



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114728792 A

(43) 申请公布日 2022. 07. 08

(21) 申请号 202080079829.9

阿纳拉亚纳

(22) 申请日 2020.10.16

瑞安·德伯里 史蒂文·L·平尼

(30) 优先权数据

62/916,584 2019.10.17 US

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

专利代理师 蔡胜有 冷永华

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2022.05.17

(51) Int.Cl.

C01B 25/18 (2006.01)

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/CA2020/051395 2020.10.16

(87) PCT国际申请的公布数据

W02021/072551 EN 2021.04.22

(71) 申请人 奥斯特拉营养康复技术有限公司

地址 加拿大温哥华

(72) 发明人 阿伦·布里顿 米凯拉·韦里金

布赖恩·拜洛尔

拉姆·普拉萨德·梅拉哈利·萨西

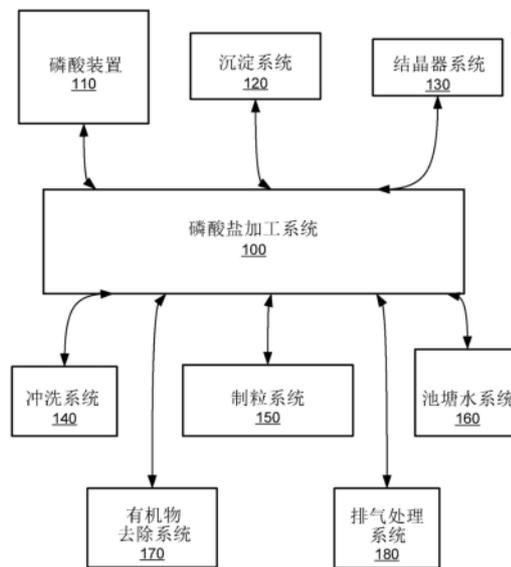
权利要求书6页 说明书25页 附图7页
按照条约第19条修改的权利要求书7页

(54) 发明名称

用于磷酸盐加工的系统和方法

(57) 摘要

本文所述的实施方案提供用于磷酸盐加工系统的系统和方法,所述磷酸盐加工系统具有集成的子系统,例如磷酸装置、沉淀系统、结晶器系统、冲洗系统、制粒系统、池塘水系统、有机物去除系统、和/或排气处理系统。这样的子系统可以通过使用来自一个或更多个子系统的一种或更多种输出流作为用于一个或更多个子系统的一种或更多种输入流来彼此集成。在一些实施方案中,例如,磷酸盐加工系统可以产生磷酸、含鸟粪石的肥料、使用回收的鸟粪石的肥料、使用回收的镁或氟化物的含镁或氟化物的组合物,以及使用从磷酸和石膏组合物中收集的磷酸或使用从废物流中收集的污泥的其他组分。



1. 一种磷酸盐加工系统,包括:
磷酸装置,所述磷酸装置能够运行以使磷酸盐岩与酸反应以产生磷酸产物和滤饼副产物;和
制粒系统,所述制粒系统被连接以接收所述磷酸产物并且能够运行以生产含磷酸盐的肥料产物。
2. 根据前述权利要求所述的磷酸盐加工系统,其中所述磷酸装置和所述制粒系统共同以负水平衡运行。
3. 根据前述权利要求中任一项所述的磷酸盐加工系统,其中所述制粒系统能够运行以生成鸟粪石作为所述含磷酸盐的肥料产物。
4. 根据前述权利要求中任一项所述的磷酸盐加工系统,还包括池塘水处理系统,所述池塘水处理系统被连接以收集从所述磷酸装置排出的磷酸盐水溶液。
5. 根据前述权利要求中任一项所述的磷酸盐加工系统,还包括沉淀系统,所述沉淀系统被连接以接收来自所述池塘水处理系统的所述磷酸盐水溶液并且能够运行以净化所接收的溶液以生成经处理的水流、污泥流和流出物流中的一者或更多者。
6. 根据前述权利要求所述的磷酸盐加工系统,其中所述磷酸装置被连接以从所述沉淀系统接收所述污泥流或从所述池塘水处理系统接收包含升高的磷酸盐含量的污泥的一部分用于产生所述磷酸产物。
7. 根据前述权利要求中任一项所述的磷酸盐加工系统,还包括冲洗系统,所述冲洗系统被连接以接收一种或更多种冲洗流体的输入流并且能够运行以冲洗所述滤饼副产物以产生滤液,其中所述磷酸装置被连接以接收所述滤液用于产生所述磷酸产物。
8. 根据前述权利要求所述的磷酸盐加工系统,其中所述一种或更多种冲洗流体的输入流包括淡水。
9. 根据前述权利要求所述的磷酸盐加工系统,其中供应至所述冲洗系统作为所述冲洗流体的所述淡水的量等于或小于生产鸟粪石所消耗的水的量。
10. 根据权利要求7所述的磷酸盐加工系统,其中所述一种或更多种冲洗流体的输入流包括在所述沉淀系统中产生的所述经处理的水流。
11. 根据前述权利要求中任一项所述的磷酸盐加工系统,还包括排气处理系统,所述排气处理系统被连接以收集从所述制粒系统释放的排出气体和/或蒸气,并且能够运行以从所收集的排出气体和/或蒸气中分离其中包含的固体颗粒,其中所述排气处理系统被连接以将所述固体颗粒供应至所述制粒系统、结晶器、和所述池塘水处理系统中的一者或更多者。
12. 根据前述权利要求所述的磷酸盐加工系统,其中所述排气处理系统包括涤气器,所述涤气器能够运行以将涤气器流体与所述排出气体和/或所述蒸气混合以产生包含所述固体颗粒的涤气器浆料。
13. 根据权利要求11或12所述的磷酸盐加工系统,其中所述排气处理系统包括细粉澄清器,所述细粉澄清器能够运行以将细粉尘颗粒与所述固体颗粒分离。
14. 根据权利要求11至13中任一项所述的磷酸盐加工系统,其中所述排气处理系统包括脱水系统,所述脱水系统能够运行以浓缩经分离的细粉尘颗粒。
15. 根据前述权利要求所述的磷酸盐加工系统,其中所述制粒系统被连接以从所述脱

水系统接收经浓缩的细粉尘颗粒用于制粒过程。

16. 根据前述权利要求中任一项所述的磷酸盐加工系统,还包括用于从含有机磷酸盐的材料中去除有机物质以形成含磷酸盐的溶液的有机物去除系统,所述有机物去除系统被连接以将所述含磷酸盐的溶液供应至所述制粒系统和所述磷酸装置中的一者或更多者。

17. 根据前述权利要求所述的磷酸盐加工系统,其中所述含有机磷酸盐的材料包括动物粪肥和/或家禽粪便。

18. 根据前述权利要求中任一项所述的磷酸盐加工系统,还包括结晶器,所述结晶器被连接以接收来自所述沉淀系统、所述排气处理系统和所述有机物去除系统的一种或更多种流,其中所述结晶器能够运行以从所述一种或更多种流中产生含磷酸盐的颗粒。

19. 根据前述权利要求所述的磷酸盐加工系统,其中所述结晶器为流化床结晶器。

20. 根据权利要求18至19中任一项所述的磷酸盐加工系统,其中来自所述沉淀系统的所述流包括所述流出物流。

21. 根据权利要求18至20中任一项所述的磷酸盐加工系统,其中来自所述排气处理系统的所述流包含在所述细粉澄清器处产生的经分离的细粉尘颗粒。

22. 根据权利要求14至17中任一项所述的磷酸盐加工系统,其中来自所述有机物去除系统的所述流包含所述含磷酸盐的溶液。

23. 根据前述权利要求所述的磷酸盐加工系统,其中所述制粒系统被连接以从所述结晶器接收所述含磷酸盐的颗粒以与所述磷酸产物一起生产所述含磷酸盐的肥料产物。

24. 根据前述权利要求所述的磷酸盐加工系统,其中所述含磷酸盐的颗粒包含鸟粪石。

25. 根据前述权利要求中任一项所述的磷酸盐加工系统,其中所述磷酸盐岩包含浓度大于阈值的镁源。

26. 根据前述权利要求所述的磷酸盐加工系统,其中当以MgO表示时所述阈值是所述磷酸盐岩的总矿物质含量的约3重量%。

27. 根据权利要求20所述的磷酸盐加工系统,其中当以MgO表示时所述阈值是所述磷酸盐岩的总矿物质含量的约5%。

28. 根据前述权利要求中任一项所述的磷酸盐加工系统,其中所述磷酸产物的浓度低于阈值量。

29. 根据前述权利要求所述的磷酸盐加工系统,其中所述磷酸的浓度低于约54%。

30. 根据权利要求23所述的磷酸盐加工系统,其中所述磷酸的浓度低于约40%。

31. 根据权利要求4至30中任一项所述的磷酸盐加工系统,还包括膜过滤系统,所述膜过滤系统被连接以接收来自所述池塘水处理系统的所述磷酸盐水溶液并且能够运行以使所述磷酸盐水溶液浓缩以产生浓缩物和清洁水渗透流。

