 10^{t}\right)$$

که در آنها

P_{1-10} = فشار لازم برای ترکیدن نمونه ها بین ۱ تا ۱۰ ساعت

$P_{100-1000}$ = فشار لازم برای ترکیدن نمونه ها بین ۱۰۰ ـ ۱۰۰۰ ساعت

S_{1-10} = فشار تخمینی مورد لزوم برای ترکیدن نمونه ها بین ۱ تا ۱۰ ساعت منطبق با تجربیات قبلی

$S_{100-1000}$ = فشار تخمینی مورد لزوم برای ترکیدن نمونه ها بین ۱۰۰ تا ۱۰۰۰ ساعت منطبق با تجربیات قبلی

D = میانگین قطر خارجی به میلیمتر

t = حداقل ضخامت جدار به میلیمتر

ب ـ بعد از آماده نمودن ، نمونه ها باید به دستگاه آزمایش وصل شده و با آب طوری پر گردند که کلیه هوای موجود در داخل آنها خالی شود .

ج ـ فشار های معین P_{1-10} $P_{100-1000}$ باید برروی هر نمونه بطور یکنواخت وبدون هیچگونه تکان یا ضربه در حدود ۳۰ ـ ۴۰ ثانیه اعمال شود وبا دقت ۲٪ ادامه یابد تا نمونه بترکد . در اثنای آزمایش درجه حرارت باید ۱ ± ۲۰ سانتی گراد باشد .

د ــ زمان ترکیدن هر نمونه باید بااستفاده اززمان سنج ثبت شود .

هـ ــ دومجموعه نتایج بدست‌آمده باید درروی کاغذ لگاریتمی بااستفـــاده از لگاریتم فشار و لگاریتم زمان مربوط ترسیم شود .

خط مستقیم و ایازی (۱) که از بین میانگین نتایج ترسیم شده بایـــــد امتداد داده شود تا مختصه مربوط به پنجاه سال را قطع نماید .

و ــ نقطه تقاطع مختصه پنجاه ساله باید بعنوان فشار مدت مذکور ثبت شود .

---

(1) Regression

ضمیمه شماره ۸

آزمایش پایداری در مقابل پهن شدن

۱ــ نمونه های مورد آزمایش

سه نمونه حلقه ای شکل بطول ۵ سانتی متر باید از لوله بریده شود .

۲ــ آماده نمودن نمونه ها

نمونه ها باید در زمانی که کمتر از یکساعت نباشد در درجه حرارت ــ ۱± ۲۰ سانتی گراد آماده شوند .

۳ــ نحوه آزمایش

نمونه ها بین دو گیره موازی طوری پهن میشوند که فاصله بین دو گیره ۴۰٪ قطر خارجی لوله بشود . میزان بار باید یکنواخت بوده و طوری اعمال شود که فشار لازم در مدت ۲ تا ۵ دقیقه وارد آید .

ضمیمه شماره ۹

مقاومت سختی در ۲۰ درجه حرارت

۱ــ نمونه های مورد آزمایش

هرنمونه باید قسمت کاملی از لوله باشد . ۳۰ نمونه هریك به طول ۲۰۰ میلیمتر باید از لوله ها بریده شود . برش سطح مقطع لوله ها باید صاف و نسبت به محور لوله عمودی باشد .

۲ــ آماده نمودن نمونه

نمونه های مورد آزمایش باید درحمام آبی با درجه حرارت ۱ ± ۲۰ سانتیگراد برای مدتی که کمتر از ۳۰ دقیقه نباشد آماده شوند . هرنمونه باید درمدت ۵ دقیقه پس از بیرون آوردن از آب آزمایش شود .

۳ــ دستگاه آزمایش

دستگاه آزمایش از یك ماشین سقوط وزنه تشکیل شده که دارای مشخصات اصلی زیر است :

الف ــ بدنه اصلی که میتوان آنرا به حالت کامل عمودی محکم نمود .

ب ــ تسمه های راهنما که درداخل بدنه اصلی حرکت میکنند و توسط یا طاقانی که در یکطرف آنها قرار دارد میتوان تسمه ها را بحالت موازی و عمودی تنظیم نمود .

ج ــ وزنه ضربت زننده که میتواند براحتی در داخل تسمه های راهنما سقوط کند و دارای یك سطح سخت نیم کره ای شکل به قطر ۲۵ میلیمتر است . سطح ضربه زننده باید عاری از یکنواختی (flats) و سایر عیوب باشد .

د ــ یك مجموعه وزنه مناسب که میتوان آنها را براحتی ومحکمی به ضربت زننده وصل نمود طوریکه مجموع وزن ضربه زننده و وزنه مربوط باارقام منعکس در جداول ۶ــ۱ و ۱۰ــ۱ قابل تطبیق باشد .

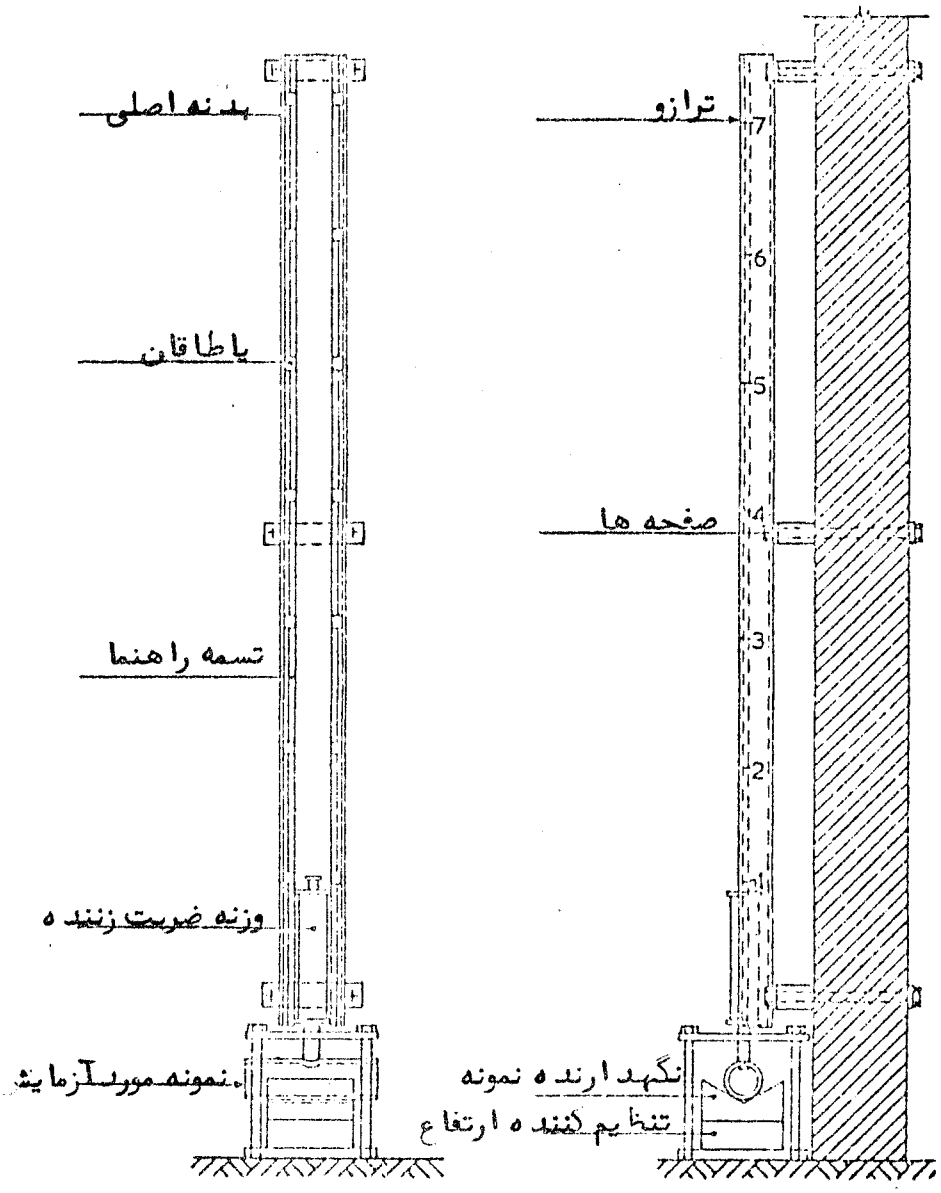
هـ ــ نگهدارنده نمونه قطعه ای است به شکل با زاویه ۱۲۰ درجه که حداقل دارای ۳۰۰ میلیمتر طول است و در زیر تسمه های راهنما طوری قرار میگیرد که فاصله نوك ضربه زننده نسبت به محور قطعه شکل بیش از ۲/۵ میلیمتر نباشد .

