



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112166016 B

(45) 授权公告日 2022.10.04

(21) 申请号 201980022678.0

B29C 51/00 (2006.01)

(22) 申请日 2019.04.03

C08J 5/06 (2006.01)

D04H 1/00 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 112166016 A

(56) 对比文件

(43) 申请公布日 2021.01.01

CN 103648535 A, 2014.03.19

CN 106427163 A, 2017.02.22

(30) 优先权数据

1850372-2 2018.04.04 SE

CN 1954024 A, 2007.04.25

CN 102300614 A, 2011.12.28

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2020.09.27

CN 105082297 A, 2015.11.25

CN 101637931 A, 2010.02.03

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/IB2019/052710 2019.04.03

US 2002112296 A1, 2002.08.22

CN 101108503 A, 2008.01.23

CN 1070863 A, 1993.04.14

(87) PCT国际申请的公布数据

W02019/193504 EN 2019.10.10

CN 102672770 A, 2012.09.19

CN 1054026 A, 1991.08.28

(73) 专利权人 斯道拉恩索公司

地址 芬兰赫尔辛基

CN 102963079 A, 2013.03.13

CN 101691045 A, 2010.04.07

WO 9623024 A1, 1996.08.01

(72) 发明人 D.迈耶斯 J.平诺宁

M.托恩布洛姆

EP 2485880 A1, 2012.08.15

US 2002074095 A1, 2002.06.20

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

专利代理师 詹承斌 宋莉

US 5437418 A, 1995.08.01

US 2009011214 A1, 2009.01.08

WO 2011030052 A2, 2011.03.17

(51) Int. Cl.

B27N 1/00 (2006.01)

B27N 3/04 (2006.01)

D04H 1/04 (2012.01)

B27K 3/15 (2006.01)

JP 2003505276 A, 2003.02.12

US 2009264560 A1, 2009.10.22

WO 2012169966 A1, 2012.12.13

审查员 董义

权利要求书1页 说明书7页

(54) 发明名称

制造用于热成型的干法成网的垫的方法

制造的热成型的制品。

(57) 摘要

本发明涉及制造适合用于热成型的干法成网的垫的方法。本发明涉及干法成型工艺,其中,在干法成型方法中,在成型之前,纤维素纤维或木质纤维素纤维已经被交联剂浸渍但没有与交联剂交联。本发明还涉及根据所述方法制造的干法成网的垫,并且,涉及由这样的干法成网的垫

CN 112166016 B

1. 制造用于热成型的干法成网的垫的方法,包括以下步骤
 - a) 用溶解在溶剂中的交联剂浸渍纤维素纤维或木质纤维素纤维,随后,在该纤维的温度不超过150℃的这样的条件下,将纤维素纤维或木质纤维素纤维和交联剂的混合物干燥;随后
 - b) 通过在该纤维的温度不超过150℃的这样的条件下进行的干法成型工艺,使包含步骤a)的产物的垫成型,所述步骤a)的产物的水分含量小于10重量%。
2. 根据权利要求1所述的方法,其中,在步骤b)中形成的垫包含至少一种热塑性聚合物。
3. 根据权利要求1或2所述的方法,其中,在步骤b)中形成的垫包含至少一种偶联剂。
4. 根据权利要求1或2所述的方法,其中,步骤b)中的干法成型通过气流成网进行。
5. 根据权利要求1或2所述的方法,其中,该交联剂是具有至少两个羧基的有机羧酸。
6. 根据权利要求5所述的方法,其中,该交联剂是柠檬酸。
7. 根据权利要求1或2所述的方法,其中,该纤维素纤维或木质纤维素纤维以化学浆、热磨机械浆(TMP)、旨在用于中密度纤维板的机械纤维(MDF-纤维)、或化学热磨机械浆(CTMP)的形式提供。
8. 根据权利要求1或2所述的方法,其中,步骤a)中的浸渍通过将该交联剂喷洒在该纤维上而进行,同时,这些被携带在管道里的气流中。
9. 根据权利要求8所述的方法,其中,该管道为管式反应器或流化床涂布机或机械浆精磨机的喷放管线。
10. 根据权利要求1或2所述的方法,其中,该浸渍在鼓式共混机或鼓式混合机中进行。
11. 根据权利要求1或2所述的方法,其中,在将纤维材料或木质纤维材料引入到机械浆精磨机中之前进行该浸渍,或者,在该精磨机的稀释水中提供该交联剂。
12. 根据权利要求1或2所述的方法,随后进行热成型,其中,该热成型在150℃至220℃的温度下和在1至100MPa的压力下在足以固化该交联剂的时间期间进行。
13. 能够通过权利要求1-11中任一项所述的方法获得的适合用于热成型的干法成网的垫。
14. 能够通过根据权利要求12所述的方法获得的热成型的制品。