32. 根据前述权利要求所述的磷酸盐加工系统,其中所述沉淀系统被连接以接收来自所述膜过滤系统的所述浓缩物,并且其中所述浓缩物在所述沉淀系统处被净化。

33. 根据权利要求31至32中任一项所述的磷酸盐加工系统,其中所述一种或更多种冲洗流体的输入流包括由所述膜过滤系统产生的所述清洁水渗透流。

34. 根据前述权利要求中任一项所述的磷酸盐加工系统,其中所述酸包括硫酸以及所述滤饼副产物包括石膏。

35. 根据权利要求4至33中任一项所述的磷酸盐加工系统,其中所述沉淀系统由对从所

述池塘水系统接收的所述磷酸盐水溶液的净化来产生磷酸盐、氟化物和/或石膏的源。

36. 根据权利要求24至35中任一项所述的磷酸盐加工系统,还包括加热系统,所述加热系统能够运行以将在所述结晶器处产生的所述鸟粪石加热以产生磷酸镁铵石。

37. 根据前述权利要求所述的磷酸盐加工系统,其中制粒机从所述结晶器接收所产生的磷酸镁铵石以生成所述含磷酸盐的肥料产物。

38. 根据前述权利要求所述的磷酸盐加工系统,其中所述制粒系统能够运行以将所接收的鸟粪石和/或所述磷酸镁铵石与磷酸一铵 (MAP)、磷酸二铵 (DAP) 和重过磷酸钙 (TSP) 中的一者或更多者共制粒以产生所述含磷酸盐的肥料产物。

39. 根据前述权利要求中任一项所述的磷酸盐加工系统,其中所述制粒系统被连接以接收一种或更多种微量元素养分和大量元素养分的源以产生所述含磷酸盐的肥料产物。

40. 根据前述权利要求中任一项所述的磷酸盐加工系统,其中所述制粒系统在低于约60°C的温度下运行。

41. 根据前述权利要求中任一项所述的磷酸盐加工系统,其中所述制粒系统在低于约60°C的温度下运行。

42. 根据前述权利要求中任一项所述的磷酸盐加工系统,其中所述磷酸以使得所述磷酸产物中Mg:P的摩尔比在1:25至1:2的范围内的浓度包含镁。

43. 根据前述权利要求中任一项所述的磷酸盐加工系统,其中所述磷酸以使得所述磷酸产物中Mg:P的摩尔比在1:7至1:2的范围内的浓度包含镁。

44. 根据前述权利要求中任一项所述的磷酸盐加工系统,其中所述磷酸以使得所述磷酸产物中Mg:P的摩尔比在1:6至1:3的范围内的浓度包含镁。

45. 根据前述权利要求中任一项所述的磷酸盐加工系统,其中所述磷酸以使得所述磷酸产物中Mg:P的摩尔比大于1:15的浓度包含镁。

46. 根据前述权利要求中任一项所述的磷酸盐加工系统,还包括氨源,所述氨源被连接以将氨递送至所述制粒系统。

47. 根据前述权利要求中任一项所述的磷酸盐加工系统,其中所述制粒系统使用来自所述磷酸盐岩的镁源以产生所述含磷酸盐的肥料产物。

48. 根据前述权利要求中任一项所述的磷酸盐加工系统,还包括递送系统,所述递送系统被连接以将额外的镁源供应至所述制粒系统用于产生所述含磷酸盐的肥料产物。

49. 一种磷酸盐加工系统,包括:

磷酸装置,所述磷酸装置能够运行以使磷酸盐岩与酸反应以产生磷酸产物和滤饼副产物;

池塘水处理系统,所述池塘水处理系统能够运行以收集从所述磷酸装置排出的水;

沉淀系统,所述沉淀系统能够运行以接收来自所述池塘水处理系统的受污染的水并且净化所接收的受污染的水以生成经处理的水流、流出物流、和污泥流中的一者或更多者;

冲洗系统,所述冲洗系统能够运行以接收一种或更多种冲洗流体的输入流以冲洗所述滤饼副产物;

排气处理系统,所述排气处理系统能够运行以收集从制粒系统释放的排出气体和/或蒸气并且以对所述排出气体和/或所述蒸气进行加工以分离其中包含的固体颗粒;和

制粒系统,所述制粒系统能够运行以接收所述磷酸产物和包含含磷酸盐的颗粒的输入

流以产生含磷酸盐的肥料产物。

50. 一种加工磷酸盐岩的方法,所述方法包括以下步骤:

在磷酸装置中使磷酸盐岩与酸反应以生成滤饼副产物和磷酸产物;

从所述磷酸装置排出包含由反应步骤得到的磷酸盐水溶液的输出流;

将所述磷酸产物供应至制粒系统;和

在所述制粒系统处使用所述磷酸产物制粒含磷酸盐的肥料产物。

51. 根据权利要求50所述的方法,其中所述磷酸装置和所述制粒系统共同以负水平衡运行。

52. 根据权利要求50至51中任一项所述的方法,其中所述制粒系统生成鸟粪石作为所述含磷酸盐的肥料产物。

53. 根据权利要求50至52中任一项所述的方法,还包括在沉淀系统处净化所述磷酸盐水溶液以生成经处理的水流、污泥流和流出物流中的一者或更多者。

54. 根据前述权利要求所述的方法,还包括将所述污泥流或包含升高的磷酸盐含量的污泥的一部分再循环到所述磷酸装置中用于所述反应步骤。

55. 根据权利要求50至54中任一项所述的方法,还包括:

向所述滤饼副产物供应冲洗流体以获得包含磷酸的滤液;和

将所述滤液再循环到所述磷酸装置用于所述反应步骤。

56. 根据前述权利要求所述的方法,其中所述冲洗流体为淡水。

57. 根据前述权利要求所述的方法,其中供应至冲洗系统作为所述冲洗流体的所述淡水的量等于或小于生产鸟粪石所消耗的水的量。

58. 根据权利要求53或54所述的方法,其中所述冲洗流体为由净化步骤生成的所述经处理的水流。

59. 根据权利要求50至58中任一项所述的方法,还包括以下步骤:

在排气处理系统处收集来自从制粒步骤释放的空气流的包含固体颗粒的排出气体;和

对所述排出气体进行加工以分离所述固体颗粒;和

将所述固体颗粒供应至所述制粒系统、结晶器和池塘水处理系统中的一者或更多者。

60. 根据前述权利要求所述的方法,还包括将经分离的固体颗粒进给至细粉澄清器以分离细粉尘颗粒。

61. 根据前述权利要求所述的方法,还包括将所述细粉尘颗粒脱水以浓缩所述粉尘颗粒。

62. 根据前述权利要求所述的方法,还包括将所述粉尘颗粒再循环到所述制粒系统中用于所述制粒步骤。

63. 根据权利要求59至62中任一项所述的方法,其中加工步骤包括将涤气器流体与所述排出气体混合以产生包含所述固体颗粒的涤气器浆料。

64. 根据权利要求63所述的方法,还包括将经分离的细粉尘颗粒供应至结晶器用于由经分离的粉尘颗粒产生含磷酸盐的颗粒。

65. 根据权利要求50至64中任一项所述的方法,还包括将由所述净化步骤生成的所述流出物流供应至结晶器用于由所述流出物产生含磷酸盐的颗粒。

66. 根据权利要求50至65中任一项所述的方法,还包括:

