(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 102574695 B
(45)授权公告日 2016.08.03

(21)申请号 201080043229.3
(22)申请日 2010.09.21
(30)优先权数据
12/567,116 2009.09.25 US
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2012.03.23
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2010/049555 2010.09.21
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2011/037873 EN 2011.03.31
(73)专利权人 纳尔科公司
地址 美国伊利诺斯州
(72)发明人 T·拉 崔吉 J·D·基尔迪 D·H·斯林克曼
(74)专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司 31100
代理人 胡嘉倩
(51)Int.Cl.
C01F 7/47(2006.01)
C02F 5/12(2006.01)
C07F 7/10(2006.01)
(56)对比文件
CN 101522571 A,2009.09.02,说明书[0024],[0032],[0033]段.
US 6086771 A,2000.07.11,摘要.
US 6814873 B2,2004.11.09,说明书实施例1-6.
CN 1984844 A,2007.06.20,权利要求1-10.
审查员 姚希

权利要求书1页 说明书9页

(54)发明名称

降低拜尔法中的铝硅酸盐污垢

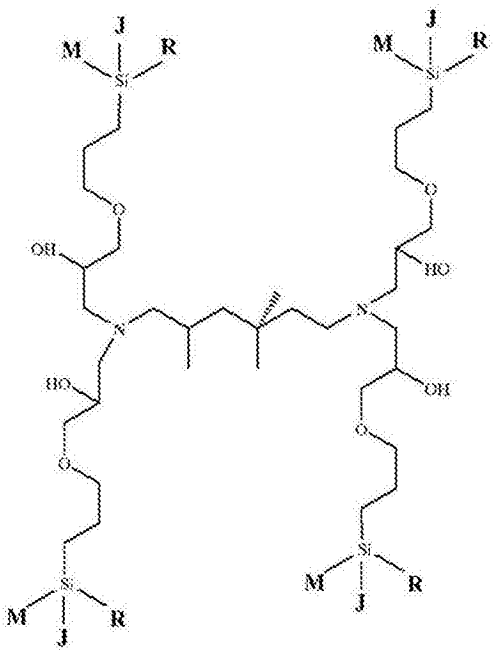
(57)摘要

本发明提供一种抑制拜尔法设备的液剂循环中DSP污垢累积的方法。所述方法包括向液剂流体循环中加入一种或多种特定的基于硅烷的小分子。这些污垢抑制剂减少DSP污垢的形成，从而增大流体通过量，增加拜尔法设备的可操作时间并减少拜尔法设备对昂贵且危险的酸清洗的需求。因此，本发明显著降低了拜尔法的总运行成本。

CN 102574695 B

1.一种减少拜尔法中含铝硅酸盐的污垢的方法，其包括以下步骤：

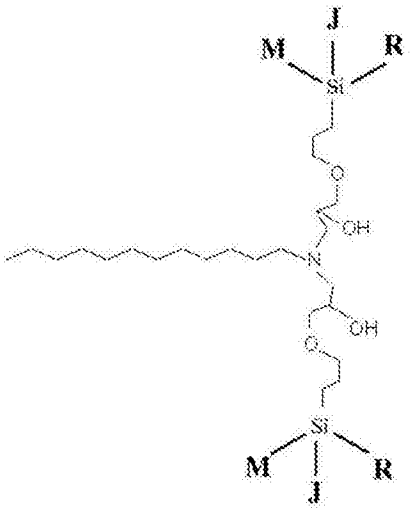
向拜尔法物流中加入铝硅酸盐污垢抑制量的小分子，所述小分子包括至少一个Si(OR')n基团，其中R'＝H，C_1-C_{12}烷基，和n＝1，2或3，其中，所述小分子是包含非重复结构单元的非聚合的化合物，所述小分子为下式所示：



其中M，J和R基团分别选自C_1-C_6烷氧基、氢、羟基或C_1-C_6烷基。

2.一种减少拜尔法中含铝硅酸盐的污垢的方法，其包括以下步骤：

向拜尔法物流中加入铝硅酸盐污垢抑制量的小分子，所述小分子包括至少一个Si(OR')n基团，其中R'＝H，C_1-C_{12}烷基，和n＝1，2或3，其中，所述小分子是包含非重复结构单元的非聚合的化合物，所述小分子为下式所示：