制造用于热成型的干法成网的垫的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及制造适合用于热成型的干法成网(干铺,dry-laid)的垫(毡,mat)的方法。本发明涉及干法成型工艺,其中,在干法成型方法中,在成型之前,纤维素纤维或木质纤维素纤维已经被交联剂浸渍但没有与交联剂交联。本发明还涉及根据所述方法制造的干法成网的垫以及由这样的干法成网的垫制造的热成型的制品。

背景技术

[0002] 随着对人为引发的气候变化以及不可再生资源的枯竭的关注日益增加,采用由可再生的、天然的原材料产生的那些材料代替衍生自石油的材料兴趣激增。与作为有限的资源的石油相比,天然材料(比如木材)不断地重新生长和再生,并且,在该重新生长期间,还充当二氧化碳的捕集器。纸张、板材和纤维板(比如MDF)是衍生自天然纤维的材料,其在市场上已经存在了很长时间,并且仍然具有很多应用。然而,这些材料一旦被设定(set),其挺度(stiffness)和刚度(rigidity)使得不可能将它们成型为任何随意的3维结构体,这限制了其适用性。在其中对制品及其包装这两者而言设计都是卖点的市场中,可成型性是非常期望的性质并且是热塑性聚合物自发明以来其发展的主要原因之一。

[0003] 纸张和板材材料的刚度来自纤维-纤维联结(结合,键合,bond),其将刚性的纤维连接成网络结构。这些是在制造过程中通过水介导形成的(formed mediated),并且,在干燥步骤中,随着该水的除去而被固结(巩固,consolidate)。它们向干形式的幅材提供强度和挺度。因此,无论是纸张或板材,还是纤维板,均未表现出任何热塑性并且在加热时不能成为可延展的(malleable)或可模塑的。为了使得基于天然纤维的材料成为可模塑的,则不仅必须不能存在纸张类型的纤维-纤维联结,纤维还必须能够相对彼此移动,至少直到材料成型为其最终形状。这样的材料的基本类型是经熔融混合的天然纤维-聚合物复合物,自1980年代对此已有描述(D.Maldas、B.V.Kokta和C.Daneault,Journal of Applied Polymer Science,1989,第38卷,第413-439页;US4,376,144;US4,791,020)。如果该工艺中的基质聚合物是疏水性的,则通常的做法是添加偶联剂以使得纤维和基质相容,并改善最终复合材料的性质。这些通常是接枝有在混合过程中可与纤维素表面和木质素表面形成共价键的基团的聚合物,或者,与在混合过程中可与纤维素表面和木质素表面形成共价键的基团共聚的聚合物。

[0004] 与可成型的天然纤维材料的概念接近的另一种方式是通过干法成型方法(比如气流成网(air-laying)(US3,575,749)或用于纤维板的干法成型方法)来使纤维材料成型为幅材或垫。在这些情况中,不存在水介导的纤维-纤维联结,并且,垫可理论上通过标准方法(比如,匹配的模具热成型(matched molds thermoforming))进行成型,在该方法期间,初始多孔的材料也被压实(压缩)至高得多的密度。然而,在成网过程(laying process)中,通常向纤维混合物中引入聚合物粘合剂的原因是:为了干法成网的垫的整体性和强度,在升高的温度下进行挤压之前,纤维需要彼此通过一些方式而联结。该粘合剂将帮助在处理和运输期间保持干法成网的垫的结构。如果该粘合剂为热塑性材料,当聚合物粘合剂通过加