接收包含含磷酸盐的材料的有机废物；

从所述有机废物中去除有机物质以形成含磷酸盐的溶液；和

将所述含磷酸盐的溶液供应至所述制粒系统和所述磷酸装置中的一者或更多者。

67. 根据前述权利要求所述的方法，其中将所述含磷酸盐的溶液供应至结晶器用于从所述溶液中结晶含磷酸盐的颗粒。

68. 根据权利要求66至67中任一项所述的方法，其中所述有机废物包括动物粪肥和/或家禽粪便。

69. 根据权利要求50至68中任一项所述的方法，还包括将所结晶的含磷酸盐的颗粒供应至所述制粒系统用于所述制粒步骤中以产生所述含磷酸盐的肥料产物。

70. 根据前述权利要求所述的方法，其中所述含磷酸盐的颗粒包含鸟粪石。

71. 根据权利要求50至70中任一项所述的方法，其中所述磷酸盐岩包含浓度大于阈值的镁源。

72. 根据前述权利要求所述的方法，其中当以MgO表示时所述阈值是所述磷酸盐岩的总矿物质含量的约3%。

73. 根据权利要求71所述的方法，其中当以MgO表示时所述阈值是所述磷酸盐岩的总矿物质含量的约5%。

74. 根据权利要求50至73中任一项所述的方法，其中所述磷酸产物的浓度低于阈值量。

75. 根据前述权利要求所述的方法，其中所述磷酸的浓度低于约54%。

76. 根据权利要求74所述的方法，其中所述磷酸的浓度低于约40%。

77. 根据权利要求50至76中任一项所述的方法，还包括在膜过滤系统处浓缩所述磷酸盐水溶液以产生浓缩物流和清洁水渗透流。

78. 根据前述权利要求所述的方法，其中所述膜过滤系统包括纳米过滤和/或反渗透。

79. 根据权利要求77至78中任一项所述的方法，其中在冲洗步骤中使用的所述冲洗流体包括所述清洁水渗透流。

80. 根据权利要求77至79中任一项所述的方法，其中将所述浓缩物流供应至所述沉淀系统用于净化。

81. 根据权利要求50至80中任一项所述的方法，其中所述酸包括硫酸以及所述滤饼副产物包括石膏。

82. 根据权利要求52至81中任一项所述的方法，其中在所述沉淀系统处对所述磷酸盐水溶液的净化还生成氟化物和/或石膏的源。

83. 根据权利要求70至82中任一项所述的方法，还包括：

将在所述结晶器处产生的所述鸟粪石加热以生成磷酸镁铵石；和

将所述磷酸镁铵石供应至所述制粒系统以在所述制粒步骤中产生基于磷酸镁铵石的肥料。

84. 根据前述权利要求所述的方法，还包括将所产生的鸟粪石和/或磷酸镁铵石与磷酸一铵 (MAP)、磷酸二铵 (DAP) 和/或重过磷酸钙 (TSP) 中的任一者共制粒以产生所述含磷酸盐的肥料产物。

85. 根据权利要求50至84中任一项所述的方法，还包括将一种或更多种微量元素养分和大量元素养分供应至所述制粒系统以产生所述含磷酸盐的肥料产物。

86. 根据权利要求50至85中任一项所述的方法,其中所述制粒步骤保持在低于约60°C的温度下。

87. 根据权利要求50至85中任一项所述的方法,其中所述制粒步骤保持在高于约60°C的温度下。

88. 根据权利要求50至87中任一项所述的方法,其中所述磷酸以使得所述磷酸产物中Mg:P的摩尔比在1:25至1:2的范围内的浓度包含镁。

89. 根据权利要求50至87中任一项所述的方法,其中所述磷酸以使得所述磷酸产物中Mg:P的摩尔比在1:7至1:2的范围内的浓度包含镁。

90. 根据权利要求50至87中任一项所述的方法,其中所述磷酸以使得所述磷酸产物中Mg:P的摩尔比在1:6至1:3的范围内的浓度包含镁。

91. 根据权利要求50至90中任一项所述的方法,其中所述磷酸以使得所述磷酸产物中Mg:P的摩尔比大于1:15的浓度包含镁。

92. 根据权利要求50至91中任一项所述的方法,还包括将氨源递送至所述制粒系统。

93. 根据权利要求50至92中任一项所述的方法,其中所述制粒系统使用来自所述磷酸盐岩的镁源以产生所述含磷酸盐的肥料产物。

94. 根据权利要求50至93中任一项所述的方法,还包括通过递送系统向所述制粒系统供应额外的镁用于产生所述含磷酸盐的肥料产物。

95. 根据权利要求66至94中任一项所述的方法,其中所述结晶器为流化床结晶器。

96. 一种加工磷酸盐岩的方法,所述方法包括以下步骤:

在磷酸装置中使磷酸盐岩与酸反应以生成滤饼副产物和磷酸产物,其中所述磷酸盐岩包含浓度大于阈值的镁源;

从所述磷酸装置排出包含由反应步骤得到的磷酸盐水溶液的输出流;

在池塘水处理系统处净化所述磷酸盐水溶液以生成经处理的水流和污泥流;

向所述滤饼副产物供应冲洗流体以获得包含磷酸的滤液;

将所述滤液再循环到所述磷酸装置中用于所述反应步骤;

将所述磷酸产物供应至制粒机;和

在所述制粒机处使用来自所述磷酸盐岩的所述磷酸产物和所述镁源制粒肥料产物。

97. 一种具有如本文所述的任何新的和创造性的特征、特征的组合或特征的子组合的装置。

98. 一种具有如本文所述的任何新的和创造性的步骤、行动、步骤和/或行动的组合或者步骤和/或行动的子组合的方法。

用于磷酸盐加工的系统和方法

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求于2019年10月17日提交的且题为SYSTEMS AND METHODS FOR PHOSPHATE PROCESSING的美国申请第62/916584号的优先权,出于所有目的在此将其通过引用并入本文。对美利坚合众国而言,本申请根据35 U.S.C. §119要求于2019年10月17日提交的且题为SYSTEMS AND METHODS FOR PHOSPHATE PROCESSING的美国申请第62/916584号的权益。

技术领域

[0003] 本发明的一些实施方案一般地涉及用于加工磷酸盐的系统和方法,并且更特别地涉及用于磷酸盐的加工系统的集成。

背景技术

[0004] 磷酸可以通过“湿法”生产,所述“湿法”涉及使天然存在的磷酸盐岩与无机酸例如硫酸、磷酸或硝酸反应。除磷酸之外,形成作为副产物的固体沉淀物。如果使用硫酸作为消化酸(digesting acid),则沉淀物将包含石膏(主要为硫酸钙)作为其主要成分。这样的沉淀物被称为“磷石膏”。

[0005] 磷酸通常通过过滤与不溶性石膏沉淀物分离。石膏以滤饼的形式被去除。可观量的磷酸可能被截留在滤饼中。截留在滤饼中的磷酸构成了生产过程中磷酸盐产量损失的很大一部分。

[0006] 磷酸盐岩通常由采矿(即,从地下取出磷酸盐矿石)随后进行选矿过程以分离沙子和粘土从而去除杂质来生产。磷酸盐岩包含不同量的杂质。磷酸盐岩中经常存在的一种杂质是白云石,其为氧化镁(MgO)的来源。镁是磷酸盐岩中最不期望的杂质之一。Mg的存在导致浮选和磷酸生产过程中的困难。例如,镁离子在反应混合物中形成沉淀物。包含大量镁沉淀物的反应混合物可能堵塞过滤介质。用于回收磷酸产物的反应混合物的过滤速率也低。分离这样的反应混合物中的磷酸是困难和昂贵的。

[0007] 通常期望避免这样的包含高镁含量的低级磷酸盐岩。然而,避免这样的低级磷酸盐岩并非总是可行的,并且期望具有经济上可行的方法来加工这样的低级磷酸盐岩。因此,期望具有成本效益的方法来使用这些低级磷酸盐岩以生产有用的最终产品,更特别地,在产品生产之前不需要首先净化这些低级岩来去除镁杂质。

[0008] 在磷酸的湿法生产中生成了大量受污染的水。受污染的水一般被排出。排出的水通常称为“池塘水(pond water)”。

[0009] 池塘水还可以包括从石膏堆排出的水以及磷酸装置、淡水烟雾涤气器中和周围使用的其他水(例如用于清洁或洗涤),以及装置内的磷酸溢出或泄漏。池塘水是强酸性的。它包含磷酸、硫酸和氟硅酸的稀释混合物。池塘水通常用石膏饱和并且包含存在于磷酸盐岩中的其他离子。池塘水的积聚对环境有害。在池塘水可以安全排出之前,需要大量成本对其进行处理。

[0010] 存在用于处理池塘水和/或用于从池塘水中回收有价值产物的现有方法。这样的方法之一称为双重石灰处理(double lime treatment)。该方法涉及以两个阶段向池塘水中添加钙化合物(例如, CaCO_3 、 Ca(OH)_2 或 CaO) 以使磷酸盐和其他杂质沉淀以生产净化水。另一个现有方法是反渗透。反渗透涉及施加超过与半透膜接触的盐水溶液的水组分的渗透压的外部压力。这迫使一些水以相反的方向通过膜, 而溶液中的其他组分不通过膜, 导致净化水的流以及将被废弃或返回到储存池塘的增加的盐含量的流。