其中M，J和R基团分别选自C_1-C_6烷氧基、氢、羟基或C_1-C_6烷基。

降低拜尔法中的铝硅酸盐污垢

[0001] 相关申请的交叉参考

[0002] 无

[0003] 关于联邦资助开发研究的声明

[0004] 无

[0005] 发明背景

[0006] 本发明涉及物质组合物和使用该组合物来处理各种工业工艺物流中的污垢的方法，特别是发现某些基于硅烷的小分子在处理拜尔法物流中的铝硅酸盐污垢方面特别有效。如美国专利6,814,873(其全部内容通过引入纳入本文)中所述，拜尔法是用来从铝土矿制造氧化铝。该方法使用苛性碱溶液从铝土矿中提取可溶性氧化铝。从铝土矿中溶解氧化铝并从工艺物流中去除不溶性废料之后，可溶性氧化铝沉淀为固体三水合氧化铝。然后被称为“液剂(liquor)”和/或“废液(spent liquor)”的剩余苛性碱溶液再循环回工艺的较早阶段，并用来处理新鲜铝土矿。从而形成一个流体循环。对于本申请来说，这一描述定义了术语“液剂”。然而在流体循环中，液剂的再循环有它自身的复杂性。

[0007] 铝土矿通常包含各种形式和量的二氧化硅。一部分二氧化硅是没有反应活性的，所以它不发生溶解，在拜尔循环中保持固体材料的形式。其它形式的二氧化硅(例如粘土)有反应活性并在添加至拜尔法液剂时溶解于苛性碱中，从而增加液剂中的二氧化硅浓度。当液剂在拜尔法循环中反复流过时，液剂中二氧化硅的浓度进一步增大，最终上升到与铝和苏打反应形成不溶性铝硅酸盐颗粒的浓度。铝硅酸盐固体至少有两种形式，即方钠石和钙霞石。这些形态和其它形态的铝硅酸盐通常在本申请中被定义为术语“脱硅产物”或者“DSP”。

[0008] DSP可具有化学式3($Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 0\text{-}2H_2O$)·2NaX，其中X代表$OH^-$、$Cl^-$、$CO_3^{2-}$、$SO_4^{2-}$。因为DSP具有反溶解能力(随着温度的上升沉淀增加)并能沉淀形成硬的不溶性结晶固体的细小污垢，所以在拜尔法设备中二氧化硅的累积成为问题。当DSP在拜尔法的管道、容器、热交换设备和其它工艺设备中累积时，它形成流动瓶颈和阻碍物，对液剂通过量有不利影响。此外，受其导热性质影响，热交换器表面上的DSP污垢还会降低热交换效率。

[0009] 这些不利影响通常通过除垢方案来解决，所述除垢方案包括将工艺设备停工并用物理或化学方法来处理和去除污垢。对于重要设备，该类方案的结果是长期而经常的停机时间。此外，通常使用有害的浓缩酸如硫酸作为除垢方法的一部分，这构成不利的安全危害。

[0010] 拜尔法操作人员处理液剂中二氧化硅累积的另一种方式是特意使得DSP以游离晶体方式沉淀而非成为污垢。通常拜尔法中的“脱硅”步骤通过沉淀二氧化硅为DSP游离沉淀来减小溶液中二氧化硅的浓度。虽然这种脱硅操作使液剂中二氧化硅的总体浓度减小，但整体去除溶液中所有的二氧化硅是不现实的，改变循环各部分(例如热交换器)的工艺条件可能导致DSP溶解度的变化，因此发生沉淀形成污垢。

[0011] 美国专利6,814,873B2、美国专利申请公开2004/0162406A1、2004/0011744A1、2005/0010008A2、国际申请公开WO 2008/045677A1和Donald Spitzer等在轻金属(Light

Metals)2008,(2008),第57-62页发表的文章“Max HT™方钠石污垢抑制剂:工厂经验和对工艺的影响(Max HT™ Sodalite Scale Inhibitor:Plant Experience and Impact on the Process)”中描述了之前对控制和/或减少拜尔法中的DSP污垢所作的尝试,包括添加具有与一个硅原子连接的三个烷氧基的聚合物材料,其所有的内容通过引入纳入本文。但是制备和使用这些三烷氧基硅烷接枝的聚合物可能得到不希望的粘度,使得通过拜尔法液剂处理和分散该聚合物成为问题。美国专利5,650,072和5,314,626描述了之前为解决污物累积所作的其它尝试,其全文内容通过引用纳入本文。

