



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102918002 B

(45) 授权公告日 2016. 04. 20

(21) 申请号 201180026691. 7

C04B 38/02(2006. 01)

(22) 申请日 2011. 04. 29

C04B 40/00(2006. 01)

(30) 优先权数据

10161496. 4 2010. 04. 29 EP

(56) 对比文件

US 6264736 B1, 2001. 07. 24,

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

GB 924419 A, 1963. 04. 24,

2012. 11. 29

CN 1443727 A, 2003. 09. 24,

(86) PCT国际申请的申请数据

US 2009/0050022 A1, 2009. 02. 26,

PCT/EP2011/056857 2011. 04. 29

EP 2045227 A1, 2009. 04. 08,

(87) PCT国际申请的公布数据

US 1946077, 1934. 02. 06,

W02011/135083 EN 2011. 11. 03

DE 1471171 A1, 1968. 11. 28,

审查员 韩玉顺

(73) 专利权人 索尔维公司

地址 比利时布鲁塞尔

(72) 发明人 乔治·玛萨 罗德尼·塞科姆

皮埃尔·杜内尔

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

代理人 顾晋伟 董文国

(51) Int. Cl.

C04B 28/18(2006. 01)

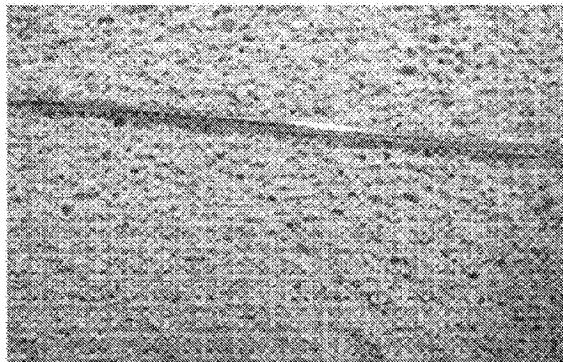
权利要求书2页 说明书20页 附图14页

(54) 发明名称

用于制造加气混凝土建筑材料的方法和由此获得的建筑材料

(57) 摘要

用于制造加气混凝土建筑材料的方法包括以下步骤 :a. 对一种组合物进行混合, 该组合物包括至少水, 一种胶凝材料, 氧化钙, 一种包括活性二氧化硅的化合物, 一种氧源, 以及选自碳酸钠、碳酸氢钠以及氢氧化钠的一种化合物, b. 将步骤(a) 的该混合物浇注到一个模具中并且允许该混合物凝固, 从而形成一个硬化体, c. 从该模具中取出该硬化体, d. 可任选地对该硬化体进行切割并且成形, 并且 e. 对该硬化体进行养护。



1. 一种用于制造加气混凝土建筑材料的方法,包括以下步骤:

a. 制备组合物,该组合物至少包括水,胶凝材料,氧化钙,包括活性二氧化硅的化合物,氧源,以及选自碳酸钠和碳酸氢钠的化合物,

b. 将步骤(a)中的该混合物浇注到模具中并且允许该混合物凝固,从而形成硬化体,

c. 从该模具中取出该硬化体,

d. 任选地对该硬化体进行切割并且成形,并且

e. 对该硬化体进行养护,

其中该氧源选自过氧化氢、过碳酸钠、过硼酸钠、过氧化钙、过氧化镁、过氧化锌、混合的过氧化钙 / 过氧化镁、以及它们的混合物,

其中步骤(a)中的该组合物包括至少一种催化剂,

其中该催化剂在加入选自碳酸钠和碳酸氢钠的至少一种化合物之后并且在加入该氧源之前加入。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中该催化剂选自:过渡金属、过渡金属的氧化物和盐、以及酶。

3. 根据权利要求1所述的方法,其中该建筑材料选自砌块、砖、过梁、板块、梁、天花板贴砖。

4. 根据权利要求1到3中任一项所述的方法,其中该胶凝材料选自水硬性粘合剂、火山灰材料、以及它们的混合物。

5. 根据权利要求4所述的方法,其中该水硬性粘合剂选自波特兰水泥、铝酸钙水泥、硫铝酸钙水泥、C型粉煤灰、水硬性石灰以及它们的混合物。

6. 根据权利要求4所述的方法,其中该火山灰材料选自飞灰,磨细粒化高炉矿渣,硅灰,高活性偏高岭土,粉碎的烧制粘土砖废弃物,天然火山灰包括硅藻土、偏高岭土、磨细火山砾、稻壳灰、火山灰、浮石、煅烧粘土或煅烧页岩,以及它们的混合物。

7. 根据权利要求1到3中任一项所述的方法,其中该包括活性二氧化硅的化合物选自硅酸钠;硅酸铝;硅酸钙;沉淀二氧化硅;硅灰;硅酸盐型砂;硅藻土;飞灰;磨细粒化高炉矿渣以及它们的混合物。

8. 根据权利要求1到3中任一项所述的方法,其中步骤(a)中的该组合物包括至少一种骨料。

9. 根据权利要求1到3中任一项所述的方法,其中步骤(a)中的该组合物包括选自石灰石、碳酸钙、石膏、硫酸钙半水合物、硬石膏以及它们的混合物的至少一种化合物。

10. 根据权利要求1到3中任一项所述的方法,其中步骤(a)中的该组合物包括至少一种次氯酸盐。

11. 根据权利要求1到3中任一项所述的方法,其中步骤(a)中的该组合物是根据以下步骤制备而成:

i. 任选地在一部分水存在的情况下,将该至少一种胶凝材料与包括活性二氧化硅的该至少一种化合物以及与在干材料中任选地使用的其他组分混合;

ii. 将选自碳酸钠以及碳酸氢钠的,任选地与一部分水预混合的该至少一种化合物加入到步骤(i)的混合物中,并且使该混合物均质化;并且

iii. 将该氧源和剩余部分的水,任选地全部地或部分地预混合,加入到步骤(ii)的该

混合物中，并且使该混合物均质化。

12. 根据权利要求 1 到 3 中任一项所述的方法，其中在步骤 (d) 中，对来自步骤 (c) 的该硬化体在人工气候室、烘箱或高压釜中，并且在环境条件下进行养护。

13. 通过根据权利要求 1 到 12 中任一项所述的方法可得到的加气混凝土建筑材料。

14. 氧源和选自碳酸钠以及碳酸氢钠的至少一种化合物用于根据权利要求 13 所述的加气混凝土建筑材料的制造的用途，其中该氧源选自过氧化氢、过碳酸钠、过硼酸钠、过氧化钙、过氧化镁、过氧化锌、混合的过氧化钙 / 过氧化镁、以及它们的混合物。

## 用于制造加气混凝土建筑材料的方法和由此获得的建筑材 料

[0001] 本申请要求于 2010 年 4 月 29 日提交的欧洲申请 EP 10161496.4 的优先权,出于所有的目的该申请的全部内部通过引用结合在此。

[0002] 本发明涉及一种用于制造加气混凝土建筑材料的方法以及由此获得的建筑材料,特别地涉及一种用于制造砌块以及砖的方法。

[0003] 通过一种发泡剂(或气体产生剂)的加入来生产加气的(或有孔状的或多孔的或减轻的(enlightened)或轻质的)建筑材料的可能性是众所周知的。所产生的气体形成气泡,这些气泡在凝固过程中停留在该建筑材料的块中并且为该材料提供了孔隙率,该孔隙率在养护(curing)后仍然存在。

[0004] 减轻的材料的市场目前在增长中。已经证明,加气的(或加气的或多孔的或低密度的)建筑材料和改进的绝缘性能(包括隔热,隔音和耐火性)之间存在相关性。加气材料的使用还降低了将这些建筑材料运送到它们的目的地的运输费用。加气材料的使用还增加了所得到的建筑的寿命。此外,已发现低密度材料适合于在地震区的建设。

[0005] 在这个领域,加气混凝土并且特别是加气蒸压混凝土(AAC)、也被称为蒸压加气混凝土是众所周知的。AAC 是在 20 世纪初期被发现的,是一种轻质的、通常预制的建筑材料,该建筑材料在一种单一材料中提供了构造、绝缘、抗火和抗霉性。AAC 可以比混凝土轻达五倍。AAC 还表现出优异的热效率。

[0006] 如在柯克·奥斯姆化学工艺百科全书第 26 页的石灰和石灰石一章中(Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology, Chapter "Lime and Limestone", page 26, (2002 年 5 月 17 日公布的 DOI 10.1002/0471238961.1209130507212019.a01.pub2)) 所披露的, AAC 典型地可以通过将生石灰与一种活性形式的硅(例如含有活性二氧化硅的磨细的硅砂或粉状燃料灰)、砂、水、铝粉以及水泥(取决于生石灰的质量)混合而制备。生石灰与该铝粉的反应产生使“饼块”(cake)上升的氢气泡。同时,该生石灰与水反应,产生热并使该饼凝固。然后在高温高压下的蒸压处理前将该饼从该模具中取出并切成块。

[0007] 同样例如从专利 GB 648,280 已知的是通过将波特兰水泥、粉状燃料灰、砂、以及水进行混合并且通过一种碱例如苛性钠对一种精细分离的金属粉末如铝粉的作用来诱发加气从而生产 AAC。

[0008] 然而,这类方法导致氢气的产生,并且该细铝粉和该氢气都是爆炸性的有害物质,它们要求特殊的安全设备。

[0009] 同样已知的是使用其他充气剂如过氧化氢。因为所产生的气体是氧,过氧化氢的使用没有任何环境影响。例如,1966 年公布的 GB1028243 披露了一种用于生产多孔水硬性材料如多孔混凝土的方法,其中该孔隙率至少部分地是由于过氧化氢分解产生的氧的释放而形成的。

[0010] 不幸地是,在加气混凝土并且特别是 AAC 的领域,我们已经意外地发现,只是将众所周知的铝粉方法替换为一种氧源如过氧化氢,并不允许对于同一种配方制造出具有相同

膨胀系数的加气混凝土。

[0011] 因此,本发明的一个目的是提供一种用于制造加气混凝土并且特别是 AAC 的方法,与单独使用过氧化氢相比,该 AAC 具有改进的膨胀系数。本发明还有一个目的是提供一种用于制造加气混凝土并且特别是 AAC 的方法,与基于从铝粉产生氢气的传统工艺相比,该方法是安全的并且环境友好的。本发明的方法更安全,设备也可以简化,并且在过程控制方面也是有利的。本发明的方法在节能方面也是有利的。

[0012] 为此,本发明涉及一种用于制造加气混凝土建筑材料的方法,该方法包括以下步骤:

[0013] a. 制备一种组合物,该组合物包括至少水,一种胶凝材料,氧化钙,一种包括活性二氧化硅的化合物,一种氧源,以及选自碳酸钠 ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ )、碳酸氢钠 ( $\text{NaHCO}_3$ ) 以及氢氧化钠 ( $\text{NaOH}$ ) 的一种化合物,

[0014] b. 将步骤 (a) 中的该混合物浇注到一个模具中并且允许该混合物凝固,从而形成一个硬化体 (stiffened body),

[0015] c. 从该模具中取出该硬化体,

[0016] d. 可任选地对该硬化体进行切割并且成形,并且

[0017] e. 对该硬化体进行养护。

[0018] 表述“加气混凝土”指代一种材料,该材料进一步膨胀以使在其凝固过程中该混凝土混合料中存在小气泡,从而将赋予最终的固化材料以孔隙率。由于这些气泡的存在,与传统的混凝土材料相比,这种材料是“减轻的”或“轻质的”或“加气的”或“多孔的”,即,与传统的混凝土材料相比,所产生的加气混凝土材料具有更低的密度。例如,根据本发明的方法可以得到具有从  $0.2\text{kg/dm}^3$  至  $1.2\text{kg/dm}^3$ ,特别是从  $0.3\text{kg/dm}^3$  至  $0.8\text{kg/dm}^3$ ,例如大约  $0.5\text{kg/dm}^3$ 、 $0.6\text{kg/dm}^3$  或  $0.7\text{kg/dm}^3$  的密度的加气混凝土。该密度的确定如下:将一个矩形块的干重 (kg) 除以它的体积 ( $\text{dm}^3$ )。这种材料表现出高的孔体积,该孔体积总体上是至少 15%,特别是至少 20%,并且在最有利的情况下是至少 55%。按照以下方法测定该孔体积:

[0019] 测量一种干材料如砖的重量,该干材料通过在  $100^\circ\text{C}$  下进行在 24 小时过程中的加热然后冷却而获得,

[0020] 通过在水中浸渍 24 小时过程使该孔体积充满水,并且

[0021] 测量该湿材料如砖的重量。

[0022] 由本发明的方法制造的这些预制建筑材料典型地是砖、过梁、板块、梁、天花板贴砖、砌块,包括例如内叶砌块 (inner leaf block)、共用墙砌块、分隔砌块、基础砌块、地板砌块、预制的拼接砖 (panelized bricks),最常见为砖和砌块。

[0023] 作为原材料之一用在本发明的发法中的胶凝材料可以选自水硬性粘合剂类、火山灰材料类以及它们的混合物。

[0024] 水硬性粘合剂类是细磨无机材料类,在与水混合时,该细磨无机材料形成一种借助于水化反应和过程进行凝固并且硬化的浆状物,并且在硬化之后,该浆状物即使在水中仍保持其强度和稳定性。水硬性粘合剂类的典型例子是波特兰水泥;铝酸钙水泥类如通常由石灰石和铝土矿的混合物形成的铝酸一钙 ( $\text{CaAl}_2\text{O}_4$ )、以及钙铝石 ( $\text{Ca}_{12}\text{Al}_{14}\text{O}_{33}$ );硫铝酸钙水泥类如  $\text{ye}'\text{ elimitc}$  ( $\text{Ca}_4(\text{AlO}_2)_6\text{SO}_4$ );C 型粉煤 (燃料) 灰 (PFA-C),也被称为含钙飞灰;水硬性石灰;以及它们的混合物。

