

LFP-86型木材阻燃剂性能的研究*

蒋祖良 高士珍

(铁道部铁道科学研究院)

摘 要

LFP-86型木材阻燃剂是一种含有氮、磷的微黄色透明液体。试验证明,LFP-86型阻燃剂处理的水曲柳材的氧指数为57,达到JIS D1201-77难燃一级水平。当木材的阻燃剂吸收量达 60kg/m^3 以上,在 1000°C 燃烧3分钟后的失重率为20%左右。LFP-86型阻燃剂不抗菌、不防蚁。阻燃材的冲击韧性、胶合强度、抗吸湿性稍有降低,对油漆、金属腐蚀无影响。LFP-86型阻燃剂适用于室内木材的阻燃处理。

关键词 阻燃剂

一、前 言

木材是国民经济和人民生活中不可缺少的材料之一。但木材是易燃物,极易引起火灾,因而世界多数国家对木材及其制品的阻燃问题十分重视,例如美、日等工业发达国家,木材阻燃已形成独立的工业体系,能提供系列阻燃剂及专用处理设备为社会服务。在我国木材阻燃技术仍较落后,虽然我国对木材阻燃的研究工作起步不晚,而且在GBJ206-83木结构工程施工及验收规范中对木结构的阻燃处理有详细阐述及明确规定,然而在很多工程中未能兑现。造成这种状况的原因颇多,而没有价廉、使用方便、阻燃效果好的商品型阻燃剂供应市场,也是一个重要原因。上海化工研究院根据市场要求,对SRP系列阻燃剂进行试制研究,开发研制出SRP-85及LFP-86两个产品,并具有批量生产能力,无疑将会促进我国阻燃技术的发展。

本文于1989年5月9日收到。

• 本文承郭惠平研究员审阅,郑俊琴、孙治昌、孙福启、王义等同志参加试验,谨志谢意。

二、材料及试验项目

1. 阻燃剂

(1) LFP-86型阻燃剂。上海化工研究院产品,是一种含有氮、磷的微黄色透明液体^[2]。pH值为6,比重1.34, 27°C 时粘度为60厘泊。

(2) 1384型阻燃剂。系用甲醛、尿素、磷酸、双氰胺等按一定的摩尔比^[1]制备而成,为无色透明液体。本试验中作为LFP-86型对比阻燃剂。

2. 试材

选用水曲柳材(*Frazinu mandshurica*)先做成不同尺寸的各类试件,按重量大小均匀分组,用加压浸注法把阻燃剂注入试件,并留下对照试件供试验用。

3. 试验项目和方法

(1) 阻燃材的阻燃性试验

①氧指数。指在规定条件下,试样在氧、氮混合气流中,维持平衡燃烧所需的最低氧气浓度,以氧所占的体积百分数的数值表示。材料的可燃性越高,氧指数就越低。反之,材料的阻燃性好,氧指数就越高。阻

燃材的氧指数是根据JIS D1201—77⁽¹⁰⁾标准方法测定的。

②水平燃烧性。是评定实验室条件下材料燃烧性的另一种试验方法。阻燃材的水平燃烧性是参照GB2408—80⁽⁶⁾塑料燃烧性能试验方法——水平燃烧法进行试验。

③燃烧失重率。指在1000℃火焰下燃烧3分钟后,试件在燃烧前后重量差与燃烧前试件重量的比值,是评定阻燃材燃烧性能的常用方法。本试验是参照ASTM E160—80⁽⁸⁾木垛法进行测定的,Meker灯的气源为液化石油气。

(2) 阻燃材的发烟性试验

本试验是参照JIS D1201—77⁽¹⁰⁾标准方法测定的。其原理是使阻燃材燃烧生成的烟,通过一个光路,因烟能遮蔽光线从而降低光的透过率,测出光透率再计算减光系数,由减光系数来划分阻燃材的发烟等级,以评价它的阻燃性能。

(3) 阻燃材的毒性试验

采用木片法,即用不同浓度的阻燃剂浸泡木片,经干燥与消毒后,放入已长满菌丝的克氏瓶中,在温度 $28 \pm 0.5^\circ\text{C}$ 下保持一个月,再将试片取出、洗净、气干到恒重,最后测定木片的重量损失率、抗弯强度及菌丝蔓延覆盖情况等鉴别阻燃剂的抗菌效力。