و ــ یك نوع مکانیزم آزاد کننده طوری که ضربت زننده میتواند مستقیما روی جدار بالائی لوله سقوط نماید .

هـ ــ برای آنکه لوله های با قطرهای متفاوت را بتوان آزمایش نمود باید ارتفاع سقوط را توسط حرکات عمودی قطعه ۷ شکل یا مکانیزم آزاد کننده و یا بدنه اصلی بطور ثابت تنظیم نمود .

شکل ۹—۱

دستگاه برای تعیین مقاومت سختی



٤ــ نحوه آزمایش

الف ــ مجموع وزن ضربه زننده باید از روی مقادیر ذکر شده در جدول ، شماره ٩ــ که متناسب با قطر اسمی لوله های تخت آزمایش است تنظیم شود .

ب ــ ضربه زننده باید بآرامی از ارتفاع ٥٠٠ / ٠ ± ٥ / ١ متر در داخل تسمه ها بر روی نمونه های با قطر داخلی ٤٠ــ١٠ میلیمتر وازارتفاع ٥٠٠ / ٠ ± ٢ بر روی نمونه های با قطر داخلی ٥٠ میلیمتروبزرگتر که در داخل قطعه نگهدارنده ٧ شکل قرار گرفته اند سقوط کند .

ج ــ لوله های مورد آزمایش که دارای قطر ١٦ــ٤٠ میلیمتره ستند فقط مشمول یک ضربه خواهند بود . برای لوله های ٥٠ میلیمتری وبالاتر روش زیر باید اتخاذ شود .

درجهت طولی هر نمونه باید یک خط نقطه چین که محل آن بطور تصادفی تعیین میگردد کشیده شود . بموازات خط فوق خطوط موازی دیگری با فواصل معین و مساوی (که کمتر از ٥٠ میلیمتر نباشد) باید کشیده شوند. لوله باید به طریقی در روی قطعه ٧ شکل قرار گیرد که یکی از خطوط ترسیمی در بالا قرار گیرد ، سپس ضربه زننده مانند آنچه قبلاً گفته شد باید بآرامی درروی خط ترسیمی سقوط کند . چنانچه در روی نمونه مورد آزمایش نشانه ای از ترک یا شکستگی

مشاهده نشود باید آنرا چرخاند تا خط مشخص بعدی بطرف بالا قرار گیرد و دومین سقوط توسط ضربت زننده انجام شود این عمل باید همچنان تکرار شود تا کلیه خطوط آزمایش شوند ویا شکستگی در لوله حادث گردد .

این روش سنجش مقاومت سختی که در آن نمونه بیش از یکمرتبه آزمایش میشود به " چرخش ساعتی(۱)" معروف است

جدول شماره ۹ــ۱ وزن ضربت زننده

قطر اسمی ــ میلیمتر	کل وزن ضربه زننده کیلوگرم	قطر اسمی میلیمتر	کل وزن ضربه زننده کیلوگرم
۱۶	۰/۵	۱۱۰	۲/۷۵
۲۰	۰/۷۵	۱۴۰	۳/۲۵
۲۵	۱/۰	۱۶۰	۳/۷۵
۳۲	۱/۲۵	۱۸۰	۴/۰
۴۰	۱/۳۷۵	۲۰۰	۵/۰
۵۰	۱/۵	۲۲۵	۵/۷۵
۶۳	۱/۷۵	۲۵۰	۶/۲۵
۷۵	۲/۰	۲۸۰	۷/۵۰
۹۰	۲/۲۵	وبالا تر	

تبصره ــ وزن کل نباید از ارقام جدول بالا کمتر بوده و بیش از ۵۰ گرم هم نباید از ارقام بالا بیشتر باشد .

ضمیمه شماره ۱۰ـ

آزمایش مقاومت سختی در صفر درجه حرارت

۱ـ نمونه های مورد آزمایش

سه نمونه حلقه ای شکل بطول ۵ سانتیمتر باید از لوله بریده شود .

۲ـ آماده نمودن نمونه های مورد آزمایش

نمونه های مورد آزمایش باید در حمام آبی با درجه حرارت ۱± سانتیگراد برای مدتیکه کمتر از یکساعت نباشد آماده شوند . تك تك نمونه ها باید ۱۰ ثانیه پس از خارج شدن از حمام بلافاصله آزمایش شوند . برای آزمایش " چرخش ساعتی " وقتیکه احتمال دارد آزمایش در مدت ۱۰ ثانیه تکمیل نشود نمونه ها باید حداقل برای مدت ده دقیقه دیگر درحمام مستقر شوند .

۳ـ دستگاه آزمایش

دستگاه آزمایش از یك ماشین سقوط وزنه تشکیل شده که دارای مشخصات اصلی زیر است :

الف ـ بدنه اصلی که میتوان آنرا به حالت کامل عمودی محکم نمود .

ب ـ تسمه های راهنما که در داخل بدنه اصلی حرکت میکنند و توسط یا طاقانی که در یکطرف آنها قرار دارد میتوان تسمه ها را بحالت موازی و عمودی تنظیم نمود .

ج ـ وزنه ضربت زننده که میتواند براحتی درداخل تسمه های راهنما سقوط کند و دارای یك سطح سخت نیم کره ای شکل به قطر ۲۰ میلیمتر است . سطح ضربه زننده باید عاری از یکنواختی (falts) وسایر عیوب باشد .

د — یك مجموعه وزنه مناسب که میتوان آنها را براحتی ومحکمی به ضربت زننده وصل نمود طوریکه مجموع وزن ضربه زننده و وزنه مربوط با ارقام منعکس در جداول ۹—۱ و ۱۰—۱ قابل تطبیق باشد .

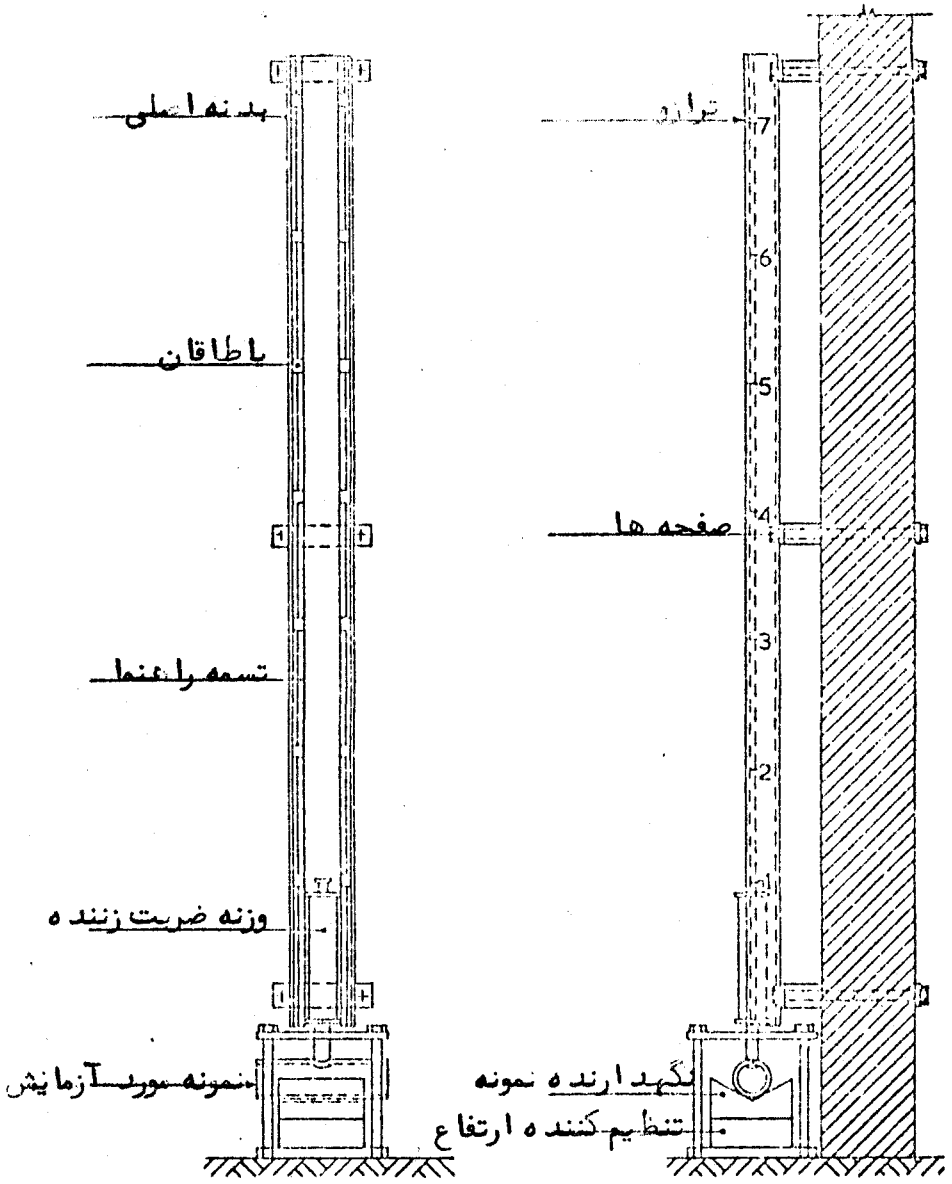
هـ — نگهدارنده نمونه قطعه ای است به شکل V با زاویه ۱۲۰ درجه که حداقل دارای ۳۰۰ میلیمتر طول است و در زیر تسمه های راهنما طوری قرار میگیرد که فاصله نوك ضربه زننده نسبت به محور قطعه V شکل بیش از ۲/۵ میلیمتر نباشد .

