

酚醛型吸附树脂对 VB₁₂ 的吸附性能研究*

王 重^{1,2} 史作清^{2**} 施荣富² 范云鸽² 杨益忠²

(¹沈阳化工学院 材料科学与工程系 沈阳 110021)

(²吸附与分离功能高分子材料国家重点实验室 南开大学高分子化学研究所 天津 300071)

摘 要 研究了酚醛型吸附树脂 JDW-1、JDW-2(自制)和 Duolite S-761 对 VB₁₂ 的静态和动态吸附. 结果表明, JDW-1 对 VB₁₂ 的吸附量达 84 mg/g, 明显优于 Duolite S-761; 吸附 VB₁₂ 的初始阶段, 即达到 43% ~ 69% 平衡吸附时, 吸附速率数据和半经验速率方程很吻合; 酚醛型吸附树脂等温吸附 VB₁₂ 的平衡吸附数据符合 Langmuir 方程, 相关系数在 0.99 以上, 因此, 酚醛型吸附树脂吸附 VB₁₂ 属单分子层吸附; 在动态条件下, 用含甲醇 80% 溶液以 1.1 BV/h 来洗脱吸附 VB₁₂ 的 JDW-2, 在 4.2、6.4 个床体积的洗脱率分别是 92.20%、95.93%, 这表明酚醛型吸附树脂具有良好的洗脱性能, 用含甲醇为 80% 溶液作洗脱剂从 JDW-2 洗脱 VB₁₂, 效果很好.

关键词 酚醛型吸附树脂, 吸附, VB₁₂

VB₁₂ 在人体内对氧的传递、储存和活化、电子传递和酶催化等生命和化学过程中起着十分重要的作用^[1]. 医学上, VB₁₂ 为抗贫血药, 用于巨幼红细胞性贫血及神经炎的辅助治疗^[2]. 维生素 VB₁₂ 制剂维斯克对促进烧伤、放射线引起的创伤愈合起重要作用, 将维生素 VB₁₂ 用于预防和治疗口腔粘膜炎症, 同样也取得了好的防治效果^[3]. 已有研究发现 VB₁₂ 的缺乏与糖尿病有关^[4]. 由于 VB₁₂ 结构比较复杂, 化学合成十分困难, 目前药用 VB₁₂ 仍是从发酵液中提取的. 从发酵液中分离 VB₁₂ 一直沿用溶剂法, 此法耗费大量溶剂, 且难以除去其中的多种蛋白质^[5]. 后来树脂吸附法应用于从发酵液中吸附分离 VB₁₂, 产品质量得到一定的改善^[5], 但效果并不理想. 为了寻求较好的效果, 考虑到 VB₁₂ 分子中含有大量的酰胺官能团, 其中的羰基能和酚羟基形成氢键作用, 所以我们采用含酚羟基较多的酚醛型吸附树脂对 VB₁₂ 进行吸附研究. 酚醛型吸附树脂为国内新开发的树脂, 不同于苯乙烯-二乙烯苯体系非极性吸附树脂和含酯基的中极性吸附树脂, 由于它含有酚羟基, 属极性较强的吸附树脂.

1 实验部分

1.1 试剂与仪器

JDW-1、JDW-2(自制); Duolite S-761(进口产

品), VB₁₂(生化试剂, 上海试剂二厂). 无水乙醇、丙酮、甲醇(AR, 天津化学试剂一厂).

简易 BET 比表面积测定仪(南开大学高分子所研制); 754 紫外可见光分光光度计(上海第三仪器厂); HL-2 恒流泵(上海沪西仪器厂); 自动部分收集器(BSZ-100, 上海沪西仪器厂); THZ88-1 台式多用恒温振荡器(江苏太仓鹿河生化仪器厂); 真空干燥箱(天津实验仪器厂); DT-100A 型分析天平(北京光学仪器厂)等.

1.2 实验方法

将自制树脂 JDW-1、JDW-2 和样品 Duolite S-761 在沙氏提取器中用丙酮抽提 8 h 以上, 333 K 真空干燥 2 h, 进行树脂的预处理. 树脂的含水量按 GB5757-86 测定. 酚羟基的含量按文献[5]测定. 用简易 BET 仪测定树脂的比表面积^[6].