试片为尺寸 $1 \times 20 \times 50\text{mm}$ 的椴木片,克氏瓶中的培养基是由鲜土豆(200克)、琼脂(20克)、葡萄糖(20克)加蒸馏水1000毫升制成。菌种为云芝菌(*Polystitus versicolor*)。

(4) 阻燃材的抗白蚁试验

本试验是参照ASTM D1758—80⁽⁷⁾标准进行的,即将阻燃材按照一定要求埋设在白蚁猖獗的旷野,经一定时间后,逐根检查白蚁对埋设试件的危害程度,再按下列公式算出平均质量指数来评价阻燃材的抗蚁效果。

$$I = \frac{\sum r \cdot y}{\sum y}$$

式中: I ——平均质量指数

r ——蚁蛀不同等级质量指数

未蛀—10 轻微—9 中等—7

严重—4 失效—0

y ——试件数

(5) 阻燃材的力学性能试验

阻燃材的顺纹抗压强度、抗弯强度及抗弯弹性模量、剪切强度、硬度、冲击韧性等采用GB1935~1937—80、GB1940—80⁽⁴⁾标准方法测定。阻燃材的磨耗性能指用5个钢球在50kg压力下,对试件表面滚磨200次的磨耗量,是个相对比较值。试件尺寸为 $35 \times 150 \times 150\text{mm}$ 。

(6) 阻燃材的吸湿性试验

指试件在常温($28 \sim 30^\circ\text{C}$)、相对湿度95%以上的条件下存放一定时间的增重百分率。本试验是在3DTA型调温调湿箱中进行的。试件尺寸为 $50 \times 50 \times 400\text{mm}$ 。

(7) 阻燃材的胶合性能试验

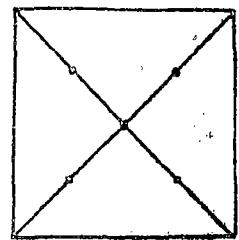
阻燃材的胶合性能是以试件胶缝顺纹剪切强度表示。本试验是参照GBJ206—83⁽⁶⁾标准方法进行的。通过对阻燃材和未处理材的比较试验,评定阻燃剂对木材胶合性能的影响。

(8) 阻燃材的油漆性能试验

用油漆涂刷在阻燃材和非处理材的表面,经干燥成膜后,再放入 $28 \sim 30^\circ\text{C}$ 、相对湿度95%以上条件下存放一定时间后,从漆膜的色泽、光亮和破裂度以比较阻燃剂对油漆性能的影响。试件尺寸为 $10 \times 80 \times 160\text{mm}$ 。

(9) 阻燃材对铁钉锈蚀性试验

本试验是参照JIS A9304—76⁽⁹⁾标准结合具体条件进行的,即用尺寸为 $30 \times 50 \times 50\text{mm}$ 水曲柳试件,在横断面上按图示位置,用1.5毫米钻头钻出孔眼,再钉入已称量的5个铁钉。铁钉直径2mm、长40mm,钉入试件30mm,外露10mm,然后放入 $28 \sim 30^\circ\text{C}$ 、相对湿



铁钉位置图

度95%以上的调温调湿箱中存放10日后,从试件中取出铁钉,用20%柠檬酸铵溶液煮沸20分钟,除去铁锈,干燥称量后计算铁钉的重量损失,再按下列公式算出“年腐蚀率”来评价阻燃剂对铁钉腐蚀的影响。

$$\beta = \frac{k \times 876}{\gamma \times 100}$$

式中: β ——年腐蚀率mm/年;

k ——锈蚀后的重量损失值g/m²·hr;

γ ——金属的比重。

三、试验结果和分析

1. 阻燃材的阻燃性能试验结果

(1) 氧指数是委托中国林科院木材所测定,测定结果见表1。

由表1可知, LFP—86型阻燃材和1384型阻燃材的氧指数均为57,达到JIS D1201—77难燃一级水平,比对照材的氧指数25高出一倍多,这说明在同一条件下,阻燃处理材比未处理材要难着火或燃烧。

表1 水曲柳阻燃处理材的氧指数

试样类别	尺寸 (mm)	试样数量	阻燃剂吸收量 (kg/m ³)			氧指数 (%)
			最 大	最 小	平 均	
LFP—86型阻燃材	3×5×150	6	87.4	81.5	85.2	57.0
1384型阻燃材	3×5×150	6	94.5	90.1	92.5	57.0
对 照 材	3×5×150	6	—	—	—	25.0