热而软化时,所述垫可成型为3D结构体(EP1840043A1、EP1446286A1)。在纤维板中,通过加入将纤维粘合在一起的树脂而将纤维彼此联结。在标准的纤维板品质中,这是热固性树脂(传统上是脲/甲醛),其提供了在加热时不可成型的板。已经提出了其中粘合剂至少部分地为热塑性的方法(US4,474,846、W02007/073218A1),其可在初始挤压和固结操作之后,提供可成型的MDF(诸如板)。

[0005] 后一概念允许复合物中高得多的纤维负载量,但如此一来,纤维素纤维和木质纤维素纤维的吸湿特性对最终生产出的材料具有甚至更大的影响。当纤维素和木质纤维素纤维从空气或水中吸收水分时,其发生膨胀(swell)。这是在熔融混合的复合物中已经存在的问题,其中,它可能导致整个材料的膨胀和变形,颜色偏移(color shift),以及,随着时间而降低的强度性质。其还促进霉菌和真菌这两者在复合物中以及在复合物上的生长。随着纤维含量的提高,这些问题将愈发严重,直到在湿润或足够潮湿时,材料就像未经处理的纸张一样发生碎裂(崩解,disintegrate)。

[0006] 因此,需要用于制造适合用于热成型的垫或幅材的方法,其将提供经热成型的制品的改善的性质。

发明内容

[0007] 已令人惊奇地发现,通过根据本发明的方法可以部分或完全避免上述问题。

[0008] 本发明涉及制造适合用于热成型的干法成网的垫的方法,包括以下步骤

[0009] a) 将纤维素纤维或木质纤维素纤维与交联剂混合,或者,用交联剂浸渍纤维素纤维或木质纤维素纤维,随后,在该纤维的温度不超过150℃的这样的条件下,将纤维素纤维或木质纤维素纤维和交联剂的混合物干燥;随后

[0010] b) 通过在该纤维的温度不超过150℃的这样的条件下进行的干法成型工艺,使包含该步骤a)的产物的垫成型,所述步骤a)的产物的水分含量小于10重量%。

[0011] 在本发明的上下文中,术语--适合用于热成型的垫--指的是这样的片材、幅材或垫,其可被成型为三维形状并同时通过热成型(即,通过暴露于热和压力)而固结。在热成型期间,根据本发明的方法制造的垫在压力下暴露于150℃至220℃的温度。在热成型期间使用的压力典型地为至少1-100MPa。用于热成型的条件使得交联反应(即固化)在热成型的同时发生。

[0012] 凭借根据本发明的方法,步骤a)和步骤b)中使用的温度使得在步骤a)或步骤b)期间基本上不发生交联反应。由于交联反应在热成型的同时发生,因此,所实现的交联不仅是纤维内交联,还有纤维间交联,即,实现了单根纤维之间的交联,这在热成型之后导致所成型的制品的改善的水分耐受性和尺寸稳定性。因此,对于向通过根据本发明的方法制得的垫添加任何疏水化试剂的需要典型地变低。

[0013] 当在根据本发明的方法的步骤b)中对垫进行干法成型时,所述垫还可包含最高达40重量%(以形成垫的材料的干重量计)的至少一种聚合物(比如热塑性聚合物)。优选地,聚合物的量小于30重量%,更优选小于20重量%。优选地,聚合物的量为至少1重量%。

[0014] 当在根据本发明的方法的步骤b)中对垫进行干法成型时,所述垫还可包含最高达10重量%(以形成垫的材料的干重量计)的添加剂(比如偶联剂、颜料、着色剂、阻燃剂、杀真菌剂等)。