و — یك نوع مکانیزم آزاد کننده طوری که ضربت زننده میتواند مستقیماً روی جدار بالائی لوله سقوط نماید .

هـ — برای آنکه لوله های با قطرهای متفاوت را بتوان آزمایش نمود باید ارتفاع سقوط را توسط حرکات عمودی قطعه V شکل با مکانیزم آزاد کننده و یا بدنه اصلی بطور ثابت تنظیم نمود .

شکل ۱۰ — ۱

دستگاه برای تعیین مقاومت سختی



٤ــ نحوه آزمایش

وزن کل ضربه زننده و ارتفاع سقوط آزاد باید با ارقام داده شده در جدول شماره ۱۰ــ۱که متناسب با قطر لوله تحت آزمایش است تطبیق نماید .

نحوه آزمایش بشرح زیر است :

ــ لوله های مورد آزمایش که دارای قطر ۱۶ــ۴۰۰ میلیمتر هستند فقط مشمول یک ضربه خواهد بود . برای لوله های ۵۰۰ میلیمتری وبالا تر روش زیر باید اتخاذ شود :

در جهت طولی هر نمونه باید یک خط نقطه چین که محل آن بطول تصادفی تعیین میگردد کشیده شود . بموازات خط فوق خطوط ، موازی دیگری با فواصل معین و مساوی (که کمتر از ۵۰۰ میلیمتر نباشد) باید کشیده شوند . لوله باید بطریقی در روی قطعه V شکل قرار گیرد که یکی از خطوط ترسیمی در بالا قرار گیرد ، سپس ضربه زننده مانند آنچه قبلاً گفته شد باید بآرامی در روی خط ترسیمی سقوط کند . چنانچه در روی نمونه مورد آزمایش نشانه ای از ترک یا شکستگی مشاهده نشود باید آنرا چرخاند تا خط مشخص بعدی بطرف بالا قرار گیرد و دومین سقوط توسط ضربت زننده انجام شود این عمل باید همچنان تکرار شود تا کلیه خطوط آزمایش شوند ویا شکستگی در لوله حادث گردد .

این روش سنجش مقاومت سختی که در آن نمونه بیش از یکمرتبه آزمایش میشود به " چرخش ساعتی(۱)" معروف است

جدول ۱۰ـ۱ وزن ضربت زننده و ارتفاع سقوط آزاد

قطر اسمی	کل وزن ضربه زننده کیلو گرم	ارتفاع سقوط آزاد متر
۱۶	۰/۲۵	۰/۳
۲۰	۰/۲۵	۰/۳
۲۵	۰/۲۵	۰/۳
۳۲	۰/۲۵	۰/۶
۴۰	۰/۲۵	۰/۶
۵۰	۰/۲۵	۱/۰
۶۳	۰/۲۵	۲/۰
۷۵	۰/۲۵	۲/۰
۹۰	۰/۵	۲/۰
۱۱۰	۰/۵	۲/۰
۱۲۵ و بیشتر	۱	۲/۰

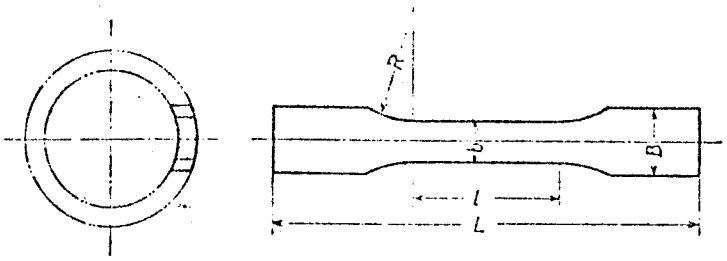
تبصره ۱ـ وزن کل نباید از ارقام جدول بالا کمتر بوده و بیش از ۵ گرم هم نباید از ارقام بالا بیشتر باشد.

تبصره ۲ـ ارتفاع سقوط آزاد نباید کمتر از ارقام مندرج در جدول بالا بوده و بیش از ۵ میلیمتر هم نباید از ارقام بالا بیشتر باشد.

ضمیمه شماره ۱۱

آزمایش کشش

۱ــ نمونه های مورد آزمایش ــ سه نمونه مورد آزمایش مطابق شکل واندازه‌های زیر بایستی از لوله بریده شود .



قطر اسمی	L	I	B	b	R
تا ۳۲	۹۰	۲۵	۸	۵	۶
۴۰ــ۳۱۵	۱۰۰	۳۵	۱۵	۱۰	۲۵
۳۱۵ ببالا	۱۸۰	۵۰	۳۰	۲۰	۲۵

۲ــ آماده نمودن نمونه های مورد آزمایش

نمونه های مورد آزمایش باید حداقل یکساعت بیش از آزمایش در درجه حرارت ۱ ± ۲۰ سانتیگراد آماده شوند وآزمایش نیز باید در درجه حرارت ۱ ± ۲۰ سانتی گراد انجام شود .

۳ــ نحوه آزمایش

مساحت قسمت بریده شده (S) نمونه مورد آزمایش از روی فرمول زیر بدست میآید .

$$S = t \cdot b$$

که در آن t حداقل ضخامت جدار و b حداقل عرض در طول قوس میباشد .

نمونه مورد آزمایش باید از دو انتهای پهن آن گرفته شود و در راستای محور طولی و در جهت کشش در روی ماشین مربوطه نصب شود " بار وارده که از دور کردن گیره ها از یکدیگر حاصل میشود باید با سرعت ثابت ۱۰ میلیمتر در دقیقه به نمونه وارد شود تا اینکه نمونه بشکند . حدود تغییرات ماشین آزمایش چنان است که بالاترین بار وارده بین ۱۵ درصد تا ۸۵ درصد حداکثر مقیاس خوانده شده قرار میگیرد .

مقاومت کشش نمونه باید از روی حداکثر بار اعمال شده وسطح اولیه سطح بریده شده محاسبه شود .

The specimen shall be gripped at its widened ends and shall be mounted in the tensile testing machine in axial alignment with the direction of pull.

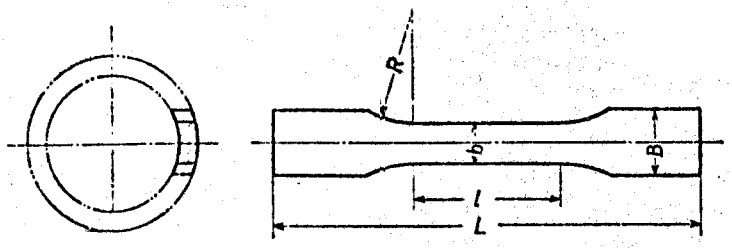
It shall be loaded by separating the grips at a constant rate of 10mm per minute until it breaks, the range of the testing machine being such that the maximum load falls between 15% and 85% of the maximum scale reading.

The tensile strength of the specimen shall be calculated from the maximum load and the original area of cross section.

Appendix 11. Tensile test

1. Test specimens

Three test specimens shown below shall be cut from the pipe



Unit mm.

Nominal size	L	I	B	b	R
Up to 32	90	25	8	5	6
From 40 to 315	100	35	15	10	25
355 & above	180	50	30	20	25

2. Conditioning of test specimens

The test specimen shall be conditioned at 20±1°C for not less than one hour immediately before testing and the test shall be carried out at 20±1°C.