注: 阻燃剂吸收量为纯剂吸收量(下同)

(2) 水平燃烧性。阻燃材的水平燃烧试验结果见表2。水曲柳材的LFP—86型阻燃剂吸收量在80kg/m³以上, 1384型阻燃剂

的吸收量在90kg/m³以上, 按GB2408—80标准测试, 它们的阻燃性能达到I级水平, 而对照材的阻燃性为Ⅲ级水平。

表2 阻燃材的水平燃烧试验结果

编号	试样类别	试样尺寸 (mm)	阻燃剂 吸收量 (kg/m ³)	燃 烧 30 秒 撤 火			结果评定
				第一标线前 明火熄灭时间 (s)	第二标线前的 燃 烧 长 度 (mm)	第一标线到第二 标线的燃烧速度 (mm/min)	
1	LFP—86 型阻燃材	3×13×150	83.7	0			I—3秒
2			85.3	3			
3			89.6	0			
4			93.2	0			
5			88.9	0			
11	1384 型阻燃材	3×13×150	94.1	0			I—3秒
12			99.7	0			
13			90.4	0			
14			97.6	0			
15			95.0	3			
23	对 照 材	3×13×150	—			61.0	Ⅲ—96.8mm/分
24			—			96.8	
25			—		90		
26			—			51.5	
27			—			89.3	

(3) 燃烧失重率。阻燃材的燃烧失重试验结果见表3、表4。在试验中可以看到,未处理的水曲柳材遇火燃烧,火焰蔓延很快,燃烧后基本全成灰烬,失重率高达95.9%。阻燃剂处理的水曲柳材遇1000度火焰燃烧自下而上逐步炭化,却没有灰分产

生,燃烧失重率则随阻燃剂吸收量的增大而减小。水曲柳材的LFP—86型阻燃剂吸收量达60~70kg/m³,1384型阻燃剂的吸收量达70~80kg/m³时,其燃烧失重率就趋于稳定而变化很小,这说明LFP—86型和1384型阻燃剂虽能抑制木材燃烧,产生阻燃作用但不

表3 阻燃剂吸收量与失重率、明火熄灭时间、阴燃时间的关系

编 号	阻 燃 剂	吸收量(kg/m ³)	失重率(%)	撤火后明火熄灭时间 (分) (秒)		阴 燃 时 间
1	LFP—86 型阻燃材	30.7	69.6	4	4	0
2		47.8	41.6	5	53	0
3		79.5	23.3	1	18	0
4	1384 型阻燃材	30.7	72.2	4	35	0
5		56.5	51.0	4	10	0
6		89.9	27.4	2	45	0
7	对 照 材	—	95.9	4	45	16分40秒

表4 阻燃剂吸收量与失重率的关系

阻燃剂吸收量(kg/m ³)		21—30	31—40	41—50	51—60	61—70	71—80	81—90	91—100
阻 燃 材 失 重 率 (%)	LFP-86型	67.3	66.8	34.9	33.5	20.2	20.4	15.2	13.9
	1384型	—	72.2	—	46.9	49.8	19.9	16.3	21.7

能防止木材继续炭化。

2. 阻燃材的发烟性试验结果

委托中国林科院木材所测定的水曲柳阻燃材的发烟试验结果见表5。由表5可知,

LFP—86型和1384型阻燃材,在燃烧过程中产生的烟量大于对照材,高出一个发烟等级,这是本药剂的一个缺点,应继续研究改进。

表5 阻燃材发烟试验结果

试 样 类 别	阻燃剂吸收量 (kg/m ³)			光 透 率 (%)	减光系数 (C _a)	发烟等级
	最 大	最 小	平 均			
LFP—86型阻燃材	87.4	81.5	85.2	51.17	1.389~1.021	3
1384型阻燃材	94.5	90.1	92.5	60.25	1.389~1.021	3
对 照 材	—	—	—	82.67	0.442~0.212	2

3. 阻燃材的毒性试验结果

阻燃材的毒性试验结果见表6。由表6可知,用浓度1—4%的LFP—86型阻燃剂处理的试材,经木腐菌腐蚀一个月后,与对照材一样,全部被菌丝覆盖,重量损失率达46.4%以上,抗弯强度比对照材还低,这说明LFP—86型阻燃剂对木腐菌没有毒杀能力。浓度25%的LFP—86阻燃剂处理的木