[0025] 火山灰材料类,也被称为“水泥填充剂类”,在与水混合时本身不会硬化,但被磨细之后并且在水存在的情况下,它们与溶解的氢氧化钙在正常的环境温度下反应,以形成强度发展的硅酸钙和铝酸钙化合物类,这些化合物与在水硬性粘合剂类的硬化中形成的那些化合物类似。因此,与氢氧化钙结合时,火山灰材料类表现出胶凝(水硬性粘合)性能。该氢氧化钙通常是通过将石灰或氧化钙(CaO)与水混合而形成的。合适的火山灰材料类的例子是飞灰(或燃料灰),特别是F型粉煤灰(PFA-F),也被称为含硅飞灰;磨细粒化高炉矿渣;硅灰;高活性偏高岭土;粉碎的烧制粘土砖废弃物类;天然火山灰类,包括硅藻土、偏高岭土、磨细火山砾、稻壳(皮)灰、火山灰、浮石、煅烧粘土或煅烧页岩以及它们的混合物。

[0026] 既包括一种水硬性粘合剂又包括一种火山灰材料的胶凝材料类的例子是波特兰高炉水泥(即波特兰水泥和磨细粒化高炉矿渣的一种混合物)、波特兰飞灰水泥(即波特兰水泥和飞灰的一种混合物)、波特兰火山灰水泥(即波特兰水泥和飞灰和/或其他天然或人工火山灰类的一种混合物)以及波特兰硅灰水泥(即波特兰水泥和硅灰的一种混合物)。

[0027] 包括一种火山灰材料但不包括上述定义的水硬性粘合剂的胶凝材料类的例子是火山灰-石灰水泥类(即磨细的天然或人工火山灰类和石灰的一种混合物)、炉渣-石灰水泥类(即磨细粒化高炉矿渣和石灰的一种混合物)以及高硫酸盐水泥类(即磨细粒化高炉矿渣、石膏和石灰的一种混合物)。

[0028] 在下文中,该表述“干材料(DM)”(或干混合料)将用于指定由以下化合物形成的混合物,在将它们用在步骤(a)的组合物中的条件下,这些化合物选自胶凝材料类(包括这些水硬性粘合剂类和这些火山灰材料类)、包括活性二氧化硅的化合物、石灰石、碳酸钙、石灰或生石灰(CaO)、石膏( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )和/或硫酸钙半水合物( $\text{CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$ )和/或硬石膏( $\text{CaSO}_4$ )、以及骨料类。作为一个第一例子,如果在该清单中只有一种胶凝材料和一种包括活性二氧化硅的化合物在步骤(a)的组合物中使用,则表述“干材料”将指定包括该胶凝材料和包括活性二氧化硅的化合物的混合物。作为一个第二例子,如果该清单中的所有化合物都在步骤(a)的组合物中使用,则表述“干材料”将指定包括如下项的混合物:胶凝材料、该包括活性二氧化硅的化合物、石灰石、碳酸钙、石灰或生石灰、石膏(和/或硫酸钙半水合物( $\text{CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$ )和/或硬石膏)、以及该骨料类。

[0029] 大体上,该胶凝材料以按该干材料的重量计从5%至99%的量值、优选从10%至80%的量值存在于步骤(a)的组合物中。

[0030] 在本发明中,通常以按该干材料的重量计从1%至50%、特别地从2%至35%、例如从3%至15%的量值将该氧化钙(或石灰)加入步骤(a)的组合物中。

[0031] 在本发明的方法中,表述“包括活性二氧化硅的化合物”是指该化合物包括至少一部分二氧化硅,该二氧化硅在用盐酸以及煮沸的氢氧化钾溶液处理后是可溶的,如同在英国标准BS EN 197-1:2000(British Standard BSEN 197-1:2000)中定义的一样。在本发明中,该包括活性二氧化硅的化合物可以例如选自硅酸钠类,例如具有从1到3的 $\text{Na}_2\text{O}/\text{SiO}_2$ 比的硅酸钠类,如也被称为水玻璃或可溶性玻璃的偏硅酸钠( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ )、原硅酸钠( $\text{Na}_4\text{SiO}_4$ )、焦硅酸钠( $\text{Na}_6\text{Si}_2\text{O}_7$ )以及它们的混合物;硅酸铝( $\text{Al}_2\text{SiO}_5$ ),包括由硅酸铝形成的矿物类,例如红柱石、硅线石(或夕线石)以及蓝晶石;硅酸钙类,如 $\text{CaSiO}_3$ 或 $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ (也被称为硅灰石)、 $\text{Ca}_2\text{SiO}_4$ 或 $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ (也被称为原硅酸钙)、 $\text{Ca}_3\text{SiO}_5$ 或 $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ (也被称为铝铁岩)、 $\text{Ca}_3\text{Si}_2\text{O}_7$ 或 $3\text{CaO} \cdot 2\text{SiO}_2$ (也被称为硅钙石);沉淀硅石;硅灰;硅酸盐型砂,优

选磨细的硅酸盐型砂或纯石英砂,特别是磨细的硅砂;硅藻土;飞(燃料)灰,特别是粉煤灰,具体地说是F型粉煤灰(PFA-F),也被称为含硅飞灰;磨细粒化高炉矿渣以及它们的混合物。在本发明中,取决于其性质,包括活性二氧化硅的化合物可以包括不同量值的活性二氧化硅。例如,纯石英砂可以包括按重量计从大约80%至大约100%的活性二氧化硅。另一个例子是可以包括高量值的活性二氧化硅的F型粉煤灰。例如,取决于其组成,F型粉煤灰可以包括按重量计从40%至55%、或者甚至按重量计多于55%的活性二氧化硅。优选地,该包括二氧化硅的化合物包括量值为按重量计至少35%、优选按重量计至少40%、更优选按重量计至少45%、例如按重量计至少50%或55%的二氧化硅。该包括活性二氧化硅的化合物可以包括按重量计高达100%、特别地按重量计高达90%、例如按重量计高达80%的量值的活性二氧化硅。

[0032] 包括活性二氧化硅的化合物在组合物(a)中的量值将取决于它的性质(包括其活性二氧化硅的比例)以及其他化合物的性质和比例。取决于其性质和组合物(a)中存在的其他化合物的性质和比例,可以例如以按该干材料的重量计至少35%、优选按重量计至少40%、更优选按重量计至少45%、例如按重量计至少50%的量值将所述化合物加入到步骤(a)的组合物中。该包括活性二氧化硅的化合物典型地以按重量计至多95%的量值、具体地说按重量计至多90%、例如按重量计至多80%的量值存在于步骤(a)的组合物中。

[0033] 在本发明的方法中使用的该氧源可以除其他之外选自过氧化氢、过碳酸钠、过硼酸钠、过氧化钙、过氧化镁、过氧化锌、混合的过氧化钙/镁以及它们的混合物,优选过氧化氢。这些产品在被引入到该方法的时候导致了形成气泡并且在该材料中创造孔隙率的氧气的形成。在本发明的方法中,该氧源在步骤(a)的组合物中存在的量值X通常为对应于过氧化氢的按在步骤(a)的组合物中使用的该干材料的重量计从0.01%至10%,具体地说从0.05%至4%。可以将该氧源以一种固体或溶液或悬浮液、优选以一种溶液或悬浮液、特别地以一种水溶液或悬浮液的形式加入步骤(a)的组合物中。如果该氧源化合物是过氧化氢,典型地将它以一种水溶液的形式加入,该水溶液通常含有按wt/wt计从1%至70%的过氧化氢,优选按wt/wt计从2%至50%,特别地按wt/wt计从3%至30%,例如按wt/wt计大约5%、10%、15%或20%。

[0034] 在本发明的方法中,选自碳酸钠、碳酸氢钠以及氢氧化钠的该至少一种化合物总体上以按在步骤(a)的组合物中所使用的干材料的重量计从0.1%至10%、优选从0.2%至9%、更优选从0.5%至8%、最优选从1%至7%的总量Y存在于步骤(a)的组合物中。

[0035] 在本发明的方法中,选自碳酸钠、碳酸氢钠以及氢氧化钠的该至少一种化合物总体上以按在步骤(a)的组合物中所使用的干材料的重量计从0.1%至2%、优选从0.2%至1%、例如0.5%的总量Y存在于步骤(a)的组合物中。

[0036] 在本发明中,可以将该碳酸钠以无水碳酸钠( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ )、水合碳酸钠例如一水碳酸钠( $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ )、七水碳酸钠( $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ )、十水碳酸钠( $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ),以及它们的混合物的形式加入。可以将该碳酸氢钠( $\text{NaHCO}_3$ )以合成碳酸氢钠、天然盐类如苏打石、以及它们的混合物的形式加入。也可以将碳酸钠和碳酸氢钠以混合盐类如碳酸氢三钠( $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaHCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )、天然碱( $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaHCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )、碳氢钠石( $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 3\text{NaHCO}_3$ )、以及它们的混合物的形式加入。在本发明的方法中,可以将选自碳酸钠、碳酸氢钠以及氢氧化钠的该至少一种化合物以一种固体或溶液或悬浮液、优选以一种溶液或悬浮液、特别地以

一种水溶液或悬浮液的形式加入步骤 (a) 的组合物中。如果将所述化合物以一种溶液或悬浮液的形式加入，则该溶液或悬浮液具有的浓度典型地为按 wt/wt 计从 1% 至 70%，优选按 wt/wt 计从 2% 至 50%，特别地按 wt/wt 计从 5% 至 30%，例如按 wt/wt 计大约 10%、15% 或 20%。

[0037] 存在于步骤 (a) 的组合物中的水通常以这样一个量值存在，使得水与干材料的比率 (W/DM) 为至少 0.1，优选至少 0.2，更优选至少 0.3，例如至少 0.4。水与干混合料的这个比率为通常为至多 1，具体地说至多 0.8，特别地至多 0.6，例如至多 0.5。

[0038] 步骤 (a) 的组合物可以进一步包括至少一种骨料，优选一种细骨料。所述骨料可以例如选自砂，包括磨细的硅砂、石英砂、火山砾、细磨的干燥或烧制粘土、粉碎的加气蒸压混凝土、以及它们的混合物。通常将骨料类以按干材料重量计从 0 至 90%、例如从 10% 至 80% 的量值加入。如果所加入的一种骨料既不是作为一种火山灰材料也不是作为一种包括活性二氧化硅的化合物，则通常以按该干材料重量计从 0 至 50%、例如从 0 至 30% 的量值将其加入。

[0039] 步骤 (a) 的组合物可以进一步包括石灰石、碳酸钙、石膏 ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )、硫酸钙半水合物 ( $\text{CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$ )、硬石膏 ( $\text{CaSO}_4$ ) 以及它们的混合物。硬石膏（或石膏或硫酸钙半水合物）被认为有助于对凝固进行调节，因为在水化过程中，它释放出热并且相当快地硬化。将硬石膏（或石膏或硫酸钙半水合物）典型地以按该干材料重量计从 0 至 10% 的量值加入。

[0040] 步骤 (a) 的组合物可以进一步包括至少一种催化剂，该催化剂用于活化或加速通过该氧源化合物的氧气的释放。该催化剂可以选自金属类和金属衍生物类，优选过渡金属类和过渡金属衍生物类，更优选过渡金属的氧化物类和盐类，特别是 Mn、Fe、Cu、Co、Pd 以及它们的衍生物类，例如  $\text{MnO}_2$ 、 $\text{MnSO}_4$ 、 $\text{CuO}$ 、 $\text{FeSO}_4$ 、 $\text{FeO}$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{FeCl}_3$ ，或在碱性介质中将释放  $\text{MnO}_2$  的  $\text{KMnO}_4$ 。最优选的是基于锰的催化剂类，特别是  $\text{MnO}_2$  和  $\text{KMnO}_4$ 。典型地以按干材料重量计从 1 至 1000ppm 的量值、特别地从 10 至 500ppm、例如大约 50 至 200ppm 的量值将该催化剂加入到步骤 (a) 该组合物中。如果将天然地含有足够量的这些金属类、金属氧化物类和 / 或金属盐类的一种化合物加入到步骤 (a) 的组合物中，该化合物也将充当一种催化剂。例如 F 型粉煤灰 (PFA-F) 和磨细粒化高炉矿渣 (GBFS) 天然地包括过渡金属盐类和过渡金属氧化物类，如  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 。因此，PFA-F 和 GBFS 将充当天然催化剂类。该催化剂还可以选自酶类，例如过氧化氢酶。

[0041] 步骤 (a) 的组合物还可以进一步包括至少一种次氯酸盐，优选至少一种选自次氯酸钙 ( $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ )、次氯酸钠 ( $\text{NaOCl}$ ) 以及它们的混合物的次氯酸盐。该次氯酸盐通过与该氧源化合物的一种氧化还原反应确实可以激活该氧的释放。在本发明中，如果使用一种次氯酸盐，则典型地以关于该氧源化合物的化学计量的量、特别地以关于该相应的过氧化氢的化学计量的量将它加入。

[0042] 步骤 (a) 的组合物还可以进一步包括各种其他添加剂类，其中这些添加剂类是表面活性剂类、硅酸钠类、纤维素的衍生物类如羧甲基纤维素、天然或合成的蛋白质衍生物类、和 / 或淀粉和淀粉衍生物类如改性淀粉类。通常将该硅酸钠作为一种粘度改性剂和 / 或作为一种速凝剂加入，并且该硅酸钠可以选自任何硅酸钠化合物，特别是具有从 1 至 3、优选从 1.2 至 2、更优选从 1.6 至 1.8 的  $\text{Na}_2\text{O}/\text{SiO}_2$  比的硅酸钠化合物类，例如也被称为水

玻璃或可溶性玻璃的偏硅酸钠 ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ )、原硅酸钠 ( $\text{Na}_4\text{SiO}_4$ )、焦硅酸钠 ( $(\text{Na}_6\text{Si}_2\text{O}_7)$  以及它们的混合物。天然或合成的蛋白质衍生物类通常用于产生多孔的孔状结构。通常加入淀粉和淀粉衍生物类来控制在凝固前的该混合物的流变学。