[0011] 理想地, 收集的池塘水持续地再循环到磷酸生产装置中以再使用, 例如作为磷酸的水源、用于洗涤石膏滤饼、用于气体洗涤、用于将产生的石膏浆化、以及不需要淡水的其他目的。有效运行的磷酸装置在水输入与水蒸发之间达成平衡, 因此几乎所有受污染的水都被引导以在装置内再使用。只要装置继续运行, 这消除了对处理和排出受污染的池塘水的需要。

[0012] 需要使磷酸的生产更有效、更环境可持续和/或更经济可行的方法。特别需要有效的方法来加工包含大量镁的低级磷酸盐岩。

发明内容

[0013] 本发明具有许多方面。这些方面中的一些利用了可以应用于加工含磷酸盐的材料以生成有用产物的不同过程之间的协同作用。这些协同作用可以单独地或以任何组合地利用。本发明可以应用于加工磷酸盐池塘水, 但也可以应用于加工磷酸盐源。

[0014] 如本文所述的可以协同组合的过程包括:

[0015] • 磷酸的生产;

[0016] • 颗粒肥料的生产;

[0017] • 通过沉淀从池塘水或其他溶液中去溶解的材料;

[0018] • 使鸟粪石、鸟粪石类似物或其他含磷化合物结晶;

[0019] • 制造肥料(在一些实施方案中通过例如使用题为“Slow and fast release fertilizer composition and methods for making same”的美国专利第9878960号中描述的方法和组合物生产均质颗粒, 其全部内容通过引用并入本文); 和/或

[0020] • 开采磷酸盐岩。

[0021] 本发明的一些方面提供了对用于加工含磷酸盐的材料的装置和方法的改进, 包括:

[0022] • 磷酸的生产;

[0023] • 颗粒肥料的生产;

[0024] • 磷酸一铵(MAP)、磷酸二铵(diammonium phosphate, DAP) 和/

[0025] 或鸟粪石的生产;

[0026] • 通过沉淀从池塘水或其他溶液中去溶解的材料;

[0027] • 使鸟粪石、鸟粪石类似物或其他含磷酸镁的化合物结晶;

[0028] • 制造肥料(在一些实施方案中通过例如使用题为“Slow and fast release fertilizer composition and methods for making same”的美国专利第9878960号中描述的方法和组合物生产均质颗粒, 其全部内容通过引用并入本文); 和/或

[0029] • 开采磷酸盐岩。

[0030] 在一些实施方案中,与加工磷酸盐岩以获得磷酸组合来生产鸟粪石。这样的实施方案可以有利地使用具有高Mg含量的磷酸盐岩作为原料。在这样的实施方案中,在被加工以产生磷酸的过程液体中可以保持较高的含水量。这转而促进引入/使用淡水用于冲洗石膏滤饼,以实现增加的磷酸盐产量,同时在过程中保持负水平衡(即,该过程趋于在输入时消耗比在输出时其产生的更多的水)。

[0031] 在一些实施方案中,磷酸在还包括制粒装置(其可以例如生产包含鸟粪石的粒状材料)的系统中生产。这样的实施方案可以使用为磷酸生产副产物的污泥作为对制粒装置的输入、和/或将池塘水处理系统澄清器中的制粒装置粉尘排出/涤气器水的处理与池塘水处理整合、和/或使用经处理的水流用于冲洗石膏滤饼以增加磷酸产量。这可以在保持总体负水平衡的同时完成。

[0032] 本发明的一个方面提供了磷酸盐加工系统。磷酸盐加工系统涉及将上述过程中的一些或全部协同地组合以提高最终产品回收率,同时降低与由肥料生产生成的有害废物相关的环境影响和成本。本发明的磷酸盐加工系统理想地以负水平衡运行,以避免处理和排出受污染的池塘水。

[0033] 磷酸盐加工系统的一些实施方案由低级磷酸盐岩生产磷酸。低级磷酸盐岩包含高的镁含量,这对于磷酸和肥料生产中通常是不期望的。该系统的实施方案使用这样的低级磷酸盐岩以生产磷酸。在磷酸生产中可以使用增加的水输入以生产更稀的磷酸。稀磷酸产物减轻了围绕在镁沉淀物的存在下过滤反应混合物的一些挑战。磷酸盐加工系统的实施方案涉及由稀磷酸产物生产基于鸟粪石的肥料。低级磷酸盐岩中包含的镁可以用作肥料制粒过程中的镁源。稀磷酸产物中包含的过多的水可以用作肥料制粒过程中的水源。肥料制粒过程可以涉及含鸟粪石肥料的生产。

[0034] 磷酸盐加工系统的一些实施方案涉及改进从副产物中的磷酸回收。回收磷酸的过程之一是从对由分离石膏副产物与磷酸而生成的石膏滤饼进行冲洗或洗涤开始。在一些实施方案中,使用淡水冲洗石膏滤饼以回收截留在滤饼中的磷酸。在一些实施方案中,使用经处理的水冲洗石膏滤饼。经处理的水可以是由池塘水净化的水。池塘水收集由磷酸装置排出的过多的水。池塘水净化过程生产净化水流和包含作为副产物的磷酸盐的污泥流。一些实施方案涉及将污泥再循环到磷酸装置中用于回收截留在污泥中的磷酸。

[0035] 磷酸盐加工系统的一些实施方案涉及将排气处理系统与磷酸装置和制粒系统组合。排气处理系统包括去除在制粒过程期间产生的固体颗粒和蒸气的过程。去除的固体颗粒可以回收和再循环用于制粒过程。或者,可以使去除的固体颗粒结晶以回收磷,例如以含磷酸盐的产物例如鸟粪石的形式。所述鸟粪石可以被进给至制粒系统用于制造基于鸟粪石的肥料。

[0036] 在一些实施方案中,提供了用于生产磷酸的方法,所述方法包括接收来自磷石膏处理系统的磷酸盐污泥;在磷酸装置中加工所述污泥以产生磷酸;以及任选地生产具有高于阈值的磷酸和镁的组合物。

[0037] 在一些实施方案中,提供了用于生产磷酸和鸟粪石的方法,所述方法包括接收包含镁的磷酸盐源;加工磷酸盐源;由磷酸盐源生产磷酸;以及使用来自磷酸盐源的镁使鸟粪石结晶。

[0038] 在一些实施方案中,提供了用于生产磷酸和鸟粪石的方法,所述方法包括接收包

含镁的磷酸盐源;加工磷酸盐源以生产磷酸;以及使用镁制粒含鸟粪石的肥料。

[0039] 在一些实施方案中,提供了用于使鸟粪石结晶的方法,所述方法包括接收包含含磷酸盐的材料的有机废物;使用经部分处理的池塘水溶解来自有机废物中的磷酸盐;从含有机磷酸盐的材料中去除有机物质以形成包含磷酸盐的溶液;以及使用该含磷酸盐的溶液使鸟粪石结晶。

[0040] 在一些实施方案中,提供了用于将含鸟粪石的肥料制粒的方法,包括接收来源于沉淀的含磷溶液的流出物;从所述流出物中结晶鸟粪石;接收来自磷酸装置的磷酸;以及使用鸟粪石和磷酸制粒含鸟粪石的肥料。

[0041] 在一些实施方案中,提供了用于从含石膏的组合物中分离磷酸的方法,所述方法包括接收从磷酸盐量低于阈值的经处理的磷石膏池塘水中回收的磷酸盐水溶液;使用所述磷酸盐水溶液冲洗含石膏的组合物以生产输出流;以及从输出流中收集磷酸。

[0042] 在一些实施方案中,提供了用于从有机废物中提取磷酸盐的方法,该方法使用经部分处理的磷石膏池塘水以及使用其以结晶鸟粪石。

[0043] 在一些实施方案中,提供了用于制粒以生产肥料的方法,该方法包括接收来自在处理磷石膏池塘水时产生的污泥中的作为副产物产生的磷酸。

[0044] 在一些实施方案中,提供了用于使用纳米过滤或反渗透用的膜来使流浓缩以提供被浓缩用于系统中使用的一种或更多种组分的输出流的方法。

[0045] 通过参照附图并通过研究以下详细描述,其他方面和实施方案将变得显而易见。

附图说明

[0046] 实施方案在附图的参照图中示出。旨在将本文公开的实施方案和图视为举例说明性而非限制性的。

[0047] 现将仅参照附图以实例的方式描述实施方案,其中在附图中:

[0048] 图1是根据一些实施方案的示例磷酸盐加工系统的示意图;和

[0049] 图2是根据一些实施方案的示例磷酸盐加工系统的示意图。

[0050] 图3是示出图2示例磷酸盐加工系统中选择的过程的示意图。

[0051] 图4是示出图2示例磷酸盐加工系统中选择的过程的示意图。

[0052] 图5是示出图2示例磷酸盐加工系统中选择的过程的示意图。

[0053] 图6是示出图2示例磷酸盐加工系统中选择的过程的示意图。

[0054] 图7是示出图2示例磷酸盐加工系统中选择的过程的示意图。

[0055] 发明详述

[0056] 在整个以下描述中,阐述了具体细节以向本领域技术人员提供更透彻的理解。因此,描述和附图应被认为是举例说明性而不是限制性的含义。

[0057] 在一些实施方案中,提供了用于处理磷酸盐的集成系统,其包括一个或更多个组件子系统。本公开以解释将被描述的各种协同作用和改进的方式描述示例集成系统。然而,本文描述的一些发明可以使用所描述的集成系统的仅一个或更多个部分来实施。

[0058] 在一些实施方案中,可以省略某些组件子系统。在一些实施方案中,可以包括某些其他组件子系统。在一些实施方案中,子系统可以被布置成彼此相关、被集成和/或以不同方式被选择。

[0059] 例如,用于处理磷酸盐的集成系统可以包括以下中的一些或全部:

[0060] • 用于生产磷酸的系统(例如,由磷酸盐岩、磷酸盐池塘水、废水等),

[0061] • 用于生产石膏的系统(例如,作为生产磷酸时的废物流或作为沉淀物),

[0062] • 用于使材料沉淀的系统(例如,用于从池塘水、过程水、废水或其他源收集含磷酸盐的材料和/或其他材料),

[0063] • 用于冲洗材料的系统(例如,对在磷酸反应器中产生的作为磷酸盐岩与硫酸之间反应的副产物的石膏进行冲洗以收集相关磷酸),

[0064] • 用于使化合物结晶的结晶器(例如,来自诸如以下输入源的鸟粪石结晶:来自肥料的制粒或共制粒或者磷酸生产中的池塘水、过程水、废水、排气涤气器处理的排气流),

[0065] • 用于将材料制粒或共制粒的系统(例如,以使用磷酸和其他材料产生肥料),

[0066] • 这些子系统或其他系统中的任何两者或更多者的组合。

[0067] 这些和其他系统可以以各种方式集成,例如,其中将某个(某些)系统的输出用作对其他系统的输入。这样的集成可以有助减少或减轻可能由开采磷酸盐岩、处理磷酸盐、加工磷酸盐、从含磷酸盐的材料生产肥料、以及其他工业过程产生的环境影响。例如,集成可以通过再使用从一些子系统输出的废水作为另一些子系统的输入来减少被使用或污染的淡水量。

[0068] 在适当的情况下,集成可以包括使用来自一个子系统的输出流作为另一些子系统中的输入流。在一些实施方案中,磷酸盐加工系统的一个或更多个子系统通过再使用其输出流的一种或更多种组成组分(例如,鸟粪石、磷、磷酸盐、磷酸、镁、氟化物、石膏、有机材料、水)和/或通过减少其输出流中含磷材料的量或浓度来减轻磷酸装置的环境影响(例如,减轻由磷酸装置产生的具有高浓度磷酸的任何输出流的影响)。

[0069] 在整个描述中,“流(stream)”意指材料的流(flow)。子系统可以接收一种或更多种流作为输入,并且可以产生一种或更多种流作为输出。流可以携带任何状态的物质。例如,以下材料任一者的流都可以称为“流”:磷酸、磷酸盐岩、浸入溶液中的磷酸盐岩、具有与其缔合的磷酸的石膏、流出物、经处的或经部分处理的废水或过程水、酸性溶液、浆料、污泥、共制粒的组合物、细粉、干燥剂、肥料、有机废物流(粪肥、食物废物、生物质等)、等等。

[0070] 在整个描述中,术语“共制粒”包括均质颗粒的生产,并且“共制粒的”材料或组合物包括均质颗粒。均质颗粒可以是均质的、基本均质的或就一种或更多种组成组分(例如石膏、鸟粪石、镁、氟化物等)而言均质的颗粒或组合物。

[0071] 图1是根据一些实施方案的示例磷酸盐加工系统100的示意图。如所示的,磷酸盐加工系统100包括磷酸装置110、沉淀系统120(在一些实施方案中为处理系统120)、结晶器系统130、冲洗系统140、制粒系统150、池塘水系统160、有机物去除系统170、和排气处理系统180。如上所述,可以选择性地省略这些子系统中的一者或更多者和/或可以选择性地包括一个或更多个其他系统。

[0072] 图1示出了将由包括在磷酸盐加工系统100中的系统输出的流运送至包括在磷酸盐加工系统100中的系统的输入(例如,至诸如反馈回路中的相同系统;至不同系统)的示例路径。

[0073] 图2是根据一些实施方案的示例磷酸盐加工系统100的示意图。磷酸盐加工系统100包括磷酸装置110、沉淀系统120、结晶器系统130、石膏冲洗系统140、制粒系统150、池塘

水(或过程水/冷却水系统)160(例如,磷酸盐水溶液)、有机物去除系统170、和/或排气处理系统180。在另一些实施方案中,一个或更多个系统和/或步骤从磷酸盐加工系统100中省略和/或添加到磷酸盐加工系统100中。

[0074] 图3至图7详细示出了磷酸盐加工系统100内的选择的协同作用。磷酸盐加工系统100依靠过程的协同组合来提供以下中的一者或更多者:

[0075] • 从包含高水平镁的低级磷酸盐岩生产磷酸和/或肥料,其中最终产品具有足够高的产量和纯度;

[0076] • 从装置内生成的反应副产物和/或其他废物产物的结晶中回收鸟粪石,用于制粒过程中以生产基于鸟粪石的肥料;

[0077] • 通过将来自各种流的副产物再循环到磷酸装置中来提高磷酸产量;和

[0078] • 保持装置内的负水平衡。

[0079] 参照图3,磷酸盐加工系统100的一个实施方案将磷酸装置110与制粒系统150组合以生产肥料产物152。在一些实施方案中,使用低级磷酸盐岩116作为生产磷酸112的原材料。低级磷酸盐岩116可以包含升高量的白云石(MgO)(和/或其他镁源)。镁通常被认为是磷酸生产中最不期望的杂质之一。例如,升高的镁含量增加反应介质中液相的粘度并降低石膏的动力学和结晶生长。其还促进形成不溶的复杂矿物相,这可以导致设备积垢问题和磷的大量损失。

[0080] 为了减轻这些问题,可以生产具有更高水含量的更稀的磷酸产物112。更稀的磷酸产物112可以例如通过利用增加的水输入或磷酸产物112的降低的蒸发浓度来生产。增加的水输入可以来自任何合适的源,例如未干燥的磷酸盐岩、磷酸盐岩的湿磨、稀硫酸的使用或淡水或经加工的水的输入。

[0081] 稀磷酸产物112可以作为原料供应至反应器或制粒机,用于鸟粪石、另一种含镁材料(例如MAP或DAP)或其混合物的结晶。

[0082] 鸟粪石为具有式: $\text{NH}_4\text{MgPO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 的化合物。从稀磷酸产物中结晶鸟粪石去除了镁。从稀磷酸产物中结晶鸟粪石还去除了水,这增加了稀磷酸产物112的浓度。生产更稀的磷酸(例如,小于54重量% P_2O_5)可以促进使用较低级磷酸盐矿石。使用更稀的磷酸来形成鸟粪石有助于使整个过程具有负水平衡或中立水平衡(尽管提供更稀的磷酸),因为制造鸟粪石消耗水。提供具有负水平衡或中立水平衡的整体过程可以有利地减少或消除废水的生产和/或处理废水的需要。

[0083] 在磷酸112包含大量Mg的情况下,磷酸112中的Mg可以对鸟粪石生产所需的Mg有所贡献(并因此减少对其他Mg源的需求)。

[0084] 在一些实施方案中,磷酸112包含大于0.5%或大于1%或大于3%或大于5%的MgO。在一些实施方案中,磷酸112以使得磷酸112中Mg:P的摩尔比在1:25至1:2或1:7至1:2或1:6至1:3的范围内,或者Mg的量足够高使得磷酸112中Mg:P的摩尔比大于1:15或1:7或1:5或1:4的浓度包含Mg。

[0085] 所得鸟粪石可以用于例如生产肥料。图1的加工系统可以使用低级磷酸盐岩116中的镁作为肥料中的镁源,同时避免通常由过多的镁引起的问题。

[0086] 在一些实施方案中,制粒系统150接收氨(例如,作为气体或低温液体)和额外的镁源的供应。可以将磷酸112喷洒到其中喷洒氨的转筒中。额外的镁可以作为镁源的粉末或浆