材,经真菌腐蚀后的重量损失率(33.7%)比对照材(56.3%)小,而抗弯强度(46.7MPa)也比对照材(3.9MPa)大,说明高浓度LFP—86阻燃剂有些抑菌作用,但与1%的防腐处理材及阻燃防腐复合处理材相比,抑菌作用就明显不够,因而若木材及其制品既要防火,又需防腐,则应在LFP—86型阻燃剂中加入与之匹配的防腐剂。

表6 阻燃材的毒性试验

试 样	阻燃剂浓度 (%)	重量损失率 (%)		抗弯强度(MPa)		菌丝蔓延情况	
		未加防腐剂	加1%防腐剂	未加防腐剂	加1%防腐剂	未加防腐剂	加1%防腐剂
LFP—86型阻燃材	1	46.40	2.33	1.9	103.2	全 有	无
	2	51.80	3.06	1.9	95.7	“ ”	“ ”
	4	48.50	6.82	2.1	96.7	“ ”	“ ”
	25	33.70	23.10*	46.7	96.1	“ ”	“ ”
1384型阻燃材	25	24.50	21.90*	84.0	114.5	“ ”	“ ”
1%浓度防腐剂	—	1.60		840.7		无	
对 照 材	—	56.30		38.5		全 有	

• 重量损失偏大,系药剂流失所致。

4. 阻燃材的抗白蚁试验结果

阻燃材于1988年3月埋设于广州下元试验场。白蚁品种有家白蚁(*Coptotermes formosanus shiraki*)和黑翅土白蚁(*Odonotermes formosanus shiraki*),1989年1月的检查结果见表7。由表7可知,埋设试

材经10个月的白蚁蛀蚀,LFP—86型阻燃材、1384型阻燃材和对照材的平均质量指数分别为4.60、5.70、6.50,而LFP—86型阻燃防虫处理材的平均质量指数高达9.80。这就说明LFP—86型和1384型阻燃剂均无抗蚁能力,但添加杀虫剂后即可防止白蚁危害。

表7 阻燃材抗白蚁试验结果

编 号	试 样 类 别	试样尺寸 (mm)	试样数量	吸收量 (kg/m ³)			白蚁危害试样数量					平均质量 指 数
				最大	最小	平均	未蛀	轻微	中等	严重	失效	
1	LFP—86阻燃材	50×50×400	10	94.7	50.8	63.3			2	8		4.60
2	1384型阻燃材		10	95.7	48.3	70.7		1	4	5		5.70
3	LFP-86阻燃防虫处理材		10	124.6	75.0	101.4	8	2				9.80
4	对 照 材		10	—	—	—		4	3	2	1	6.50

5. 阻燃材的力学性能试验结果

根据阻燃材的使用要求,我们只是做了部份力学性能试验,试验结果见表8。表中除冲击韧性、磨损量系试验时的实测值外,

其余各项均是调整至含水率15%时的数值。由表8可知LFP—86阻燃材的冲击韧性为0.418kgf-m/cm²,比对照材小17.9%,而其他强度则与对照材相近或略有增加,这说明

表8 阻燃材的力学性能

类 别	抗弯强度 (MPa)	抗弯弹性模量 (10 ³ MPa)	顺纹抗压强度 (MPa)	剪切强度(MPa)		硬度 (MPa)		冲击韧性 (kgf-m/cm ²)	磨损量 (mm)
				弦 面	径 面	弦 面	径 面		
LFP—86型阻燃材	93.6	13.2	49.0	9.1	12.7	36.1	33.8	0.418	1.23
1384型阻燃材	112.2	15.1	56.3	7.7	11.2	37.9	33.1	0.466	—
对 照 材	91.2	13.5	49.0	8.3	11.1	39.5	32.9	0.509	1.14

注:药剂吸收量均在80kg/cm³以上

LFP—86型阻燃剂要影响木材的冲击韧性。

6. 阻燃材的吸湿性试验结果

阻燃材的吸湿试验结果见表9。

由表9可以看出,1384型阻燃材的吸湿性小,吸湿率比对照材低18%;LFP—86型阻燃材的吸湿率比对照材高32%。在试验进行

到第五天时,LFP—86型阻燃材面出现绿霉菌丝,且蔓延很快。这可能是LFP—86型阻燃剂中含有霉菌所需的营养成分,加上试验时的温、湿度适宜生长的缘故。而1384型阻燃材和对照材直至试验结束亦未被霉菌感染,这一现象值得注意。