[0043] 在本发明的方法中,一种化合物可以具有两种或更多种的功能。例如,F型粉煤灰 (PFA-F) 和磨细粒化高炉矿渣可以用作为一种胶凝材料(火山灰材料)以及用作为一种包括活性二氧化硅的化合物,同时还提供了金属类和金属衍生物类,特别是金属盐类和金属氧化物类,该金属盐类和金属氧化物类将充当对于由该氧源进行的氧气释放的催化剂。另一个例子是硅灰,它既是一种已知的火山灰材料,也是一种二氧化硅源。再一个例子是细磨的硅砂或石英砂,该细磨的硅砂或石英砂既可以用作为一种包括活性二氧化硅的化合物也可以用作为一种细骨料。

[0044] 在本发明的方法的第一个优选实施方案中,步骤(a)的组合物是根据以下步骤制备的:

[0045] i. 可任选地在一部分水存在的情况下,将该至少一种胶凝材料与至少一种包括活性二氧化硅的化合物并且与在该干材料中可任选地使用的其他组分混合,

[0046] ii. 将选自碳酸钠、碳酸氢钠以及氢氧化钠的该至少一种化合物(可任选地与一部分水预混合)加入到步骤(i)的混合物中,并且优选通过在从1秒至600秒、更优选从5秒至300秒的过程中混合使该混合物均质化,并且

[0047] iii. 将该氧源(可任选地与部分水预混合)以及剩余部分的水加入到步骤(ii)的该混合物中,并且优选通过在从1秒至120秒、更优选从5秒至60秒的一段时间过程中进行混合使该混合物均质化。

[0048] 在本发明的一个第二优选实施方案中,步骤(a)的组合物是根据以下步骤制备的:

[0049] i. 将该包括活性二氧化硅的至少一种化合物与部分水混合以制备一种浆料,

[0050] ii. 将该至少一种胶凝材料和可任选地在该干材料中使用的这些其他组分(特别是顺序地)加入到步骤(i)的该浆料中,并且优选通过在从1秒至300秒、更优选从5秒至180秒过程中的混合使该混合物均质化,

[0051] iii. 将选自碳酸钠、碳酸氢钠以及氢氧化钠的该至少一种化合物(可任选地与额外部分的水预混合)加入到步骤(i)的该混合物中,并且优选通过在从1秒至180秒、更优选从5秒至120秒过程中的混合使该混合物均质化,并且

[0052] iv. 将该氧源(可任选地与部分水预混合的)以及剩余部分的水加入到步骤(iii)的该混合物中,并且优选通过在从1秒至120秒、更优选从5秒至60秒过程中的混合使该混合物均质化。

[0053] 在该第二个优选实施方案中,在第一步骤(i)中,将该包括活性二氧化硅的化合物与一个第一部分的水混合以形成一种浆料。所述浆料可以例如具有按重量计从50%至90%、比如按重量计约70%的干物质的含量。在一个特别优选的实施方案中,在加入其他组分之前,将该浆料预热到从20°C至70°C的一个温度,优选从25°C至60°C,例如大约30°C至50°C。

[0054] 根据这两个优选的实施方案,可以使用任何类型的混合器,捏和机式的或螺旋混合机式的混合器类产生特别良好的结果。

[0055] 在本方法的第三优选实施方案中,步骤(a)中的该组合物是根据以下步骤制备:

[0056] i. 将该胶凝材料、该包括活性二氧化硅的化合物以及可任选地在该干材料中使用的其他组分在一个干式混合器中混合一段足够长的时间以实现均质性,该足够长的时间通常为从1秒至600秒,

[0057] ii. 将选自碳酸钠、碳酸氢钠以及氢氧化钠的该至少一种化合物(可任选地与一部分水预混合的)加入到步骤(i)的混合物中,并且优选通过在从1秒至120秒过程中的混合使该混合物均质化,并且

[0058] iii. 将该氧源(可任选地与部分水预混合的)以及剩余部分的水加入到步骤(ii)的该混合物中,并且优选通过在从1秒至120秒、更优选从5秒至60秒过程中的混合使该混合物均质化。

[0059] 在本发明的方法中,包括在这三个优选的实施方案中,如果将要加入一种催化剂,则有利的是将它在加入选自碳酸钠、碳酸氢钠以及氢氧化钠的该至少一种化合物之后并且在加入该氧源之前加入。加入该催化剂之后,通常地优选通过在从5秒至120秒、更优选从10秒至60秒过程中的混合使该混合物均质化。

[0060] 根据本发明,包括这三个优选的实施方案,如果必须将任何另外的化合物如一种次氯酸盐、表面活性剂、硅酸钠、纤维素的衍生物、蛋白质衍生物和/或淀粉或淀粉衍生物加入到步骤(a)的组合物中,则将它们与选自碳酸钠、碳酸氢钠以及氢氧化钠的该化合物同时、在其之前或之后,并且优选在该氧源之前典型地加入。

[0061] 在本发明的一个第四实施方案中,该第四实施方案还可以与以上描述的三个优选实施方案相结合,在该方法的不同点加入的水,包括用于制备中间浆料类和/或溶液类的水,具有从20°C至90°C、优选从25°C至60°C、例如大约从30°C至50°C的温度作为起始温度。

[0062] 在本发明的方法中,在步骤(b)中,在将步骤(a)的该混合物浇注到一个模具中之后,通常在大气压下并且特别地在从1分钟至24小时、优选从5分钟至12小时、更优选从15分钟至6小时、例如从20分钟至4小时的过程中,允许该混合物形成一个硬化体。该硬化体典型地是在从10°C至90°C的一个温度下形成的。在将步骤(a)的该混合物在环境温度下浇注到一个模具中之后,仅通过这些放热化学反应所产生的上升温度就能获得所述温度。在将步骤(a)的该混合物浇注到在30°C至90°C的温度下被加热的一个模具中之后,还可以在从30°C至90°C、特别地从30°C至80°C的一个温度下进行所述硬化。

[0063] 在本方法中,在步骤(c)之后,也就是将步骤(b)的该硬化体从其模具中取出之后,在一个步骤(d)中可以例如使用一个钢丝钳或任何其他类型的切割器可任选地对该硬化体按一个定义的尺寸和/或一个定义的形状进行切割,比如以较小的砌块或砖的形状,或根据生产需要的优选形状。

[0064] 在本方法中,可以在一个人工气候室、传统的烘箱或高压釜中,优选在高压釜中,并且在环境条件下进行步骤(e)中的养护。如果在一个人工气候室(总体上为一个干燥房)中进行该养护,则通常是在大气压以及从室温至80°C的一个温度下、特别是在特定的湿度条件以及以下特定的热曲线(profile)下进行。如果在一个烘箱中进行该养护,则典型地是在大气压并且在高达120°C的温度下(可任选地存在一个蒸汽源)进行。如果在一个高压釜中进行该养护,则压力、温度、持续时间和相对湿度的这些条件将取决于该可用的

设备、压力、湿度以及由饱和水 - 蒸汽图定义的温度。例如，对一个特定的高压釜，可以在从 150°C 至 250°C、具体地从 175°C 至 225°C、特别是从 190°C 至 200°C 的温度下，并且在从 5 至 20 巴、具体地从 8 至 15 巴的压强下，在从 1 小时至 24 小时、优选从 6 小时至 18 小时、例如大约 10 小时至 12 小时过程中进行步骤 (d) 的养护。在一个特别优选的实施方案中，根据设备制造商的说明来控制温度上升的速度。

[0065] 本发明还涉及加气混凝土建筑材料并且特别涉及通过以上描述的方法可获得的加气蒸压混凝土建筑材料。

[0066] 鉴于上述情况，本发明还涉及如以上所描述的一种氧源以及选自碳酸钠、碳酸氢钠和氢氧化钠的至少一种化合物在加气混凝土建筑材料的制造中的用途，特别是用于加气蒸压混凝土建筑材料的制造，具体地说是用于通过以上描述的方法可获得的加气混凝土建筑材料的制造的用途。

[0067] 如果以引用方式并入本文的任何专利的披露内容、专利申请和出版物与本申请的描述相矛盾以致其可使得一个术语不清楚的程度，则本发明描述应当优选考虑。

[0068] 以下对本发明进行进一步说明，而并不将其范围限制于此。

[0069] 实例

[0070] 在以下的实例中，用来浇注该混凝土的这些容器具有约 1000 毫升的体积，并且是由塑料例如聚氯乙烯 (PVC)、聚乙烯 (PE)、聚丙烯 (PP) 或发泡聚苯乙烯 (EPS) 制成的。在以下的实例中，所用的该混合器是配备有一个轴流式叶轮（不锈钢、全径 68mm、孔径 10mm）、在 600rpm 下使用的一个 RW 25IKA 140W 搅拌电机 (RW 25IKA Stirring Motor140W) 的混合器。

[0071] 下面所描述的在各种组合物中使用的成分的量值是以按干材料（含有该水泥、石灰、石膏、砂和 / 或飞灰）重量计的 % 表示。水的量值表示为水 / 干材料的重量比 (W/DM)。

[0072] 实例 1：硅砂和 Al 粉

[0073] 以在表 1 中概括的该混合料设计为基础的加气混凝土砌块是根据以下过程生产的。

[0074] 表 1

[0075]

组成 (%)	实例 1
波特兰水泥	14.2
石灰	14.2
石膏	2.6
纯硅砂	69.0
Al 粉	0.083
水 / 干材料比	0.62

[0076] 将所有的固体组分（即波特兰水泥、石灰、石膏、硅砂和 Al 粉）混合在一起。将在

60°C 温度下预热的水加入并且对所有成分在 30 秒的过程中进行混合。然后将该混合物浇注到一个塑料容器中并且允许其在室温下在大约 1 天的过程中硬化。然后将该硬化体在一个烘箱中在 85°C 烘干至干燥 (24-48 小时)。

[0077] 所得的砌块的密度是 0.55g/ml。

[0078] 实例 2-6：硅砂和过氧化氢

[0079] 以在表 2 中概括的该混合料设计为基础的加气混凝土砌块是根据以下过程生产的。

[0080] 表 2

[0081]

组成 (%)	实例 2-6
波特兰水泥	14.2
石灰	14.2
石膏	2.6
纯硅砂	69.0
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	0.62
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	5
Mn <sup>2+</sup> (ppm)	100
水 / 干材料比	0.62

[0082] 制备了将波特兰水泥、石灰、石膏和硅砂混合在一起的 5 个样品。将该碳酸钠溶解于在各种温度 (见表 3) 下预热的部分水中 (浓度大约是按重量计 20%)，将得到的这些溶液加入到这些固体混合料样品中，并且对这些混合物在大约 30 秒的过程中进行混合。将该催化剂以一种 10g/l 的硫酸锰水溶液加入，并且在大约 15 秒的过程中对这些混合物进行混合。将该过氧化氢以具有按重量计大约 6% 的浓度的一种水溶液 (从用部分水稀释的浓度为按重量计 17% 的一种过氧化氢水溶液开始) 的形式加入，然后将剩余部分的水加入。对得到的这些混合物在 20 秒的过程中进一步进行混合。将这些混合物浇注到塑料容器中并允许其在室温下在大约 1 天的过程中进行硬化。然后将这些硬化体在一个烘箱中在 85°C 烘干至干燥 (24-48 小时)。

[0083] 监测在该硬化步骤过程中这些模制体的温度并且将在 15 分钟的硬化之后的这些结果展示在表 3 中。

[0084] 所得到的这些砌块的密度概括在表 3 中。

[0085] 表 3

	实例 2	实例 3	实例 4	实例 5	实例 6
[0086]	水温 (°C)	15	20	25	30
	模制体温度 (15 min) (°C)	24	35	48	58
	密度 (g/ml)	0.68	0.61	0.48	0.50

[0087] 这些结果表明,当将水在从 20°C 至 30°C、特别是从 25°C 至 30°C 的温度下加入时,可以得到最大的膨胀。

[0088] 实例 7-12: 硅砂和过氧化氢

[0089] 以在表 4 中概括的这些混合料设计为基础的加气混凝土砌块是根据以下过程生产的。

[0090] 表 4

[0091]

组成 (%)	实例 7	实例 8	实例 9	实例 10	实例 11	实例 12
波特兰水泥	14.2	14.2	14.2	14.2	14.2	14.2
石灰	14.2	14.2	14.2	14.2	14.2	14.2
石膏	2.6	2.6	2.6	0	0	0
纯硅砂	69.0	69.0	69.0	69.0	69.0	69.0
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	4	5	6	4	5	6
Mn <sup>2+</sup> (ppm)	100	100	100	100	100	100
水 / 干材料比	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62

[0092] 将波特兰水泥、石灰、硅砂以及石膏(如果存在的话)混合在一起。将该碳酸钠溶解于在大约 26°C 至 27°C 温度下预热的部分水中(浓度大约是按重量计 20%),将得到的溶液加入到该固体混合料中,并且对每一个在 30 秒的过程中进行混合。将该催化剂以一种 10g/l 的硫酸锰水溶液加入并且对该混合物在 15 秒的过程中进行混合。将该过氧化氢以具有按重量计大约 6% 的浓度的一种水溶液(从用部分水稀释的浓度为按重量计 17% 的一种过氧化氢水溶液开始)的形式加入,然后将剩余部分的水加入。对所得到的混合物在 20 秒的过程中进行混合。然后将这些混合物浇注到塑料容器中并允许其在室温下在大约 1 天的过程中硬化。然后将这些硬化体在一个烘箱中在 85°C 烘干至干燥(24-48 小时)。

[0093] 所得到的这些砌块的密度概括在表 5 中。

[0094] 表 5

[0095]

	实例 7	实例 8	实例 9	实例 10	实例 11	实例 12
密度 (g/ml)	0.90	0.63	0.65	0.85	0.60	0.61

[0096] 这些结果表明,在这些混合料设计中,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 的最佳量值为按该干材料重量计的 5%,这个量值不依赖于石膏的存在导致最小的密度。当石膏存在时该膨胀略微更小,但是从实例 9(图 1) 和实例 11(图 2) 的这些养护体的图像可以看出,这些气泡在石膏存在时更小小。

[0097] 实例 13:粉煤灰和 A1 粉

[0098] 以在表 6 中概括的该混合料设计为基础的加气混凝土砌块是根据以下过程生产的。

[0099] 表 6

[0100]

组成 (%)	实例 13
波特兰水泥	14.3
石灰	3.4
石膏	0.68
F 型粉煤灰 (PFA-F)	81.6
A1 粉	0.073
水 / 干材料比	0.43

