

化學生產中的腐蝕問題及其防護方法叢書

第五冊

用木材制化工設備

И. Я. 柯里諾夫著

化學工業出版社

化学生产中的腐蝕問題及其防护方法叢書

第 五 冊

用木材制化工設備

И. Я. 柯里諾夫 著

В. И. 克魯契宁 校

化学工業部翻譯科 譯

化学工業出版社

本書闡述用木材做材料制造化工設備的問題。書中敘述各種樹種的木材的化學和物理-機械性能。其中各章分別講述浸漬木材、压制木材、膠合木材和層壓木材。

本書供化工設備的設計人員、生產工作人員、研究防腐問題的科學研究院的工作人員參考。

本書由化工部王立功、劉鴻勳同志翻譯，傅亮謨同志校對。

И. Я. КЛИНОВ
ДЕРЕВО КАК МАТЕРИАЛ
ДЛЯ ХИМИЧЕСКОЙ
АППАРАТУРЫ

ГОСХИМИЗДАТ МОСКВА 1956

用木材制化工設備

化學工業部翻譯和校對

化學工業出版社(北京安定門外和平北路)出版

北京市書刊出版業營業許可証出字第092號

北京市印刷一廠印刷 新華書店發行

開本: 850×1168 $\frac{1}{32}$	1957年9月第1版
印張: 1 $\frac{1}{2}$	1957年9月第1次印刷
字數: 42千字	印數: 1034
定價: (10)0.36元	書號: 15065·0145

目 录

編者的話	4
序	6
第一章 天然木材	7
总論	7
化学組成	8
物理机械性能	8
化学稳定性	16
天然木材化工设备的設計原理	23
第二章 浸漬木材	31
总論	31
用不和木材起化学作用的物質保护木材	31
用和木材起化学作用的物質保护木材	42
第三章 压制木材	43
总論	43
木質压合石	43
第四章 膠合層材	46
总論	46
膠合板	46
膠合板制的管子	47
第五章 層压木材	54
总論	54
木質压合板	54
参考文献	56

編 者 的 話

金屬的腐蝕給國民經濟帶來很大的損失。研究結果及粗略統計數字告訴我們，在应用有效防腐的方法以前，每年鍊出的金屬中几乎有三分之一是由于它們与侵蝕性液態和氣態介質接觸，受到化學侵蝕而永遠地損失掉。

在化學生產中，由于所用反應物質和制成品的強烈侵蝕的結果，金屬的使用期限最短。腐蝕尤其會縮短在高溫下工作的設備和管綫的壽命；有时某一种次要的設備的器壁被腐蝕，使整條管綫或整套設備被迫停工。

近些年中，在腐蝕理論問題方面和在具有化學穩定性的金屬的製造方面，出版了很多大的著作，但是在選擇适当的耐腐蝕的材料，及延長在侵蝕性物質作用下的設備的壽命等方面的实际指導書籍还是很不够的。

为了弥补这个空白点，1955年苏联化学出版社着手出版一套通名为“化学生产中的腐蝕問題及防护方法”的小册子。

这些小册子共分为三組。属于第一組的小册子闡明下列各項化學生產中所用設備和管綫的腐蝕問題：硫酸、磷肥、氨和各种鉍鹽，硝酸、鹽酸、中間体和染料，有机酸、合成橡膠和酒精，氯、苛性鈉、漂白粉和氮有机产品。这組小册子研究了在每种生产中最常見的几种腐蝕类型，指出了預防腐蝕的措施，所使用的各种防腐蝕方法，并互相比較做了评价。

第二組闡述建筑物和建筑結構的腐蝕种类，及对各种侵蝕性質的防护办法。

第三組小册子闡明了下列最常采用的具有化學穩定性金屬的性質：不銹鋼，其他金屬和合金；耐酸硅酸鹽水泥和混凝土；石棉酚醛塑料，硬聚氯乙烯塑料，在通常条件下硬化的复合物；聚異丁烯樹脂，各种橡膠和黑硬橡皮；各种石油瀝青，焦油瀝青；石棉乙稀塑料；木材；非金屬热傳导材料；油漆材料；墊料和填料；過濾用材料。

此外，有些册子中包含有个别的防护方法（陰極防护、复合襯料等）。

这些小册子出版后，对于化学生产工作人員來說，將是相当丰富的实用的参考書。希望了解个别生产中防腐經驗的讀者，或希望了解各別材料的特性和应用技术的讀者，看过相应的小册子后將感到滿足。

編者請讀者把自己的意見和建議寄来，以便在准备出版以下几本小册子时加以考虑。

意見請寄到 Москва, К-12, Новая площадь, 10, Госхимиздат.