表9 阻燃材的吸湿试验结果

类 别	试样数	吸 收 量 (kg/m ³)	吸湿情况	吸 湿 时 间 (天)						
				1	3	5	7	10	11	12
LFP—86 型阻燃材	10	63.3	吸湿率(%)	2.94	7.44	10.39	13.59	15.72	16.25	17.37
			吸 湿 比	0.97	1.19	1.14	1.27	1.34	1.33	1.32
1384型阻燃材	10	70.7	吸湿率(%)	2.35	5.15	7.01	8.78	9.25	10.07	10.87
			吸 湿 比	0.77	0.82	0.77	0.82	0.79	0.82	0.82
对 照 材	10	—	吸湿率(%)	3.04	6.27	9.12	10.73	11.73	12.22	13.20
			吸 湿 比	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

7. 阻燃材的胶合性能试验结果

本试验采用的胶合剂是聚醋酸乙烯树脂胶(俗称白胶),不同试材的胶合剪切强度见表10。由表10可见,LFP—86和1384型阻燃材的胶合剪切强度小于对照试材,说明木

材经阻燃处理后再胶合不如对照材,其胶合强度有所降低,但它们的最小值仍在5.0MPa下限以上。因此可以认为,阻燃材进行二次加工时,如胶拼、贴面等,其胶合质量可以得到基本保证,能满足使用要求。

表10 阻燃材的胶合强度

类 别	吸收量 (kg/m ³)	胶 合 强 度 (MPa)					
		弦 面			径 面		
		最 大	最 小	平 均	最 大	最 小	平 均
LFP—86型阻燃材	93.4	11.3	7.5	9.1	7.5	5.3	6.4
1384型阻燃材	109.2	8.8	5.1	7.7	10.0	5.7	7.9
对 照 材	—	11.4	8.1	10.1	9.7	7.6	9.0

8. 阻燃材的油漆性能试验结果

用通常的木制品油漆工艺方法,将酚醛清漆涂于LFP—86、1384型阻燃处理材,其漆膜、色泽、光亮度等和对照材没有区别。将涂漆后的样品置于温度28~30℃相对湿度95%以上的条件下吸湿10天后,也没有发生漆膜脱落剥离现象,色泽、光亮度也无变化,不影响木材的油漆质量。

9. 阻燃材对铁钉锈蚀性能试验结果

根据JIS A9304标准规定,铁钉钉入试材深30mm,外露10mm,在检查时发现LFP—86试材和对照试材上的铁钉外露部位可见锈蚀,埋入部位保持原状没有锈蚀。因而LFP—86及对照试材上的铁钉锈蚀率,实际是高湿度下大气对铁钉外露部位的腐蚀值。而1384型试材上的铁钉,外露及埋入部位都有锈蚀。试验结果见表11。LFP—86型阻燃材及对照材的铁钉年腐蚀率分别为0.251mm、

表11 阻燃材对铁钉的锈蚀性能

类 别	吸收量 (kg/m ³)	锈 蚀 率 (mm/年)	评 价
LFP-86阻燃材	82.3	0.251	良 好
1384型阻燃材	81.0	0.648	可用,但腐蚀严重
对 照 材	—	0.308	良 好

0.308mm, 均达“腐蚀数据手册”^{〔3〕}规定的良好等级。1384型阻燃材的铁钉年腐蚀率为0.648mm属可用,但属腐蚀严重等级。

四、结 语

综合以上试验结果,可得到下列结论。

1. 用LFP-86型阻燃剂处理的水曲柳材,其氧指数为57,达到JIS D 1201-77难燃一级水平。水平燃烧性达GB 2408-80/I-3秒水平。当阻燃剂吸收量达60kg/m³以上,在1000℃火焰下燃烧3分钟后的试材失重率为20%左右,优于1384型双氰胺阻燃剂。发烟等级达JIS D 1201-77发烟三级标准,有待继续改进。

2. LFP-86型阻燃剂没有防腐杀虫作用,并有助长生物败坏迹象,须加入与之匹配的防腐、杀虫剂以防止木材受菌腐和虫害。

3. 用LFP-86型阻燃剂处理水曲柳材后,要影响它的冲击韧性,比对照试材约低

17.9%,对其他力学强度无影响。

4. LFP-86型阻燃材不影响油漆,对金属不腐蚀。但它的抗吸湿性和胶合性能略低于对照材。

我们认为LFP-86型阻燃剂可用于室内木材及其制品的阻燃处理。因该剂含有植物营养成分,能加速木材腐朽,因此在高温潮湿地区则以采用阻燃-防腐复合剂型为宜。LFP-86型阻燃剂料源丰富,价格低廉,使用方便,建议考虑开发和推广,有利于节约木材和保障人身安全以推动我国木材阻燃工业的发展。