[0101] 将 PFA 与将要加入到该混合物中的大约 80% -90% 的水混合大约 30-40 秒,以形成一种悬浮液。将波特兰水泥、石灰以及石膏依次加入到该 PFA 悬浮液中,并且在每次加入之后再在大约 15-30 秒过程中进行混合。将 A1 粉与剩余部分的水加入,并且对该混合物在大约 20 秒的过程中进一步进行混合。然后将该混合物浇注到一个塑料容器中并且允许其在室温下硬化直到达到最大膨胀为止(大约 30-60 分钟)。然后将该硬化体在一个烘箱中在 85°C 烘干至干燥(24-48 小时)。

[0102] 所得的砌块的密度是 0.78g/ml。

[0103] 实例 14-17:粉煤灰和过氧化氢

[0104] 以在表 7 中概括的这些混合料设计为基础的加气混凝土砌块是根据以下过程生产的。

[0105] 表 7

[0106]

组成 (%)	实例 14	实例 15	实例 16	实例 17
波特兰水泥	14.3	14.3	14.3	14.3

石灰	3. 4	3. 4	3. 4	3. 4
石膏	0. 68	0. 68	0. 68	0. 68
F型粉煤灰 (PFA-F)	81. 6	81. 6	81. 6	81. 6
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	0. 44	0. 44	0. 44	0. 44
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	4	5	6	7
水 / 干材料比	0. 43	0. 43	0. 43	0. 43

[0107] 将 PFA 与将要加入到该混合物中的大约 80% -90% 的水混合大约 30-40 秒, 以形成一种悬浮液。将波特兰水泥、石灰以及石膏依次加入到该 PFA 悬浮液中, 并且在每次加入之后在大约 15-30 秒过程中进一步进行混合。将该碳酸钠溶解于在大约 26°C 至 27°C 温度下预热的部分水中 (浓度大约是按重量计 20wt%), 将所得到的溶液加入到该 PFA/ 水泥混合物中, 并且对每种混合物在 15-30 秒的过程中进行混合。将该过氧化氢以具有按重量计大约 6% 的浓度的一种水溶液 (从用部分水稀释的浓度为按重量计 17% 的一种过氧化氢水溶液开始) 的形式加入, 并且然后将剩余部分的水加入。对所得到的混合物在大约 15-20 秒过程中进行混合。将这些混合物浇注到塑料容器中并且允许其在室温下在大约 1 天的过程中硬化。然后将这些硬化体在一个烘箱中在 85°C 烘干至干燥 (24-48 小时)。

[0108] 所得到的这些砌块的密度概括在表 8 中。

[0109] 表 8

[0110]

	实例 14	实例 15	实例 16	实例 17
密度 (g/ml)	0. 85	0. 66	0. 53	0. 70

[0111] 这些结果表明, 在这些混合料设计中, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>的最佳量值为按该总干材料重量计的 6% (实例 16, 图 3)。

[0112] 实例 18: 粉煤灰和过氧化氢

[0113] 以在表 9 中概括的该混合料设计为基础的加气混凝土砌块是根据与实例 14-17 相同的过程生产的。

[0114] 表 9

[0115]

组成 (%)	实例 18
波特兰水泥	14. 3
石灰	3. 4
石膏	0. 68

F型粉煤灰 (PFA-F)	81.6
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	0.44
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	6
水 / 干材料比	0.43

[0116] 所得的砌块的密度是 0.72g/ml。因此,最佳的 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>量值和 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>量值之间似乎存在一种关系。

[0117] 实例 19-23 :粉煤灰和过氧化氢

[0118] 用其他批次的水泥和石灰对实例 14-16 (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>的量值对应地为按重量计 4%、5% 以及 6%) 进行再生产。还测试了 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>的量值为 3% 的情况。除了将水预热到从 23°C 至 25°C 的温度而不是 26°C 至 27°C 之外,以在表 10 中概括的这些混合料设计为基础的加气混凝土砌块是根据实例 14-17 的过程生产的。

[0119] 表 10

组成 (%)	实例 19	实例 20	实例 21	实例 22	实例 23
波特兰水泥 (不同于实例 14-17 的其他批次)	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3
石灰 (不同于实例 14-17 的其他批次)	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4
石膏	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68
F型粉煤灰 (PFA-F)	81.6	81.6	81.6	81.6	81.6
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	6	5	4	3	3
水/干材料比	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43

[0120] [0121] 所得到的这些砌块的密度概括在表 11 中。

[0122] 表 11

[0123]

	实例 19	实例 20	实例 21	实例 22	实例 23
密度 (g/ml)	n. m.	n. m.	0.58	0.53	0.57

[0124] 由于该混凝土混合料太粘稠并且没有膨胀,因而未测定 (n. m) 实例 19 和 20 的密度。这些结果表明,在这些混合料设计中,Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>的最佳量值为按该总干材料重量计的 3% (实例 22, 图 4; 实例 23)。这表明,Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>的最佳量值取决于这些原材料的质量,特别是这些胶凝材料的质量。

[0125] 实例 24-28 :粉煤灰、硅砂和过氧化氢

[0126] 以在表 12 中概括的这些混合料设计为基础的加气混凝土砌块是根据实例 14-17

的过程生产的,其中将该硅砂加入到该PFA悬浮液后顺序加入波特兰水泥、石灰以及石膏,并且在从24.5°C至26°C的温度下对水进行预热。

[0127] 表 12

[0128]

组成(%)	实例 24	实例 25	实例 26	实例 27	实例 28
波特兰水泥	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3
石灰	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4
石膏	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68
纯硅砂	70	69	71	71	71
F型粉煤灰(PFA-F)	10	10	10	10	10
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	5	4	3	3	3
水 / 干材料比	0.6	0.6	0.5	0.4	0.43

[0129] 所得到的这些砌块的密度概括在表 13 中。

[0130] 表 13

[0131]

	实例 24	实例 25	实例 26	实例 27	实例 28
密度(g/ml)	0.60	0.65	0.74	0.62	0.61

[0132] 实例 24 和 25 的密度结果(图 5)并不坏,但对这些混合料设计来讲似乎该含水率太高了,因为在养护之前,在这些砌块的顶部出现了一些水。这些结果表明,在这些混合料设计中,Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>的最佳量值为按该总干材料重量计的 3%,并且该最佳的水 / 干材料比为大约 0.43(实例 28,图 6)。

[0133] 实例 29-31:粉煤灰、硅砂和过氧化氢

[0134] 以在表 14 中概括的这些混合料设计为基础的加气混凝土砌块是根据实例 24-28 的过程生产的,其中在从 24°C 至 24.5°C 的温度下对水进行预热。

[0135] 表 14

[0136]

组成(%)	实例 29	实例 30	实例 31
波特兰水泥	14.3	14.3	14.3
石灰	3.4	3.4	3.4

石膏	0.68	0.69	0.68
纯硅砂	75	71	69
F型粉煤灰 (PFA-F)	5	10	15
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	0.44	0.44	0.44
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	3	3	3
水 / 干材料比	0.44	0.44	0.44

[0137] 所得到的这些砌块的密度概括在表 15 中。

[0138] 表 15

[0139]

	实例 29	实例 30	实例 31
密度 (g/ml)	0.60	0.61	0.60

[0140] 这些结果表明, 该密度差不多是恒定的。尽管如此, 与实例 31(图 8)相比, 实例 29(图 7)中的气泡尺寸似乎更好。

[0141] 实例 32-36: 粉煤灰、硅砂和过氧化氢

[0142] 以在表 16 中概括的这些混合料设计为基础的加气混凝土砌块是根据实例 24-28 的过程生产的, 其中在从 24°C 至 25°C 的温度下对水进行预热。

[0143] 表 16

[0144]

组成 (%)	实例 32	实例 33	实例 34	实例 35	实例 36
波特兰水泥	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3
石灰	4.2	5.1	5.1	4.2	4.2
石膏	0.68	0.68	0.68	2.3	0.68
纯硅砂	70	69	68	69	74
F型粉煤灰 (PFA-F)	10	10	10	10	5
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	3	3	4	3	3
水 / 干材料比	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43

[0145] 所得到的这些砌块的密度概括在表 17 中。

[0146] 表 17

[0147]

	实例 32	实例 33	实例 34	实例 35	实例 36
密度 (g/ml)	0.57	0.59	0.81	0.60	0.60

[0148] 这些结果以及实例 32(图 9)、实例 33(图 10)、实例 35(图 11) 和实例 36(图 12) 的图像的对比表明, 在包括 5% 的 PFA-C 和额外量的石灰 (CaO) 的实例 36 中可以获得更好的气泡尺寸。实例 36(图 12) 的气泡尺寸甚至略好于实例 29(见图 7) 的气泡尺寸。

[0149] 实例 37-41:Al 和碳酸钠。

[0150] 以在表 18 中概括的这些混合料设计为基础的加气混凝土砌块是根据实例 1 的该过程 (室温) 生产的。

[0151] 表 18

[0152]

组成 (%)	实例 37	实例 38	实例 39	实例 40	实例 41
波特兰水泥	14.2	14.2	14.2	14.2	14.2
石灰	14.2	14.2	14.2	14.2	14.2
石膏	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6
纯硅砂	69	69	69	69	69
铝 (干燥的)	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	0	0.3	0.4	0.5	5
水 / 干材料比	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62

[0153] 所得到的这些砌块的密度概括在表 19 中。

[0154] 表 19

[0155]

	实例 32	实例 33	实例 34	实例 35	实例 36
密度 (g/ml)	0.561	0.535	0.515	0.495	0.774

[0156] 所记录的温度曲线表明, 该温度的快速上升与 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>的较高浓度相关, 意味着该水泥块的更快硬化, 这阻碍了气体的完全释放或保留。

[0157] 图 13 和 14 对应地展示了仅使用铝以及使用铝和 0.5% 的 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>完成的一个试验的膨胀和气泡尺寸。

[0158] 实例 42-46:过氧化氢 (Hydrogen peroxide) 和碳酸钠。

[0159] 除了 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>含量为 0.44wt. % (室温) 之外, 以在表 20 中概括的这些混合料设计为基础的加气混凝土砌块是根据实例 2 的过程生产的。

[0160] 表 20

[0161]

组成 (%)	实例 42	实例 43	实例 44	实例 45	实例 46
波特兰水泥	14.2	14.2	14.2	14.2	14.2
石灰	14.2	14.2	14.2	14.2	14.2
石膏	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6
纯硅砂	69	69	69	69	69
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	0	3	4	5	6
水 / 干材料比	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62

[0162] 所得到的这些砌块的密度概括在表 21 中。

[0163] 表 21

[0164]

	实例 42	实例 43	实例 44	实例 45	实例 46
密度 (g/ml)	0.900	0.697	0.593	0.567	0.670

[0165] 图 15 展示了使用 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 和 5% 的 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 完成的一个试验的膨胀和气泡尺寸。

[0166] 实例 47-50 : 水温的影响。

[0167] 除了变化的水温之外, 加气混凝土砌块是根据实例 45 的过程生产的。所得到的这些砌块的密度概括在表 22 中。

[0168] 表 22

[0169]

	实例 47	实例 48	实例 49	实例 50
温度 (°C)	15	20	25	30
密度 (g/ml)	0.587	0.567	0.590	0.806

[0170] 实例 51-55 : 干组分与 H<sub>2</sub>O/Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 混合的不同时间 = A 以及将 Mn 加入到该混合物的不同时间 = B。

[0171] 加气混凝土砌块是根据实例 45 的过程生产的, 其中采用干组分与 H<sub>2</sub>O/Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 混合的不同时间 = A 以及将 Mn 加入到该混合物的不同时间 = B。所得到的这些砌块的密度概括在表 23 中。在实例 55 中, 含水率是 0.58。

[0172] 表 23

[0173]

	实例 51	实例 52	实例 53	实例 54	实例 55
混合 A	1' 30"	2' 30"	2'	2 '	2 '
混合 B	30"	30"	30"	60"	30"
密度 (g/ml)	0.610	0.616	0.591	0.629	0.609

[0174] 图 16 展示了使用  $H_2O_2$  和 5% 的  $Na_2CO_3$  完成的一个试验的膨胀和气泡尺寸。将  $H_2O_2$  与  $Na_2CO_3$  一起加入到该水混合物中 (实例 53)。

[0175] 实例 56-58: 混合物中 Mn 浓度的影响。

[0176] 加气混凝土砌块是根据实例 54 的该过程并且采用不同浓度的 Mn 催化剂生产的。所得到的这些砌块的密度概括在表 24 中。

[0177] 表 24

[0178]

	实例 56	实例 57	实例 58
Mn (ppm)	0	50	100
密度 (g/ml)	0.941	0.829	0.629

[0179] 实例 59-61:  $MnO_2$  的作用。

[0180] 将  $MnO_2$  固体作为一种替代性的催化剂加入。将固体、水、 $H_2O_2$  和  $Na_2CO_3$  加入并且对其在 2 分钟的过程中进行混合。然后加入  $MnO_2$  并且在 30 秒的过程中进行混合。在使用以及不使用  $Na_2CO_3$  的情况下完成这个试验。通过将该固体催化剂与其他固体混合来完成试验 61。所得到的这些砌块的密度概括在表 25 中。

[0181] 表 25

[0182]

	实例 59	实例 60	实例 61
$MnO_2$	与 $Na_2CO_3$ 一 起使用	单独使用	与 砂一起使用
Mn 当量 (ppm)	100	100	100
密度 (g/ml)	1.051	0.87	1.19

[0183] 实例 62-64:  $NaHCO_3$  的作用。

[0184] 加气混凝土砌块是根据实例 45 的该过程并且采用不同的碳酸氢盐浓度生产的。所得到的这些砌块的密度概括在表 26 中。

[0185] 表 26

[0186]

	实例 62	实例 63	实例 64
$NaHCO_3$ (%)	3	4	1

密度 (g/ml)	1.051	0.953	0.933
-----------	-------	-------	-------

[0187] 实例 65-67 :Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>(低浓度) 的作用。