[0015] 当在根据本发明的方法的步骤b)中对垫进行干法成型时,步骤a)的产物的水分含量低于在步骤b)中使用的步骤a)的产物的10重量%。

[0016] 在根据本发明的方法的步骤b)中使用的干法成型工艺是任何可用于制备垫的干法成型工艺。这样的干法成型工艺的实例包括气流成网。在干法成型工艺中,在使片材成型时所使用的组分以基本上干的形式提供。在步骤b)中的干法成型工艺期间,还可在纤维的温度不超过150℃的这样的条件下加热步骤a)的产物。优选地,在步骤b)中使用的温度为30℃至150℃、更优选50℃至150℃、最优选100℃至150℃。如果热塑性聚合物(比如双组分或单组分纤维)被并入到片材中,则这样的加热导致这样的纤维的至少外层的熔融,由此将垫的组分结合在一起。

具体实施方式

[0017] 在根据本发明的方法中,制造了适合用于热成型的干法成网的垫,其中,垫的纤维质材料直到热成型时才交联。

[0018] 在本发明的上下文中,术语“干法成网”指的是形成幅材的工艺,在该工艺中,通过将待用于垫中的组分(比如纤维)与空气混合以形成均匀的空气-纤维混合物、然后将其沉积在移动的透气的带或丝网上而形成幅材。

[0019] 在交联反应期间,天然纤维素或木质纤维素纤维通过在至少两个位点与交联剂反应而化学交联,所述交联剂含有至少两个能够与这些纤维上的基团反应的化学基团。通过该交联,纤维壁与水分接触而膨胀的能力会极度地(radically)降低,并且,纤维对于与空气或水中的水分接触的敏感性将大大降低。凭借根据本发明的方法,可实现纤维间和纤维内交联这两者,其中,纤维间交联对于最终制品的强度特别地有贡献。根据本发明生产的垫还可包含热塑性粘合剂或基质,其可含有相容性物质和其它添加剂。所生产的垫是适合用于热成型的干法成网物,比如干法成网纤维垫。

[0020] 根据本发明使用的天然纤维是含有纤维素(且在许多情况中为木质素和/或半纤维素)的天然纤维。典型地,其为通过软木(softwood)或硬木(hardwood)的化学、机械、或化学机械制浆生产的木纤维。这样的浆(pulp)的实例为化学浆(比如硫酸盐或亚硫酸盐的浆)、热磨机械浆(thermomechanical pulp)(TMP)、旨在用于中密度纤维板的机械纤维(MDF-纤维)、或化学热磨机械浆(chemo-thermomechanical pulp)(CTMP)。所述纤维也可通过其它制浆方法(比如,蒸汽爆破制浆)而生产,以及,来自其它纤维素或木质纤维素原料(比如,亚麻、黄麻、大麻、洋麻、蔗渣、棉、竹、稻草、或稻壳)。

[0021] 根据本发明使用的交联剂是含有可与纤维素或木质素中的基团反应以形成至少两个共价键的化学基团的物质。合适的交联剂包括具有至少两个羧基的有机羧酸,乙二醛(草酸醛),乙二醛与二甲基脲的反应产物,或乙二醛与脲和甲醛以及可能地与醇(比如1,3-双(羟甲基)-4,5-二羟基咪唑烷-2或其反应产物)的反应产物,脲和甲醛与可能的醇或胺(比如二羟甲基脲或双(甲氧基甲基)脲)的反应产物,以及三聚氰胺和甲醛的反应产物。它们中的大部分需要催化剂的存在。

[0022] 优选的交联剂是柠檬酸。该交联剂价格便宜、无毒且环保,并且,不需要催化剂。

[0023] 纤维素纤维或木质纤维素纤维与交联剂的重量比典型地在50:1至1.5:1之间。

[0024] 在用交联剂浸渍纤维素或木质纤维素纤维的过程中,交联剂必须吸附在纤维表面

上,并且,为了最高的效率,还必须吸附在纤维结构的孔隙中。一种这样做的方法是将交联剂溶解在能够渗透到这些中的溶剂中。对于柠檬酸,该溶剂优选为水。用交联剂溶液浸渍纤维可通过将其喷洒在纤维上而实现,同时,这些(纤维)被携带在管道里的气流中,所述管道,例如,特别被设计用于所述目的的管式反应器或机械浆精磨机的喷放管线(blowline),或者,在流化床涂布机(Wurster涂布机或顶喷流化床涂布机)中的。在该操作之后,可通过气流将纤维进一步带至干燥机(比如急骤干燥机(闪蒸干燥机,flash drier))中,以用于干燥。在干燥期间,使纤维的温度保持低于150℃,以确保基本上不发生交联反应。