参 考 文 献

- (1) 大连造船厂、中科院林业土壤研究所, 1979, 船用低播焰材试验报告, 鉴定材料。
- (2) 化工部上海化工研究院, 1987, SRP系列阻燃剂的性能及初步应用试验。
- (3) 左景伊, 1982, 腐蚀数据手册, 化学工业出版社, 41。
- (4) GB1927-1943-80, 木材物理力学试验方法, 技术标准出版社, 20~27, 37~39。
- (5) GBJ206-83, 木结构工程施工及验收规范。
- (6) GB2408-80, 塑料燃烧性能试验方法水平燃烧法。
- (7) ASTM D 1758-80, Evaluating wood preservatives by Field Tests with Stakes.
- (8) ASTM E 160-80, Combustible properties of treated wood by The Crib Test.
- (9) JIS A9304-76, 木材防腐剂的铁腐蚀性试验方法。
- (10) JIS D1201-77.

A Study on Properties of the LFP-86 Fire Retardant

Jiang Zuliang

Gao Shizhen

(Railway Engineering Institute, Chinese Academy of Railway Sciences)

Abstract

The LFP-86 fire retardant is a light yellow transparent liquor which contains N and P. The result obtained from experiments on treating wood of *Fraxinus mandshurica* indicates that the oxygen index of LFP-86 fire retardant is 57 and the retardancy of LFP-86 treated wood meets class I according to JIS D 1201. When the intake of LFP-86 fire retardant is over 60kg/m³ and

木材水抽提物对石膏及石膏刨花板的凝固及其性能的影响*

张 奕

(中国林科院木材工业研究所)

摘 要

本文研究了在商用缓凝剂(Retardan P)的存在下木材水抽提物对石膏浆料和石膏刨花板凝固时间及其强度的综合影响。结果表明:1.木材水抽提物能使石膏浆料和石膏刨花板产生缓凝,并导致强度下降,其影响程度与树种和石膏质量均有关系。2.木材水抽提物能加强Retardan P的缓凝作用,并且用两者交互作用下石膏浆料的凝固时间,可以指示石膏刨花板的凝固时间。3.石膏刨花板的静曲强度受刨花树种的影响,但缓凝剂的添加量却无显著作用。

关键词 石膏刨花板;木材抽提物;凝固

一、前 言

自从发明石膏刨花板生产的半干法工艺以来,人们按照石膏的特性曾试图通过两种途径实现工业化。一种是加入缓凝剂将石膏开始凝固的时间调节到40—60分钟,从而可用水泥刨花板的堆积式压机进行间断式生产^[4];另一种是加入促凝剂达到连续性生产^[24]。但是后者在实践上还存在许多问题,主要是石膏的凝固时间不易精确控制,因此目前已经投产的或正在建设的刨花板厂均采用半干法缓凝工艺。这就是在研究中以采用商用缓凝剂存在为前提的根据。

根据水泥刨花板生产之经验,人们几乎在石膏刨花板诞生之日起便注意了木材水抽提物的影响。总结已有的报道^[5, 6, 7]可以得到以下结论:木材水抽提物对石膏浆料具有缓凝作用,并且热水抽提物较之于冷水抽提物更甚,但对凝固石膏体的强度无显著影响,并且加入水抽提物对石膏刨花板的强度影响也不显著,起缓凝作用的主要是木材水抽提物中的水解单宁。但存在缓凝剂的情况

本文于1989年3月23日收到

• 本文是作者在联邦德国弗劳霍夫木材研究所工作期间的部分工作。该所无机材料室主任Lempfer博士给予了大力支持,特此致谢。

temperature up to 1000°C, the rate of weightloss will be about 20% after burning 3 mins. LFP-86 fire retardant has no ability to defend fungi and termites attack. In impact bending, bonding strength and hygrosccopicity resistance, treated woods are lower than untreated woods. LFP-86 has no effects on paintability and corrosivity. There are indications that LFP-86 may be used as a fire retardant for indoor timber and woodcrafts.

Keyword Fire Retardent