1.3 静态吸附实验方法

将 0.100 g 干树脂直接加入 100 mL 具塞锥形瓶中, 然后加入 20 mL 一定浓度 VB₁₂ 水溶液(或 VB₁₂ 不同酸度水溶液或 VB₁₂ 的甲醇或乙醇-水溶液). 将具塞锥形瓶放在 304 K 的恒温摇床上震荡一定时间, 转速 100 r/min. 吸附平衡后, 在 550 nm 处测定并计算 VB₁₂ 的平衡浓度(c_e), 吸附质在吸附剂中的平衡吸附量 q_e 通过下式计算:

$$q_e = V_1(c_0 - c_e)/W \quad (1)$$

式中, V_1 是 VB₁₂ 溶液的体积(L), W 是干树脂的

* 2003-01-20 收稿, 2003-03-20 修稿; 国家自然科学基金资助项目(基金号 20174017); ** 通讯联系人

质量(g), c_0 是 VB₁₂ 溶液的起始浓度(mg/L), c_e 是 VB₁₂ 溶液的平衡浓度(mg/L)。

1.4 吸附速率的测定

将 1.000 g 干树脂直接加入 250 mL 具塞锥形瓶中, 然后加入 150 mL 的 VB₁₂ 水溶液(100 mg/L), 放在 298 K 的恒温摇床上震荡, 转速 100 r/min. 间隔时间取上层清液测吸光度, 按(1)式计算吸附量 q 。

1.5 动态吸附、洗脱实验方法

将一定量的干树脂装在内径为 10 mm 的玻璃吸附柱内, 在室温下以一定流速进行动态吸附或脱附实验, 收集一定体积流出液或洗脱液测吸光度, 计算流出液或洗脱液中 VB₁₂ 的浓度, 确定动态吸附或洗脱曲线。

2 结果与讨论

2.1 三种树脂的物理性质

自制两种树脂 JDW-1, JDW-2 和 Duolite S-761 吸附树脂的物理性质测定结果如表 1。

Table 1 Typical Properties of adsorbents			
	JDW-1	JDW-2	Duolite S-761
Surface area (m ² /g)	196.9	60.9	71.7
Moisture retention (%)	60.8	41.7	36.8
Phenolic hydroxyl (mmol/g)	1.95	3.72	2.37

JDW-1、JDW-2 为球状, 分别为淡黄色和棕褐色, 这两种树脂均采用反相悬浮缩聚法合成, 其中 JDW-1 使用苯酚: 甲醛(摩尔比)为 1.00:1.80, 而 JDW-2 使用苯酚: 多聚甲醛(质量比)为 1.00:0.58. 两种自制树脂在合成中使用相同的致孔剂, 在酸性催化剂存在的条件下完成合成反应. 从表 1 可以看出两种自制树脂的比表面积、含水量及酚羟基含量有很大的差异. 另外, 自制的两种酚醛型树脂的含水量都高于 Duolite S-761。

2.2 静态吸附 VB₁₂ 实验

2.2.1 酚醛型树脂对 VB₁₂ 的吸附速率和扩散性影响 图 1 为 3 种酚醛型树脂对 VB₁₂ 吸附的动力学性能比较, 可以看出 3 种酚醛型树脂吸附速率大小顺序为 JDW-1 > Duolite S-761 > JDW-2, JDW-1 在 2 h 即达到 93.5% 的吸附百分率, Duolite S-761 约为 45.3%, 而 JDW-2 只有 23.6%。就 JDW-1 树脂是可以理解的, 因为它的含水量比后两种树脂大, 且 JDW-1 的比表面积也是三者中最大的, 约是 Duolite S-761 比表面积 2.7 倍, 因此