3. Procedure

The area of cross section S of test specimen shall be obtained by the following formula:

$$S = t \times b$$

Where, t = minimum wall thickness

b = minimum width of arc length.

TABLE 10-1 MASS OF STRIKER AND HEIGHT OF FREE FALL

Nominal size	Total mass of striker, kg	Height of free fall, m
Upto 12	0.25	0.3
16	0.25	0.3
20	0.25	0.3
25	0.25	0.3
32	0.25	0.6
40	0.25	0.6
50	0.25	1.0
63	0.25	2.0
75	0.25	2.0
90	0.5	2.0
110	0.5	2.0
125 & over	1.0	2.0

Note 1. The Total mass should not be less than the amount set in the table and also should not exceed by 5 grams.

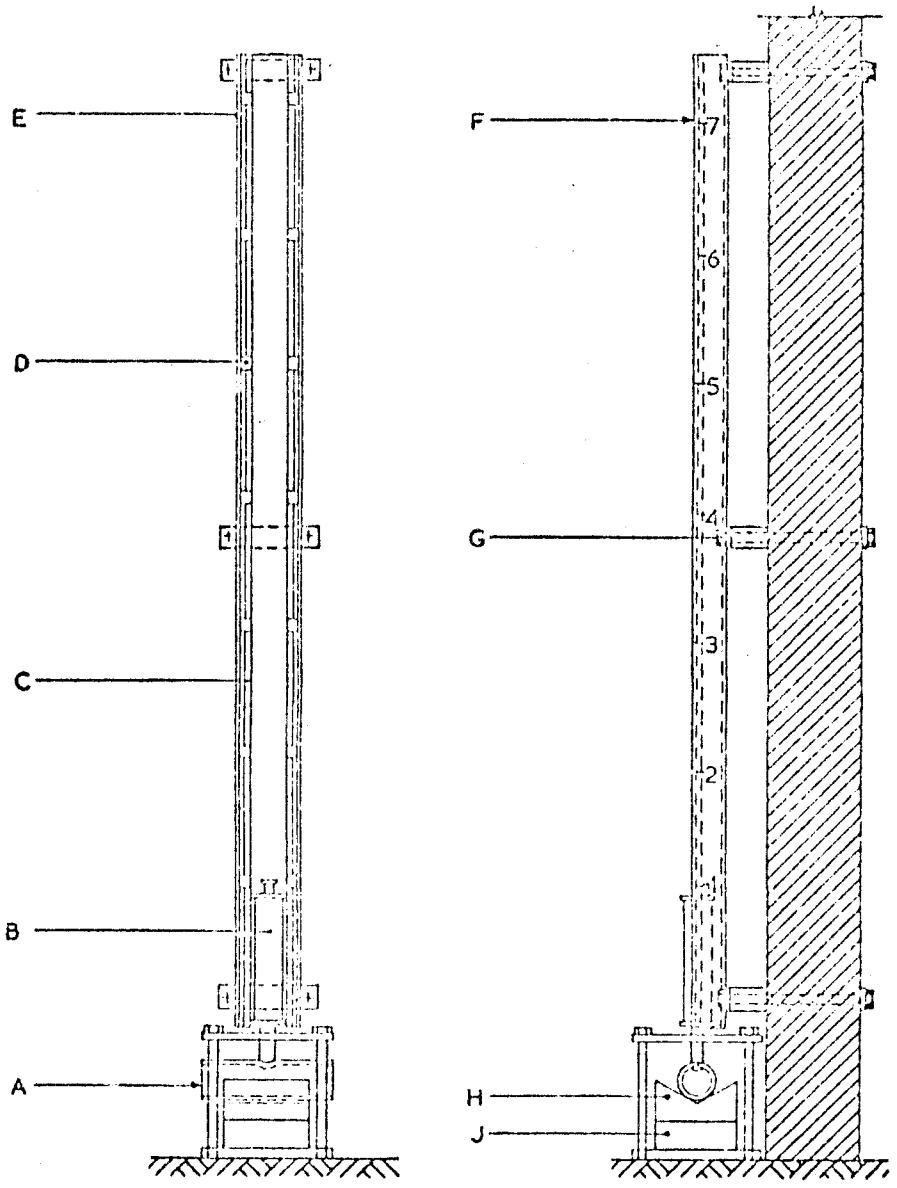
Note 2. The height of free fall should not be less than the amount set in the table and also should not exceed by 5 mm.

4. Procedure

(i) The total mass of the striker and height of free fall shall be adjusted to the values appropriate to the diameter of the pipe under test according to Table 10-1.

(ii) Specimens from 10mm to 40mm (inclusive) shall be subjected to a single blow only. For pipes of 50mm and above, the following procedure shall be adopted.
Each specimen shall be marked with a longitudinal zero line positioned at random and from this line, further parallel lines shall be marked equidistantly at intervals of not less than 50mm. The pipe shall be placed on the vee block so that one of the marked lines is uppermost. The weighted striker shall then be allowed to fall freely on to the marked line on the pipe as described above.
If the specimen does not fail as a result of cracking or splitting, the specimen shall be rotated until the next marked line is uppermost in the vee block, and a second blow made by the striker.
The process shall then be repeated until all the marked lines have been tested, or until a failure is recorded. (This procedure of impact testing a specimen more than once is known "round the clock" testing).

FIG.10-1 IMPACT TESTING MACHINE



A—Test specimen of pipe
B—Striker weight
C—Guide rod
D—Bearing
E—Support channel
F—Graduated scale
G—Clamp bolt and plates
H—Vee block
J—Adjustable packer

(iv) An appropriate set of weights which can be firmly attached to the striker to enable the combined mass of striker and weight to be adjusted to the values given in Table 9-1 and 10-1.

(v) A specimen support, comprising a 120^{o} vee block at least 300mm in length which is positioned below the guide rails so that the tip of striker is not more than 2.5 mm from the axis of the vee block.

(vi) A release mechanism such that the striker can fall on the top surface of the pipe specimen.

(vii) Means for maintaining a constant height of fall by vertical movement of either the vee block, the release mechanism or the main frame, in order to accomodate different diameters of pipe.

Appendix 10. Test for impact strength at $0^{\circ}C$.

1. Test specimens

   Each specimen shall be a complete section of pipe.
   30 test specimens, 200mm long, shall be cut from the pipe.
   The ends of the specimen shall be cut clean and square to the axis of the pipe.

2. Conditioning of test specimens

   Test specimens shall be conditioned at $0\pm1^{\circ}C$ in a water bath for a period of not less than one hour.
   Individual specimens shall be tested within 10 seconds of revmoval form the bath. For "round the clock" testing, when the test might not be completed within 10 seconds, the specimen shall be immediately reconditioned for a further period of at least 10 minutes.

3. Apparatus

   The apparatus shall consist of a falling weight machine having the following essentail details.

   (i) A main frame which can be rigidly fixed in a true vertical position.

   (ii) Guide rails, carried from the inside of the main frame, on side bearings which can be adjusted to keep them parallel and vertical.

   (iii) A weighted striker which can fall freely within the guide rails and which is equipped with a hardened hemispherical striking surface 25mm diameter. The striking surface shall be free from flats and other imperfection.

TABLE 9-1. MASS OF STRIKER

Nominal size	Total Mass of striker, kg	Nominal size	Total Mass of striker, kg
Upto 12	0.25	90	2.25
16	0.5	110	2.75
20	0.75	140	3.25
25	1.0	160	3.75
32	1.25	180	4.0
40	1.375	200	5.0
50	1.5	225	5.75
63	1.75	250	6.25
75	2.0	280 and above	7.50

Note; The Total mass should not be less than the amount set in the table and also should not exceed by 5 grams.

4. Procedure

(i) The total weight of the striker shall be adjusted to the value given in Table 9-1 appropriate to the nominal diameter of the pipe under test.

(ii) The striker shall be allowed to fall freely in the guides through a height of 1.5 m $+^{5mm}_{-0}$ for the pipes with nominal size 10-40, and 2m $^{+5mm}_{-0}$ for the pipes with nominal size 50 and over, on to the test specimen, which is certainly located in the vee block support.

