

法国核电锅炉设备设计建造规则协会
核电站设计建造规则
1983年1月版

压水堆核岛机械设备设计建造规则

RCC-M

第Ⅱ卷 MC册

检验方法

机械工业部核电设备规范编制组

出 版 说 明

“压水堆核岛机械设备设计建造规则(RCC-M)”为1983年1月版本,由法国核电站锅炉设备设计建造规则协会(AFCEN)编制。

RCC-M规则共分以下五卷十二册翻译出版:

第Ⅰ卷 A 册 总论

B 册 1级设备

C.D 册 2、3级设备

G.H 册 堆内构件、设备支承件

Z 册 技术性附件

第Ⅱ卷 M 册(第一部分上)非合金钢

M 册(第一部分下)合金钢

M 册(第二部分上)不锈钢

M 册(第二部分下)特殊合金及其它材料

第Ⅲ卷 MC 册 检验方法

第Ⅳ卷 S 册 焊接

第Ⅴ卷 F 册 制造

第Ⅰ卷A、B、C、D、Z册由上海发电设备成套设计研究所负责翻译出版, G、H册由武汉锅炉厂负责翻译出版;

第Ⅱ卷M册由上海材料研究所负责翻译出版(其中第一部分下合金钢册由上海发电设备成套设计研究所翻译);

第Ⅲ卷MC册由上海材料研究所负责翻译出版;

第Ⅳ卷S册由哈尔滨焊接研究所负责翻译出版;

第Ⅴ卷S册由上海发电设备成套设计研究所负责翻译出版。

RCC-M规则包括容器、泵、阀门、管道、堆内构件和支承件的材料、设计、制造、检验、试验等方面的规定,可供有关专业人员参考。

本册中的MC1000~3000部分,上海虹口区业余大学法语教师胡秉诚、高睿、陈悠耀、江国滨、张宇平等同志协助翻译校阅。

本册由上海材料研究所黎润民、华云波、曾克京、陈祝年、郭春枢、施季华、张企耀、周九九等同志负责技术审核。

最后,本册由上海材料研究所徐培恩、周威廉、阎永京等同志负责编辑整理。

由于水平有限,错误在所难免,恳望不吝指正。

机械工业部核电设备规范编制组

原 版 序

法国核电锅炉设备设计建造规则协会 (AFCEN) 由法国电力公司 (EdF)、法马通原子能公司 (Framatome) 和诺瓦通原子能公司 (Novatome) 于1980年10月19日组成。

AFCEN 的主要任务是:

- 编制电站核岛设备的设计、制造、安装和投运的具体与实用规则;
- 特别是根据所积累的经验、技术进步和规章演变, 修订这些规则;
- 颁布这些规则及其修改的相应条文。

AFCEN 颁布的这套法国压水堆核岛机械设备设计建造规则 (RCC-M) 的文集, 将安全分级设备置于首位。本文集供买卖双方签订合同时使用, 因而附有适用的设备一览表。

RCC-M 中所汇集的设计规则借鉴了“ASME 锅炉与压力容器规范第三部份核电站部件 (NB、NC、ND、NG、NE) 各节”的有关内容, 同时吸收了法国在工业发展实践中所取得的成果。

RCC-M 的制造与检验规则系法国本身核工业实践经验的具体体现。

本文件是 AFCEN 发行的 RCC-M 第二版, 该新版本吸取了第一版在法国核工业中应用的经验教训, 特别是编入了对第一版作连续性定期修改的全部修订和补充内容。此新版本将象上一版一样, 定期公布。