在较短的时间里, 能用更大的空间来接受体积较大的 VB₁₂; Duolite S-761 吸附速度大于 JDW-2, 是由于 JDW-2 比 Duolite S-761 的比表面积小. 比表面积小, 空间有限可能是导致 JDW-2 吸附 VB₁₂ 比 Duolite S-761 慢的主要原因, 因为空间小, 位阻增大, 尤其像吸附 VB₁₂ 这样体积较大的分子会使空间位阻更加明显. 但在 9 h 后, 情况发生了变化, JDW-2 对 VB₁₂ 吸附速度又快于 Duolite S-761, 因为 JDW-2 表面积最小, 吸附速率慢, 但远未达到吸附能力饱和态, 因此在 9 h 内未达到吸附平衡, 所以仍随时间在增加, 从曲线趋势看仍未平衡。

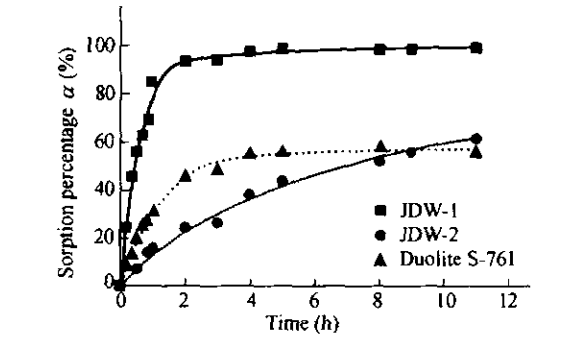


Fig. 1 Rate of the sorption of VB₁₂ on different resins from water
Initial concentration of solution 500 mg/L; Temperature 298 K;
Resin loading(dry) 5 g/L

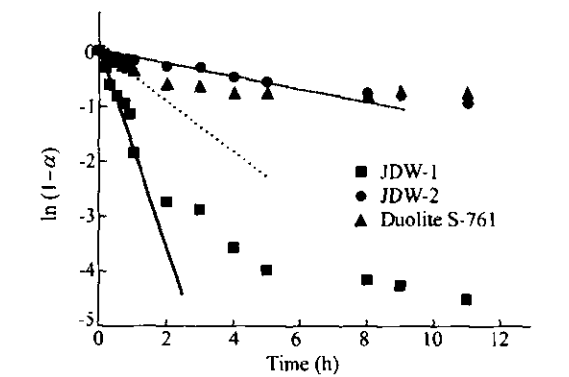


Fig. 2 Test of Eq. (2) for sorption of VB₁₂ on different resins

为了进一步研究扩散行为, 使用粒扩散控制的半经验方法^[7], 公式如下:

ln(1 - α) = - k_p t (2)

α 为时间 t 达到平衡吸附量的百分率; k_p 为扩散控制的速率系数

由于方程(2)仅用了 k_p, 因此吸附质在树脂中的扩散性与树脂的吸附程度无关. 用 ln(1 - α) 对 t 作图得到图 2, 由图 2 可以看出 JDW-1、JDW-

2、Duolite S-761 吸附 VB_{12} 分别在 α 为 0~0.69、0~0.43、0~0.46 范围内较好地满足线性关系(图中由相应曲线的前段直线延长线表示线性关系),得到的 k_p 列于表 2. 较高范围的 α 出现的线性偏差是由于吸附 VB_{12} 扩散性的降低. 吸附 VB_{12} 的量越多, 偏离方程(2)的线性关系越大.

因为扩散控制速率系数 k_p 与吸附质在树脂内的扩散性成比例^[8], VB_{12} 在不同树脂中的相对扩散性(Relative diffusivity)可以从 k_p 值计算, 其值也列于表 2 中. 可以看出溶液里的 VB_{12} 在 JDW-1 中的扩散性最大, 而在 Duolite S-761 中比其在 JDW-2 中有更高的扩散性, 这与树脂的比表面积, 含水量及酚基的含量有关. JDW-1 含水量和比表面积都较高, 因此 VB_{12} 在其中的扩散性良好; JDW-2 虽然具有比 Duolite S-761 相对高的酚羟基含量和含水量, 但比表面积是三者中最小的. 最终导致其扩散性比 Duolite S-761 还小.