[0012] 因此,虽然拜尔法操作人员有一系列可用来处理和控制DSP污垢形成的方法,很明显仍需要一种改进的方法来防止或减少在拜尔法设备上DSP污垢的形成。除非明确说明,此部分并不表示申请人承认本文中引用的任何专利、出版物或其它信息所述的技术是本发明的“现有技术”。此外,此部分不应解释为已作出检索或不存在37C.F.R.§.1.56(a)规定的其它相关信息。

[0013] 发明概述

[0014] 本发明的至少一个实施方式涉及一种减少拜尔法中含硅污垢的方法,其包括向拜尔液剂中加入铝硅酸盐污垢抑制量的含胺分子和胺反应活性分子的反应产物或这种反应产物的混合物的步骤,所述胺反应活性分子的每个分子中包含至少一个胺反应活性基团和至少一个-Si(OR)$_n$基团,其中n=1,2或3,R=H,C_1-C_{12}烷基、芳基、Na、K、Li或NH_4。

[0015] 本发明的另一个实施方式涉及一种减少拜尔法中含硅污垢的方法,其包括向拜尔液剂中加入有效量的以下组分1)-3)的反应产物:1)含胺小分子,和2)胺反应活性小分子,或这种反应产物的混合物,和3)非聚合胺反应活性的疏水烃,所述胺反应活性小分子的每个分子中包含至少一个胺反应活性基团和至少一个-Si(OR)$_n$基团,其中n=1,2或3,R=H,C_1-C_{12}烷基、芳基、Na、K、Li或NH_4。

[0016] 本发明的至少一个实施方式涉及一种减少拜尔法中DSP的方法,其包括向拜尔法物流中加入铝硅酸盐污垢抑制量的如上定义的产物的混合物的步骤。

具体实施方式

[0017] 出于本申请的目的,定义了以下这些术语:“聚合物”表示包含基本重复结构单元的化合物,该重复结构单元各自包含两个或更多个原子。虽然多种聚合物具有大于500的大分子量,但一些聚合物如聚乙烯的分子量可以小于500。聚合物包括共聚物和均聚物。“小分子”表示包含基本非重复结构单元的化合物。由于低聚物(含10个以上的重复单元)和聚合物基本上由重复的结构单元组成,它们不属于小分子。小分子的分子量可以大于或小于500。术语“小分子”和“聚合物”是互相排斥的。“污物”指的在运行制造和/或者化学过程中积累在装置上的材料沉淀物,这种沉淀物是不希望有的,还可能会不利于工艺成本和/或者功效。DSP是污物的一种。“胺”表示包含一个或多个氮原子并具有至少一个仲胺或伯胺基团的分子。按照该定义,单胺如十二烷基胺、二胺如己二胺和三胺如二亚乙基三胺都属于胺。

[0018] “GPS”是3-缩水甘油氧基丙基三甲氧基硅烷。

[0019] “烷基氧基”表示具有OX结构,其中X是烃,O是氧。也可以互换使用术语“烷氧基”。通常在本申请中,氧同时与X基团以及小分子的硅原子键合。当X是C_1时,烷氧基由与氧原子键合的甲基构成。当X是C_2时,烷氧基由与氧原子键合的乙基构成。当X是C_3时,烷氧基由与氧

原子键合的丙基构成。当X是C_4时，烷氧基由与氧原子键合的丁基构成。当X是C_5时，烷氧基由与氧原子键合的戊基构成。当X是C_6时，烷氧基由与氧原子键合的己基构成。

[0020] “单烷氧基”表示与硅原子连接的是一个烷氧基。

[0021] “二烷氧基”表示与硅原子连接的是两个烷氧基。

[0022] “三烷氧基”表示与硅原子连接的是三个烷氧基。

[0023] “合成液剂”或者“合成废液”是实验室制备的用于实验的一种液体，它的氧化铝，苏打和苛性碱组成与拜尔法循环中产生的液剂相一致。

[0024] “拜尔液剂”是工业设施中在拜尔法中流通的实际液剂。

[0025] 上述定义或者本申请中其它地方给出的定义若与通常使用的、字典中的或者纳入本申请作为参考的资料中的含义(显义或隐义)不一致，本申请特别是权利要求中的术语应该根据本申请中的定义来解释，而不是根据通用的定义、字典上的定义或者作为参考纳入的文献定义来解释。