序

木材是很堅固而且比較輕的材料。由於木材分佈很廣、價格低廉和機械加工容易，所以很早就被利用來作為結構材料來滿足各種需要。

木質結構材料在化學工業上應用相當廣泛，用來製造設備和構筑物的部件，製造各種容器、收集器、槽、管子主要用來儲存和輸送那些在常溫或非高溫下能腐蝕黑色金屬，有時也腐蝕有色金屬和合金的侵蝕性物質。但是木材也有缺點，這些缺點在很多情況下限制了它的使用範圍，使它不能用在化學工業企業中製造某些設備和結構。

現在研究出了一些對木料進行物理、化學和機械處理的方法，從而可以得到具有很高的機械性能、電絕緣性能和耐腐蝕性能的木材。這樣的木材按其性能來說，往往不遜於有色金屬和合金。

木質結構材料可以分為以下幾種：

1. 天然木材；

2. 浸煉木材：往木材里加入某些物質（用浸漬方法或是使其主要組份起化學反應的方法），以改變木材的某些特性，並延長木材在不良條件下的使用期限。

3. 壓制木材，是用高壓高溫下壓緊的辦法制得的，具有較好的機械性能，並且防水性和體積的穩定性好。

4. 層壓木材，是將若干張薄板膠合并在高溫高壓下壓固的方法制得的；這種木材具有很高的機械強度，因而在很多情況下用來代替有色金屬及合金。

5. 膠合層材。用人造樹脂或其他粘合劑膠合若干張單張的薄板而制得；各層的位置恰當，纖維的方面適宜並且膠合得很好，這樣就改善了木材的物理機械性能。

化學工業所用的木材中，主要的結構材料是天然木材，其他幾種木材則應用得有限。

第一章 天然木材

总 論

天然木材的优点是强度大和对侵蚀性弱的介质的化学稳定性高，这使天然木材适用于化学机械制造。按强度来说，天然木材只稍差于强度高的合金和特殊鋼。

与金属材料相比，木材还有其他优点，如机械加工容易，各个部件和结构的连接部分安装简单，设备的拆卸比较容易，抗扭和抗振的性能良好，热膨胀系数小并且导热性低。

天然木材有下列缺点：

1. 木材有些性能会由于很多因素而发生变异。

2. 各向异性，即各个方向的构造是不同的，在与纤维的方向成各种角度的方向上，木材的机械性能不同。因此在研究木材的性质时，要查看三种切面（圖1）：横切面——截面与树干的轴心相垂直；纵切面；径切面——通过树干中心的纵切面和弦切面——不通过树干中心的纵切面。

3. 可燃性，这种性质限制了把木材应用在 $130 \sim 140^{\circ}$ 以上。

4. 腐朽。

5. 弹性模数低。

6. 吸湿性，是木材最严重的缺点。随空气湿度的变化，水蒸汽有时被木材吸收，有时又由木材里蒸发出来。因此木材的体积不断改变（在吸湿时体积膨胀，在蒸发时体积缩小），同时由于木材的各向异性，故木材各方向的尺寸变化也不同——木材发生翘曲现象。

7. 材料的尺寸有限制：木材只能是一段一段的，每段木材的长度大大超过其宽度。

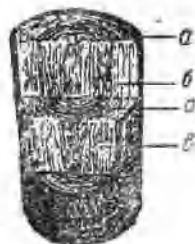


圖1 木材的主要切面

a—横切面；b—徑切面；c—弦切面

在用木材制造化工设备时,应当考虑到以上所提到的木材的特点。

充分地利用木材的好的性質,并尽量减低其不好的性質的影响,我們就有可能把木材应用到各种各样的結構上去。

化 学 組 成

木材主要是由有机物組成。絕對干燥的木材,不論其屬於何种树种其有机部分含碳49.5%、氧44.2%、氫6.3%和氮0.12%。木材还含有数量不大的0.2~1.7%,依木材种类而異無机化合物,这些化合物在燃燒时变成灰分。所得到的灰分主要是由鹼土金屬的鹽类組成的。