AFCEN 委托法国标准协会 (AFNOR) 发行。

第 II 卷

检 验 方 法

MC 1000 机械、物理、物理化学和化学试验.....	(1)
MC 1100 总则.....	(1)
MC 1110 取样条件.....	(1)
MC 1111 材料.....	(1)
MC 1112 焊接件.....	(1)
MC 1200 机械性能试验.....	(1)
MC 1210 抗拉试验.....	(1)
MC 1211 室温试验.....	(1)
MC 1212 高温试验.....	(1)
MC 1220 冲击试验.....	(2)
MC 1221 冲击试验——转变曲线的绘制.....	(2)
MC 1222 转变曲线的绘制.....	(2)
MC 1230 落锤试验或 Pellini 试验 (T_{NDT} 温度的确定).....	(3)
MC 1240 RT_{NDT} 温度的确定.....	(3)
MC 1250 有关焊接热影响区韧性试验的特殊情况.....	(4)
MC 1251 Pellini 试验.....	(6)
MC 1252 冲击试验.....	(6)
MC 1260 弯曲试验.....	(6)
MC 1261 NFA 03 157 “钢的弯曲试验”.....	(6)
MC 1262 NFA 03 158 “厚度等于或大于0.5mm及低于3mm的钢 板和钢带的单向弯曲试验”.....	(6)
MC 1263 焊缝弯曲试验.....	(6)
MC 1264 堆焊层弯曲试验.....	(7)
MC 1265 杯突试验.....	(7)
MC 1270 扩口试验和压扁试验.....	(7)
MC 1271 NFA 49 856 “无缝钢管和不用填充金属的焊接钢管—— 扩口试验”.....	(7)
MC 1272 NFA 49 853 “无缝钢管和不用填充金属的焊接钢管—— 压扁试验”.....	(8)
MC 1280 硬度试验.....	(8)

MC 1281	NFA 03 152 “钢的布氏硬度试验”	(8)
MC 1282	NFA 03 153 “钢的洛氏硬度试验——金刚石圆锥体和 钢球压印法硬度试验”	(8)
MC 1283	NFA 03 154 “钢的维氏硬度试验”	(8)
MC 1284	焊缝硬度试验〔有待相应的 AFNOR 标准 (A 81 460) 发表〕	(8)
MC 1290	铁素体含量测定	(9)
MC 1300	物理试验和物理化学试验	(9)
MC 1310	18-10 型铬镍奥氏体不锈钢的晶间腐蚀加速试验	(9)
MC 1311	总则	(9)
MC 1312	试验过程	(9)
MC 1313	指标	(11)
MC 1314	说明	(11)
MC 1315	补充	(11)
MC 1320	组织检验	(11)
MC 1321	NFA 05 152 “无机强酸浸蚀宏观检验”	(12)
MC 1322	NFA 05 150 “金相检验方法”	(12)
MC 1323	火棉漆复膜显微检验	(13)
MC 1330	晶粒大小	(13)
MC 1331	NFA 04 102 “钢的奥氏体和铁素体晶粒大小的测定”	(13)
MC 1340	铁素体含量的测定(待公布)	(13)
MC 1350	化学成份的检验	(13)
MC 1360	施加于奥氏体不锈钢热交换管的残余拉应力程度的估测	(13)
MC 1361	取自管材的管段开度试验	(13)
MC 1362	沸腾氯化镁溶液试验	(13)
MC 2000	超声波检验	(19)
MC 2100	总则	(19)
MC 2110	对象	(19)
MC 2120	一般条件	(19)
MC 2121	检验员资格	(19)
MC 2122	超声波检验文件	(19)
MC 2130	超声波检验设备	(19)
MC 2131	超声波仪器	(19)
MC 2132	探头	(19)

MC 2133	耦合介质	(20)
MC 2134	标准试块和对比试块	(20)
MC 2140	检验实施方式	(20)
MC 2141	表面准备	(20)
MC 2142	探头的校正与扫查速度的调整	(20)
MC 2143	增益及功率调节	(20)
MC 2144	探测方式	(21)
MC 2150	缺陷信号特性	(21)
MC 2151	与底面回波相比的标度法	(21)
MC 2152	与底面回波衰减相比的标度法	(22)
MC 2153	与人工反射体响应相比的标度法	(22)
MC 2160	检验报告	(22)
MC 2200	铸件超声波检验	(24)
MC 2210	适用范围	(24)
MC 2220	一般条文	(24)
MC 2230	检验方式	(24)
MC 2231	检验阶段	(24)
MC 2232	被检区域	(24)
MC 2233	探测方式	(24)
MC 2234	对比试块	(24)
MC 2235	距离-幅度曲线	(24)
MC 2236	缺陷信号特性	(24)
MC 2300	锻件超声波检验	(25)
MC 2310	1型锻件超声波检验	(25)
MC 2311	适用范围	(25)
MC 2312	一般条文	(25)
MC 2313	检验方式	(25)
MC 2314	缺陷信号特性	(25)
MC 2320	2型锻件超声波检验	(26)
MC 2321	适用范围	(29)
MC 2322	一般条文	(26)
MC 2323	操作方式	(26)
MC 2324	缺陷信号特性	(27)
MC 2330	3型锻件超声波检验	(27)
MC 2331	适用范围	(27)
MC 2332	一般条文	(27)

