



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1784585 B

(45) 授权公告日 2012.03.28

(21) 申请号 200480012443.7

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2004.05.04

F41H 5/04 (2006.01)

(30) 优先权数据

03010327.9 2003.05.08 EP

(56) 对比文件

US 6276254 B1, 2001.08.21, 说明书第10栏第36行至第11栏第56行, 第14栏第2段、附图1-3.

(85) PCT申请进入国家阶段日

2005.11.08

CN 1202237 A, 1998.12.16, 说明书第2页第

(86) PCT申请的申请数据

PCT/EP2004/004720 2004.05.04

3段—第5页第1段, 权利要求1-15.

(87) PCT申请的公布数据

W02004/099704 EN 2004.11.18

审查员 高波

(73) 专利权人 帝人芳纶有限公司

地址 德国伍珀塔尔

专利权人 奇泰里奥兄弟有限公司

(72) 发明人 G·奇泰里奥 C·伯特格尔

(74) 专利代理机构 北京市中咨律师事务所

11247

代理人 吴鹏 马江立

权利要求书 2 页 说明书 6 页

(54) 发明名称

柔韧的防穿透组件及其应用

(57) 摘要

本发明涉及柔韧的防穿透封装及其应用。该柔韧防穿透封装包括 a) 至少一个由至少一层纱组成的叠片, 该纱含强度按照 ASTM D-885 至少为 900MPa 的纤维, 其中该纱层粘合到至少一个聚合物连续介质上, 该连续介质的拉伸弹性模量按照 ASTM D-882 为 5-1000Mpa, 且该封装的外表面对着受击侧并且内表面背对着受击侧, 和 b) 可压缩材料层, 该层可设置在封装的内表面上或者封装中叠片之间的位置, 该位置使得从该位置到封装外表面的叠片数量是从该位置到内表面的叠片数量的至少两倍。这种封装用于生产防护服, 具体地为防护背心、套装和罩面。

1. 一种柔韧的防穿透组件,包括:

a) 叠片组,其中的叠片由至少一层纱线组成,该纱线含强度按照 ASTM D-885 至少为 900MPa 的纤维,其中该纱线层粘合到至少一个聚合物连续介质上,该连续介质的拉伸弹性模量按照 ASTM D-882 为 5-1000MPa,且所述叠片组的外表面对着受击侧并且内表面背对着受击侧,和

b) 可压缩材料层,该可压缩材料层设置在所述叠片组的内表面上或者位于所述叠片组内、介于叠片之间的位置,该位置使得从该位置到所述叠片组外表面的叠片数量是从该位置到叠片组内表面的叠片数量的至少两倍,

其特征在于,所述可压缩材料层的可压缩材料选自泡沫塑料、羽毛或隔离织物中的一种材料。

2. 根据权利要求 1 所述的组件,其特征在于,所述聚合物连续介质按照 ASTM D-882 的拉伸弹性模量为 15 至 1000MPa。

3. 根据权利要求 1 所述的组件,其特征在于,所述聚合物连续介质按照 ASTM D-882 的拉伸弹性模量为 42 至 1000MPa。

4. 根据权利要求 1 至 3 中任一项所述的组件,其特征在于,所述组件含有 5 至 100 个叠片。

5. 根据权利要求 1 至 3 中任一项所述的组件,其特征在于,所述纱线构成一种单向结构。

6. 根据权利要求 1 至 3 中任一项所述的组件,其特征在于,所述纱线构成一种多向结构。

7. 根据权利要求 1 至 3 中任一项所述的组件,其特征在于,所述纱线是机织物形式的。

8. 根据权利要求 1 至 3 中任一项所述的组件,其特征在于,所述纱线包括选自聚苯并噁唑、聚苯并咪唑、聚乙烯、聚酰亚胺、聚酯、聚芳酰胺、脂族聚酰胺和脂环族聚酰胺纤维中的一种或几种纤维。

9. 根据权利要求 1 至 3 中任一项所述的组件,其特征在于,所述聚合物连续介质选自热塑性的、弹性体的或者刚性体的聚合物,或者选自这些聚合物的共混物。

10. 根据权利要求 1 至 3 中任一项所述的组件,其特征在于,所述可压缩材料是可见的可人工压缩的。

11. 权利要求 10 所述的组件,其特征在于,所述可压缩材料显示出 100 牛顿力下 5-25%,和 500 牛顿力下 10-46% 的厚度压下量,其中在两种情况中,所述力垂直作用在所述可压缩材料的表面上,并且按照 ASTM D6478-00 测定厚度压下量。