[0026] 在制备氧化铝的拜尔法中，铝土矿通过研磨阶段，氧化铝以及一些杂质(包括二氧化硅)溶解在添加的液剂中。接着该混合物通常通过脱硅阶段，该阶段中特意使二氧化硅以DSP的形式沉淀，以减少溶液中二氧化硅的量。浆料通入浸提(digestion)阶段，使得任意残留的有反应活性的二氧化硅溶解，因此溶液中的二氧化硅浓度再次增加，随着工艺温度的升高这可能导致形成更多DSP。稍后液剂与不溶性固体分离，氧化铝通过以水铝矿的形式沉淀而回收。废液通过热交换器并回到研磨阶段完成它的循环。DSP污垢在拜尔法中积累，但是主要是在浸提阶段，最主要是在循环的液剂通过的热交换器上或其附近。

[0027] 在本发明中，发现给予一定剂量的多种基于硅烷的产物可以减少形成的DSP污垢的量。

[0028] 在本发明的至少一个实施方式中，将有效浓度的基于硅烷的小分子产物添加至拜尔法液剂循环的某一点或阶段，这能尽量减少或防止DSP沿着液剂循环在容器或设备上累积。

[0029] 在至少一个实施方式中，所述小分子包括胺和至少一种胺-反应活性硅烷的反应产物，所述硅烷的硅可以是单烷氧基的、二烷氧基的、三烷氧基的或三羟基的。

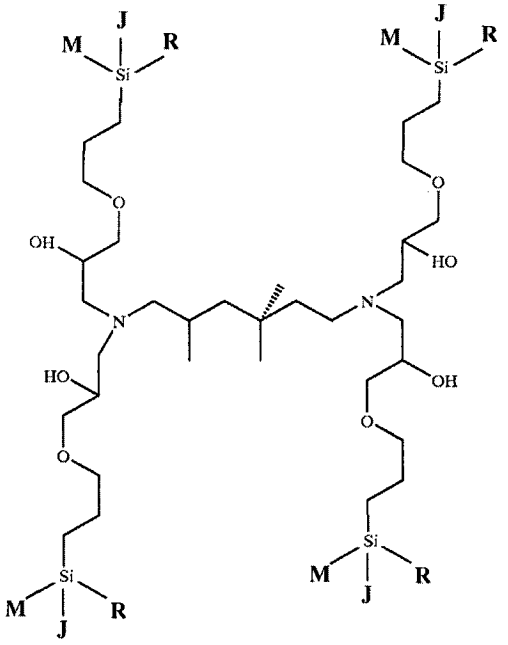
[0030] 在至少一个实施方式中，所述小分子是含胺小分子和胺-反应活性分子的反应产物或这种反应产物的混合物，所述胺-反应活性分子的每个分子中包含至少一个胺-反应活性基团和至少一个$-Si(OR)_n$基团，其中n＝1，2或3，R＝H，C_1-C_{12}烷基、芳基、Na、K、Li或NH_4。

[0031] 在至少一个实施方式中，胺分子选自直链或支链的脂族或脂环族单胺或二胺。所述胺中的碳原子总数优选小于30，更优选小于20。在至少一个实施方式中，所述胺选自下组：异佛尔酮二胺、二甲苯二胺、二(氨基甲基)环己烷、己二胺、C，C，C-三甲基己二胺、亚甲基二(氨基环己烷)、饱和脂肪胺、不饱和脂肪胺如油胺和大豆胺(soyamine)、N-脂肪-1，3-丙二胺如椰油烷基丙二胺(cocoalkylpropanediamine)、油基丙二胺、十二烷基丙二胺、氢化牛脂烷基丙二胺(hydrogenised tallowalkylpropanediamine)和牛脂烷基丙二胺和它们的任意组合。