Table 2 Sorption rate coefficients and relative diffusivities of VB_{12} in resins

Sorbate/Sorbent	$k_p (\text{h}^{-1})$	Relative diffusivity ^a
$\text{VB}_{12}/\text{JDW-1}$	1.412	1.000
$\text{VB}_{12}/\text{JDW-2}$	0.114	0.081
$\text{VB}_{12}/\text{Duolite S-761}$	0.304	0.215

^a Relative to sorption of VB_{12} in JDW-1

2.2.2 酚醛型树脂对 VB_{12} 吸附的等温线 图 3 为 3 种酚醛型树脂在水溶液中对 VB_{12} 的吸附等温线, 由图发现, 随着溶液浓度的增加, 3 种树脂对 VB_{12} 的吸附量都在增大, 在平衡浓度约 500 mg/L 以后, 3 种树脂对 VB_{12} 吸附量增加的幅度很慢. 相同浓度条件下, 它们对 VB_{12} 的吸附量的大小顺序依次为 $\text{JDW-1} > \text{JDW-2} > \text{Duolite S-761}$, 其中 JDW-2、Duolite S-761 在相同浓度时对 VB_{12} 的吸附量相差不多, 而 JDW-1 在相同浓度下对 VB_{12} 的吸附量是 JDW-2、Duolite S-761 的吸附量两倍以上. 在 VB_{12} 浓度约为 1000 mg/L 以后, 3 种树脂基本上都接近饱和吸附量.

为了考察 3 种酚醛型吸附树脂对 VB_{12} 吸附的等温线是否符合 Langmuir 方程, 做以下研究, 下面是 Langmuir 方程:

$$c_e/q_e = 1/(K_b A_s) + c_e/A_s \quad (3)$$

q_e, c_e 的含义同(1)式. A_s 为饱和吸附量 (mg/g dried resin); K_b 为结合常数 (L/g).

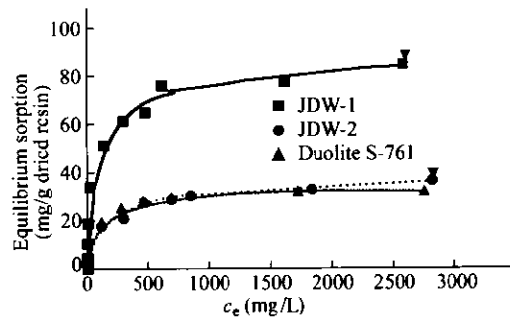


Fig. 3 Sorption isotherms for VB_{12} sorption from water
Equilibrium period 24 h; Equilibrium temperature 303 K;
Resin loading (dry) 5.0 g/L

将图 3 的相关数据代入方程(3)中, 得到图 4 相应的 Langmuir 线性回归图.

由图 4 得到的饱和吸附量 A_s 和结合常数 K_b 列于表 3.

从图 4 和表 3 可以看出水介质中 VB_{12} 在 3 种树脂中的吸附较好地符合 Langmuir 方程, 相关系数为 0.99 以上, 因此, 3 种吸附树脂在水体系中吸附 VB_{12} 属单分子层吸附. JDW-2 和 Duolite S-761 的饱和吸附量接近, 而 JDW-1 对 VB_{12} 的饱和吸附量最大为 84.0 mg/g, 约是 JDW-2、Duolite S-761 的 2.3 和 2.6 倍. 较高的亲合系数 K_b 值同样预示着较强的吸附力的存在^[9], 即树脂中的酚羟基和 VB_{12} 分子中的羰基之间氢键作用力的存在.

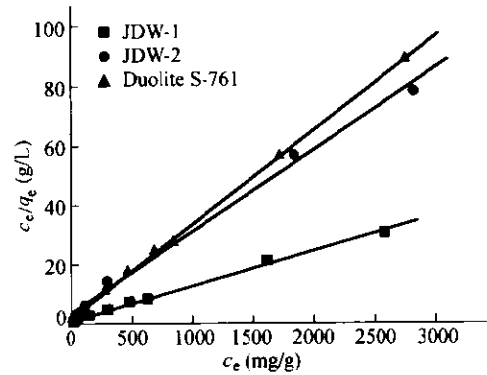


Fig. 4 Fit linear of the Langmuir isotherm (Eq. 3) were determined by least squares fit