12. 根据权利要求 1 至 3 中任一项所述的组件,其特征在于,所述可压缩材料的单位体积重量为 10 至 1000kg/m³。

13. 根据权利要求 12 所述的组件,其特征在于,所述可压缩材料的单位体积重量为 10 至 200kg/m³。

14. 根据权利要求 1 至 3 中任一项所述的组件,其特征在于,所述可压缩材料层的厚度为 2 至 10mm。

15. 根据权利要求 1 至 3 中任一项所述的组件,其特征在于,所述纤维中的至少一部分与一种除所述至少一个聚合物连续介质之外的粘性液体形式的另一聚合物接触。

16. 根据权利要求 15 所述的组件,其特征在于,所述粘性液体形式的另一聚合物呈粘弹性液体的形式。

17. 根据权利要求 15 所述的组件,其特征在于,所述另一聚合物是一种非牛顿粘弹性液体。

18. 根据权利要求 15 所述的组件,其特征在于,所述另一聚合物形式上是一种粘弹性液体,其中损耗分量 G'' 大于弹性分量 G' 。

19. 根据权利要求 15 所述的组件,其特征在于,所述另一聚合物在 25℃时的动力粘度为 250 至 250000000MPa. s。

20. 根据权利要求 15 所述的组件,其特征在于,所述另一聚合物的分子量为 250 至 50000。

21. 根据权利要求 15 所述的组件,其特征在于,所述另一聚合物在 25℃时的运动粘度高于 250MPa. s。

22. 根据权利要求 15 所述的组件,其特征在于,所述另一聚合物选自聚烯烃、聚乙烯醇、聚异戊二烯、聚丁二烯、聚异丁烯、聚酯、聚酰胺、聚砜、聚硫化物、聚氨酯、聚碳酸酯、碳氟化合物、硅氧烷、二醇、液体嵌段共聚物、聚丙烯酸类、环氧、酚、液态橡胶或它们的混合物。

23. 根据权利要求 22 所述的组件,其特征在于,所述聚烯烃为聚丁烯。

24. 根据权利要求 22 所述的组件,其特征在于,所述聚丙烯酸类为聚丙烯酸酯。

25. 根据权利要求 15 所述的组件,其特征在于,所述另一聚合物在低至 -128℃的温度时仍为液体形式。

26. 根据权利要求 15 所述的组件,其特征在于,所述另一聚合物是一种具有触变性的液体。

27. 根据权利要求 1 至 3 中任一项所述的组件,其特征在于,所述组件置于覆盖物中。

28. 根据权利要求 1 至 27 中任一项所述的组件用于制造防护服的用途,所述防护服为防护背心、防护套装和防护罩。

柔韧的防穿透组件及其应用

技术领域

[0001] 本申请涉及一种柔韧的防穿透组件。

背景技术

[0002] 这类材料在例如 EP 0 862 722B1 中做了描述。本说明书公开了一种防穿透合成物,该合成物具有至少一层,该层具有纤维制成的纱线,纤维的强度按照 ASTM D-885 至少为 900MPa,其中该层粘合到一种聚合物连续介质上。这种防穿透合成物用于制造防护服。

发明内容

[0003] 防护服必须确保对例如弹丸伤害有足够的保护。对防弹作用的要求一直在增加。因此,本发明的目的是提供一种防弹程度更高的材料。

[0004] 该目的通过一种柔韧防穿透组件实现,该柔韧防穿透组件包括:

[0005] a) 至少一个由至少一层纱线组成的叠片(laminate),该纱线含强度按照 ASTM D-885 至少为 900MPa 的纤维,其中该纱线层粘合到至少一个聚合物连续介质上,该连续介质按照 ASTM D-882 的拉伸弹性模量为 5-1000Mpa,且该组件的外表面对着受击侧并且内表面背对着受击侧,以及

[0006] b) 可压缩材料层,该层可设置在组件的内表面上或者组件中叠片之间的位置,该位置使得从该位置到组件外表面的叠片数量是从该位置到内表面的叠片数量的至少两倍。