MC 2333 操作方式	(27)
MC 2334 缺陷信号特性	(29)
MC 2340 4型锻件超声波检验	(29)
MC 2341 适用范围	(29)
MC 2342 一般条文	(29)
MC 2343 操作方式	(29)
MC 2344 缺陷信号特性	(30)
MC 2400 板材超声波检验	(30)
MC 2410 厚度 $\geq 10\text{mm}$ 板材的超声波检验	(30)
MC 2411 适用范围	(30)
MC 2412 一般条文	(30)
MC 2413 操作方式	(30)
MC 2414 缺陷信号特性	(30)
MC 2500 无缝管超声波检验	(31)
MC 2510 适用范围	(31)
MC 2520 一般条文	(31)
MC 2530 操作方式	(31)
MC 2531 检验阶段	(31)
MC 2532 被检区域	(31)
MC 2533 检验方式	(31)
MC 2534 对比管	(31)
MC 2540 检验设备	(32)
MC 2541 手动检验设备	(32)
MC 2542 自动检验设备	(32)
MC 2550 增益和功率调节	(32)
MC 2560 自动装置调节校验	(32)
MC 2570 缺陷信号特性	(32)
MC 2580 检验报告	(32)
MC 2600 全焊透焊缝超声波检验	(33)
MC 2610 适用范围	(33)
MC 2620 一般条文	(33)
MC 2630 操作方式	(33)
MC 2631 检验阶段	(33)
MC 2632 被检区域	(33)
MC 2633 表面清理	(33)

MC 2634	检验方式	(33)
MC 2635	对比试块	(35)
MC 2636	增益和功率调节	(35)
MC 2637	缺陷信号特性	(35)
MC 2638	缺陷信号累积	(36)
MC 2639	修补区检测	(36)
MC 2700	隔离焊层、堆焊层、复合层超声波检验	(40)
MC 2710	适用范围	(40)
MC 2720	一般条文	(40)
MC 2730	操作方式	(40)
MC 2731	检验阶段	(40)
MC 2732	被检区域	(40)
MC 2733	表面清理	(40)
MC 2734	检验方式	(40)
MC 2735	对比试块	(40)
MC 2740	缺陷信号特性	(41)
MC 2741	堆焊层	(41)
MC 2742	隔离焊层	(41)
MC 2743	复合层	(41)
MC 2750	修补部位的检验	(42)
MC 3000	射线照相检验	(43)
MC 3100	总则	(43)
MC 3110	对象	(43)
MC 3120	一般条件	(43)
MC 3121	检验人员资格	(43)
MC 3122	射线检验技术文件	(43)
MC 3123	质量参考底片	(43)
MC 3130	射线照相检验设备	(44)
MC 3131	放射源	(44)
MC 3132	胶片	(44)
MC 3133	增感屏	(44)
MC 3134	前滤光片	(44)
MC 3135	后滤光片(屏蔽片)	(44)
MC 3136	象质计(IQI)	(44)
MC 3137	标记	(44)

MC 3138	底片观察设备	(44)
MC 3140	检验实施方式	(45)
MC 3141	表面清理	(45)
MC 3142	射线源使用范围	(45)
MC 3143	几何参数	(45)
MC 3144	射线照相胶片和射线源相对位置	(47)
MC 3145	象质计(IQI)	(47)
MC 3146	暗盒组成	(48)
MC 3147	前滤光片	(48)
MC 3148	后滤光片(屏蔽片)	(49)
MC 3149	胶片识别标志	(49)
MC 3150	射线照相底片处理和检验	(49)
MC 3151	显影	(49)
MC 3152	灰雾	(49)
MC 3153	射线底片观察	(49)
MC 3160	射线底片质量	(49)
MC 3161	黑度	(49)
MC 3162	图象质量	(50)
MC 3170	检验报告	(50)
MC 3200	钢铸件射线照相检验	(51)
MC 3210	适用范围	(51)
MC 3220	一般规定	(51)
MC 3230	实施方式	(51)
MC 3231	检验阶段	(51)
MC 3232	被检区	(51)
MC 3233	表面清理	(51)
MC 3234	胶片类型	(51)
MC 3235	特殊操作条件	(52)
MC 3240	射线照相区域	(53)
MC 3250	焊补区检验	(53)
MC 3300	焊缝射线照相检验	(55)
MC 3310	使用范围	(55)
MC 3311	总则	(55)
MC 3312	实施方式	(55)
MC 3313	检测区标记	(58)
MC 3314	修补区检验	(58)