[0188] 加气混凝土砌块是根据下述的过程生产的：对水、Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>和H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>进行2分钟过程的混合，然后以MnSO<sub>4</sub>·H<sub>2</sub>O加入Mn，在30秒过程中进一步进行混合。含水率为0.58。所得到的这些砌块的密度概括在表27中。

[0189] 表27

[0190]

	实例 62	实例 63	实例 64
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> (%)	0.5	0.2	1
密度 (g/ml)	0.548	0.581	0.582

[0191] 图17和18展示了使用H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>和0.5%的Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>完成的一个试验的膨胀和气泡尺寸。将H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>与Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>一起加入到该水混合物中（实例62），并且使用H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>和1%的Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>完成膨胀和气泡尺寸。将H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>与Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>一起对应地加入到该水混合物中（实例64）。

[0192] 实例 68-74 :45℃的水温的作用（不同的含水率）。

[0193] 加气混凝土砌块是根据以下过程生产的：对水（温度为45℃）、Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>和H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>进行2分钟过程的混合，然后以MnSO<sub>4</sub>·H<sub>2</sub>O加入Mn，在30秒过程中进行混合。含水率为0.58和0.62。用Al代替H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>进行实例68。所得到的这些砌块的密度概括在表28中。

[0194] 表28

[0195]

	实例 68	实例 69	实例 70	实例 71	实例 72	实例 73	实例 74
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> (%)	0	5	0.5	0.2	0.2	0.5	1.5
含水率	0.58	0.58	0.58	0.58	0.62	0.62	0.62
密度 (g/ml)	0.548	0.740	0.731	0.644	0.634	0.634	0.740

[0196] 图19展示了使用Al和水（温度为45℃）完成的一个试验的膨胀和气泡尺寸（实例68）。

[0197] 实例 75-77 :45℃的水温和0.76的含水率的作用。

[0198] 加气混凝土砌块是根据实例69中所用的该过程，并且采用不同的碳酸钠含量和0.76的含水率生产的。所得到的这些砌块的密度概括在表29中。

[0199] 表29

[0200]

	实例 68	实例 69	实例 70
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> (%)	0	0.2	0.5

密度 (g/ml)	0.552	0.480	0.496
-----------	-------	-------	-------

[0201] 图 20 和 21 展示了使用  $H_2O_2$  和  $Na_2CO_3$  ( 对应地为 0.2% 和 0.5% ) 完成的试验的膨胀和气泡尺寸。水温为 45°C, 含水率为 0.76 ( 实例 69 和 70 )。

[0202] 附图的简要说明

[0203] 这些图对应于养护后的加气混凝土砌块的图像。

[0204] 图 1 : 实例 9 的养护体的图像 ( 带有直径为 1mm 的一根针 )

[0205] 图 2 : 实例 11 的养护体的图像 ( 带有直径为 1mm 的一根针 )

[0206] 图 3 : 实例 16 的养护体的图像 ( 带有直径为 1mm 的一根针 )

[0207] 图 4 : 实例 22 的养护体的图像

[0208] 图 5 : 实例 25 的养护体的图像 ( 带有直径为 1mm 的一根针 )

[0209] 图 6 : 实例 28 的养护体的图像 ( 带有直径为 1mm 的一根针 )

[0210] 图 7 : 实例 29 的养护体的图像 ( 带有直径为 1mm 的一根针 )

[0211] 图 8 : 实例 31 的养护体的图像 ( 带有直径为 1mm 的一根针 )

[0212] 图 9 : 实例 32 的养护体的图像 ( 带有直径为 1mm 的一根针 )

[0213] 图 10 : 实例 33 的养护体的图像 ( 带有直径为 1mm 的一根针 )

[0214] 图 11 : 实例 35 的养护体的图像 ( 带有直径为 1mm 的一根针 )

[0215] 图 12 : 实例 36 的养护体的图像 ( 带有直径为 1mm 的一根针 )

[0216] 图 13 : 仅使用 A1 完成的一个试验的膨胀和气泡尺寸的图像 ( 实例 37 )。

[0217] 图 14 : 使用 A1 和 0.5% 的  $Na_2CO_3$  完成的一个试验的膨胀和气泡尺寸的图像 ( 实例 40 )。

[0218] 图 15 : 使用  $H_2O_2$  和 5% 的  $Na_2CO_3$  完成的一个试验的膨胀和气泡尺寸的图像 ( 实例 45 )。

[0219] 图 16 : 使用  $H_2O_2$  和 5% 的  $Na_2CO_3$  完成的一个试验的膨胀和气泡尺寸的图像。将  $H_2O_2$  与  $Na_2CO_3$  一起加入到该水混合物中 ( 实例 53 )。

[0220] 图 17 : 使用  $H_2O_2$  和 0.5% 的  $Na_2CO_3$  完成的一个试验的膨胀和气泡尺寸的图像。将  $H_2O_2$  与  $Na_2CO_3$  一起加入到该水混合物中 ( 实例 62 )。

[0221] 图 18 : 使用  $H_2O_2$  和 1% 的  $Na_2CO_3$  完成的膨胀和气泡尺寸的图像。将  $H_2O_2$  与  $Na_2CO_3$  一起对应地加入到该水混合物中 ( 实例 64 )。

[0222] 图 19 : 使用 A1 和水 ( 温度为 45°C ) 完成的膨胀和气泡尺寸的图像 ( 实例 68 )。

[0223] 图 20 : 使用  $H_2O_2$  和  $Na_2CO_3$  (0.2% ) 完成的膨胀和气泡尺寸的图像。水温是 45°C, 含水率是 0.76 ( 实例 69 )。

[0224] 图 21 : 使用  $H_2O_2$  和  $Na_2CO_3$  (0.5% ) 完成的膨胀和气泡尺寸的图像。水温是 45°C, 含水率是 0.76 ( 实例 70 )。