2.2.3 pH 值对酚醛型树脂吸附 VB_{12} 性能的影响

图 5 为水溶液中不同 pH 值条件下, 3 种酚醛型树脂吸附 VB_{12} 的实验结果. 可以看出, 在考查的 pH 值范围内, 3 种树脂表现的吸附行为较为相似, 即在 pH 值为 5.9 时, 吸附量都很低, 随着 pH 值减小, 吸附量都在增大. 相同 pH 值时, 3 种树脂

对 VB₁₂ 的吸附量的大小顺序也为 JDW-1 > JDW-2 > Duolite S-761. 之所以 pH 值较低时吸附量较大,其原因是在这种条件下,VB₁₂ 分子中酰胺基的羰基氧被质子化,因而由原来 VB₁₂ 分子中酰胺基的羰基氧与酚羟基形成的氢键转化成酰胺基中的胺基和酚羟基形成的氢键,后者的强度和数目可能比前者大得多,最终导致吸附量增加.

Table 3 Parameters of Langmuir isotherm (eqn.3) for sorption of VB₁₂ on different resins

Sorbate/Sorbent	A _s (mg/g)	K _b × 10 ² (L/g)	Correl. coeff.
VB ₁₂ /JDW-1	84.0	1.032	0.99803
VB ₁₂ /JDW-2	36.3	0.775	0.99646
VB ₁₂ /Duolite S-761	31.7	1.645	0.99718

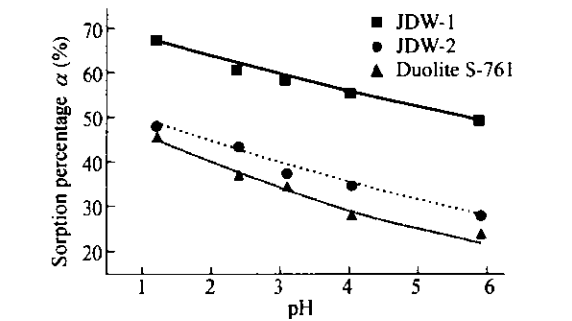


Fig. 5 Effect of pH on the sorption of VB₁₂ on different resins
Equilibrium temperature 298 K; Equilibrium period 24 h;
Initial concentration 500 mg/L; Resin loading(dry) 5 g/L

2.2.4 溶液中甲醇含量对酚醛型树脂吸附 VB₁₂ 性能的影响 图 6 为溶液中不同甲醇含量对 3 种酚醛型树脂吸附性能的影响. 如图所示 JDW-1、JDW-2 两种吸附树脂表现的行为相似,随甲醇含量的增加两者对 VB₁₂ 的吸附百分率都迅速减小,在甲醇含量为 80%,它们对 VB₁₂ 的吸附百分率最小,JDW-1 为 3.58%,JDW-2 为 0.68%. 之后 JDW-1 对 VB₁₂ 的吸附量又略有增加. 在相同的甲醇含量条件下,JDW-1 对 VB₁₂ 的吸附量始终大于 JDW-2. 而 Duolite S-761 树脂,在整个考察的范围内,随甲醇含量的增加,对 VB₁₂ 的吸附量迅速减少,类似线性关系,在无水甲醇中,吸附量基本为零. 如果将树脂在纯水中对 VB₁₂ 吸附量看成饱和和吸附量,在含甲醇的溶液中的吸附量看成用该种溶剂解吸后的剩余量,用饱和和量减去剩余量后再与饱和和量的比值乘以 100% 为洗脱率,结果见表 4.

由表 4 可见含甲醇 80% 溶剂是吸附 VB₁₂ 已达饱和的 JDW-1 树脂的很好洗脱剂,因为洗脱率

为 92.8%;而 100% 甲醇并非为其良好的洗脱剂,因为洗脱率只有 80.9%;含甲醇 80%,100% 溶剂是吸附 VB₁₂ 已达饱和的 JDW-2 树脂的很好洗脱剂,洗脱率达到了 96% 以上;含甲醇 100% 溶剂是吸附 VB₁₂ 已达饱和的 Duolite S-761 树脂很好洗脱剂,洗脱率高达 98.5%,80% 甲醇也可作为洗脱剂使用,洗脱率为 87.5%,但洗脱效果不及无水甲醇.