[0007] 由于可压缩材料本身不提供明显的防弹作用,所以按照本发明的组件比没有可压缩材料的组件呈现出更高的用 v_{50} 值表示的防弹作用,这必定使人感到惊奇。更使人惊奇的是,根据本发明的组件仅需很小厚度例如 2mm 的可压缩材料就呈现出增加的 v_{50} 值。

[0008] 根据本发明的组件包括一种聚合物连续介质,其拉伸弹性模量优选为 15 至 1000MPa,例如,优选 42 至 1000Mpa,尤其优选 200 至 700MPa,均按照 ASTM D-882 测量。

[0009] 本发明组件中叠片的数量取决于所需的保护作用,其中含有 5 至 100,更优选 15 至 70 个叠片可保证大量弹道学技术规格所需的保护作用。

[0010] 本发明组件的纱线可有多种形态。在本发明组件的一个优选实施例中,纱线构成一种单向结构,即一种其中所有纱线处于同一方向的结构。

[0011] 在本发明组件的另一个优选实施例中,纱线具有一种多向结构,即,其中某一层的纱线相对于相邻层的纱线按照除 0° 以外的角度排列,优选 $20 \sim 90^\circ$,尤其优选 90° 。例如,EP-A-0 805 332 和 WO 01/78975 中描述的纱线排列方式也适用于本发明。

[0012] 在本发明组件的另一个优选实施例中,这些纱线是机织物,该织物优选具有一种平纹组织。然而,其它组织例如斜纹组织、缎纹组织或方平组织也是合适的。

[0013] 本发明组件的机织织物的织物经纬密度优选在每厘米 2-50 根的范围内,并且由优选纤度 50 至 3360dtex 的纱线组成。

[0014] 本发明组件的纱线可优选包含选自以下一组或多组的纤维,只要这些纤维按照 ASTM D-885 的强度至少为 900MPa:

- [0015] • 聚苯并咪唑纤维,特别是**ZYLON[®]**纤维,
- [0016] • 聚苯并咪唑纤维,特别是 M5 纤维,
- [0017] • 聚乙烯纤维,特别是由超高分子量聚乙烯 (ECPE, 伸直链聚乙烯) 制造的纤维,例如**SPECTRA[®]**,
- [0018] • 聚酰亚胺纤维,
- [0019] • 聚酯纤维,特别是用液晶聚酯制造的纤维,例如**VECTRAN[®]**,
- [0020] • 聚芳酰胺纤维,即,纤维的聚合物中至少 85% 的酰胺 (CO-NH-) 基是直接键合到两个芳香环上的,其中尤其优选对位聚芳酰胺纤维 (聚 (对 - 苯二甲酰对苯二胺) 纤维), 例如 **TWARON[®]**、**KEVLAR[®]**、**TECHNORA[®]**、**ARMOS[®]**、**TERLON[®]** 或 **RUSAR[®]**,
- [0021] • 脂族或脂环族聚酰胺纤维,例如
- [0022] - 由 30% 间苯二甲酸六亚甲基二胺与 70% 己二酸六亚甲基二胺制成的共聚酰胺,
- [0023] - 由最多 30% 双 - (氨基环己基) - 亚甲基,对苯二甲酸,和己内酰胺制成的共聚酰胺,
- [0024] - 聚己二酰己二胺,
- [0025] • 聚乙烯醇纤维,例如 Kuraray 公司制造的**KURALON[®]**,和
- [0026] • 蛋白质基纤维,例如 Nexa 公司制造的**BIOSTEEL[®]**。
- [0027] 在一个优选实施例中,本发明的组件含有所引证纤维类型中仅一类纤维制成的纱线,例如仅聚芳酰胺纤维,具体是聚 - (对 - 苯二甲酰对苯二胺) 纤维。例如,可从 Teijin Twaron 获得这类纤维,牌号为**TWARON[®]**。
- [0028] 在另一个优选实施例中,本发明的组件含有机织物 F,其中经纱是聚芳酰胺纤维纱,纬纱是聚酯纤维纱,该组件中机织物 F 经聚合物连续介质 (以下称 PC) 连接到机织物 F' 上,F' 中经纱是聚酯纤维纱而纬纱是聚芳酰胺纤维纱,并且 F 的经纱与 F' 的经纱平行,F 的纬纱与 F' 的纬纱平行。这样得到的层含有按照 F/PC/F' 顺序的纱线。
- [0029] 在另一个更优选的实施例中,本发明的组件中具有一个与 F/PC/F' 顺序的纱线层不同的纱线层,另外,织物 F 和 F' 均与一种聚合物连续介质连接,使得形成一个按照 PC/F/PC/F' /PC 顺序的纱线层。在 WO 02/075238 中描述了这类排列次序。
- [0030] 此外,在本发明的组件中可使用如在 WO 00/42246 中描述的叠片。
- [0031] 本发明组件的聚合物连续介质可选自各式各样的聚合物,只要它按照 ASTM D-882 的拉伸弹性模量为 5 至 1000MPa。这种聚合物连续介质优选选自热塑性的、弹性体的或者刚性体的聚合物,或者选自这些聚合物的共混物,例如聚酰亚胺、聚醚醚酮、离子键树脂、酚改性树脂、聚酯,尤其是聚乙烯。热塑性聚合物中尤其优选 LDPE 膜,具有热塑性能的弹性体聚合物中优选聚氨酯膜。
- [0032] 优选地,本发明组件中的可压缩材料层放置在组件的内表面上,或者在叠片之间。然而,这种可压缩材料层还可以逐点连接到各自相邻的叠片中的至少一个上,例如用缝接缝、逐点施加粘合剂或点焊等方法。
- [0033] 优选地,本发明的组件包含一种可见的可人工压缩的可压缩材料,从而可用眼睛观察可压缩材料的手工压缩。