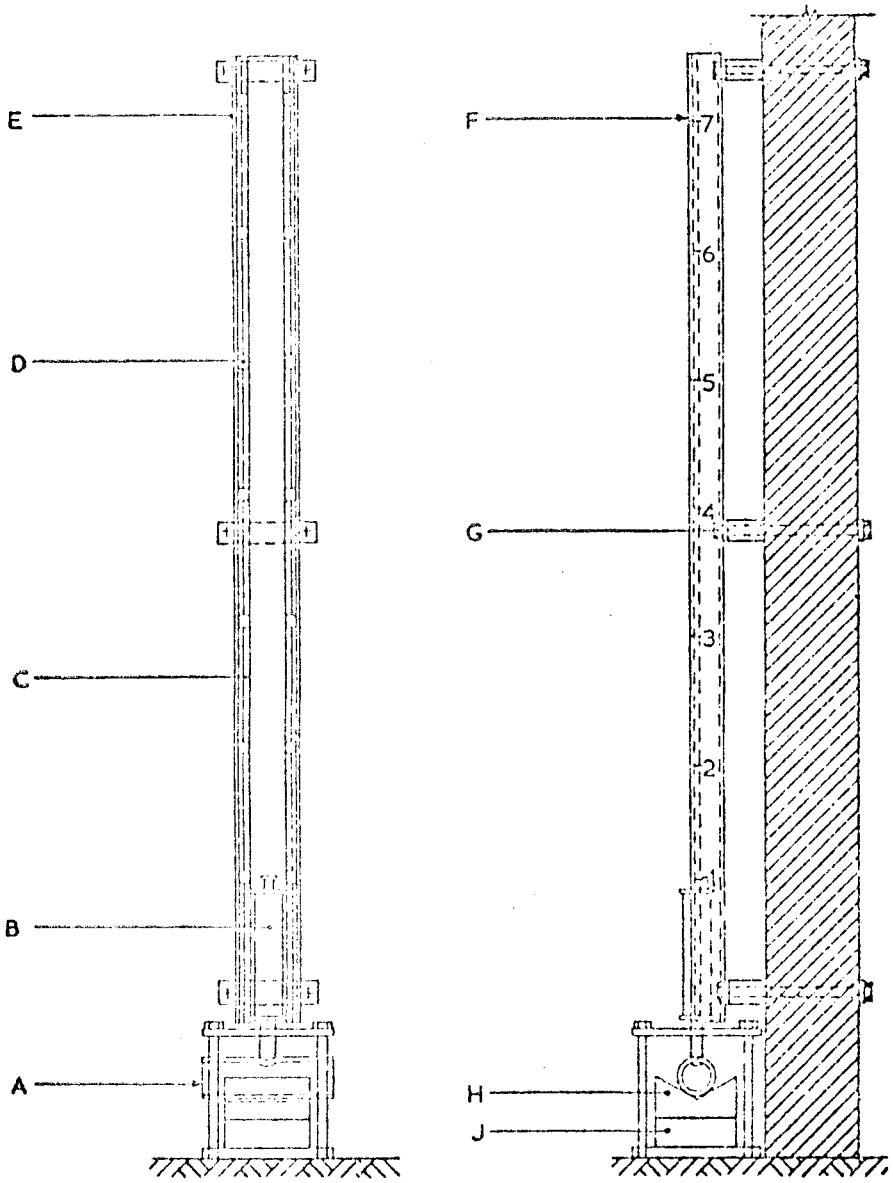
(iii) Specimens from 10mm to 40mm (inclusive) shall be subjected to a single blow only. For pipes of 50mm and above, the following procedure shall be adopted.
Each specimen shall be marked with a longitudinal zero line positioned at random and from this line, further parallel lines shall be marked equidistantly at intervals of not less than 50mm. The pipe shall be placed on the vee block so that one of the marked lines is uppermost. The weighted striker shall then be allowed to fall freely on to the marked line on the pipe as described above.
If the specimen does not fail as a result of cracking or splitting, the specimen shall be rotated until the next marked line is uppermost in the vee block, and a second blow made by the striker. The process shall then be repeated until all the marked lines have been tested, or until a failure is recorded. (This procedure of impact testing a specimen more than once is known "round the clock" testing).

(v) A specimen support, comprising a 120° vee block at least 300mm in length which is positioned below the guide rails so that the tip of the striker is not more than 2.5 mm from the axis of the vee block.

(vi) A release mechanism such that the striker can fall on the top surface of the pipe specimen.

(vii) Means for maintaining a constant height of fall by vertical movement of either the vee block, the release mechanism or the main frame, in order to accomodate different diameters of pipe.

FIG. 9-1 IMPACT TESTING MACHINE



A—Test specimen of pipe
B—Striker weight
C—Guide rod
D—Bearing
E—Support channel
F—Graduated scale
G—Clamp bolt and plates
H—Vee block
J—Adjustable packer

Appendix 9. Test for impact strength at 20°C

1. Test specimens

   Each specimen shall be a complete section of pipe.
   30 test specimens, 200mm long, shall be cut from the pipe.
   The ends of the specimen shall be cut clean and square to the axis of the pipe.

2. Conditioning of test specimens

   Test specimens shall be conditioned at 20±1°C in a water bath for a period of not less than 30 minutes.
   Individual specimens shall be tested within 5 minutes of removal from the bath.

3. Apparatus

   The apparatus shall consist of a falling weight machine having the following essential details.

   (i) A main frame which can be rigidly fixed in a true vertical position.

   (ii) Guide rails, carried from the inside of the main frame, on side bearings which can be adjusted to keep them parallel and vertical.

   (iii) A weighted striker which can fall freely within the guide rails and which is equipped with a hardened hemispherical striking surface 25mm diameter. The striking surface shall be free from flats and other imperfections.

   (iv) An appropriate set of weights which can be firmly attached to the striker to enable the combined mass of striker and weight to be adjusted to the values given in Table 9-1 and 10-1.

Appendix 8. Flattening test

1. Test specimens

   Three ring-shaped test specimens, 5cm long, shall be cut from any pipe.

2. Conditioning of test specimens

   The test specimens shall be conditioned at 20±1°C for a period of not less than one hour.

3. Procedure

   The test specimens shall be flattened diametrically in a parallel plate press until the distance between the platens is equal to 40 per cent of the outside diameter of the pipe. The rate of loading shall be uniform and such that the compression is completed within 2 to 5 minutes.

(vi) The point of intersection of the 50 year co-ordinate shall be reported as the 50 year stress.

Where

P_{1-10} = Pressure required to burst specimens in 1 to 10 hours (kg/cm^2).

$P_{100-1000}$ = Pressure required to burst specimens in 100 to 1000 hours (kg/cm^2)

S_{1-10} = Stress to reduce bursting of the pipe within 1 to 10 hours (assumed from previous experience).

$S_{100-1000}$ = Stress to produce bursting of the pipe within 100 to 1000 hours (assumed from previous experience).

D = mean outside diameter, in millimetres

t = minimum wall thickness, in millimetres

(ii) After conditioning, the test specimens shall be connected to the test apparatus and filled with water, ensuring that all air is released from the specimens.

(iii) The determined pressures P_{1-10} and $P_{100-1000}$ shall be applied to each test specimen at a uniform rate without shock or pulsation in approximately 30 to 40 seconds and held within 2 per cent of the value until the specimen bursts.
The temperature shall be maintained at $20\pm1^{o}C$ during the test.

(iv) The time to burst each specimen shall be recorded using the timing device.

(v) The two sets of results shall be plotted on log graph paper, using log stress and log time as the co-ordinates. A straight regression line passing through the mean of the results plotted shall be extended to intersect the 50 year co-ordinate.

Appendix 7. Long term hydraulic test. (not for Group '0' pipes)

1. Test specimnes

Each test specimen shall be a complete section of pipe with a free length between fittings equal to 250mm + 3De, subject to a maximum of 750mm. Twenty test specimens shall be taken from pipes selected at random. Ten specimens shall be used for determining the 1-10 hours burst stress and ten for the 100-1000 hours burst stress.

2. Conditioning of test specimens

The test specimens shall be conditioned at 20±1°C in a water bath for a period of not less than 2 hours immediately prior to testing.

3. Apparatus

The apparatus consists of a thermostatically controlled bath maintained at 20±1°C and equipment that permits the application of a controlled internal hydraulic pressure to the specimens to an accuracy of ±2%.

4. Procedure.

The test specimens shall be subjected to an internal hydrostatic pressure, such that half the number tested will burst within a period of 1 to 10 hours, and the other half within a period of 100 to 1000 hours, as follows:

(i) The hydrostatic pressure P_{1-10} and $P_{100-1000}$ shall be determined from the following equations:

$$P_{1-10} = \frac{2S_{1-10} \times t}{D - t}$$

$$P_{100-1000} = \frac{2S_{100-1000} \times t}{D - t}$$

The specimen shall be connected to the apparatus provided. The calculated internal hydrostatic pressure shall then be applied and achieved within 30 to 40 seconds of first admitting pressure, and shall be maintained with an accuracy of ±2% throughout the test.