料添加。磷酸112和氨与磷酸112中包含的Mg和额外的Mg反应以产生鸟粪石和/或包含铵、磷酸盐和镁的其他化合物。任选地,一些氨可以在磷酸112被引入到制粒机150之前与磷酸112接触。这中和或部分中和了磷酸112。

[0087] 当制粒机150运行时,固体可以被分离并按尺寸分类。可以取出期望尺寸范围内的固体(例如以用于用作肥料或肥料组成)。细粉可以再循环回到制粒机150中。大于期望尺寸范围的固体颗粒可以被压碎并再循环到制粒机150中。

[0088] 图4示出了磷酸盐加工系统100的一个实施方案,其将冲洗系统140与图3协同作用(即,磷酸装置110与制粒系统150组合)组合以生产肥料产物152。冲洗系统140运行以对在磷酸生产中的产物(即,磷酸112和石膏副产物118)的过滤中生成的石膏滤饼118进行冲洗。石膏滤饼118包含截留的磷酸。冲洗石膏滤饼118回收截留的磷酸。与磷酸混合的冲洗水可以返回到其中可以回收磷酸的磷酸装置110中,并且冲洗水有助于保持磷酸装置中的过程液体足够稀以避免至少一些上述问题。

[0089] 在一些实施方案中,淡水被引导到冲洗系统140中以洗涤石膏滤饼118。由于需要进一步处理或排出来自装置的任何过量的受污染的水,因此通常不期望将淡水进一步引入到磷酸装置中。然而,在期望生产稀磷酸产物112的实施方案中(例如,如图3示出的在使用低级磷酸盐岩生产基于鸟粪石的肥料中),淡水的引入在保持装置内总体负水平衡的同时提高了磷酸的产量。

[0090] 在一些实施方案中,冲洗系统140分数个阶段冲洗石膏滤饼118。冲洗系统可以是逆流冲洗系统,其中石膏滤饼118用已经在冲洗系统140的其他阶段中使用过的水冲洗两次或更多次,最后用淡水冲洗。例如,在冲洗系统140具有四个阶段的情况下,可以在第四阶段供应淡水以冲洗石膏滤饼118,该水可以被收集并在第三阶段被供应以冲洗石膏滤饼118,该水可以被再次收集并在第二阶段被供应以冲洗石膏滤饼118,该水可以被再次收集并在第一阶段被供应以冲洗石膏滤饼118。然后将冲洗水(现在包含已经从石膏滤饼118中洗出的磷酸)返回到磷酸装置110中和/或混合到磷酸112中。

[0091] 当使用淡水冲洗石膏滤饼118时,可以捕获比如果使用已经包含大量磷酸盐的池塘水进行冲洗可能捕获的多得多的截留在石膏滤饼118中的磷酸。然而,在冲洗系统140包括在包括鸟粪石生产(例如,在制粒系统150中)的系统中的情况下,冲洗水可以在鸟粪石生产中被消耗,并因此不会产生(或较少产生)需要处理之后其才可以被释放到环境中的水。

[0092] 图5示出了另一个用于改善磷酸回收的示例过程组合。在沉淀系统120处在从池塘水中沉淀氟化物、磷酸盐和石膏时,产生作为副产物的沉淀固体流(即,污泥124)。污泥124可以包含磷酸盐、沉淀的杂质、未反应的钙化合物和水的混合物。污泥124再循环到磷酸装置110中以用于生产磷酸,从而提高磷酸在其生产中的总产量。

[0093] 在一些实施方案中,污泥124在多阶段过程中产生,其中不同阶段产生具有不同组成的污泥。污泥124可以选自具有用于再循环到磷酸装置110中的期望组成的污泥。例如,污泥124可以选择为比在多阶段沉淀过程中可以获得的其他污泥包含更多磷酸盐的污泥和/或污泥124可以选择为比在多阶段沉淀过程中可以获得的其他污泥包含更少氟化物的污泥。

[0094] 收集和再循环包含磷酸盐的污泥124可以增加给定输入的磷酸盐岩的磷酸和/或肥料的产量。

[0095] 如图6所示,本发明的另一个方面提供了这样的磷酸盐加工系统100:其将池塘水系统160和沉淀系统120与图4协同作用(即,冲洗系统140与磷酸装置110和制粒系统150组合)组合以生产肥料152。在该实施方案中,经处理的水被引导到冲洗系统140中以洗涤石膏滤饼118(与图4实施方案中使用淡水不同)。

[0096] 图6过程使用从磷酸装置110处的磷酸生产中排出的受污染的水(即,池塘水160)。池塘水160在沉淀系统120处净化(或首先在反渗透(reverse osmosis,RO)和/或纳米过滤(nanofiltration,NF)系统162处随后在沉淀系统120处净化)。经净化的水可以用于,例如,冲洗石膏滤饼118以回收截留的磷酸112。这增加了输入到制粒系统150中用于生产肥料的磷酸112的产量。

[0097] 经处理的水121可以用于多种目的,包括作为供应至冲洗系统140的冲洗水、作为用于稀释磷酸112和/或排出到环境中的水。

[0098] 通过将池塘水处理(例如如图6所示)与污泥124的再循环(例如如图5所示)组合,该组合可以消耗池塘水160同时留下减少量的污泥,从而减轻由池塘水160带来的显著环境问题。例如,与增加与磷酸装置110相关的池塘水160的量相反,将图5和图6的元件组合的装置可以随着时间减少与磷酸装置110相关的池塘水160的量。这可以提供显著的环境效益,因为池塘水160通常是高度酸性的并且存在处置问题。

[0099] 图7示出了将排气处理系统180与磷酸装置110和制粒系统150组合。排气处理系统180包括一个或多个被配置成去除肥料制粒期间产生的粉尘的过程。这样的过程的一个实例是使用涤气器。例如,湿式涤气器可以用于将粉尘溶解或悬浮在水中,并将粉尘作为在水中的低浓度溶液或悬浮体回收。涤气器溶液或悬浮体包含细粉182。在一些实施方案中,细粉182在结晶器130处结晶以例如以包含磷酸盐的产物132的形式回收磷。这样的副产物之一可以为鸟粪石。在一些实施方案中,细粉182被再循环到制粒系统150中。细粉182可以包含可以用于制粒过程的源材料。

[0100] 可以从细粉182中回收的源材料的实例包括尿素和硝酸铵。细粉182可以首先在蒸发步骤184中脱水,然后在肥料制粒中被进给到混合装置(例如,捏合碾磨机186)中。

[0101] 图2示出了各种协同作用。图2将图3至图7中描述的各种协同作用组合在磷酸盐加工装置中。图2还在磷酸盐加工装置中包括图3至图7中没有具体讨论的其他过程。在一些实施方案中,磷酸盐加工系统100提供了过程水处理系统(预处理、鸟粪石结晶和膜处理/净化(polishing)),例如分别在沉淀系统120、结晶器系统130和RO/NF系统162处)与石膏过滤器冲洗(例如,在冲洗系统140处)的集成。在一些实施方案中,使用来自膜处理步骤的清洁(例如,低磷酸盐含量)水(例如,在162处产生的水)以向石膏过滤器提供淡水补充(例如,当在140处冲洗石膏时)允许从石膏副产物中去除/回收更高百分比的磷酸。

[0102] 作为另一个实例,在一些实施方案中,磷酸盐加工系统100提供了过程水处理系统和与磷酸制粒相关的排放控制系统(例如,在排气处理系统180处)的集成以制造颗粒肥料产物。颗粒肥料产物可以为磷酸一铵(MAP)、磷酸二铵(DAP)、重过磷酸钙(TSP)、鸟粪石或与MAP、DAP或TSP和/或其他养分/微量元素养分组分共制粒的鸟粪石。这些实施方案中水处理系统的存在可以允许在排放控制涤气器系统中使用更高水量时更大的灵活性,允许更容易的运行、更少的结垢形成和更低的向大气的排放水平。

[0103] 作为另一个实例,在一些实施方案中,磷酸盐加工系统100提供再使用来自过程水

处理和/或沉淀阶段中的任一者或更多者的磷酸盐高(例如, P_2O_5 含量 $>5\%$ 、 $>10\%$ 、 $>15\%$ 、 $>20\%$ 、 $>25\%$ 、 $>30\%$ 、 $>35\%$ 、 $>40\%$ 、 $>45\%$ 、 $>50\%$)的污泥作为向磷酸制造过程中的磷酸盐岩输入的代替物或补充物。例如,磷酸装置110可以接收来自图2中所示的一个或多个系统(其中存在的)的污泥并且可以使用该污泥来生产磷酸112和/或石膏118。)