[0034] 在本发明组件的一个优选实施例中,可压缩材料显示出 100 牛顿力时 5-25%,和 500 牛顿力时 10-46%的厚度压下量,其中两种情况中,所述力垂直作用在可压缩材料的表面上,并且按照 ASTM D 6478-00 测定厚度压下量。

[0035] 本发明组件中的可压缩材料层可选自许多可压缩材料,其中优选的可压缩材料选自:泡沫塑料例如用聚乙烯制造的泡沫塑料,毡例如用聚芳酰胺制造的毡,间隔织物(网布, spacer fabrics)或羽毛例如绒羽——因为它们单位体积的重量轻。每单位体积的重量优选为 10 至 1000kg/m³,尤其优选 10 至 400kg/m³,最优选 10 至 200kg/m³。

[0036] 可压缩材料层在增加 v_{50} 值方面的作用如此显著,以致于在许多情况下本发明组件中甚至仅一层 2 至 10mm 的可压缩材料就可使得弹丸滞留能力增加,这就是优选这一范围的原因。

[0037] 在本发明的一个更优选的实施例中,这些纤维中的至少一部分与粘性或粘弹性液体形式的聚合物接触,该聚合物保持其流体特性。从而,除了纱线层要粘结的聚合物连续介质之外,纤维可与另外的聚合物接触。例如,可用一种粘性或粘弹性液体形式的聚合物浸渍纤维。

[0038] 术语粘弹性液体是指一种兼具弹性和粘性特性的液体。粘性特性是指,当受到剪切应力时,液体介质经历连续变形,并且即使当不再施加这种应力时仍保持变形状态。弹性特性是指,当受到剪切应力时,液体介质经历变形,然后当不再施加这种应力时恢复到初始形态。

[0039] 用于描述粘性或粘弹性液体的参数是粘度(针对粘性特性)以及用以描述粘弹性特性的弹性模量(G' ,也称为弹性分量)和弹性模量损失(G'' ,也称为损耗分量)。一种聚合物的粘度和模量通常与剪切速率、分子量、温度、压力、结晶度、浓度和组成有关。

[0040] 在 25℃时,聚合物的动力粘度在 250 至 25000000MPa·s 的范围内,优选 5000 至 500000MPa·s,更优选 50000 至 25000000MPa·s。优选地,这种聚合物在 25℃时的运动粘度高于 250MPa·s。

[0041] 粘性或粘弹性液体的另一个特征是它的玻璃态转化温度 T_g 。这种液态聚合物的 T_g 应当低于 0℃,优选 -40℃至 -128℃。

[0042] 这种聚合物的分子量应当在 250 至 50000 的范围。

[0043] 根据一个优选实施例,这种液态聚合物在低于 -40℃且优选低至 -128℃时,仍显示液体行为,且 $G'' > G'$ 。

[0044] 这种粘性或粘弹性的液体在施加到纤维上之前,可溶于一种合适的溶解介质中,以便控制它的粘度。如果这种液体已经预先用一种溶剂稀释,那么在让纤维经受另外的加工之前,这种溶剂可被方便地蒸发。