Appendix 6. Short term hydraulic test (Not for Group '0' pipes)

1. Test specimen

Each test specimen shall be a complete section of pipe with a free length between fittings equal to 250mm + 3 De, subject to a maximum of 750 mm. One test specimen shall be taken from pipe selected at random.

2. Conditioning of test specimen

The test specimen shall be conditioned at 20±1°C in a water bath for a period of not less than one hour immediately prior to testing.

3. Apparatus

The apparatus consists of athermostatically controlled bath maintained at 20±1°C and equipment that permits the application of a controlled internal hydraulic pressure to the specimens to an accuracy of ±2%.

4. Procedure

The minimum wall thickness and the mean outside diameter of each specimen shall be determined and the internal pressure to be applied shall be calculated from the formula:

$$P = \frac{2\,St}{D - t}$$

Where

P = pressure to be applied, in kg/cm^2

S = circumferential stress, in kg/cm^2

t = minimum wall thickness, in millimetres

D = mean outside diameter, in millimetres

Appendix 5. Test for resistance to acetone

1. Test specimen

The test specimen shall consist of a length of pipe approximately 25mm long.

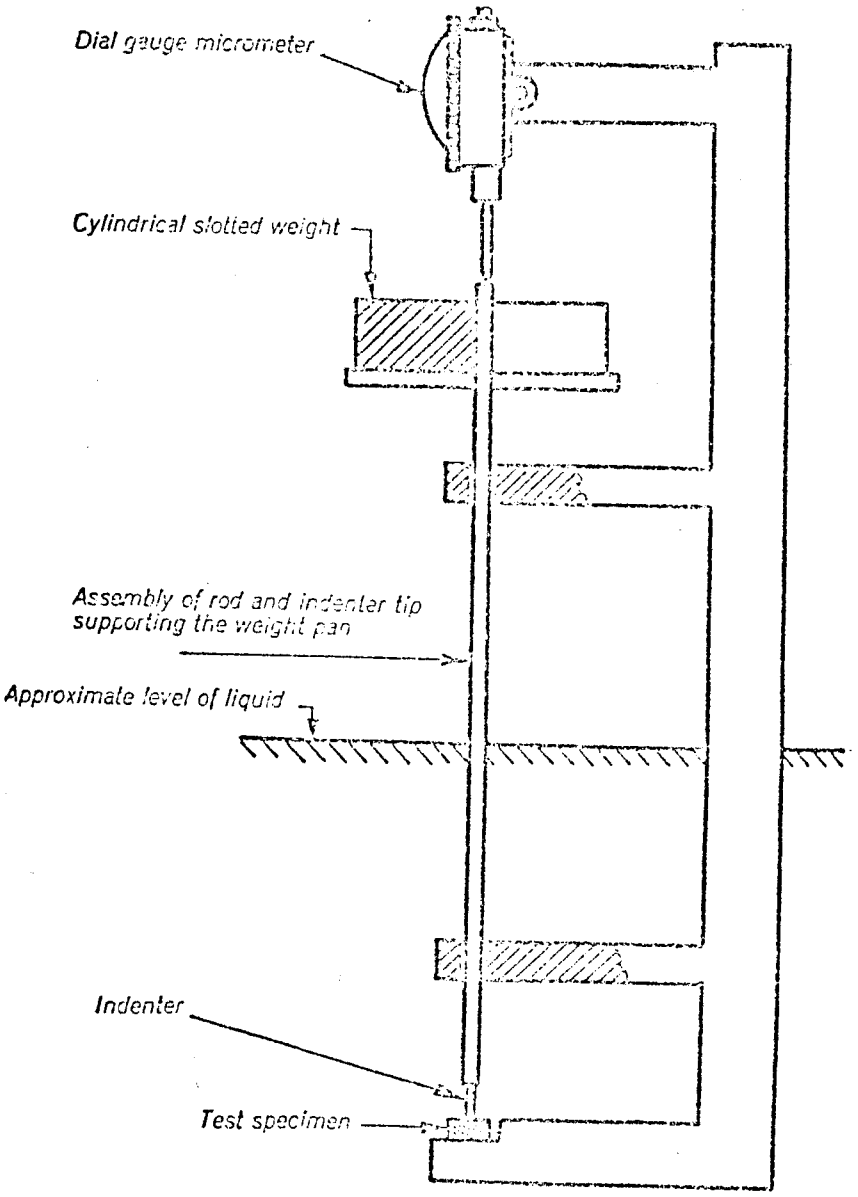
2. Procedure

The specimen shall be immersed vertically in unhydrous acetone at $20^{o}C$ to $23^{o}C$.

The effect of the acetone on the pipe surfaces shall be noted after 2 hours.

Note : Acetone shall be clear and free from matter in suspension, and shall consist essentially of dimethyl ketone, CH_3COCH_3, and shall not contain more than 0.50% by mass of water.

FIG. 4-1 DIAGRAM OF APPARATUS FOR THE DETERMINATION OF THE VICAT SOFTENING POINT



(v) When the micrometer shows that the indenting tip has penetrated 1mm into the test specimen beyond its position at the start, read as shown in clause (iii), the temperature of the bath is noted and recorded as the Vicat Softening Point (VSP) of the test specimen.

(vi) The VSP of the material under testing is expressed as the arithmetic mean of the VSP of three test specimens, which will not differ between themselves by more than $2^{o}C$.

Note 1.

It is desirable to have a cooling coil in the liquid bath in order to reduce the time required to lower the temperature after previous tests.
This is removed or drained before starting another test, as boiling of coolant can affect the rate of temperature rise.

Note 2. A uniform rate of temperature rise can be obtained by controlling the heat input either manually or automatically. One procedure found to be satisfactory is to provide an immersion heater adjusted to give the correct rate of temperature rise at the starting temperature of the test, and then to increase the power input (either in the same heater or in a subsidiary heater) by adjustment of a rheostat or variable transformer.

3. Procedure

(i) The test specimen is mounted horizontally under the indenter of the unloaded micrometer as shown in the figure; the tip of the indenter should at no point be nearer to the edge of the test specimen than 3mm.
The surface of the test specimen in contact with the base of the apparatus should be flat.

(ii) The assembly is then immersed in the heating bath, the temperature of which should be constant and at least 50°C below the expected softening point of the material (See Note 1. under clause (vi)) . The bulb of the thermometer should be at the same level as, and as close as is practical to, the test specimen.

(iii) After 5 minutes with the indenter still in position, the reading of the dial gauge is noted or set to zero; the cylindrical slotted weight is then added to the weight pan so that the total thrust on the test specimen is between 5000 and 5050g.

(iv) The temperature of the bath is then raised at a uniform rate of 50±5°C per hour. The liquid is well stirred during the test.

(iv) A weight pan is fitted to the rod (i) and a removable cylindrical weights slotted midway is provided, such that the total thrust applied to the test specimen can be made up to between 5000 g and 5050g. The combined masses of the rod, indenter and weight pan should not exceed 100g.

The construction of the apparatus should be such that the dial gauge reading caused by differential thermal expansion over the intended temperature range does not exceed 0.02mm when the test specimen is replaced by a piece of borosilicate glass or low expansion alloy steel.

It is recommended that the apparatus be constructed of low expansion alloy.

(v) Heating bath containing a suitable liquid(See Note 1 below), in which the apparatus is placed so that the test specimen is at least 35mm below the surface of the liquid.

An efficient stirrer is provided. The bath is equipped with means of control so that the temperature can be raised at a uniform rate of $50\pm5^{\circ}C$ per hour (See Note 2 below).

(vi) Mercury in glass thermometer for measuring the temperature. The thermometer is of appropriate range and with graduations at least at each $0.5^{\circ}C$. The scale error at any reading should not exceed $0.5^{\circ}C$.

Note 1. Liquid paraffin, transformer oil, glycerol and silicone oils may be suitable liquid heat-transfer media, but other liquids may also be used. In all cases, it should be established that the liquid chosen is stable at the temperature used and does not affect the material under test.

Appendix 4. Test for softening point

1. Test specimens

The specimens shall be at least 10mm square.
The thickness of the specimens shall be the thickness of the pipe except that (a) if the thickness exceed 6.4mm, the specimens shall be reduced in thickness to approximately 3mm by machining one surface the other surface being left intact and (b) where the thickness of the pipe is less than 3mm, two or more specimens shall be stacked together to give a total thickness of at least 3mm.
Three specimens are used to test each sample.