[0032] 在至少一个实施方式中，特别有效的小分子包括胺小分子和3-缩水甘油氧基丙基三烷氧基硅烷(GPS)的反应产物。

[0033] 在至少一个实施方式中，加入的小分子是TG14。对于本申请来说，TG14定义为具有

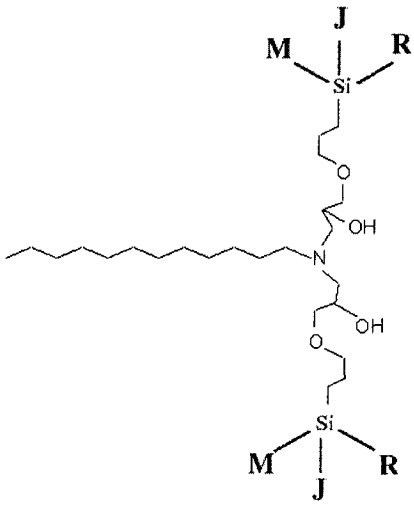
以下结构的小分子：

[0034] 

[0035] 其中M，J和R基团分别选自C_1-C_6烷氧基、氢、羟基(hydroxide)或C_1-C_6烷基。M，J和R各自可以与其它的一些或所有基团相同或不同。TG14的一个形式是美国专利6,867,318所述的TG14-R。TG14-R中，M，J和R都是同样的C_1-C_6烷氧基基团。

[0036] 在至少一个实施方式中，所述小分子是单烷氧基TG14。在至少一个实施方式中，所述小分子是二烷氧基TG14。在至少一个实施方式中，所述小分子是三烷氧基TG14。在至少一个实施方式中，所述小分子是三羟基TG14。

[0037] 在至少一个实施方式中，加入的小分子是DG12。DG12是具有一个或多个硅烷基团的十二烷基胺，所述硅烷基团的各烷基基团上具有一个、两个或三个烷氧基。对于本申请来说，DG12定义为具有以下结构的小分子：

[0038] 

[0039] 其中M，J和R基团分别选自C_1-C_6烷氧基、氢、羟基(hydroxide)或C_1-C_6烷基。M，J和R各自可以与其它的一些或所有基团相同或不同。DG12的一个形式是DG12-R，它是三烷氧基小分子。

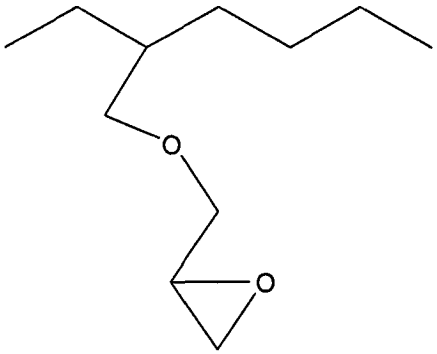
[0040] 在至少一个实施方式中，所述小分子是单烷氧基DG12。在至少一个实施方式中，所

述小分子是二烷氧基DG12。在至少一个实施方式中，所述小分子是三烷氧基DG12。在至少一个实施方式中，所述小分子是三羟基DG12。

[0041] 所述小分子还可以选自单胺、二胺、三胺或四胺-环氧官能的硅烷加合物，单胺、二胺、三胺或四胺-异氰酸基(isocyanato)官能的硅烷加合物，TG14，DG12，小分子胺和胺-反应活性官能硅烷的任意反应产物和它们的任意组合。

[0042] 在至少一个实施方式中，所述小分子是1)含胺小分子，2)胺-反应活性分子的反应产物或这种反应产物与，3)胺反应活性的疏水分子的混合物，所述胺-反应活性分子的每个分子中包含一个胺-反应活性基团和至少一个-Si(OR)$_n$基团，其中n＝1，2或3，R＝H，C1-C12烷基、芳基、Na、K、Li或NH_4。

[0043] 在至少一个实施方式中，胺小分子与3-缩水甘油氧基丙基三烷氧基硅烷(GPS)和疏水分子反应形成DSP抑制组合物。所述疏水分子是具有胺-反应活性官能团如缩水甘油基、氯、溴或异氰酸基(isocyanato)的胺-反应活性化合物。除了所述胺-反应活性基团，所述疏水分子具有至少一个芳族或脂族的、直链或支链的C_3-C_{22}疏水碳链。特别有效的疏水分子是2-乙基己基缩水甘油醚(E)，其结构如下所示：

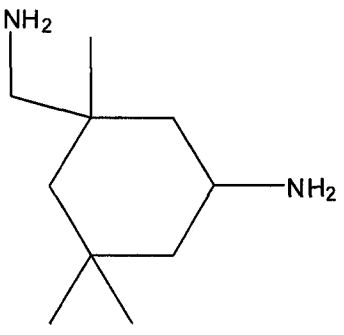
[0044] 