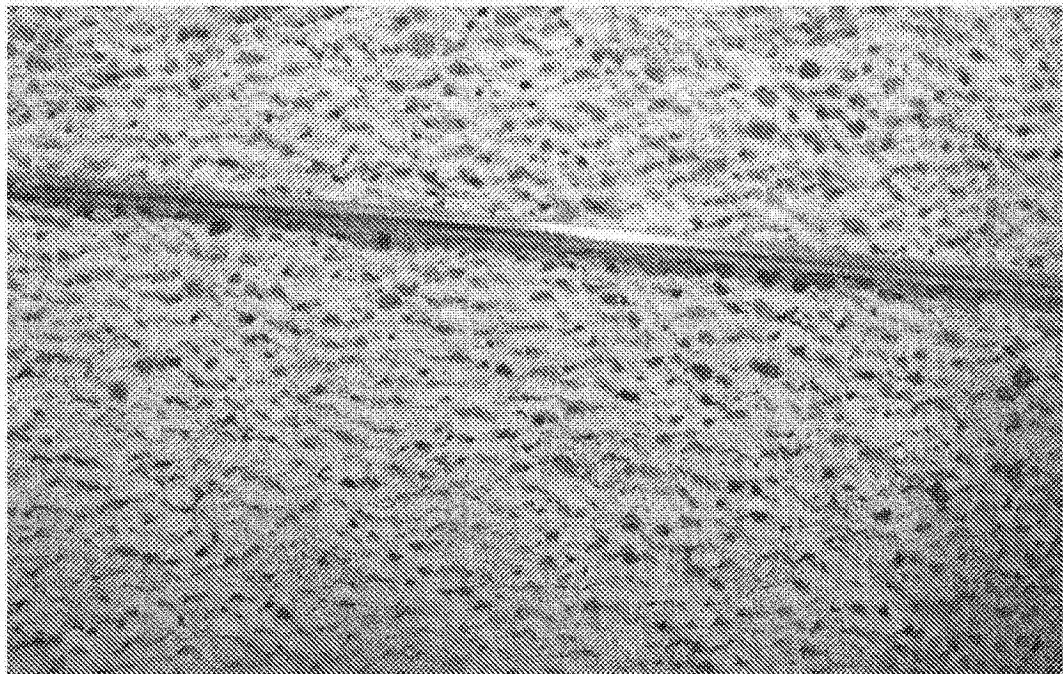


图 1

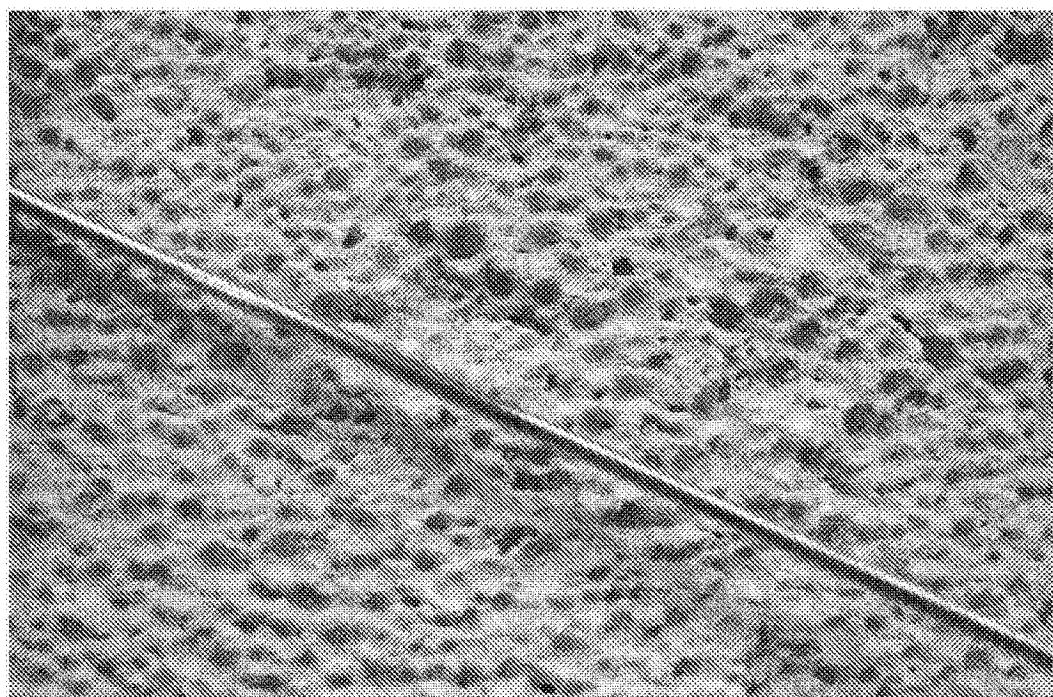


图 2

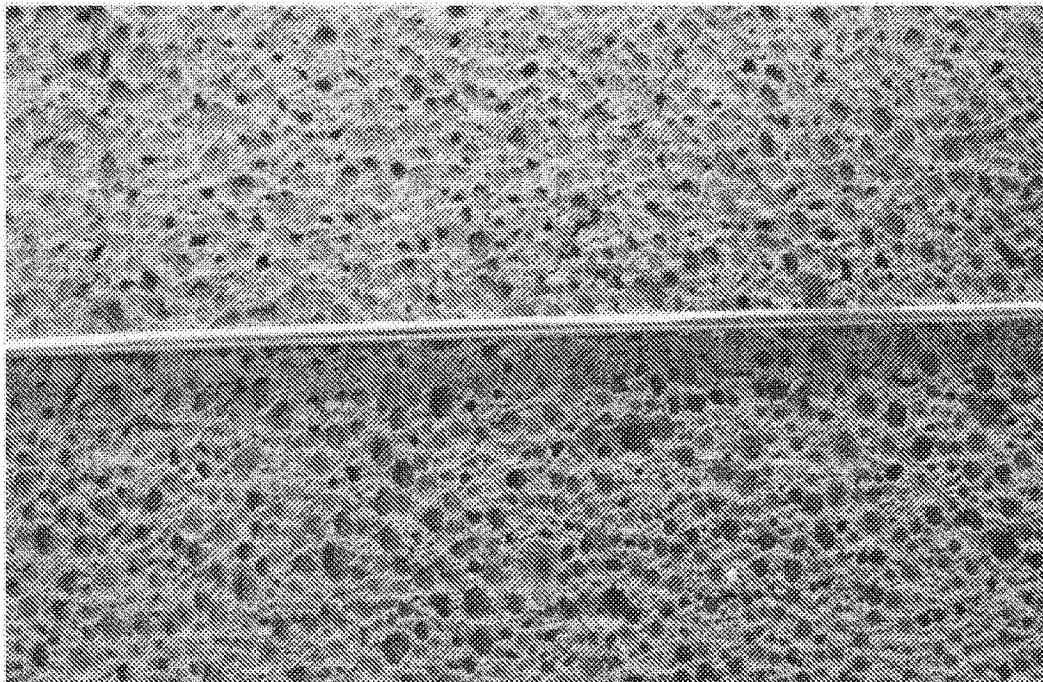


图 3



图 4

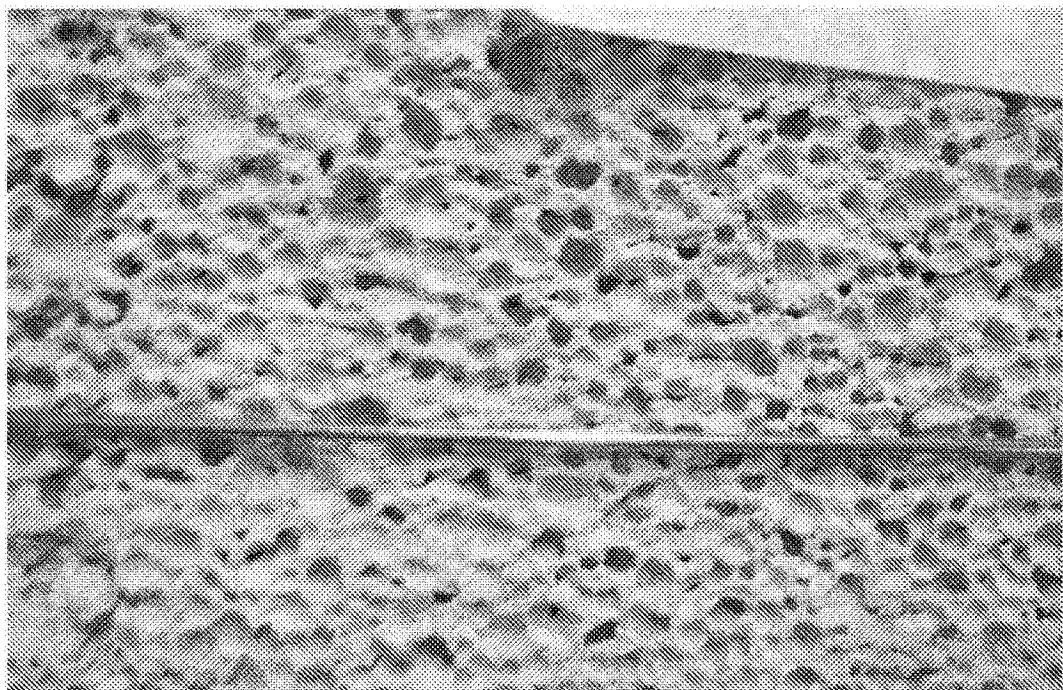


图 5

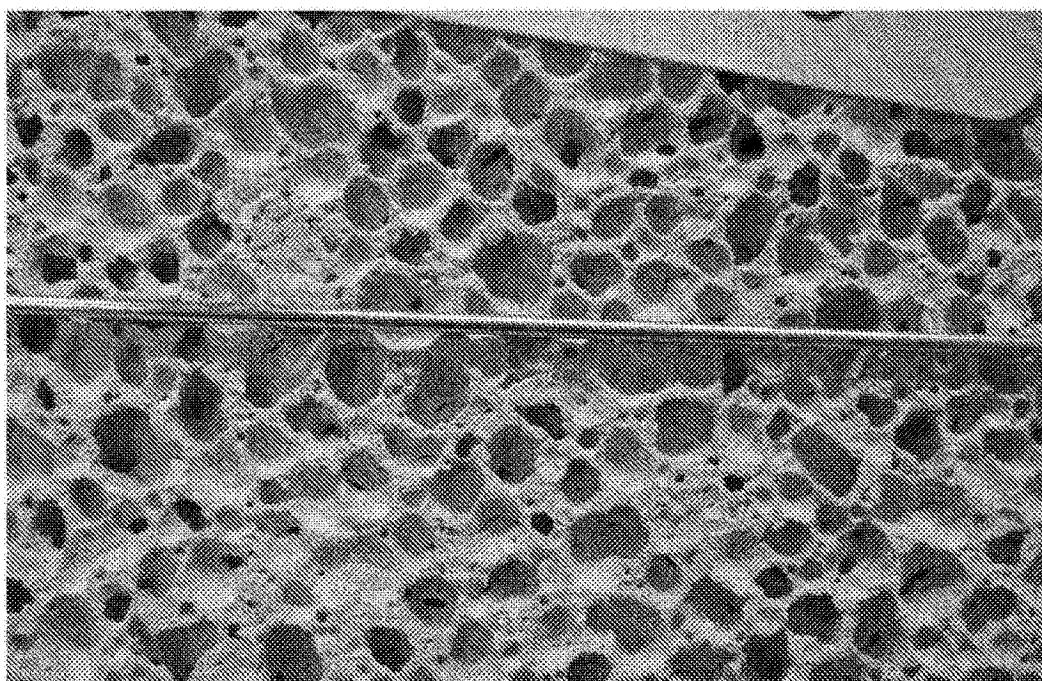


图 6

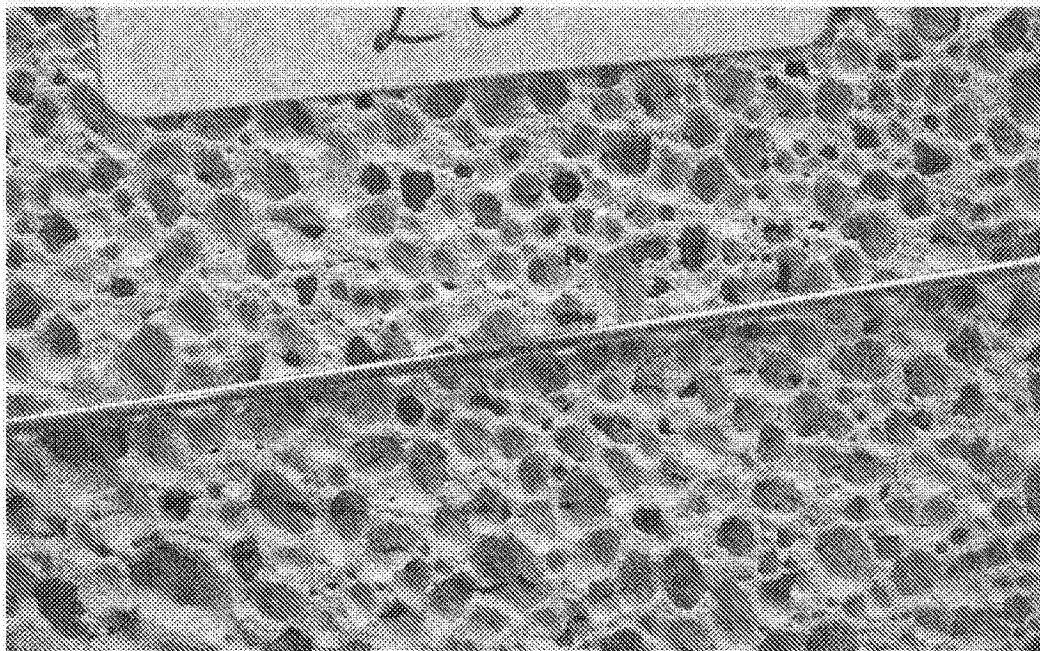


图 7

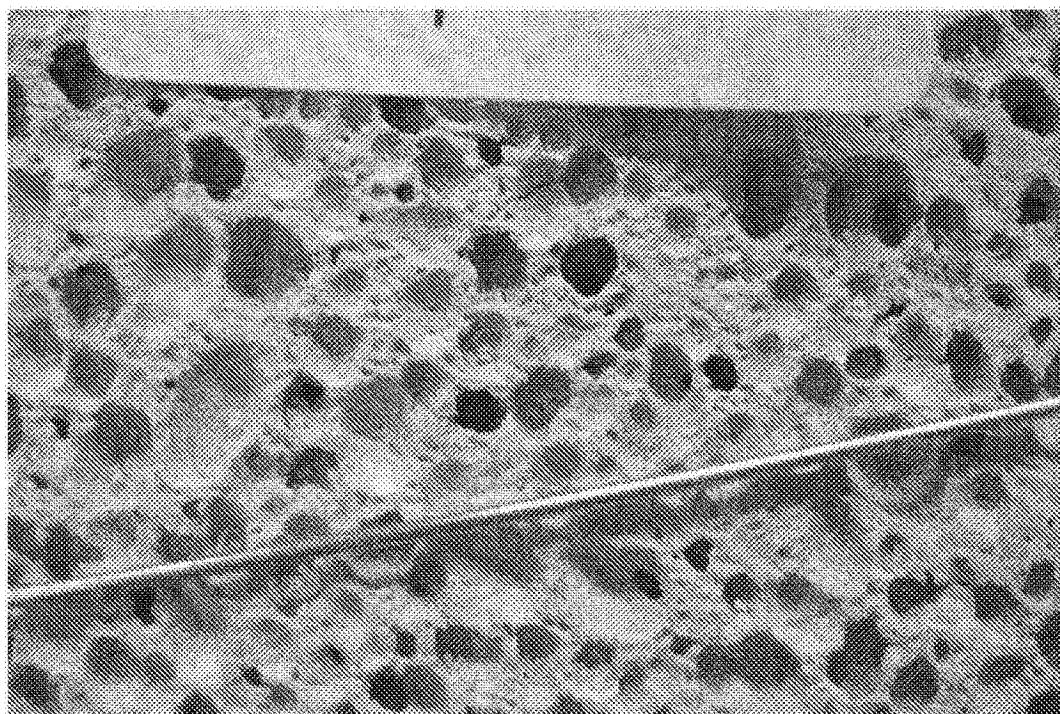