構成木材的有机部分的物質,其成分很复杂,并且是高分子化合物,其中包括纖維素。各种木材所含纖維素的数量不同,为46~56%。木材中还含有19~30%的木質素、半纖維素23~35%、鞣質、树脂以及其他有机化合物。

纖維素是天然聚合物。显然,纖維素分子的結構就是纖維素对水、酒精、乙醚和其他有机溶剂具有稳定性的原因。它能溶解于氧化銅的氨溶液、濃氯化鋅溶液和热的、饱和的硫代氰酸鉀溶液中。

無机酸能改变纖維素的成分,因而能制得很多水解物(糖、酒精等)。苛性碱的稀溶液对纖維素不起作用。

木質素按其性質來說是几种有机化合物。木質素的稳定性比纖維素弱,容易受热碱和氧化剂等的作用。半纖維素的化学組成与纖維素相近,但其化学稳定性小。

物 理 机 械 性 能

木材的物理机械性能随其品种、年齡、生長条件、哪一部分树干、土壤、气候而有很大的不同,特别是木材湿度对木材的物理机械性能影响更大,木材湿度对木材結構上的質量(尤其是对其强度)有極严重的影响。

木材(w)用絕對干燥木材重量的百分数来表示,按下列公式来计算(將試样在100°C下干燥到重量不再改变时測定之):

$$w = \frac{g_1 - g_2}{g_2} \times 100$$

式中 g_1 ——原来重量；

g_2 ——絕對干燥的木材的重量。

木材中無游离水分存在和結合水分含量为極限值，这时木材的状态叫做飽和点^①。飽和点有很大的实用意义，因为木材尺寸和形状的改变，是由木材中結合水的含量的改变所引起的。

在实际上，人們把木材状态分为以下几类：湿度超过100%的为湿材，新伐的木材——湿度为50~100%，風干的木材——湿度15~20%、室内干燥的木材——湿度8~10%和絕對干燥的木材——几乎完全沒有水分。

表1中的数据表示湿度对松木和橡木机械性能的影响。

松木和橡木的机械性能和温度的关系

表 1

树 种	松	木	橡	木
湿 度 %	18	23	18	23
極限强度, 公斤/厘米 ²				
抗压强度極限	304~261	250~214	357~313	303~265
抗弯强度極限	536~446	454~379	642~550	565~484
抗剪强度極限	55~46	48~40	83~64	73~56

縱木的湿度順纖維方向的抗压强度的影响示于圖2。

在圖上可以明显看出，木材的强度随湿度的增加而降低，但只降低到水分的含量达到20~25%时为止，超过此数值时强度的下降就緩慢下来；而經過飽和点后木材的强度实际上已經不随温度的变化而改变了。

① 在細胞腔內和細胞之間空隙內的水分叫做游离水或者毛細水；在木質中的（在細胞壁內的）水分叫做吸濕結合水分（влага связанная гигроскопически）。

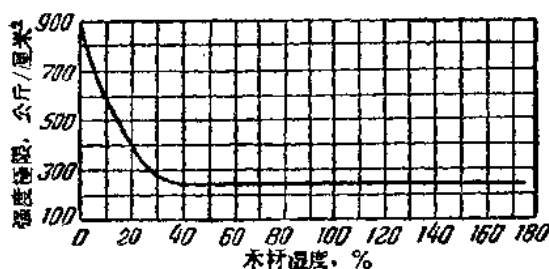


圖.2 湿度对縱木順着纖維方向的
抗压强度極限的影响

細胞膜是由木質構成的，干燥的木質的比重超过 1，其比重事实上不依树种而变，平均为 1.54 克/厘米³。木材的容重由于許多因素而有很大的变化，特别是随木材結構的密度和湿度的不同而發生很大的变化。