2. Apparatus

The apparatus consists of the following:

(i) Rod equipped with a weight pan (iv), held in a rigid metal frame so that it can move freely and vertically, the base of frame serving to support the test specimen under the indenter at the end of the rod (See, for example, the figure).

(ii) Indenter

The rod has a cylindrical indenting tip, preferably of hardened steel, 3mm long, of circular cross-section and area 1.000 ±0.015mm^2. The lower surface of the tip is flat, square to the axis of the rod and free from burrs.

(iii) Micrometer.

The penetration of the indenting tip into the test specimen is measured by means of a micrometer dial gauge graduated in divisions of 0.01mm. The thrust of the dial gauge, which contributes to the thrust on the test specimen, should be known and should comply with clause (iv) below.

After the specified immersion period, the specimen shall be removed and allowed to cool without further distortion, at room temperature. The change in dimension of the pipe section shall be determined in the lengthwise direction and in the crosswise direction (the latter measured at the circumference of the pipe), related to the initial length and stated as a percentage.
In addition, it shall be ascertained whether cracks, cavities or blisters have occured.

Appendix 3. Test for resistance against heat

1. Test specimen.

   The test specimen shall consist of a length of pipe approximately 300mm long. Two circumferential marks shall be scribed on the test specimen 100 mm apart and in such a way that one of these marks is approximately 15mm from one end of the specimen.

2. Apparatus

   The apparatus shall consist of a thermostatically controlled bath which maintains the temperature of the heat transfer medium at 150±2°C.

   The heat transfer medium may be a mineral oil free from aromatic hydrocarbons, or ethylene glycol.

3. Procedure

   The specimen shall be suspended in the heat transfer medium by the end furthest from the scribed marks in such a way that the pipe hangs vertically and that both scribed marks are completely immersed in the heat transfer medium and the specimen does not contact the sides or bottom of the bath.

   The test specimen shall be immersed in the heat transfer medium at a temperature of 150±2°C for a period of time depending on the wall thickness of the pipe, as follows:

Pipe wall thickness	Time
Up to and including 8mm	15 minutes
above 8mm	30 minutes

Appendix 2. Test for opacity

1. Test specimen

   A specimen of the thinnest walled pipe manufactured shall be used for this test.

2. Apparatus

   (1) Source of light (electric lamp)

   (2) Photoelectric cell

   (3) Spot light galvanometer

3. Procedure

   The light source and photoelectric cell shall be set up at a convernient distant apart, the light from the former falling on the latter in the absence of daylight.

   The galvanometer shall be connected to the photoelectric cell and the maximum deflection registered shall be noted.

   The test specimen shall then be placed over the photoelectric cell so that one wall is interposed between the light source, and the cell (the distance between source and cell being kept constant).

   The maximum deflection of the galvanometer shall again be noted. The second deflection expressed as a percentage of the first shall give a measure of the visible light transmitted.

APPENDICES TEST METHODS

Appendix 1. Method of determining dimensions

1. Outside diameter

The outside diameter of any pipe shall be determined at 20±1°C., using a suitable micrometer or vernier calliper having an accuracy of 0.02mm.

The mean outside diameter of the pipe at any point shall be the quotient of the measurement of the outside circumference of the pipe and 3.142, rounded off to the nearest 0.1mm, or be the arithmetic average of the maximum and minimum diameters at the one cross section of the pipe.

2. Wall thickness

The wall thickness at any point shall be the measurement made at 20±1°C using a suitable ball micrometer or vernier callipers having an accuracy of 0.02mm.

6.5 Independent test

Should there be a dispute about compliance of the pipes with the requirements of this specification, the manufacturer or the purchaser shall have the right to have independent tests made by a mutually acceptable testing authority. The independent testing shall be carried out according to the appropriate clauses of this specification and the results so obtained shall be accepted as final.

7. MARKING

The following markings should be printed in clear Farsi over the pipes at intervals of not greater than 3m, or each section of pipes at least 2 markings should be printed.

8.1 Name and/or trade mark of the manufacturer

8.2 The sentence of Made in Iran

8.3 Nominal size of pipe by mm

8.4 Nominal pressure by kg/cm^2

8.5 The sign of Iran Standard Organization with previous consent of this Organization.

8.6 The number of this Iranian Standard.

8. PACKING

The ends of pipe shall be suitably protected from damage.

TABLE 3. MINIMUM FREQUENCY OF SAMPLING FOR TESTING

T E S T :	Minimum frequency of sampling			
	Every 8 hours	Every day	Every 3 month	Every year
Opacity				X
Resistance against heat	X			
Softening point				X
Resistance to acetone		X		
Short term hydraulic test		X		
Long term hydraulic test				X
Flattening test		X		
Impact strength at 20°C		X		
Impact strength at 0°C			X	
Tensile strength			X	

6.4 Minimum sample size for testing

The minimum sample size for testing is in Table 4.

TABLE 4. MINIMUM SAMPLE SIZE FOR TESTING

T E S T :	MINIMUM SAMPLE SIZE FOR TESTING
Opacity	The thinnest walled pipe from each composition n = 3
Resistance against heat	From each machine n = 1
Softening point	Any one size from each composition n = 3
Resistance to acetone	From each machine n = 1
Short term hydraulic test	From each machine n = 1
Long term hydraulic test	Any one size from each composition n = 20
Flattening test	From each machine n = 3
Impact strength at 20°C	From each machine n = 30
Impact strength at 0°C	From each die n = 30
Tensile strength	From each die n = 3

5.13 Tensile strength

When tested by the method described in Appendix 11, the tensile strength of the pipe at maximum load shall be not less than 480 kg/cm^2 at 20^{o}C.

6 TESTING AND INSPECTION

6.1 Certificate of compliance

Where requested by the purchaser, the manufacturer shall supply a certificate showing the results of tests carried out to determine compliance of the material with this specification.

6.2 Inspection

The purchaser shall notify the manufacturer, when placing his order, of his request for a certificate of compliance and whether it is his intention to inspect the pipes at the manufacturer's works.

The manufacturer shall afford the purchaser all reasonable facilities to inspect the pipes and witness the prescribed tests being carried out.

6.3 Minimum frequency of sampling for testing.

For the purpose of quality control and issuing a certificate of compliance, the manufacturer shall select samples for testing at least at the frequency stated in Table 3, and whenever a change is made in the formulation of the composition or in the method of manufacture of the pipe.

5.7 Resistance to acetone

When tested by the method described in Appendix 5, the sample shall show no delamination or disintegration. Evidence of flattening or swelling shall not constitute failure of the test.

5.8 Short term hydraulic test. (Not for Group '0' pipes)

When tested by the method described in Appendix 6, the pipe shall withstand a minimum circumferential stress of 400kg/cm^2 for at least one hour at 20±1^{o}C without failure.

5.9 Long term hydraulic test (not for Group '0' pipes)

When tested by the method described in Appendix 7, the extrapolated circumferential burst stress at 50 years shall be not less than 210 kg/cm^2.

5.10 Flattening test

When tested by the method described in Appendix 8, the pipe shall show no evidence of splitting, cracking, or breaking.

5.11 Impact strength at 20^{o}C.

When the pipe is tested at 20^{o}C by the method described in Appendix 9, there shall be no sign of fracturing or cracking through the complete wall thickness in more than 20% of 30 specimens tested.

5.12 Impact strength at 0^{o}C.

When the pipe is tested at 0^{o}C by the method described in Appendix 10, there shall be no sign of fracturing or cracking through the complete wall thickness in more than 20% of 30 specimens tested.

5.1.2 Length

Unless otherwise specified by the purchaser, pipe shall be supplied in standard effective lengths of 6m with allowable changes of $^{+20mm}_{-0}$, when measured at a temperature of 20°C.

5.2 Freedom from defects.

The pipes should be straight with smooth internal and external surfaces. The pipes shall be free from cracks, scales, lumps, blisters, holes and other defects.

The ends shall be cleanly cut and square with the axis of the pipe. There shall not be any hole or bubble in the intersecting part of the pipe.

5.3 Colour

The colour of the pipes shall be dark grey.

5.4 Opacity

When tested by the method described in Appendix 2, the wall of the pipe shall not transmit more than 0.2% of the visible light falling on to it.

5.5 Resistance against heat.

When tested by the method described in Appendix 3, pipes should not change their dimensions by more than 5% in the lengthwise direction and not more than 2.5% in the crosswise direction. After testing, the pipe shall show no signs of cracks, cavities or blisters.

5.6 Softening point

When tested by the method described in Appendix 4, the Vicat Softening Point of the material under load shall not be lower than 75°C.