MC 3400 射线照相胶片分级方法	(58)
MC 3410 对象	(58)
MC 3420 原理	(58)
MC 3430 操作条件	(58)
MC 3431 射线源	(58)
MC 3432 试块	(58)
MC 3433 增感屏	(58)
MC 3434 前滤光片	(58)
MC 3435 暗盒	(58)
MC 3436 后滤光片	(56)
MC 3437 操作	(59)
MC 3438 底片处理	(59)
MC 3440 试验性测试	(59)
MC 3441 曝光度测定	(59)
MC 3442 黑度测定	(59)
MC 4000 渗透探伤	(66)
MC 4100 总则	(66)
MC 4110 对象	(66)
MC 4120 一般条件	(66)
MC 4121 探伤人员资格	(66)
MC 4122 渗透探伤有关文件	(66)
MC 4130 渗透探伤液	(66)
MC 4131 探伤液	(66)
MC 4132 特殊要求	(66)
MC 4140 探伤实施方式	(67)
MC 4141 探伤阶段	(67)
MC 4142 被检区域	(67)
MC 4143 表面清理	(67)
MC 4144 温度	(67)
MC 4145 渗透剂施敷	(67)
MC 4146 剩余渗透剂的清除	(67)
MC 4147 干燥	(68)
MC 4148 显示剂施敷	(68)
MC 4149 操作程序	(68)
MC 4150 观察	(68)
MC 4160 迹痕评定	(68)

MC 4170 后清洗	(68)
MC 4180 探伤报告	(68)
MC 5000 磁粉探伤	(70)
MC 5100 总则	(70)
MC 5110 对象	(70)
MC 5120 一般条件	(70)
MC 5121 探伤人员资格	(70)
MC 5122 磁粉探伤文件	(70)
MC 5130 磁粉探伤设备	(70)
MC 5131 通电磁化装置	(70)
MC 5132 通磁磁化装置	(70)
MC 5133 磁粉探伤操作台	(71)
MC 5134 装置校验	(71)
MC 5135 磁粉	(71)
MC 5136 喷粉装置	(71)
MC 5137 磁化条件校验装置	(71)
MC 5140 探伤实施方式	(71)
MC 5141 探伤阶段	(71)
MC 5142 被检区域	(71)
MC 5143 表面清理	(71)
MC 5144 探伤方法选择	(71)
MC 5145 磁化条件校验	(71)
MC 5146 注意点	(72)
MC 5147 磁粉撒敷	(72)
MC 5148 磁痕观察	(72)
MC 5150 磁痕判定	(72)
MC 5160 清理	(73)
MC 5170 退磁	(73)
MC 5180 探伤报告	(73)
MC 5200 便携式触头通电磁化磁粉探伤	(73)
MC 5210 适用范围	(73)
MC 5220 通用条文	(73)
MC 5230 实施方式	(73)
MC 5231 磁化电流强度	(73)
MC 5232 划格子	(73)

MC 5300 通磁磁化磁粉探伤	(74)
MC 5310 适用范围	(74)
MC 5320 通用条文	(74)
MC 5330 实施方式	(74)
MC 5331 磁化方法	(74)
MC 5332 具体技术条件	(74)
MC 6000 管材涡流检验	(78)
MC 6100 总则	(78)
MC 6110 对象	(78)
MC 6120 一般条件	(78)
MC 6121 检验人员资格	(78)
MC 6122 涡流检验文件	(78)
MC 6130 涡流检验设备	(78)
MC 6131 检验仪器	(78)
MC 6132 传感器	(78)
MC 6133 自动检验装置	(78)
MC 6134 对比管	(78)
MC 6140 检验实施方式	(79)
MC 6141 检验阶段	(79)
MC 6142 被检区域	(79)
MC 6143 表面清理	(79)
MC 6144 检验装置调整	(79)
MC 6145 装置调整状况验证	(79)
MC 6150 检验报告	(79)
MC 7000 其它检验方法	(81)
MC 7100 目检	(81)
MC 7110 对象	(81)
MC 7120 一般条件	(81)
MC 7121 操作人员	(81)
MC 7122 目检文件	(81)
MC 7130 检验装置	(81)
MC 7131 直接目检法	(81)
MC 7132 间接目检法	(81)
MC 7133 对比试样	(81)