当木材的湿度在 8~23 % 范圍內时，容重可按下列公式求出：

$$\gamma_{15} = \gamma_w [1 + 0.01 (1 - k_v)(15 - w)]$$

式中 γ_{15} ——湿度为 15% 时的容重，克/厘米³；

γ_w ——試驗时，湿度为 w 时的容重；

k_v ——木材的体积收縮系数，落叶松、山毛榉和樺木是 0.6，其他树种是 0.5。

当湿度低于 8% 和高于 23% 时，此公式將得出超过允許范圍內的誤差。

各种木材的平均容重相差很大。最輕的一种容重为 0.1 克/厘米³，最重的为 1 克/厘米³。

同一种木材的容重也可能相差悬殊；例如松木的 γ_{15} 值就介于 0.35~0.65 克/厘米³ 之間。

空气干燥状态的（湿度为 15%）苏联树种的木材，其容量見 ГОСТ 4631-49（《木材的物理机械性能指标》）。

木材的机械性能表明对靜载荷和动载荷的引起的外力作用所具有的强度。

木材的机械性能的大小是由各种因素来决定的（特别是由于木材各方向上的結構不同而有很大差別）。

表示木材机械性能的主要数据，通常是就沒有缺陷的湿度为 15% 的木材而言，按下列公式計算求得：

$$\sigma_{15} = \sigma_w [1 + \alpha(w - 15)]$$

式中 σ_{15} 和 σ_w ——湿度为 15% 和 $w\%$ 时木材的机械性能的指标，公斤/厘米²。

w ——試驗时木材的湿度，%；

α ——校正系数，对順着纖維方向的抗压强度極限为 0.02~0.05；对沿纖維方向的抗拉强度極限为 0.015（闊叶树），靜力抗弯强度为 0.04；对沿纖維方向的抗剪强度为 0.03。

木材的机械性能的指标大部分与材料的容重和密度成正比。

木材的机械性能的大小通常用順着纖維方向的强度極限的大小来表明（与纖維方向垂直时的机械强度的值較小）。如果順着纖維方向的抗压强度極限設为 1，則与纖維成垂直方向的抗压强度極限为 0.1~0.3，如果順着纖維方向的抗拉强度为 2.0~3.0，則与纖維成垂直方向的抗拉强度为 0.05~0.3。

表 2 中列有苏联所产各种木材的主要物理机械性能（在湿度为 15% 时）。

木材的导电性在很大的程度上由其湿度及密度来决定。湿度增高时，导电性增加得特別高。木材的順着纖維方向的导电性比垂直于纖維的方向的导电性大。木質的树脂含量越高，导电性就越低。

提高温度，特別是在稍高于 100°C 的温度下長時間加热，会使得木材的机械强度大大減低。

同时可以發現木材的逐漸分解的現象。在高于 150°C 的温度下，分解的程度更大，并且有碳化的現象。

木材的可塑性随温度的增高而增加。

根据已公佈的資料，在 80~100°C 的温度下，最初 2~4 天内，松木和橡木順纖維方向的抗压强度極限降低 5~10%，撞击弯曲强度減低 15~30%。

同时提高温度和湿度所引起的木材强度的下降，比每个因素个别作用时所引起的强度下降要大。

在表 3 中列有 Ф.П. 別良金所获得的橡木順纖維方向的强度極限（以温度为 0 和湿度为 0% 时的强度極限的百分数表示）。

苏联产的各种木材的主要物理机械性能
 (湿度为 15%)

表 2

树 种	容 重, 克/厘米 ³	干燥后收缩系数, %			强度极限, 公斤/厘米 ²				冲击弯曲 强度, 千克/厘米 ²
		径 向		切 向	顺纤维的抗 压强度极限	顺纤维的抗 拉强度极限	静抗弯曲 强度 极限	顺纤维的抗 剪强度极限	
		向	向						
针 叶 类									
欧洲云杉	0.46	0.14	0.24	—	404	1150	748	60	0.19
沙松	0.43	0.14	0.28	—	382	837	673	64	0.17
西伯利亚松	0.45	0.13	0.28	—	363	820	648	62	0.15
兴安落叶松	0.65	0.18	0.37	—	573	—	1062	69	0.25
西伯利亚落叶松	0.67	0.21	0.40	—	549	1228	998	92	0.27
高加索冷杉	0.44	0.18	0.34	—	391	1118	722	80	0.20
西伯利亚冷杉	0.37	0.11	0.31	—	328	657	577	56	0.12
松树	0.51	0.17	0.31	—	413	998	760	68	0.18
紫杉	0.66	—	—	—	608	—	1030	—	0.26
阔 叶 类									
桦树	0.65	0.28	0.33	—	480	—	966	94	0.45
黄桦	0.69	—	—	—	533	2100	1084	130	0.54
山毛榉	0.65	0.15	0.33	—	461	1291	938	115	0.37
榆 (axs)	0.55	0.15	0.32	—	389	—	852	74	—
鹅耳櫟	0.81	—	—	—	530	—	1212	160	—
梨	0.74	0.21	0.28	—	565	—	1201	—	0.56
柞树	0.72	0.18	0.28	—	520	—	935	95	0.37
橡树 (albn)	0.66	0.22	0.40	—	434	1288	920	68	0.50
槭树 (苏联欧洲部分)	0.71	0.21	0.34	—	530	—	1072	125	0.35
槲櫟 (苏联欧洲部分)	0.51	0.26	0.39	—	390	1158	680	77	0.27
黑桤	0.52	—	—	—	363	—	692	—	—
胡桃	0.60	0.18	0.28	—	485	—	975	103	0.36
欧洲山杨 (苏联欧洲部分)	0.50	0.20	0.32	—	374	1312	766	67	0.41
黄杨	0.97	—	—	—	724	—	1059	—	—
杨树 (苏联欧洲部分)	0.45	0.14	0.27	—	330	940	566	65	0.20
法国梧桐	0.50	—	—	—	461	—	617	—	—
欧洲槲	0.70	0.19	0.30	—	520	1656	1135	130	0.42
水曲柳	0.66	0.20	0.32	—	450	1444	979	118	0.30