图 8

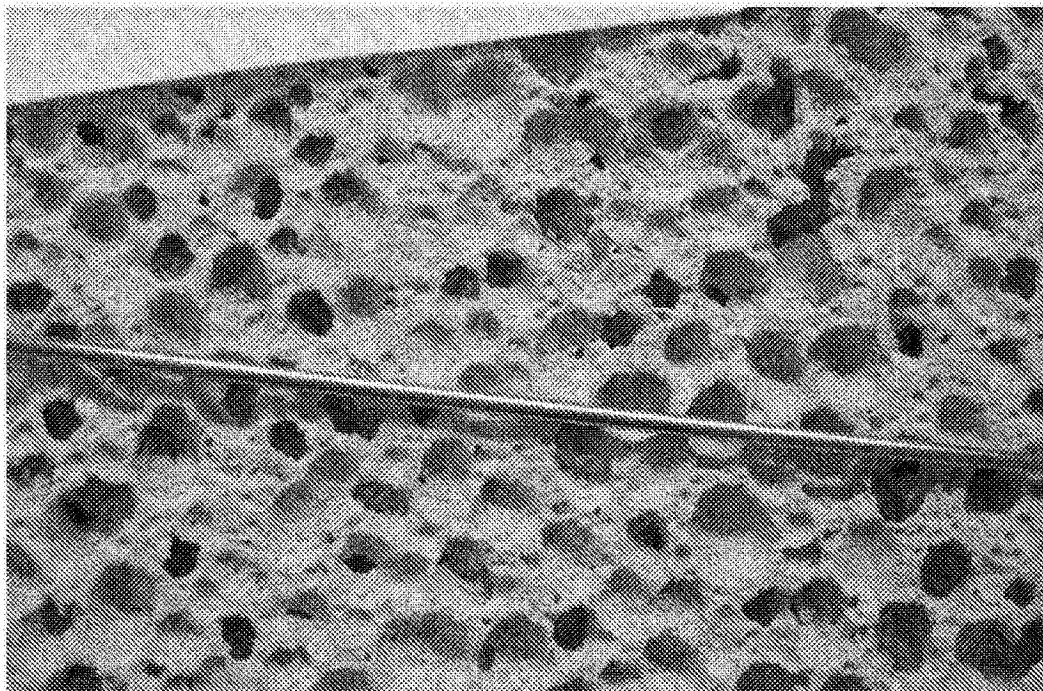


图 9

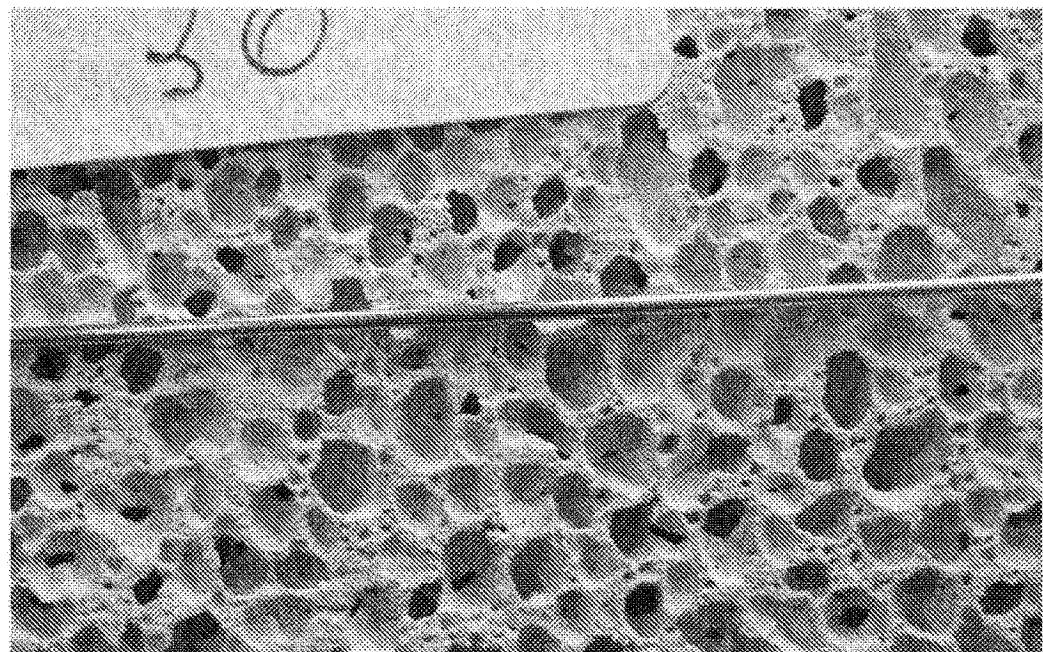


图 10

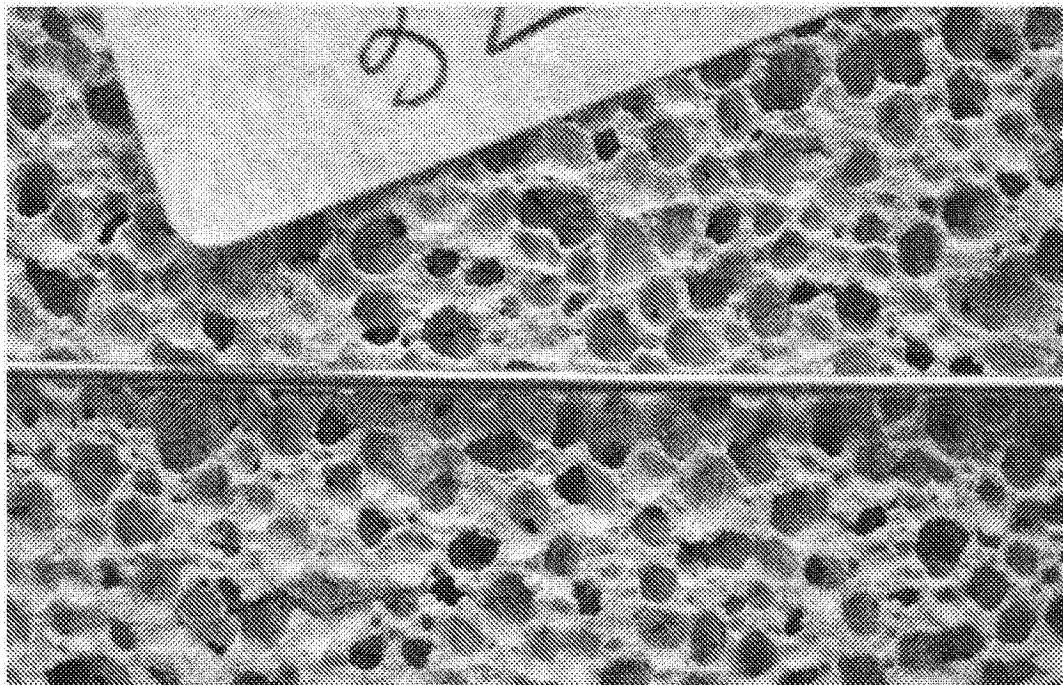


图 11

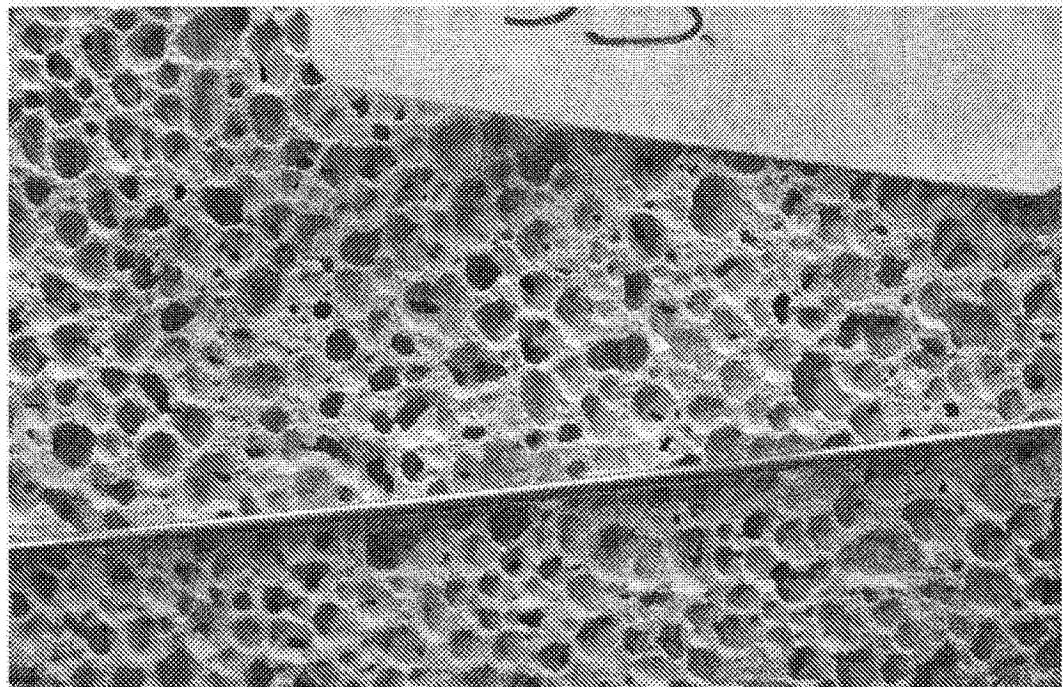


图 12

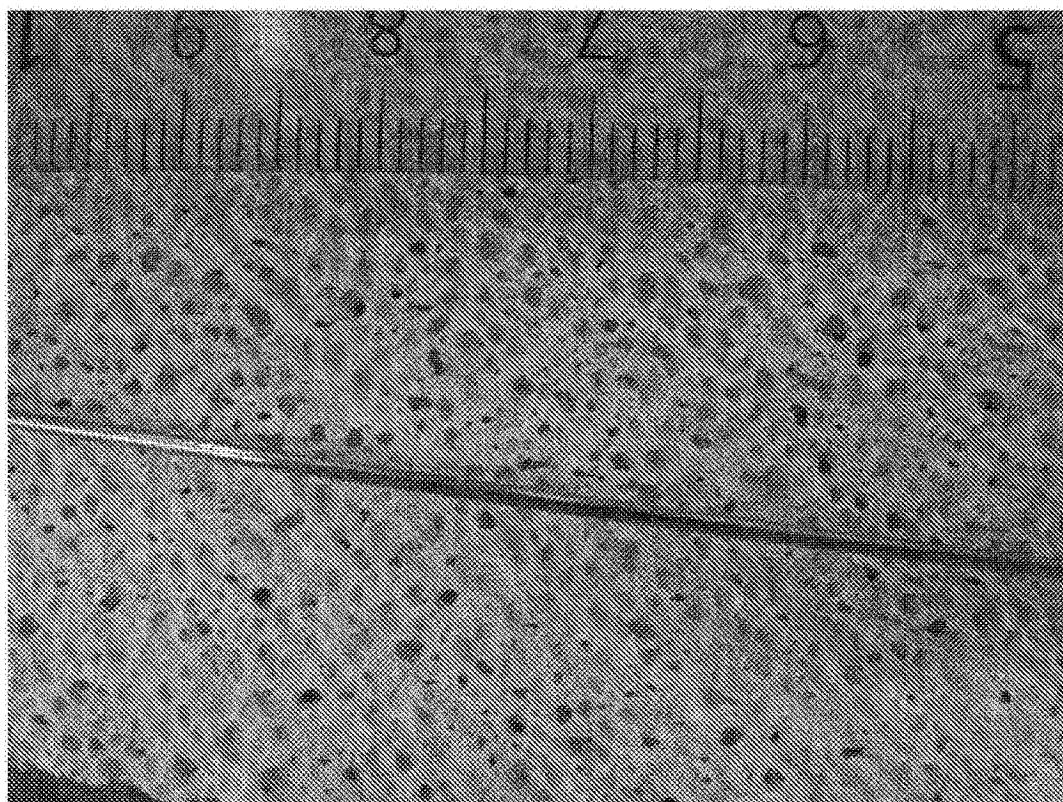


图 13

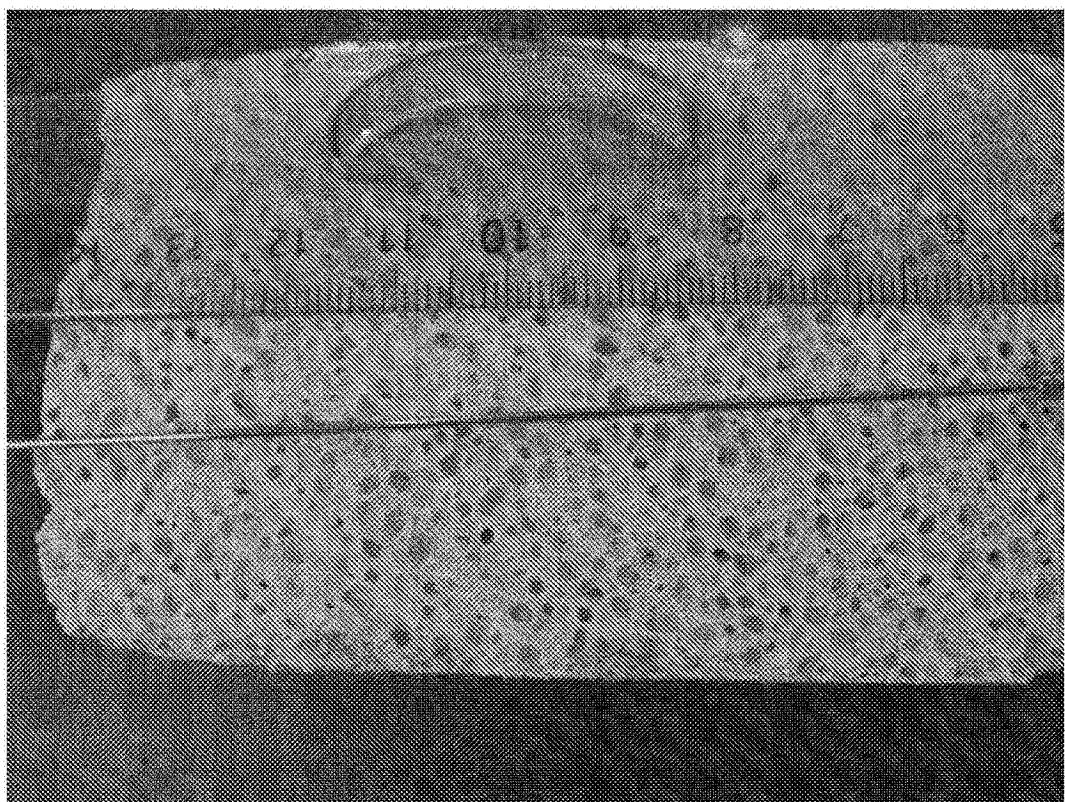


图 14