[0025] 为了实现使用交联剂的纤维浸渍,还可以将交联剂的溶液喷洒在纤维上,同时,这些(纤维)在其中纤维暴露于交联剂的喷洒的鼓式共混机或鼓式混合机(比如转鼓)中被搅动或翻转(toss around)。

[0026] 还可将交联剂浸渍到来自其中悬浮有纤维的溶液的纤维中。在该操作之后,必须将过量的溶液从纤维中挤出,以循环回该过程。此后,可将纤维干燥以准备包含在干法成网的垫中。在此情况中,尤其有利的是通过用于绒毛浆(fluff pulp)干燥的方法来干燥纤维,这提供了结构比普通商品浆的结构更松散且因此更容易在以下工艺步骤中碎裂的片材形式的浆。在干燥期间,条件使得纤维的温度不超过150℃,以确保基本上不发生交联反应。优选地,干燥在30℃至110℃、更优选50℃至110℃、最优选70℃至110℃的温度下进行。

[0027] 在另一个尤其涉及机械浆的实施方式中,可将交联剂添加在浆精磨机的稀释水中,可替代地,可在将纤维素材料或木质纤维素材料引入到机械浆精磨机中之前添加交联剂。对此的前提是交联剂是可溶于水的,比如,柠檬酸。凭借此种形式的添加,浸渍将与原材料碎裂成浆同时发生,并且,将不需要单独的浸渍步骤。在将经浸渍的纤维施加至干法成网的垫中之前,可直接将经浸渍的纤维从精磨机的喷放管线引导至干燥。

[0028] 根据本发明,干法成网的垫通过干法成型形成。垫可以多孔的幅材、片材或垫的形式通过通常称为气流成网的技术制造,在该技术中,存在数种不同的变体供本领域技术人员使用。可将纤维质材料以松散的材料的形式或片材的形式提供至气流成网管线(air laying line)。如果将纤维质材料以片材的形式提供至气流成网管线,则在进料至管线之前,该片材一般需要被碎裂。这在与气流成网机(air-layer)串联安装的合适的装置(一般为锤式粉碎机(锤磨机))中是最便于完成的。气流成网的垫可仅由与交联剂混合的纤维或用交联剂浸渍的纤维制得,或者,这些可与合适量的热塑性聚合物纤维组合,所述热塑性聚合物纤维充当将垫或片材结合在一起的粘合剂。如果使用较大量的热塑性聚合物纤维,则在固结后这些还会熔融并且形成围绕天然纤维的基质。还可以根据本领域技术人员已知的方法,以粉末或液体形式将粘合剂/基质聚合物施加至纤维垫。

[0029] 如果基质聚合物的性质是非极性且疏水性的(比如聚烯烃),则优选的是,将至少一种偶联剂形式的添加剂并入到垫中。偶联剂是化学性质与基质聚合物相似的聚合物,其已经用可与纤维素或木质素中的基团形成共价键的实体(entities)进行共聚或接枝,通常是马来酸酐或硅烷。这些键会将聚合物链连接至初始一般为极性且亲水性的纤维表面并且因此使其与基质聚合物相容。在许多情况中,该偶联剂包括在聚合物粘合剂纤维的配方(配制物)中。

[0030] 如果基质聚合物是作为缩合产物的热塑性聚合物(比如聚酯或聚酰胺),则交联剂(尤其是如果其为酸(比如柠檬酸))的存在可能会引起聚合物中的键的水解并且自身与聚