MC 7140 检验实施方式	(81)
MC 7141 检验阶段	(81)
MC 7142 被检区域	(81)
MC 7143 检验条件	(81)
MC 7150 检验报告	(82)
MC 7200 表面状态测定	(82)
MC 7210 应用范围	(82)
MC 7220 一般条件	(82)
MC 7230 检验装置	(82)
MC 7231 说明	(82)
MC 7232 表示法	(82)
MC 7240 实施方式	(82)
MC 7241 检验阶段	(82)
MC 7242 被检区域	(82)
MC 7243 检验条件	(83)
MC 7244 评定	(83)
MC 7400 检漏法	(83)
MC 7410 对象	(83)
MC 7420 一般条件	(83)
MC 7421 检验人员资格	(83)
MC 7422 检漏文件	(83)
MC 7430 检漏法	(83)
MC 7431 方法选择	(83)
MC 7432 单位选用	(83)
MC 7440 检验实施方式	(83)
MC 7441 预备条件	(84)
MC 7442 开口处与回路封堵	(84)
MC 7443 安全壳和回路清洗	(84)
MC 7444 校验、标定	(84)
MC 7450 检验报告	(84)
MC 8000 探伤人员证书颁发	(88)
MC 8010 应用范围	(88)
MC 8020 证书颁发系统	(88)
MC 8030 定义	(88)

MC 8040 要求的资格及其证书.....	(88)
MC 8041	(88)
MC 8042	(88)
MC 8043	(89)
MC 8050 证书颁发条件.....	(89)
MC 8051.....	(89)
MC 8052.....	(89)
MC 8053.....	(89)
MC 8054 借用人员.....	(89)
MC 8055 外国制造者的特殊情况.....	(89)
 MC 9000 名词术语.....	 (90)
MC 9100 总则.....	(90)
MC 9200 名词术语.....	(90)

MC 1000

机械、物理、物理化学和化学试验

MC 1100 总 则

本章规定试样尺寸和试验方式。

中“一般规定”和“技术规范”的规定实施，
 并应在制品制造者或供应者提供的资料中予以注明。

MC 1110 取样条件

MC 1111 材 料

试样在试料中的位置及取样方向按第Ⅰ卷

MC 1112 焊 接 件

试样位置按第Ⅳ卷附件 S1 的规定。

MC 1200 机械性能试验

试样尺寸和试验方法应按照下列
 AFNOR 标准的规定执行，必要处由本章作
 修正或补充。

应低于每分钟 $2A + 30\%$ (A 为规定的最低延
 伸率)。

延伸速度最好为每分钟 40%。

MC 1210 抗拉试验

按 NFA 03 501 标准校验机，所用试验
 机精度不低于 1.0 级。

按 ASTM E.83.67 规定的方法标定引
 伸仪。所用引伸仪应不低于 B2 级(例如，50
 mm 量程内，测得伸长度的绝对误差应低于
 0.01mm)。

试验机 and 引伸仪应每年校验一次，至多
 不得超过十八个月。

MC 1211 室温试验

按 NFA 03 501 标准要求，在 50MPa
 至屈服极限之间，试样加载速度不得超过 30
 MPa/秒。

加载速度最好为 10MPa/秒。

在塑性变形范围内，试验机的延伸速度

A-NFA 03 315 “钢的抗拉试验”

K 值为 5.65，试样直径 10mm (有效部
 位)；若不能按规定取样时，除预先规定外，
 较小尺寸试样的试验结果只能作为参考。

镍基合金也可采用本标准。

B-NFA 03 160 “在厚度等于或大于 0.5mm
和小于 3mm 的板材和带材上作抗拉试验”C-NFA 49 851 “钢管—在圆截面钢管上作
抗拉试验”

镍基合金也可采用本标准。

D-NFA 89 200 “平面和管类熔化对接焊的
焊接接头作横向抗拉试验”

在室温下试验。

MC 1212 高温试验

按标准要求,在达到屈服极限前,加载速度不得超过每分钟80MPa;最好为每分钟40MPa。

在塑性变形范围内,试样延伸速度为每分钟2~20%。

延伸速度最好接近或达到每分钟20%。

A-NFA 03 351 “测定和验证钢的高温屈服极限试验”

镍基合金也可采用本标准。

有关的修正和补充:

—K 值为5.65;

—试样直径10mm(有效部分);不能取得上述试样时,用尺寸较小的试样;

—按标准6.1节的要求,用直录法进行试验(不保载);

—按下列规定验证残余伸长0.2%的条件屈服极限。

试样均热后,按下列方法测定:

—加载到使载荷达到条件屈服极限的最低保证值;

—保载5分钟;