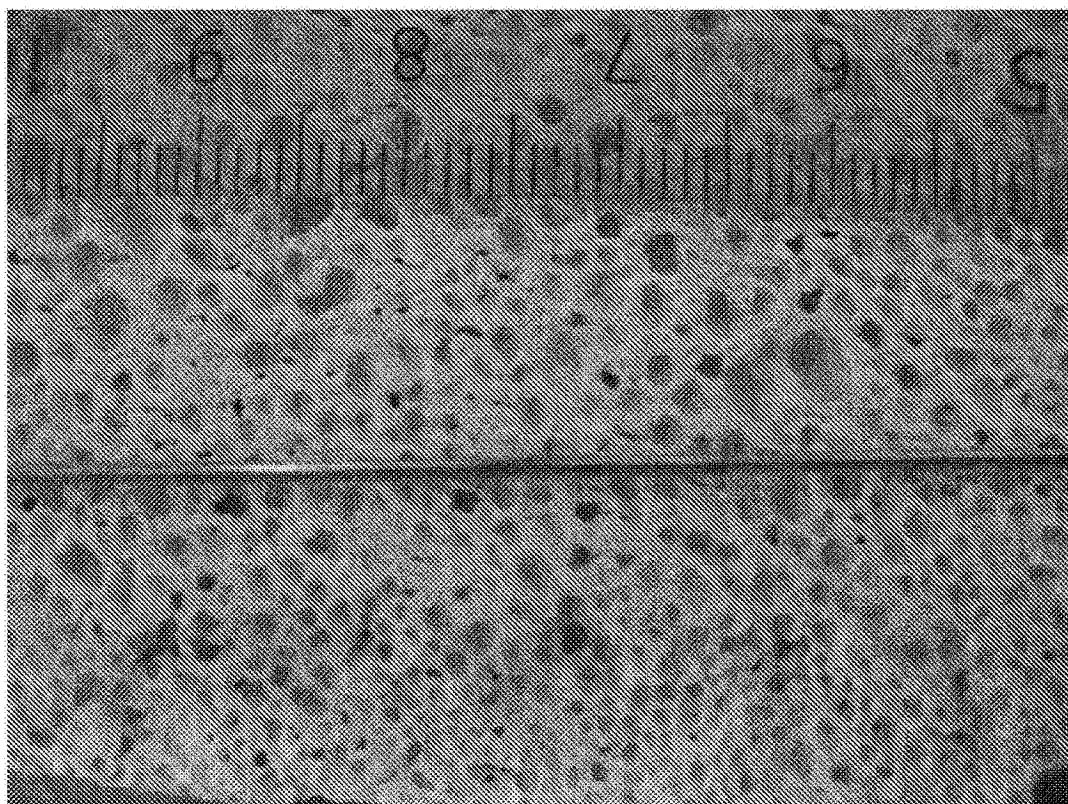


图 15

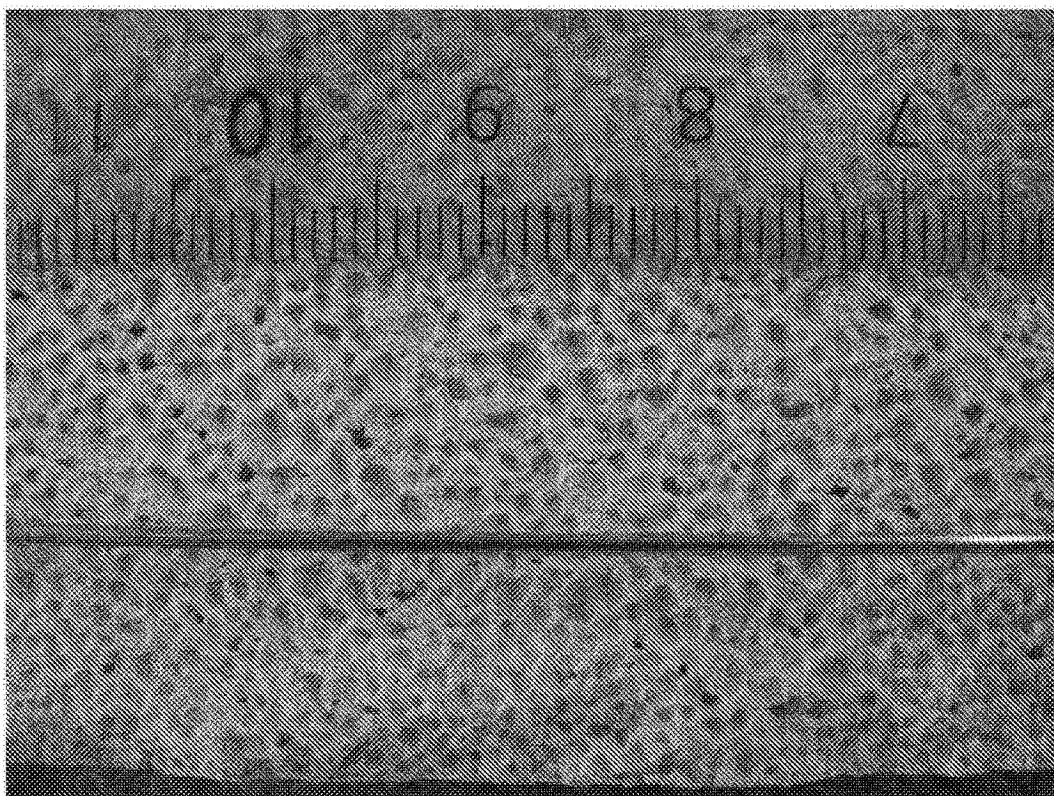


图 16

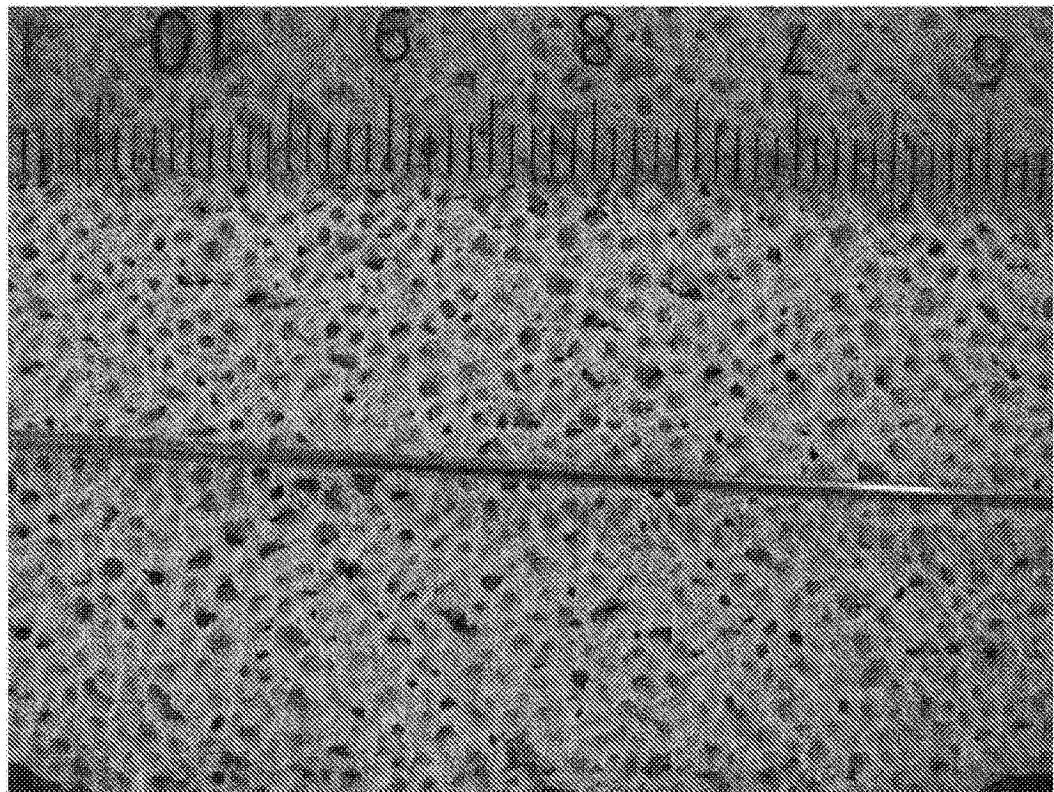


图 17

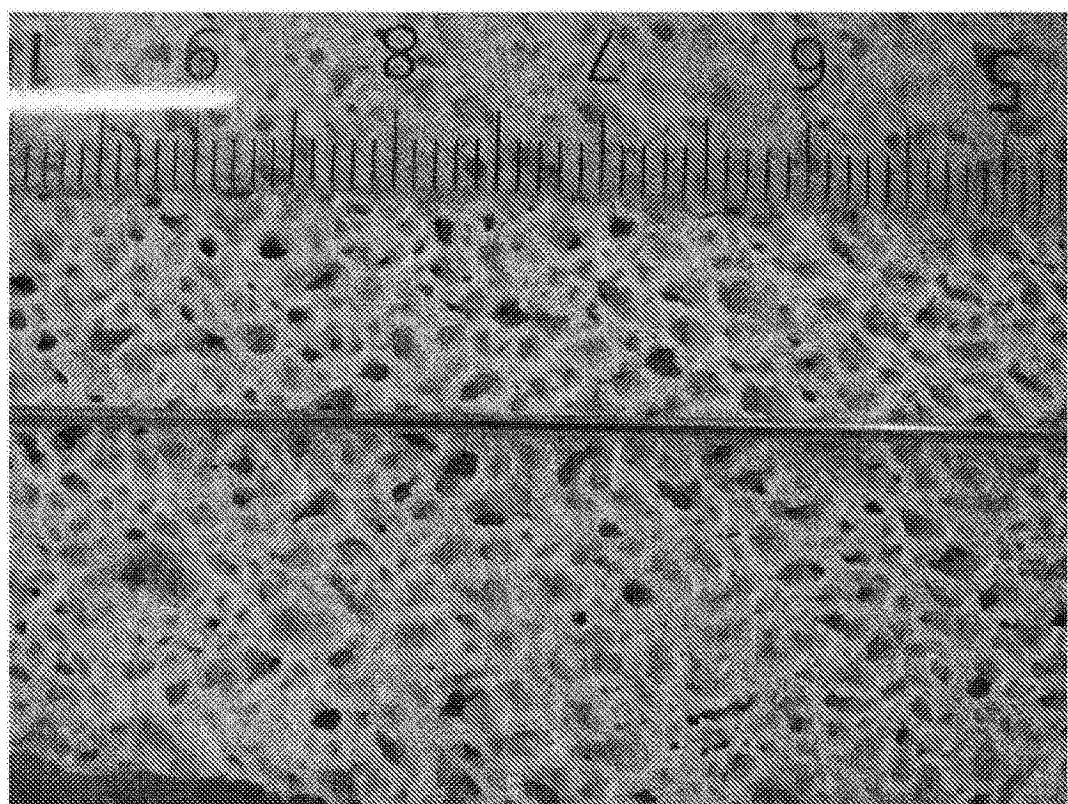


图 18

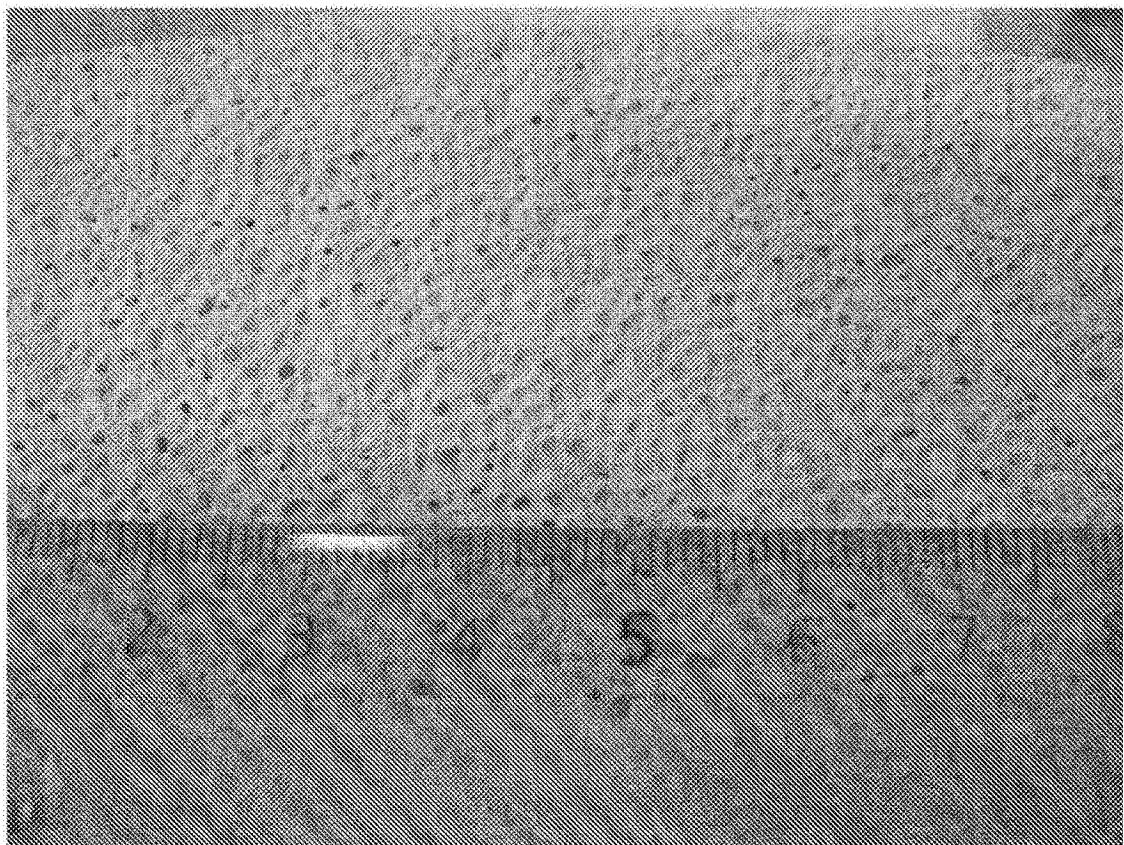


图 19

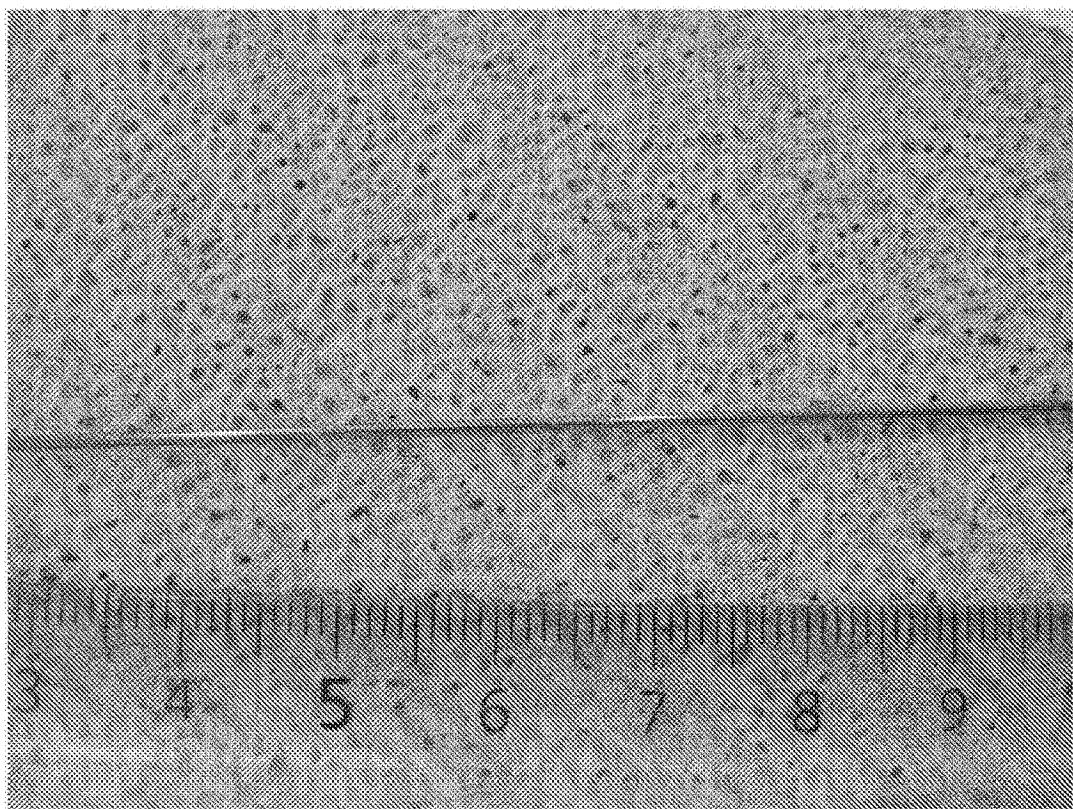


图 20

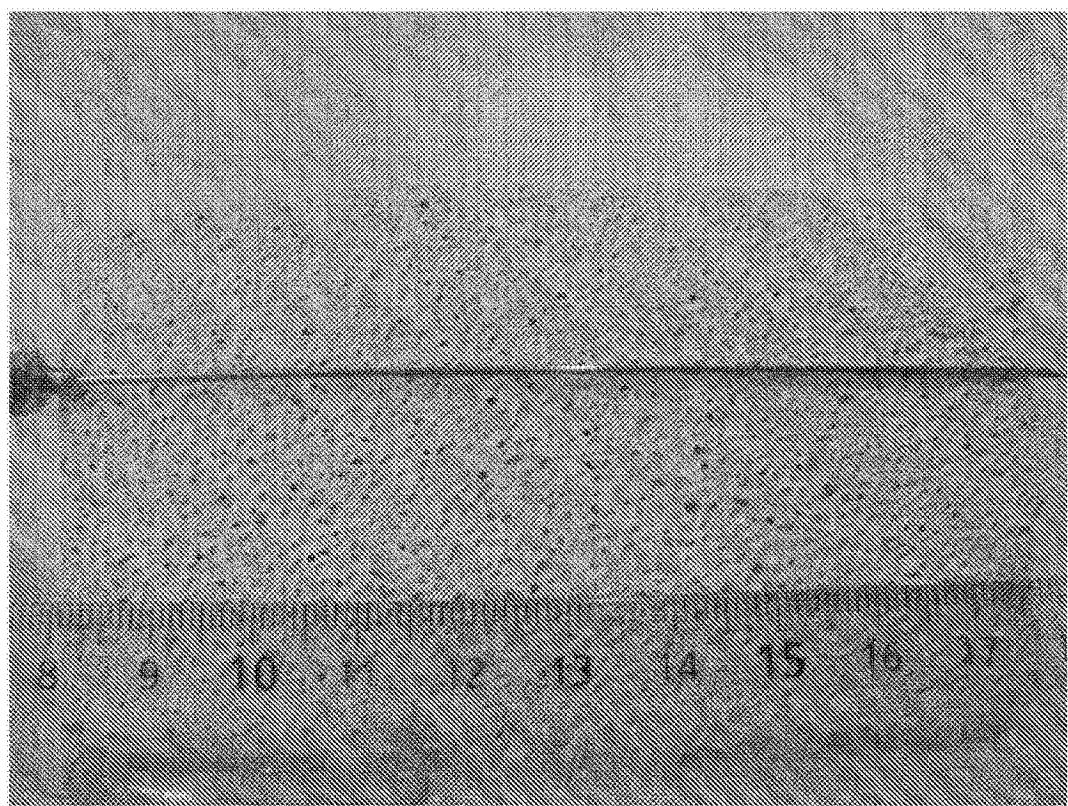


图 21