[0045] 其它代表性的疏水分子是国际专利申请WO 08045677A1中所述的壬基苯酚缩水甘油醚。

[0046] 在至少一个实施方式中，所述胺分子选自直链或支链的脂族或脂环族单胺或二胺。所述胺中的碳原子总数优选小于30，更优选小于20。

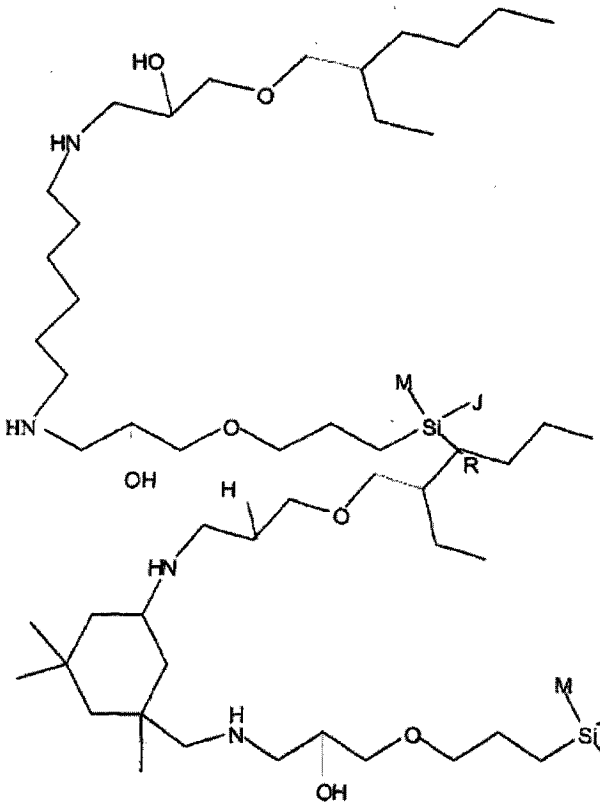
[0047] 在至少一个实施方式中，所述胺选自下组：异佛尔酮二胺、二甲苯二胺、二(氨基甲基)环己烷、己二胺、C，C，C-三甲基己二胺、亚甲基二(氨基环己烷)、饱和脂肪胺、不饱和脂肪胺如油胺和大豆胺(soyamine)、N-脂肪-1，3-丙二胺如椰油烷基丙二胺(cocoalkylpropanediamine)、油基丙二胺、十二烷基丙二胺、氢化牛脂烷基丙二胺和牛脂烷基丙二胺(tallowalkylpropanediamine)和它们的任意组合。

[0048] 在至少一个实施方式中，所述胺是异佛尔酮二胺(A)，其结构为：

[0049] 

[0050] 当异佛尔酮二胺与3-缩水甘油氧基丙基三烷氧基硅烷和2-乙基已基缩水甘油基醚以1:1:1的摩尔比反应时，得到的抑制组合物基本由异佛尔酮二胺骨架上具有单个硅烷单元和单个疏水单元的的分子组成。

[0051] 这种胺-硅烷-疏水加合物的两个代表性结构如下所示，其中含胺分子分别是己二胺和异佛尔酮二胺，M，J和R基团各自独立地选自C_1-C_6烷氧基、氢、羟基或C_1-C_6烷基。

[0052] 

[0053] 在至少一个实施方式中，减少拜尔法中含硅污垢的方法包括向拜尔液剂中添加污垢抑制量的物质组合物，所述组合物包含以下物质反应制成的反应产物：

[0054] 含胺小分子，所述含胺小分子的每个分子中具有至少一个-Si(OR)$_n$，其中n＝1，2或3，R＝H，C1-C12烷基、芳基、Na、K、Li或NH_4，和

[0055] 胺-反应活性疏水分子，其分子量小于500道尔顿。所述含胺小分子可以是以下分子中的任一种或其组合：氨基乙基氨基丙基三烷氧基硅烷、氨基乙基氨基丙基二烷氧基硅烷和氨基乙基氨基丙基单烷氧基硅烷。所述胺-反应活性疏水小分子可以选自C_3-C_{22}缩水甘油醚、C_3-C_{22}异氰酸酯、C_3-C_{22}氯化物、C_3-C_{22}溴化物、C_3-C_{22}碘化物、C_3-C_{22}硫酸酯、C_3-C_{22}酚缩水甘油醚(phenolglycidyl ether)和它们的任意组合。