柞木在不同溫度和濕度下強度極限的變化

表 3

溫 度 °C	柞木順纖維的抗壓強度極限，以柞木在 $t=0^{\circ}\text{C}$ 和 $w=0\%$ 時的強度極限為100%					
	濕 度, %					
	0	9	15	30	45	60
25	91.5	59.5	47.1	30.5	31.7	30.3
35	67.8	54.8	62.8	27.1	28.4	27.4
45	84.5	50.0	38.7	24.0	25.1	24.0
55	81.0	45.1	34.5	20.9	21.5	20.5
60	79.3	42.8	32.2	18.3	20.0	18.9
70	76.0	37.8	28.2	13.9	16.7	15.7
80	72.6	33.0	23.8	12.8	13.4	11.4
90	69.1	29.7	19.8	9.5	10.2	9.0
100	65.9	23.5	15.1	6.3	7.1	5.6

根據上述的數字我們可以看出，濕度的影響只限于到飽和點為止，而溫度的影響是不斷發生的。

木材之所以具有吸收液體而膨脹的性能，是因為結合水浸入細胞膜的微膠粒之間而使後者離開，從而引起木材的每個細胞擴大而使整個木材膨脹。木材不僅因吸收水而膨脹，就是吸收了其它液體也能膨脹（但膨脹的程度小一些）。

膨脹的性能對木材來說一般是有壞影響的，但在某些情況下也起着好的作用。例如，用木材製造的盛液體的容器、管道、貯槽等的密閉性是靠木材的膨脹而達到的。

在表 4 中列有某些木材在浸入不同液體中後的切縫膨脹程度的數據。

由於木材具有多孔性，所以它的導熱性不大，導熱系數的大小取決於木材的容重、濕度、溫度和纖維的方向。隨着容重的增加木材的導熱性也要增高，木材的濕度增加也會促使導熱性增高（在同樣的溫

木材的切綫膨脹(%)

表 4

液 体	松 树		桦 树	山 毛 櫸	櫟树(心材)
	边 材	心 材			
丙酮	6.6	6.2	9.1	11.0	7.7
汽油	0.3	0.2	—	0.2	0.2
水	10.2	9.8	14.8	—	10.1
甘油	9.3	8.4	13.1	11.2	—
煤油	0.4	0.1	0.3	0.2	0.1
松节油	0.4	0.3	1.8	0.3	0.6
氯仿	1.7	1.4	4.2	—	3.2
乙酸乙酯	5.5	5.4	—	9.4	6.1
乙醇	8.4	6.7	9.4	11.5	8.7

度下,水的导热系数要比空气的导热系数高 22 倍)。根据已有的資料,松树和云杉与纖維成垂直方向的导热系数如下:湿度为 10% 时——0.123 大卡/米·小时 °C;湿度为 50% 时——0.173 大卡/米·小时 °C;湿度为 100% 时——0.245 大卡/米·小时 °C。