合物链的一部分形成键,并由此将其偶联至纤维表面。在此情况中,交联剂也会充当偶联剂并且使纤维与聚合物相容,具有以上解释的优点。

[0031] 基质聚合物的实例包括聚乙烯(PE)、聚丙烯(PP)、高密度聚乙烯(HDPE)、低密度聚乙烯(LDPE)、线性低密度聚乙烯(LLDPE)、聚丁烯、聚丁二烯、其它聚烯烃、聚氯乙烯(PVC)、聚酰胺(PA)、丙烯腈丁二烯苯乙烯(ABS)、聚苯乙烯(PS)、聚乳酸(PLA)、聚己内酯、聚乙交酯(PGA)、乙烯醋酸乙烯酯(EVA)。基质聚合物可以是循环使用的材料。基质聚合物可以部分或全部地为基于生物的。

[0032] 其后,将根据本发明形成的垫热成型为3D-结构体并且还在此操作中被固结。在热成型之后,所述垫典型地变为致密的复合物,具有最大量的接触表面和最小量的空隙。在该热成型步骤中,发生交联反应(即固化)。因此,热成型中所采用的持续期间、时机(时间,次数,time)和温度使得发生交联反应。热成型步骤根据本领域中已知的方法进行。

[0033] 实施例

[0034] 对于复合片材,MDF(中密度纤维板)类型的木纤维是在单段式(one stage)机械精磨工艺中从100%挪威云杉屑精磨而成的。在该精磨中,蒸煮温度为195℃,蒸气流为200升/分钟并且精磨机压力为8巴。在该精磨后,在环境条件下,将纤维干燥至6-8%的水分含量。

[0035] 其后,通过在鼓式共混机中喷洒,以水性柠檬酸溶液浸渍纤维批料的一部分,直到柠檬酸的量达到5%(干的柠檬酸/干的纤维的重量)。在环境温度下,将其干燥至约8%的水分含量。

[0036] 在60cm宽的Spike气流成网管线上,通过通常称作气流成网的工艺形成混合的木纤维-聚合物垫。所述垫含有90%的未经处理或经处理的MDF纤维和10%的6mm长的PP/PE双组分粘合剂纤维(AL Adhesion II(ES Fibervisions,Denmark))。使纤维混合物两次通过该管线的分离部分,以确保充分混合。使所述垫两次通过单区粘合烘箱(single zone bonding oven),以确保大部分粘合剂纤维已经被活化。

[0037] 在以下实施例中,这些垫被挤压成平板,以生产用于机械和水吸收测试的样本,但是,也可在类似的挤压操作下或通过匹配的刚性模具,将这些垫挤压成具有双曲率的复杂的3D结构体。

[0038] 实施例1

[0039] 在实验室烘箱中,将未经处理的和经柠檬酸处理的纤维的垫预热至150-155℃。取决于初始克重,将一个层或两个层放置在被加热至约180℃并且覆盖有烘焙纸的平钢板上,并且,在20MPa下进行挤压。在全压力(full pressure)下的挤压时间为3秒,这提供了约30秒的总循环时间(即,垫与被加热的模具的接触时间)。被挤压的复合板的温度在卸载时用IR温度计测量并且发现为165-170℃。所得的克重在2200至2500g/m²范围内,并且,这些以及厚度在板上的不同横向位置处略有不同,其可能是由于气流成网工艺中的变化造成的。

[0040] 用于机械和水吸收测试的测试样本通过激光裁切从所述板上被裁切出来。

[0041] 拉伸测试符合ISO 527,除了测试样本(A类型)的厚度为2.7-3.7mm而非4mm。在用于计算样本的拉伸强度和模量的测试之前,各样本的厚度单独测量。

[0042] 挠曲测试符合ISO 178,除了一些测试样本的厚度略微低于标准中对于10mm宽的样本所标明的3-5mm的区间。在用于计算样本的挠曲强度和模量的测试之前,各样本的厚度单独测量。