[0104] 作为另一个实例,在一些实施方案中,磷酸盐加工系统100使用高镁磷酸盐岩(例如,在114处)来生产具有升高的镁产物的磷酸产物(例如,磷酸112)。这可以允许在制粒装置(例如制粒系统150)中生产鸟粪石肥料或者鸟粪石和MAP/DAP/TSP共制粒的肥料,其中减少了添加外部/购买的镁源的需要。在一些实施方案中,这具有允许使用否则被丢弃的或“较低级”磷酸盐岩,同时减少或消除用于所生产肥料的鸟粪石组分的镁源成本的双重益处。这可以允许专门的用于加工具有升高的镁含量的磷酸盐岩并生产鸟粪石肥料的磷酸装置和制粒系,其中鸟粪石和MAP/DAP/DSP共制粒成肥料产物。该过程生产线还可以采用或使用从过程水处理和/或从动物废物中回收的鸟粪石。

[0105] 作为另一个实例,在一些实施方案中,磷酸盐加工系统100利用沉淀之后经预处理的过程水(例如,酸性溶液124)中的酸度来使动物废物(例如,家禽粪便、猪粪、牛粪)酸化以溶解包含在动物废物中的磷酸盐。在一些实施方案中,这使得能够以适合用于肥料的形式回收磷酸盐。这可以允许使用动物废物来提高经预处理的过程水的pH,而不是使用购买的化学品(例如,石灰石、石灰、苛性钠),同时使用过程水而不是购买的化学品(例如,硫酸、磷酸、盐酸)来酸化和提取动物废物中的磷酸盐。然后可以使用装置的剩余部分(鸟粪石结晶器、制粒机)将从动物废物中提取的磷酸盐转化为肥料产物,例如在制粒系统150处。

[0106] 磷酸装置

[0107] 在一些实施方案中,磷酸装置110生产磷酸112。磷酸装置110将一种或更多种磷酸盐源作为输入流,例如,输入流可以包含磷酸盐岩114(例如,高级磷酸盐岩、低级磷酸盐岩116和/或二者的组合)和/或包含磷酸盐的流体160(例如,磷酸盐水溶液、池塘水、过程水、冷却水、浆料)或经加工的流体160(例如,在流体160的浓缩、稀释、其他加工之后)。作为另一些实例,磷酸装置110可以使用含磷酸盐的化合物,例如磷酸钙源或磷酸镁。

[0108] 例如,磷酸装置110可以通过使硫酸与磷酸盐源反应来生产磷酸112和石膏(例如,硫酸钙)118。

[0109] 在一些实施方案中,磷酸装置110被配置成使用包含高于阈值量的水平的镁的源(例如,具有高水平镁的源),以及包含低于第二阈值量的水平的镁的源(例如,具有低水平镁的源)二者。

[0110] 高级磷酸盐(例如,在岩石中)可以包含含磷组分,例如磷酸盐(例如,磷酸钙),并且在一些实施方案中,可以包含含硫组分,例如硫酸盐(例如,硫酸钙)。例如,磷酸装置110可以接收这样的高级磷酸盐岩或富集磷酸盐岩矿石:其具有高于阈值量的磷酸钙或磷酸盐(例如,典型的27%至39%的 P_2O_5 或大于23%的 P_2O_5)并且具有杂质例如二氧化硅、氟化物、硫酸盐、碳酸盐(例如,1%至3%)、铁、铝(例如,铁和氧化铝总计 $<5\%$ 至6%)和镁(例如,典型的含量微量至3% MgO ,大部分高于0.2%或0.3%(例如,在佛罗里达典型为0.4%至0.9%,在摩洛哥典型为0.5%,在中国岩石中典型最高至3%),低于阈值量(例如,典型地 Fe_2O_3 、 Al_2O_3 和 MgO 总计指标低于 $\sim 5\%$)。

[0111] 低级磷酸盐(例如,在岩石中)可以包含含磷组分,例如磷(例如,磷酸钙)、含镁组

分和/或一种或更多种其他物质(例如,铁、铝)。在一些实施方案中,磷酸装置110接收和/或使用低级磷酸盐岩来生产磷酸。低级磷酸盐岩可以包含高于阈值量的镁,例如具有大于3%的MgO。

[0112] 低级磷酸盐组成中的任何镁(例如,在组成为岩石的情况下)可能对在磷酸装置110中用于生产磷酸造成不利影响,因为例如镁可能导致磷酸装置110变得低效,导致在各种机械组件中积聚、粘住机器或装置设备、增加流体的粘度、不利地影响磷酸生产、不利地影响由磷酸制成的氨化磷酸盐肥料的制粒特性、和/或不期望地影响一种或更多种化学反应。

[0113] 镁杂质通常被认为在可以用于磷酸生产的磷酸盐岩中是不期望的。因此,在一些实施方案中,根据设备类型和加工条件,磷酸装置110通常将由磷酸盐岩或其他含磷酸盐的输入(例如,污泥124)生产的磷酸(例如,112)中的MgO:P₂O₅的比率保持低于0.03以最小化这些运行问题。

[0114] 然而,鸟粪石或其他包含镁的化合物的产生(例如,在结晶器系统130处,在制粒系统150处)需要镁。在一些实施方案中,将低级磷酸盐(例如,低级磷酸盐岩、含镁杂质的磷酸盐源)与硫酸一起提供给磷酸装置110中,并且磷酸装置110产生磷酸112、石膏118、和/或一种或更多种其他包含镁的输出流160(例如,磷酸盐水溶液,例如池塘水)。这些输出流可以供应至结晶器系统130或制粒系统150以供应生产鸟粪石、或鸟粪石和MAP/DAP/TSP共制粒的肥料、或其他期望的含镁产物所需镁的一些或全部。

[0115] 在一些实施方案中,磷酸装置110选择、接收和/或使用包含0.4%至10%氧化镁(MgO)的低级磷酸盐。例如,磷酸装置110可以基于磷酸盐岩中镁的量选择性地提取磷酸盐岩层。例如,可以避免具有高于阈值量的镁的磷酸盐岩。

[0116] 作为另一个实例,磷酸装置110可以选择具有不同镁量的矿石并使用其混合物来生产总镁量在期望范围内的磷岩石的输入源。磷酸盐岩可以用于生产具有升高的镁含量的磷酸和/或含镁输出。例如,含镁输出可以提供给结晶器130和/或制粒系统150并用于生产鸟粪石或者鸟粪石和MAP/DAP/TSP共制粒的肥料、或其他含镁材料。该过程可以促进磷酸盐岩体的使用期的延长以及因废弃的大量低级磷酸盐岩引起的任何环境问题,以及减少对进口/购买的含镁材料/试剂(例如氧化镁、氯化镁或硫酸镁、氢氧化镁、碳酸镁、或者用于生产含镁产物或鸟粪石的白云石石灰)的需求。

[0117] 在一些实施方案中,将由磷酸装置110生产的一种或更多种流提供给制粒机系统150,并且制粒机系统150生产含磷酸盐的材料(例如,颗粒),例如鸟粪石或鸟粪石类似物。在一些实施方案中,通过制粒机系统150使用由磷酸装置110从低级磷酸盐(例如,低级磷酸盐岩)生产的一种或更多种流可以减少单独添加以生产期望产物(例如鸟粪石或鸟粪石类似物)所需的镁(和/或在一些实施方案中的其他材料)的量。这可能是由于由磷酸装置110生产的一种或更多种流包含镁(和/或在一些实施方案中其他材料),并且在一些实施方案中,制粒机150可以使用这样的流以促进期望产物例如含镁鸟粪石或鸟粪石类似物的生产,而不是让这样的流变成废物。例如,这可以在效率、成本、环境影响、再循环、所需物质的量、和/或产生的污染物或污染水的量方面产生优势。

[0118] 在一些实施方案中,磷酸装置110接收一种或更多种包含高于阈值镁水平的流,例如高镁岩(例如,低级磷酸盐岩)。在一些实施方案中,磷酸装置110使用其以生产具有高于