当湿度升高时,木材的导热性也要增加。木材順着纖維的导热系数为与纖維成垂直方向的傳热系数的 1.8 倍。

木材因加热而發生的綫膨脹是不大的,綫膨脹程度的大小决定于纖維的方向。例如,云杉木材順纖維的綫膨脹系数为 $5.4 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$,而与纖維垂直的綫膨脹系数为 $34.1 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 。由于膨脹值很低,实际上可以不必考虑留出伸縮。

用木材制造在气体介質中操作的設備和管道时,必須考虑木材的气体滲透性这一重要因素。但是現在对木材的气体滲透現象研究得很不够,而已有的数据也是相互矛盾的。

根据 С.И. 瓦宁(С.И.Вагин)和 И.И. 弗拉吉米爾斯卡婭(И.И.Владимирская)的研究結果說明,氯气和二氧化硫对湿度为 10% 的,在常压下的云杉木材一晝夜沿徑向滲入深 1~2 毫米;二硫化碳,甲醛水和醋酸的蒸气在同样条件下能滲入深 3 毫米左右;順着纖維的方

向，这些气体能渗入10毫米左右。但是这些气体渗入木材后，对木材的强度没有什么影响。

当采用木材作结构材料时，其热容量此时也起着作用。绝对于的木材在0~100°的温度范围内，其平均热容量为0.324大卡/公斤°C。湿木材的热容量可用下列公式来计算：

$$C = \frac{26.6 + 0.116t + m}{100 + m} \text{大卡/公斤}^\circ\text{C}$$

木材的热学、声学 and 电学性能

表 5

指 标	方 向		
	顺着纤维的 方 向	与纤维垂直的方向	
		径 向	切 向
导热系数，卡/厘米·秒·°C			
松木	0.00030	0.00010	0.00010
橡木	0.00058	—	—
线膨胀系数，10 ⁻⁶			
松木	3.7	63.6	63.6
橡木	4.9	54.4	54.4
传音速度，米/秒			
松木	5030	1450	850
橡木	4175	1665	1400
在湿度为8%时的电阻率，10 ¹⁰ 欧姆·厘米			
落叶松	3.8	19.0	14.5
桦木	4.2	8.6	—
在湿度为8~9%时的击穿电压，千伏/厘米			
桦木	15.2	59.8	59.8
橡木	47.0	39.1	39.1
柞木的介电常数	2.46	3.54	3.54

式中 w ——木材湿度，%

t ——木材的温度，°C

在表 5 中列有不同树种的木材的某些物理性能。

化学稳定性

木材能耐很多具有弱腐蚀性的化学介质的作用。各种盐类的溶液，大部分有机酸，稀的碱溶液对木材的腐蚀作用很弱。无机酸的温度和浓度越高，则对木材的腐蚀作用就越强。

氧化介质对木材的腐蚀特别严重，并能很快地破坏木材。

当腐蚀性液体作用于木材上时，会使木材的重量发生变化和膨胀；而液体本身通常也要染上颜色。木材的化学稳定性根据它所吸收的液体数量和它的机械性能的变化情况而定。木材吸收液体的速度是根据木材的种类、物理性能、树脂含量的大小、湿度和其它因素来决定的。

下面叙述最典型的腐蚀介质对天然木材的作用。

水的作用 对水（在某种情况下也对其它腐蚀介质）的作用最稳定的木材都具有较高的比重，也就是木材的构造比较紧密。木材所含的树脂质越多，它的浸透性就越小。

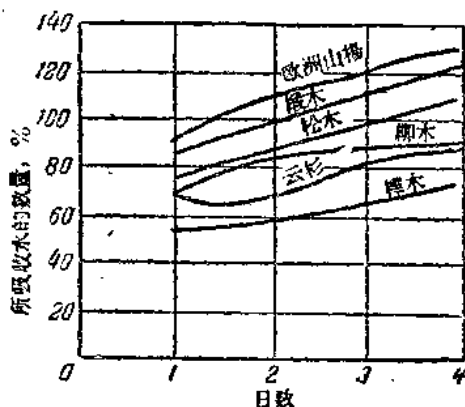


图 3 不同树种的木材为水所浸透的速度

图 3 所示为不同树种的木材为水所浸透的速度。

当温度升高时，木材的某些成分开始发生极强烈的浸析现象。木材中的有机酸、醇类、鞣质都被析出成为溶液。经常因为浸析而减低木材的重量。

在表 6 中列有本书作者和 В.П.希什科夫(В.П.Шишков)对苏联产的各种木材用加热到 100°C 的水作用时所得的试验