[0045] 此外还可向这种粘性液体聚合物中添加填料,例如金属粉末、基于矿物的粉末、微球或晶须(wisker)等,一种或多种增稠剂,以便调节粘度分布或者提供触变性。例如嵌段聚合物、石蜡油、蜡或它们的混合物适于调节粘度。还可以向这种液体聚合物中加入其它适于为纤维提供特定特性例如抗液压油特性的物质,如硅氧烷、碳氟化合物和油。但是,这些附加填料和/或聚合物不能改变聚合物的物理液态。

[0046] 这种粘性或粘弹性液体形式的聚合物优选选自聚烯烃;聚乙烯醇;聚异戊二烯;聚丁二烯;聚丁烯;聚异丁烯;聚酯;聚丙烯酸酯;聚酰胺;聚砜;聚硫化物;聚氨酯;聚碳酸

酯；碳氟化合物；硅氧烷；二醇；液体嵌段共聚物；聚丙烯酸类、环氧、酚、液态橡胶；以及它们的混合物。尤其优选一种基于聚丁烯的聚合物。

[0047] 尤其合适的是非牛顿液体流体，以及触变的并优选粘弹性的液体流体。

[0048] 在意大利专利申请 No. MI2003A000295 中公开了有关优选的聚丁烯基流体聚合物特性测量的进一步细节，该申请全文引用在此作为参照。

[0049] 用粘性或粘弹性液体形式的聚合物部分或全部施加或浸渍纤维，允许每根纤维单丝在相邻的单丝上滑动。这改进了柔韧性和弹道学性能。

[0050] 优选地，本发明组件置于覆盖物中，该覆盖物例如是纺织材料制成的。

[0051] 例如，可如下实施本发明组件的制造：

[0052] a) 将机织物和聚合物连续介质，后者例如是膜形式的，重叠在一起以形成初始叠片，

[0053] b) 根据 a) 的方法制造一定防弹作用所要求的多个初始叠片，

[0054] c) 将 b) 中的多个初始叠片用隔离纸分别隔开而重叠，

[0055] d) 形成的层叠体在静压机中压在一起，温度优选 80 至 220℃，压力优选 5 至 100 巴，时间优选 15 秒至 25 分钟，然后，关闭静压机的加热，

[0056] e) 将这些叠片卸堆（分开），除去隔离纸，

[0057] f) 再次将这些叠片堆叠，不用隔离纸，并且

[0058] g) 在层叠体上，即，在将来成为组件内表面的面上，放置可压缩材料层。

[0059] 作为其增加的防弹作用的结果，本发明的组件能有利地用于制造防护服例如防护背心，尤其是防弹背心，或者防护套装或防护罩面。

具体实施方式

[0060] 以下示例将更详细解释本发明。

[0061] 示例 1：作为泡沫厚度的函数的 v_{50}

[0062] 如下述制造本发明的组件，其中纱线是机织物形式的：

[0063] 采用的机织物 F 是这样一种织物，其用纤度为 930dtex、织物经纬密度为 9.5 根 / 厘米、单丝直径为 0.0092mm 的聚对苯二甲酰对苯二胺为经纱 (Teijin Twaron 生产的 **TWARON**[®])，并用纤度为 140dtex、织物经纬密度为 2 根 / 厘米的聚酯为纬纱 (Kosa 生产的 **TREVIRA**[®])。

[0064] 聚合物连续介质 PC 是一种 LDPE 膜，该膜得自 EKB Kunststoffe，命名为“LDPE-Flachfolie, transparent, 11 μ m”，按照 ASTM D-882 的伸长弹性模量为 300Mpa，按照 ASTM D-638 的抗拉强度为 26MPa，并且按照 ASTM D-638 的断裂伸长率为 98 $\pm$ 12%。