Note 1. Tolerances for mean outside diameter are equal in absolute value to the greater of the following two values.

(a) 0.15mm

(b) 0.0025 De rounded off to the next higher 0.05mm.

Note 2. Tolerances on ovality are equal in absolute value to the greater of the following two values.

(a) 0.25mm

(b) 0.006 De rounded off to the next higher 0.05mm.

Note 3. Tolerances on ovality apply only to group 10, group 16 and group 25, because the thinner wall pipes may easily be rounded when inserted into sockets.

Note 4. The wall thickness of the pipe have been calculated from a formula which takes into the account the maximum allowable hoop stress of the material and the nominal pressure and diameter of the pipes.
The formula used is as follows.

$$t = \frac{P\ De}{2S + P}$$

Where

t = Wall thickness (mm)

De = Outside diameter (mm)

P = Nominal pressure (kg/cm^2)

S = Maximum allowable hoop stress (kg/cm^2).

Note 5. The tolerances of wall thickness should be positive in the form $^{+Y}_{-0}$, where Y is equal as follows.

(a) for pipes of nominal size 160 mm and smaller

$Y = 0.1t + 0.2mm$

(b) for pipes of nominal size 180 mm and larger

$Y = 0.15t + 0.3$ mm

5. REQUIREMENTS

5.1 Dimensions

5.1.1 Outside diameter and wall thickness

When measured by the method described in Appendix 1, pipes shall conform to the outside diameters and wall thicknesses specified in Table 2.

TABLE 2. PIPE DIMENSIONS

Unit: mm

Nominal size	Outside diameter			Wall thickness											
		Tolerances		Group 0		Group 4		Group 6		Group 10		Group 16		Group 25	
	Out side diameter	For mean outside diameter	For maxim. and min. (on ovality)	Wall thick-ness	Tolera-nces	Wall thick-ness	Tolera-nces	Wall thick-ness	Tolera-nces	Wall thick-ness	Tolera-nces	Wall thick-ness	Tolera-nces	Wall thick-ness	Tolera-nces
10	10	±0.15	±0.25											1.5	$\pm^{0.4}_{0}$
12	12	"	"											1.5	$\pm^{0.4}_{0}$
16	16	"	"									1.5	$\pm^{0.4}_{0}$	1.6	"
20	20	"	"									1.5	"	2.3	$\pm^{0.5}_{0}$
25	25	"	"									1.9	"	2.8	"
32	32	"	"							1.8	$\pm^{0.4}_{0}$	2.4	$\pm^{0.5}_{0}$	3.6	$\pm^{0.6}_{0}$
40	40	"	"							2.0	"	3.0	"	4.5	$\pm^{0.7}_{0}$
50	50	"	±0.30					1.8	$\pm^{0.4}_{0}$	2.4	$\pm^{0.5}_{0}$	3.8	$\pm^{0.6}_{0}$	5.6	$\pm^{0.8}_{0}$
63	63	±0.20	±0.40					1.9	"	3.0	"	4.7	$\pm^{0.7}_{0}$	7.0	$\pm^{0.9}_{0}$
75	75	"	±0.45			1.8	$\pm^{0.4}_{0}$	2.2	$\pm^{0.5}_{0}$	3.6	$\pm^{0.6}_{0}$	5.6	$\pm^{0.8}_{0}$		
90	90	±0.25	±0.55			1.8	"	2.7	"	4.3	$\pm^{0.7}_{0}$	6.7	$\pm^{0.9}_{0}$		
110	110	±0.30	±0.70	1.8	$\pm^{0.4}_{0}$	2.2	$\pm^{0.5}_{0}$	3.3	$\pm^{0.6}_{0}$	5.3	$\pm^{0.8}_{0}$	8.2	$\pm^{1.1}_{0}$		
125	125	±0.35	±0.75	1.8	"	2.5	"	3.7	"	6.0	"	9.3	$\pm^{1.2}_{0}$		
140	140	"	±0.85	1.8	"	2.8	"	4.1	$\pm^{0.7}_{0}$	6.7	$\pm^{0.9}_{0}$	10.4	$\pm^{1.3}_{0}$		
160	160	±0.40	±1.00	2.0	"	3.2	$\pm^{0.6}_{0}$	4.7	"	7.7	$\pm^{1.0}_{0}$	11.9	$\pm^{1.4}_{0}$		
180	180	±0.45	±1.10	2.3	$\pm^{0.7}_{0}$	3.6	$\pm^{0.9}_{0}$	5.3	$\pm^{1.1}_{0}$	8.6	$\pm^{1.6}_{0}$	13.4	$\pm^{2.4}_{0}$		
200	200	±0.50	±1.20	2.5	"	4.0	"	5.9	$\pm^{1.2}_{0}$	9.6	$\pm^{1.8}_{0}$	14.9	$\pm^{2.6}_{0}$		
225	225	±0.60	±1.35	2.8	$\pm^{0.8}_{0}$	4.5	$\pm^{1.0}_{0}$	6.6	$\pm^{1.3}_{0}$	10.8	$\pm^{2.0}_{0}$	16.7	$\pm^{2.9}_{0}$		
250	250	±0.65	±1.50	3.1	"	5.0	$\pm^{1.1}_{0}$	7.3	$\pm^{1.4}_{0}$	12.0	$\pm^{2.1}_{0}$	18.6	$\pm^{3.1}_{0}$		
280	280	±0.70	±1.70	3.5	$\pm^{0.9}_{0}$	5.5	$\pm^{1.2}_{0}$	8.2	$\pm^{1.6}_{0}$	13.4	$\pm^{2.4}_{0}$				
315	315	±0.80	±1.90	3.9	"	6.2	$\pm^{1.3}_{0}$	9.2	$\pm^{1.7}_{0}$	15.0	$\pm^{2.6}_{0}$				
355	355	±0.90	±2.15	4.4	$\pm^{1.0}_{0}$	7.0	$\pm^{1.4}_{0}$	10.4	$\pm^{1.9}_{0}$	17.0	$\pm^{2.9}_{0}$				
400	400	±1.00	±2.40	5.0	$\pm^{1.1}_{0}$	7.9	$\pm^{1.5}_{0}$	11.7	$\pm^{2.1}_{0}$	19.1	$\pm^{3.2}_{0}$				

4. MATERIAL

4.1 The material from which the pipe is produced shall consist substantially of polyvinyl chloride, to which may be added only those additives that are needed to facilitate the manufacture of the polymer and the production of sound, durable pipe of good surface finish, mechanical strength and opacity. None of these additives shall be used separately or together in quantities sufficient to impair the fabrication or welding properties of the pipe, or to impair its chemical and physical properties as defined in this standard.

4.2 The addition of the manufacturer's own rework meterial produced during the manufacture and works testing of pipe complying with this standard, is permissible. No other rework material shall be used.

5. REQUIREMENTS

5.1 Dimensions

5.1.1 Outside diameter and wall thickness

When measured by the method described in Appendix 1, pipes shall conform to the outside diameters and wall thicknesses specified in Table 2.

C O N T E N T S
****

		Page
1.	Scope	2
2.	Definition	2
2.1	Polyvinyl chloride	2
2.2	Working pressure	2
2.3	Nominal pressure	2
2.4	Nominal size	2
2.5	Maximum allowable hoop stress	3
3.	Classification	3
4.	Material	4
5.	Requirements	4
5.1	Dimensions	4
5.2	Freedom from defects	7
5.3	Colour	7
5.4	Opacity	7
5.5	Resistance against heat	7
5.6	Softening point	7
5.7	Resistance to acetone	8
5.8	Short term hydraulic test	8
5.9	Long term hydraulic test	8
5.10	Flattening test	8
5.11	Impact strength at 20°C	8
5.12	Impact strength at 0°C	8
5.13	Tensile strength	9
6.	Testing and inspection	9
7.	Marking	11
8.	Packing	11
Appendices	Test methods	12
1.	Method of determining dimensions	12
2.	Test for opacity	13
3.	Test for resistance against heat	14
4.	Test for softening point	16
5.	Test for resistance to acetone	21
6.	Short term hydraulic test	22
7.	Long term hydraulic test	24
8.	Flattening test	27
9.	Test for impact strength at 20°C	28
10.	Test for impact strength at 0°C	32
11.	Tensile test	37

Proposal Standard

For Unplasticized P.V.C (Polyvinyl Chloride) Pipe

For Industrial Uses

Publication No. 45 May 1975

Technical Research & Standard Bureau

Plan and Badget Organization_IRAN