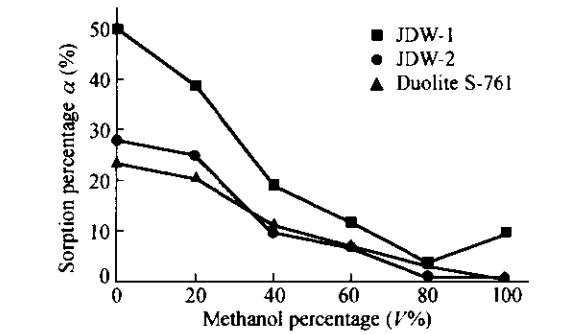


Fig. 6 Effect of the sorption of VB₁₂ in different concentration methanol water solution (V: V)
Initial concentration 500 mg/L; Resin loading (dry) 5 g/L;
Equilibrium temperature 298 K; Equilibrium period 24 h

Table 4 Stripping effect of VB₁₂ from phenolic resin adsorbents with aqueous methanol(X%)

	CH ₃ OH(%)					
	0	20	40	60	80	100
JDW-1	0	22.1	61.6	76.7	92.8	80.9
JDW-2	0	10.8	65.7	76.5	97.5	96.9
Duolite S-761	0	12.1	52.0	69.9	87.5	98.5

在含甲醇的溶液中,3 种酚醛型吸附树脂对 VB₁₂ 的吸附量都比它们在纯水中的吸附量低,原因是甲醇中甲基的供电子效应使甲醇分子中的氧原子带更多的负电荷,使其更易和 VB₁₂ 分子中酰胺基中的羰基氧原子形成氢键. 竞争的结果,促使部分酚羟基和 VB₁₂ 分子中酰胺基中的羰基氧原子间的氢键被破坏,因此在甲醇中吸附 VB₁₂ 的量减少.

2.2.5 溶液中乙醇含量对树脂吸附 VB₁₂ 影响

图 7 为溶液中不同乙醇含量对 3 种酚醛型树脂吸附 VB₁₂ 的影响. 如图所示 JDW-1、JDW-2 两种吸附树脂在含乙醇的溶液中对 VB₁₂ 的吸附行为非常相似,相同条件下,吸附量的大小顺序为 JDW-1 > JDW-2. Duolite S-761 对 VB₁₂ 的吸附量在甲醇含量为 0~20% 时是 3 者中最小的,而在乙醇含量为

40% ~ 100% 时, 其对 VB_{12} 的吸附量位于 JDW-1、JDW-2 两种吸附树脂之间. 在乙醇-水的混合体系或无水乙醇中它们对 VB_{12} 的吸附量都比其在纯水中的吸附量低; 在 40%、80% 的乙醇中, 3 种树脂对 VB_{12} 的吸附量都出现最低值, 在 80%、100% 的乙醇中, 它们对 VB_{12} 的吸附量又有所回升, 其中在 100% 乙醇中的吸附量回升幅度较大. 按照 2.2.4 类似的方法, 对 3 种树脂在不同含量的乙醇中对 VB_{12} 吸附从静态角度分析洗脱效果的数据见表 5.

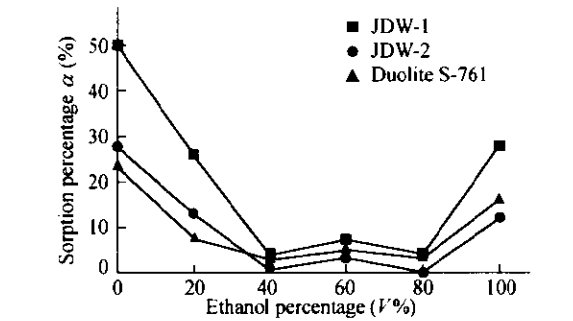


Fig. 7 Effect of the sorption of VB_{12} in different concentrations ethanol-water solution (V: V)
Initial concentrations 500 mg/L; Resin loading (dry) 5 g/L;
Temperature of equilibration 298 K; Equilibration period 24 h