[0065] 采用的机织物 F' 是这样一种织物，其用纤度为 930dtex、织物经纬密度为 9.5 根 / 厘米、单丝直径为 0.0092mm 的聚对苯二甲酰对苯二胺为纬纱 (Teijin Twaron 生产的 **TWARON**[®])，并用纤度为 140dtex、织物经纬密度为 2 根 / 厘米的聚酯为经纱 (Kosa 生产的 **TREVIRA**[®])。

[0066] 使用 F、PC 和 F' 制造 23 个初始叠片，其中每个这种叠片的顺序是 PC/F/PC/F' / PC，F 的经纱与 F' 的经纱平行，并且 F 的纬纱与 F' 的纬纱平行。

[0067] 在用隔离纸分别隔开的情况下堆叠 23 个初始叠片,并在温度为 120℃、压力为 25 巴下在静压机中加压 25 分钟。

[0068] 随后将 23 个叠片卸堆(分开),并除去隔离纸,并将 23 个叠片再次堆叠。以这种方式,制造了两个比较组件(参见表 1 中的 Ca 和 Cb)。

[0069] 另外,制造本发明的两个组件,其类似 Ca 和 Cb 构造,并且其中每一个另外有 3mm 厚的聚乙烯泡沫层(参见表 1 中的 P1a 和 P1b)。

[0070] 然后,制造本发明的两个组件,其类似 Ca 和 Cb 构造,并且其中每一个另外有 5mm 厚的聚乙烯泡沫层(参见表 1 中的 P2a 和 P2b)。

[0071] 最后,制造本发明的两个组件,其类似 Ca 和 Cb 构造,并且其中每一个另外有 8mm 厚的聚乙烯泡沫层(参见表 1 中的 P3a 和 P3b)。

[0072] 在每种情况下使用的聚乙烯泡沫是属于 AT 类的一种聚乙烯泡沫,其得自 Iso Chemie,每单位体积的重量为 33kg/m³。

[0073] 根据技术指南《Schutzwesten der deutschen Polizei》(“德国警用防护背心”),用 9x19 口径的 DM41 型弹药(得自 DAG),通过获得 v_{50} 值,即弹丸穿透一半和进入一半并挂在靶上时的速度,测定比较组件 C 以及本发明组件 P1-P3 的防弹作用。在本发明的每个组件 P1-P3 中,有聚乙烯泡沫的一侧是背对受攻击侧的内表面。

[0074] 表 1 包含了(比较)组件的各个 v_{50} 值和它们的算术平均值。

[0075] 表 1:作为泡沫厚度函数的 v_{50} 值

[0076]

	泡沫厚度 [mm]	v_{50} [m/s]	v_{50} 平均值 [m/s]
Ca	-	483	485
Cb	-	487	
P1a	3	515	513
P1b	3	511	
P2a	5	537	540
P2b	5	543	
P3a	8	541	541
P3b	8	540	

[0077] 表 1 显示,泡沫厚度恰好为 3mm 时 v_{50} 平均值增加 28m/s。对于厚度 8mm, v_{50} 平均值增加 56m/s,即,增加 11.6%。如果以动能表示,这意味着防弹作用增加了 24.4%。

[0078] 示例 2:作为聚乙烯泡沫厚度函数的创伤(Trauma)

[0079] 在所有情况下,在示例 1 的条件下射击如示例 1 中的总共 23 叠片,但是弹丸速度为一个常数,其经过选择,使得在所有情况下,这些弹丸进入并固定靶中。用这样的方式,含

有 23 个叠片却无聚乙烯泡沫的非本发明的一个组件,以及三个含有 23 个叠片并分别有 3、5 和 8mm 厚的聚乙烯泡沫的本发明的组件,被射击 5 次。将创伤确定为弹丸在得自 Weible 的塑性层 (plastiline) 中的穿透深度。表 2 包含了弹丸速度 v 的和创伤的算术平均值。分别用 $\pm d$ 表示弹丸速度的或创伤的最大偏差。

[0080] 表 2 :作为泡沫厚度函数的创伤。

[0081]

泡沫厚度 [mm]	$v \pm d$ [m/s]	创伤 $\pm d$ [mm]
无泡沫	410 ± 5	31 ± 3
3	409 ± 2	32 ± 2
5	414 ± 8	35 ± 7
8	412 ± 7	33 ± 5

[0082] 表 1 中的数据显示,防弹作用因本发明的泡沫而显著增加,与此同时表 2 显示出,在最大偏差内,用了泡沫的创伤保持不变。