—把载荷降至已达载荷的10%左右;

—用开始时相同加载速度再次加载,直至超过产生0.2%残余伸长的载荷;

—试验继续进行,直至试样断裂。

曲线图分析

验证残余伸长0.2%的条件屈服极限时,一般有两种情况:

—碳钢或低合金钢(见图MC1212.1);

—奥氏体不锈钢或奥氏体-铁素体不锈钢(见图MC1212.2a和MC1212.2b)。

在此两种情况时,分析方法如下:

—穿过滞后回线划一条直线 D_1 , 确定 A_r (所得残余伸长);

—平行于 D_1 , 与弹性范围内的记录曲线相切划一直线 D_2 。 D_2 与伸长率的横轴相交,其交点即为测量的起点O(可以检验被试材料在试验温度下的杨氏模量是否与直线 D_1 和 D_2 的斜率相符);

—从起点O开始,在等于0.2%残余伸长处划一直线 D_3 与 D_1 和 D_2 平行,这条直线与记录的曲线相交,其交点即是0.2%条件屈服极限的近似值 $Re_{0.002}$ 。图MC 1212.2a为所得残余伸长(A_r)远离0.2%的情况;图MC 1212.2b为 A_r 接近0.2%的情况。在后一情况中,近似值 $Re_{0.002}$ 是直线 D_3 与曲线延长部分的交点(P_1 点),而不是 P_2 点;

—试验报告上除记载所得的 $Re_{0.002}$ 、 R_m 、 $A\%$ 、 $Z\%$ 外,还应记载保载5分钟后得到的残余伸长值(A_r)。

B-NFA 03 354 “测定奥氏体不锈钢的高温抗拉强度试验”**MC 1220 冲击试验**

按 NFA 03 508 标准校验试验机。

建议每年校验一次,最多不得超过十八个月。

MC 1221 冲击试验—转变曲线的绘制

试样尺寸和试验方式,按下述AFNOR标准规定执行。

A-NFA 03 156 “钢的夏比(Charpy)冲击试验”(U形缺口)

一次试验由两个试样组成。

B-NFA 03 161 “用简支梁试样作钢的弯曲冲击试验”(V形缺口)

一次试验由三个试样组成。

每一试样都应测定晶状断面百分率和侧向膨胀值。按下述规定进行测量。

C-晶状断面百分率—按 ASTM A 370 规定

D-侧向膨胀值—按 ASTM A 370 规定

在采用分厘卡测量时，应注意下列规定事项：

— $e_L = (e - e_1) \text{mm}$ (e_L = 侧向膨胀值)；

—对于两段半个试样的 A 面与 B 面，测量时必须处于同一平面 (P) 内；

—侧向膨胀值以三次测量结果的平均值为准。

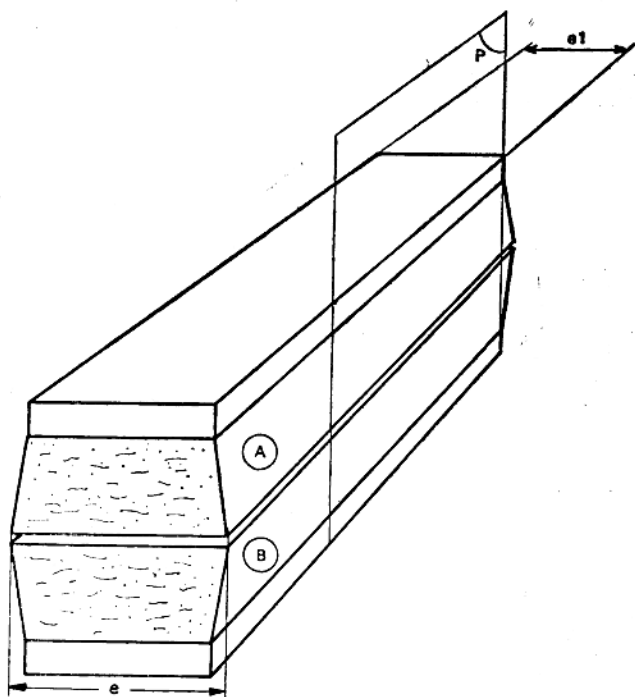


图 MC 1221

MC 1222 转变曲线的绘制

按 MC 1221 进行试验。根据下列条件至少进行五个不同温度的试验：

—0℃；

—低于10%纤维状断裂的温度；

—100%纤维状断裂的温度；

—根据需要选定其它温度，使能更好地确定曲线形状。