	CH ₃ CH ₂ OH(%)					
	0	20	40	60	80	100
JDW-1	0	47.7	92.1	85.3	91.8	44.0
JDW-2	0	52.9	97.5	88.0	100	56.8
Duolite S-761	0	67.8	88.3	78.5	86.9	31.2

由表 5 可见含乙醇 40%、80% 溶剂是吸附 VB_{12} 已达饱和的 JDW-1、JDW-2、Duolite S-761 树脂的很好洗脱剂, 其洗脱率分别在 92.1% ~ 91.8%、97.5% ~ 100% 和 88.3% ~ 86.9% 的范围内. 从经济的角度出发, 为了减少乙醇使用量并且要达到较好的洗脱效果, 对洗脱吸附 VB_{12} 已达饱和 3 种酚醛型吸附树脂, 我们认为乙醇含量为 40% 的水溶液应是较为理想的洗脱剂.

3 种酚醛型树脂对 VB_{12} 的在纯水中吸附量都比它们在含乙醇的溶液中的吸附量高, 原因是乙醇中的乙基供电子效应使乙醇分子中的氧原子带更多的负电荷, 使乙醇分子更易与 VB_{12} 分子中酰胺基中的羰基氧原子间形成氢键. 竞争的结果, 促

使部分酚羟基和 VB_{12} 分子中酰胺基中的羰基氧原子间的氢键被破坏, 因此使 3 种酚醛型吸附树脂在乙醇中吸附 VB_{12} 的量比在水中的吸附量减少.

2.3 动态实验

2.3.1 动态吸附曲线 图 8 为 JDW-2 吸附 VB_{12} 的动态吸附曲线. 从图可见, 1000 mg/L 的 VB_{12} 溶液流经 5 mL 湿树脂 JDW-2 的树脂床后, 在 9 个床体积出现泄漏, 泄漏吸附量为 9.2 mg/mL 湿树脂, 饱和吸附量为 35.9 mg/mL 湿树脂.

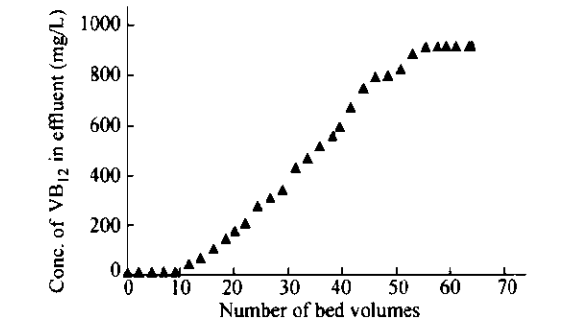


Fig. 8 Dynamic sorption curves of VB_{12} column of JDW-2
BV = 5 mL in 10 mm I. D column at room temperature; Flow rate 1.15 BV/h; Initial concentration 1000 mg/L

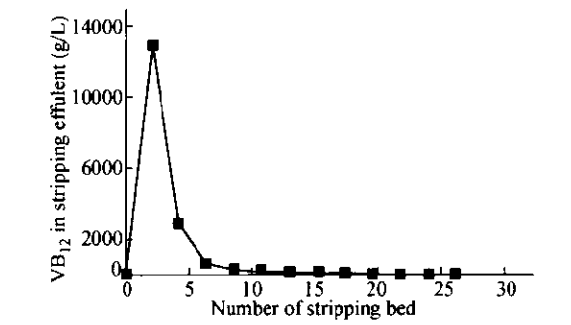


Fig. 9 Stripping of VB_{12} from JDW-2 resin with 80% aqueous methanol
BV = 5 mL in 10 mm I. D column at room temperature; Flow rate 1.1 BV/h