[0056] 这些基于硅烷的小分子减少了形成的DSP污垢量，从而防止其在拜尔法设备上累积。

[0057] 现有技术中揭示了仅高分子量聚合物是有效的，因此这些小分子的效果是人们意想不到的。认为聚合物的效果取决于其疏水性和尺寸。其证据是交联聚合物比单链聚合物更有效。因此认为小分子仅用作这些聚合物的结构模块，其本身是无效的(WO 2008/045677 [0030])。此外，科学文献中描述由于...“大体积基团”...“在阻止分子与生长的方钠石结合方面是必须的”，因此“包含...Si-O_3基团的小分子在防止方钠石结垢方面是无效的”，轻金属(Light Metals)2008，(2008)第57页第9段。但是，如给出的实施例中进一步解释的那

样，最近发现事实上小分子(如本文所述的那些小分子)在减少DSP污垢方面实际上是有效的。

[0058] 与具有多个硅烷和疏水物重复单元的聚合物抑制剂相反，我们相信使用基于小分子的抑制剂具有至少三个优点。第一个优点是分子量较小的产物意味着在DSP形成阶段在DSP晶种位点附近存在更多数量的有活性的抑制部分。第二个优点是较低的分子量使得抑制剂的扩散速率增加，这又有利于抑制剂分子与DSP晶种迅速连接。第三个优点是较低的分子量能避免高的产物粘度，从而使得对拜尔法物流的操作和注入更方便有效。

[0059] 实施例

[0060] 以下实施例描述本发明的实施方式和用途，除非权利要求中另有说明，以下实施例并不限制本发明。

[0061] 实施例1.

[0062] 在恒温条件下将聚丙烯瓶和温控旋转水浴用于间歇式(batch)脱硅实验。在实验同一天或实验前一天制备合成拜尔废液。使用的合成液剂的典型分析结果如下：

[0063] 氧化铝(A)：84.62g/L，以Al_2O_3计；

[0064] 苛性碱(C)：238.42g/L，以Na_2CO_3计；

[0065] A和C之比：0.355。

[0066] 向含合成拜尔废液(150-200mL)的瓶中加入特定剂量的TG14和DG12来进行系列测试。将合成液剂在水浴中加热，达到所需温度(95℃)时，加入偏硅酸钠溶液。(加入的量为使得SiO_2起始浓度为0.05M的计算量。)加热所得溶液，并在测试持续期间(4小时)保持为95℃。将最终溶液过滤通过0.45μm膜，以收集固体，用热的去离子水洗涤并进行空气干燥。表1示出相对于未加添加剂的对照测试的沉淀的DSP质量百分数。

[0067] 表1.测试中沉淀的DSP质量百分数与未加添加剂的对照样品质量

[0068]

产物	剂量, ppm	沉淀的 DSP 质量%/对照
对照	0	100
TG14	200	34
DG12	200	69

[0069] 结果示出TG14和DG12降低了所得沉淀的质量，表示抑制DSP的形成。

[0070] 实施例2.

[0071] 按照实施例1所述类似的方式使用来自两个操作精炼工厂的拜尔法液剂进行其它系列测试。在这些实施例和随后的实施例中采用以下方法：

[0072] 向含工厂废液(各200mL)的系列聚丙烯瓶中加入20毫升117g/L$Na_2SiO_3 \cdot 5H_2O$溶液(SiO_2 3.0g/L)。向选定的瓶中也加入特定剂量的独立的抑制剂产物。在各个测试中，对各种剂量的各种抑制剂以及未加抑制剂的对照样品使用完全一样的瓶子。在持续测试的过程中(4小时)，将所得液剂混合物在温度恒定在95℃的旋转水浴中加热，从而引起DSP沉淀。4小时之后，分别过滤各瓶中的内容物以收集固体，用热的去离子水洗涤，并在室温下干燥过夜。将添加抑制剂的样品中得到的固体质量与未加添加剂的对照样品(不含添加剂)进行比