[0043] 20MPa样品的机械测试的结果呈现在表1中,其中,比较了来自未经处理的纤维和用柠檬酸处理的纤维的复合材料的机械性质。

[0044] 表1:在20Mpa下挤压的来自未经处理的纤维和经柠檬酸处理的纤维的复合板的机械性质

[0045]	纤维的柠檬酸处理	拉伸强度	拉伸模量	挠曲强度	挠曲模量
	(是/否)	(MPa)	(GPa)	(MPa)	(GPa)
	否	12	2.1	15	1.4
	是	21	3.1	28	2.5

[0046] 部分地根据SS EN 15534-1测量水吸收。偏离之处在于每种类型仅有一个测试样本,它们在浸入 (immersion) 之前没有被干燥但是在23°C和50%Rh下修整 (condition) 了至少48小时,偏离之处还在于水温为23°C并且测量的周期性是不同的,如表2中所示,其中,呈现了在浸入不同时间期间时的重量增加。

[0047] 表2:在20Mpa下挤压的来自未经处理的纤维和经柠檬酸处理的纤维的复合板的水吸收

	纤维的柠檬酸处理 (是/否)	由于水吸收的重量增加(%)				
[0048]		0 小时	2 小时	24 小时	72 小时	168 小时
	否	0,0	94	106	119	124
	是	0,0	16	47	68	76

[0049] 实施例2

[0050] 未经处理的和经柠檬酸处理的纤维的垫被如上加热,以两个层放置,并且,以100MPa挤压。在全压力下的挤压时间为3秒,这提供了约40秒的总循环时间(即,垫与被加热的模具的接触时间)。被挤压的复合板的温度在卸载时用IR温度计测量并且发现为170-172°C。所得的克重在2100g/m²附近,但是,这些以及厚度在板上的不同横向位置处略有不同,其可能是由于气流成网工艺中的变化造成的。

[0051] 用于机械和水吸收测试的测试样本通过激光裁切从所述板上被裁切出来。

[0052] 拉伸测试符合ISO 527,除了测试样本(A类型)的厚度为2.2-2.6mm而非4mm。在用于计算样本的拉伸强度和模量的测试之前,各样本的厚度单独测量。

[0053] 挠曲测试符合ISO 178,除了测试样本的厚度低于标准中对于10mm宽的样本所标明的3-5mm的区间。在用于计算样本的挠曲强度和模量的测试之前,各样本的厚度单独测量。

[0054] 100MPa样品的机械测试的结果呈现在表3中,其中,比较了来自未经处理的纤维和用柠檬酸处理的纤维的复合材料的机械性质。

[0055] 表3:在100Mpa下挤压的来自未经处理的纤维和经柠檬酸处理的纤维的复合板的机械性质

[0056]	纤维的柠檬酸处理	拉伸强度	拉伸模量	挠曲强度	挠曲模量
	(是/否)	(MPa)	(GPa)	(MPa)	(GPa)
	否	19	4.0	23	3.0

是	27	4.1	35	3.1
---	----	-----	----	-----

[0057] 部分地根据SS EN 15534-1测量水吸收。偏离之处在于每种类型仅有一个测试样本,它们在浸入之前没有被干燥但是在23℃和50%Rh下修整了至少48小时,偏离之处还在于水温为23℃并且测量的周期性是不同的,如表4中所示,其中,呈现了在浸入不同时间期间的重量增加。

[0058] 表4:在100Mpa下挤压的来自未经处理的纤维和经柠檬酸处理的纤维的复合板的水吸收

纤维的柠檬酸处理 (是/否)	由于水吸收的重量增加(%)				
	0小时	2小时	24小时	72小时	168小时
否	0,0	16	48	63	69
是	0,0	14	41	48	52

[0060] 应当注意到,在以上呈现的结果中,尽管样品停留在被认为发生交联的温度下的时间非常短,但是,在强度和水吸收这两者中都存在显著的差异,且这可能教导了较长的停留时间将会提高柠檬酸的效果。

[0061] 鉴于以上对本发明的详细描述,其它修改和变型对于本领域技术人员将变得明晰。然而,明显的是,可以在不脱离本发明的精神和范围的情况下进行这样的其它修改和变型。