2.3.2 洗脱曲线 图 9 为用 80% 的甲醇溶液洗脱吸附 VB_{12} 已达饱和的 JDW-2 的洗脱曲线. 根据前述对 VB_{12} 在不同甲醇-水溶液中的吸附情形的研究, 发现在含甲醇 80% 溶液中, JDW-2 对的 VB_{12} 吸附百分率最低, 仅有 2.9%, 所以选用含甲醇 80% 溶液作洗脱剂, 洗脱吸附 VB_{12} 已达饱和的树脂, 结果如图 9 所示, 在 2.1 个床体积内洗脱率达 75.52%, 在 4.2 个床体积内洗脱率达 92.20%,

6.4 个床体积内洗脱率达到 95.93%, 峰尖, 且无 很好的。
拖尾。所以含甲醇 80% 的溶液做洗脱剂, 效果是

REFERENCES

- 1 Dolphin D. B_{12} . New York: Wiley & Sons, 1982. 23
- 2 Yang Jianhong(杨建红), Zhang Junshou(张钧寿), Shi Xueyan(史雪艳), Sun Ying(孙颖). Journal of China Pharmaceutical University(中国药科大学学报), 2002, 33(1): 17 ~ 19
- 3 Chen Chun(陈纯), Huang Shaoliang(黄绍良), Fang Jianpei(方建培), Zhong Fengyi(钟风仪), Xia Yan(夏焱), Mai Huirong(麦慧容), Applied Medicine J(实用医学杂志), 2001, 17(1): 75 ~ 77
- 4 Xi Guangxia(秘光霞), Zhang Jianjun(张建军), Wang Hui(王辉), Shanxi Clinical Medicine J(山西临床医药杂志), 2001, 10(3): 190 ~ 191
- 5 He Binglin(何炳林), Huang Wenqiang(黄文强). Ion Exchange and Adsorption Resin(离子交换与吸附树脂). Shanghai(上海): Shanghai Science and Technology and Education Press(上海科技出版社), 1995. 123 ~ 126
- 6 Tan Qiming(谈启明), Shi Zuoqing(史作清). Ion Exchange and Adsorption(离子交换与吸附), 1987, 3(1): 30 ~ 33
- 7 Hiester N K, Vermeulen T. Chem Eng Progr, 1952, 48: 505 ~ 516
- 8 Chanda M, O'Driscoll K F, Rempel G L. React Polym, 1983, 1: 281 ~ 293
- 9 Chanda B M, Rempel G L. Sep Sci Technol, 2000, 35(6): 883 ~ 902

THE STUDY ON THE PROPERTIES OF ADSORPTION OF VB_{12} BY PHENOLIC RESIN ADSORBENT

WANG Zhong^{1,2}, SHI Zuoqing², SHI Rongfu², FAN Yunge², YANG Yizhong²

(¹ Department of Polymer Materials and Engineering, Shenyang College of Chemical Technology, Shenyang 110021)

(² The State Key Laboratory of Functional Polymer Materials for Adsorption and Separation,
Institute of Polymer Chemistry, Nankai University, Tianjin 300071)

Abstract The adsorption of VB_{12} was studied by using three phenolic resin adsorbents: JDW-1, JDW-2, prepared in the laboratory and a commercial product Duolite S-761 under static and dynamic conditions. The experimental results show that JDW-1 is superior to Duolite S-761 in adsorption of VB_{12} (the saturation adsorption capacity of JDW-1 for VB_{12} is 84 mg/g dried resin). A semi-empirical rate equation adequately fits the sorption rate data of VB_{12} in the initial period, till about 43% ~ 69% of the equilibrium adsorption. The equilibrium adsorption data for phenolic resin adsorbents/ VB_{12} systems showed good agreement with the Langmuir isotherm equation. The correlation coefficients are larger than 0.99. The adsorption of VB_{12} therefore is monomolecular adsorption. Experiments of stripping VB_{12} from JDW-2 resin with 80% aqueous methanol showed that 92.20% and 95.93% of the adsorbed VB_{12} were removed at 4.2 and 6.4 bed volumes, respectively, (the desorption rate was 1.1 BV/h). It implies that phenolic resin adsorbents own excellent desorption performance, and it is good to use 80% aqueous methanol as desorption solvent for stripping VB_{12} from JDW-2.

Key words Phenolic resin adsorbent, Adsorption, VB_{12}