较来确定添加剂效果。

[0073] 表2显示使用小分子胺与胺-反应活性硅烷、3-缩水甘油氧基丙基三烷氧基硅烷(GPS)反应生成的抑制剂分子的独立测试的结果。抑制效果显示为处理过的样品中沉淀的DSP质量与未处理的对照样品中沉淀的DSP质量的百分比。使用所有处理的重复样品的平均值来计算沉淀百分数。

[0074] 独立的胺用来制备各种试剂,用来表示所述胺的名称如下:

[0075] A=异佛尔酮二胺

[0076] T=C,C,C-三甲基己二胺

[0077] S=大豆胺

[0078] O=油胺

[0079] 表2中所示的比值表示制备活性小分子产物的反应中使用的胺与GPS的摩尔比(记为胺:GPS)。观察到摩尔比的变化,表示产物显示出各种抑制性质。

[0080] 表2.用胺/硅烷反应的小分子加合物抑制DSP

[0081]

胺	胺-活性硅烷	疏水物	比值	产物剂量(ppm)	沉淀的DSP%/未加添加剂的对照
A	GPS	-	1:4	25	86
T	GPS	-	1:4	50	95
S	GPS	-	1:2	40	72
O	GPS	-	1:2	40	73

[0082] 在所有情况下,显示添加胺和GPS的反应产物使得沉淀的DSP质量小于未处理的样品质量。这表示向拜尔液剂中加入这种试剂时显示抑制DSP的沉淀。

[0083] 实施例3.

[0084] 采用类似的测试来评价包含1)小分子胺、2)胺反应活性硅烷和3)胺反应活性疏水物的反应产物的试剂的效果。使用的方法与实施例2所述的方法相同,用来产生活性组分的试剂列于表3,其活性通过沉淀的DSP与未加添加剂的对照样品的百分比进行测定。

[0085] 同样,在所有的情况下,添加所述反应产物能降低DSP沉淀,表明通过向拜尔液剂中施加相对小的分子能实现抑制DSP沉淀。

[0086] 表3中的命名与表2相同,此外:

[0087] ED=N-[3-(三甲氧基甲硅烷基)丙基]乙二胺

[0088] P=4-壬酚缩水甘油醚

[0089] E=2-乙基己基缩水甘油醚

[0090] H=1,6-己二胺

[0091] 表3.用胺/硅烷/疏水物反应的小分子加合物抑制DSP

[0092]

胺	胺-活性硅烷	疏水物	比值	产物剂量(ppm)	沉淀的DSP%/未加添加剂的对照
A	GPS	P	1:3:1	40	75
A	GPS	E	1:2:2	40	96
A	GPS	E	1:2:1	40	63
A	GPS	E	1:1:1	50	18
A	GPS	E	1:1:1	20	67
ED	-	E	1:0:1	80	44
A	GPS	E	1:1:0.5	20	57
T	GPS	E	1:1:1	6	2
H	GPS	E	1:1:0.3	9	7

[0093] 本发明可以以多种不同的形式实施，本发明在附图中显示并详细描述了优选的具体实施方式。本发明公开的内容是对本发明原则性的示例说明，并不将本发明限于所描述的具体实施方式。本文中述及的所有专利、专利申请、科学论文和任意其他参考文献都通过引用全文纳入本文。此外，本发明包含本文所描述和归入本文的部分或全部不同实施方式的任意可能的组合。

[0094] 上述公开是说明性的而非穷尽性的。本说明书能给予本领域技术人员各种变化形式和替代形式的启示。所有这些变化形式和替代形式都落入权利要求的保护范围，权利要求中术语“包含”表示“包括但不限于”。熟悉本领域的人员能认识到本发明所述具体实施方式的其它等同方式，这些等同方式也涵盖在权利要求中。

[0095] 本文公开的所有范围和参数应理解为包括范围内的任意和全部的子范围和端点之间的每个数值。例如，所述范围“1-10”应理解为包括最小值1和最大值10之间(包括该值)的任意和全部子范围；即从大于或等于最小值1开始(例如1-6.1)，至小于或等于最大值10结束(例如2.3-9.4,3-8,4-7)的全部子范围，和该范围中包含的最终各数值1,2,3,4,5,6,7,8,9和10。

[0096] 这样完成了对本发明优选的和其它实施方式的描述。本领域技术人员能认识到本发明所述具体实施方式的其它等同方式，这些等同方式也涵盖在权利要求中。