阈值的镁杂质水平的磷酸和/或浓度低于阈值的磷酸。

[0119] 磷酸装置110可以生产具有一种或更多种浓度低于阈值的组分的含磷酸的流,以有助于避免或减少可能由存在高于磷酸单独生产通常期望的镁量导致的结垢。在一些实施方案中,磷酸装置110向制粒系统150提供一种或更多种包含高于阈值的镁的流(例如,包含镁杂质的磷酸流)。然后制粒系统150可以使用其以生产一种或更多种可以有利于促进农作物的生长和/或肥料的使用(例如,养分释放或吸收特性、pH、溶解、肥料的其他特性)的产物,例如包含镁的肥料152。这对于生产一种或更多种产物(例如,通过共制粒)(例如肥料152)可能是有利的。在一些实施方案中,与MAP/DAP的制粒相比,较低浓度的磷酸可以有效地用于在制粒装置150中生产基于鸟粪石的肥料,因为鸟粪石肥料的生产可以从磷酸中吸收大量的水以在鸟粪石中形成结晶水。该特征可以在不对下游制粒装置150的运行效率产生负面影响的情况下使磷酸装置110能够在较低磷酸浓度下使用较少的蒸发器换热量运行。例如,在一些实施方案中,磷酸生产(例如,在磷酸装置110处)可以在低于54% P_2O_5 、或低于40% P_2O_5 的浓度下运行。在一些实施方案中,磷酸生产(例如,在磷酸装置110处)可以在低于52%、50%、48%、46%、44%、42%、38%、35%、30%、25%、20%、15%、10%或5%的浓度下运行。

[0120] 在一些实施方案中,磷酸装置110可以以这种方式出乎意料地使用,以使用包含高于阈值的镁的磷源(例如,高镁岩)有利地生产磷酸。在磷酸装置110中存在比通常量更多的镁可以降低磷酸装置110的效率。然而,这可以被当镁用于下游过程时产生的效率提高和/或环境效益更多地抵消。在一些实施方案中,磷酸装置110使用高镁源生产磷酸,这可以降低生产成本,以及允许使用以其他方式无法使用或不经济的岩石储量,从而减轻或减少磷酸生产的环境影响。

[0121] 在一些实施方案中,磷酸装置110可以生产包含酸(例如,磷酸)并具有1%镁的输出流,并将其提供给制粒装置150。这对于制粒装置150来说可能是大量。例如,制粒装置150可以生产具有3.5%镁的输出流并且可以使用来自磷酸装置110的输出流来生产其。

[0122] 在一些实施方案中,具有高水平镁/磷的源被制粒系统150使用以生产鸟粪石和/或被用于化学干燥过程中,例如,如标题为“METHODS AND COMPOSITIONS FOR CHEMICAL DRYING AND PRODUCING STRUVITE”的美国专利第9334166号中所述的,其全部内容通过引用并入本文,或者被用于鸟粪石与MAP、DAP和/或TSP的共制粒,例如,如美国专利第9878960号中所述。相比之下,高镁磷酸源在其他生产磷酸铵(例如,MAP/DAP)的系统中可能倾向于产生柔软或粘稠的粒状材料,导致不合格产物或运行挑战,以及由于缺乏鸟粪石生产的化学干燥特征而在颗粒氨化磷酸盐生产中使用更高浓度的磷酸(例如,54% P_2O_5 或类似物)。

[0123] 在一些实施方案中,制粒系统150允许使用来自磷酸装置110的高镁磷酸源进行共制粒,并且这可以提供额外的选择以扩大具有升高的镁含量的矿床的可利用矿产资源。

[0124] 在其他磷酸生产过程中,升高的镁水平可以导致所生产的磷酸粘度增加,从而导致从石膏副产物中过滤磷酸的运行效率降低,以及导致结垢增加并导致下游蒸发过程和管道的维护。在一些实施方案中,磷酸盐加工系统100,例如,在磷酸装置110处,可以通过生产比最适合氨化磷酸盐制粒更稀的磷酸产物(例如,更高的含水量)(例如,112)来减轻这些问题。在一些实施方案中,稀磷酸产物因被产品吸收的结晶水而可以更有效地用于生产含鸟粪石的肥料。

[0125] 在一些实施方案中,磷酸装置110接收已经被开采和/或加工的磷酸盐岩114,应用一个或更多个加工步骤,并且输出磷酸112。在一些实施方案中,磷酸装置110可以使磨碎的磷酸盐岩(例如,在湿式球磨机中磨碎)与硫酸在磷酸反应器中反应,从而产生磷酸溶液(例如,112)和石膏沉淀物(例如,118)。在一些实施方案中,然后过滤磷酸溶液和石膏的混合物以将稀磷酸与石膏副产物分离,然后将石膏滤饼用水(或更典型地池塘水/过程水)逆流冲洗以从石膏副产物中冲洗尽可能多的磷酸,例如,在冲洗系统140处发生。在一些实施方案中,然后将石膏在过程水中制成浆料并泵送至石膏处理场,例如石膏堆系统。在一些实施方案中,然后依次蒸发磷酸溶液(例如,112)以生产期望浓度的磷酸用于下游制粒或其他用途。

[0126] 现在将描述示例实施方案。在一些实施方案中,向磷酸装置110提供含磷材料、含磷酸盐的材料、磷酸盐岩、高级磷酸盐(例如,高级磷酸盐岩)、和/或低级磷酸盐(例如,低级磷酸盐岩),并且磷酸装置110生产磷酸112、石膏118、和/或一种或更多种其他输出流160(例如,磷酸盐水溶液,例如池塘水)。这可以促进磷酸112(例如,用于肥料或用于制粒)的生产、任何残留含磷材料(例如,其附着至石膏118或与石膏118缔合)或其他残留材料通过过滤/冲洗系统140的再循环、和/或任何残留的含磷材料(例如,在一种或更多种输出流160中,例如添加到池塘水或磷酸盐水溶液中的任何流)或其他材料通过沉淀系统120的再循环、和/或其他加工(例如,通过在164处的浓缩、过滤、或本文所述的其他过程)。

[0127] 在一些实施方案中,磷酸装置110生产一种或更多种包含石膏118的输出流。作为实例,石膏118包含硫酸钙。

[0128] 在一些实施方案中,一定量的磷酸或其他材料与石膏118缔合(例如,物理附着)。以这种方式可能损失大量的磷酸。用淡水冲洗石膏通常被认为是不实用的,因为使用淡水进行冲洗将污染淡水并可能导致待蓄积和/或处理的过程水的量增加,并且可能违反环境保护法,并且可能导致回收的磷酸稀释度增加,需要在下游进行进一步的蒸发浓缩。

[0129] 在一些实施方案中,磷酸盐加工系统100在冲洗系统140处允许以实用的方式冲洗石膏(例如,在冲洗系统140处的石膏118)。这可以充分再使用从石膏中冲洗和分离的流。例如,在一些实施方案中,将系统100的一种或更多种输出流提供给石膏冲洗系统140。例如,在一些实施方案中,将石膏118和与石膏118缔合的任何磷酸提供给石膏冲洗系统140。在将石膏冲洗之后,从石膏中冲洗的包含磷酸的流可以返回到系统100中可以回收和/或使用磷酸的点。这种方式可以回收大量的磷酸。

[0130] 石膏冲洗系统

[0131] 在一些实施方案中,石膏冲洗系统140被配置为冲洗一定量的石膏(例如,包含石膏118的组合物)并使用从包括在磷酸盐加工系统100中的一个或更多个其他系统例如磷酸装置110中接收的冲洗流体从所述石膏中收集一定量的磷酸。例如,在一些实施方案中,冲洗流体为来自磷酸装置110的一种或更多种输出流和/或来自磷酸盐水溶液例如池塘水的一种或更多种流。冲洗流体可以包含量低于阈值的一种或更多种组分,其中组分和/或阈值可以适合于由冲洗系统140使用,例如以分离组分。

[0132] 在一些实施方案中,石膏冲洗系统140被配置为再使用来自磷酸盐加工系统100的一个或更多个其他系统的水,以从流(例如,输出流)中充分分离一种或更多种组分。例如,在一些实施方案中,流包含石膏和磷酸,并且石膏冲洗系统140应用冲洗流体(例如,磷酸盐

水溶液、池塘水、来自磷酸盐加工系统100中的一个或多个系统的输出)以产生包含磷酸的流。例如,可以所述流和/或所产生的任何中间流应用一个或多个加工步骤。在一些实施方案中,石膏冲洗系统140允许从包含石膏118的废物流中回收磷酸。这可以减少与副产物石膏一起被送至废物储存系统例如石膏堆而损失的磷酸量。

[0133] 在一些实施方案中,石膏冲洗系统140接收包含石膏的浆料。例如,所述浆料可以通过磷酸装置110在磷酸生产期间使用硫酸和磷酸盐岩来产生。例如,在一些实施方案中,石膏冲洗系统140接收包含石膏的浆料并将其用水洗涤以冲洗出磷酸。这个过程可以留下与石膏缔合的残留磷酸。残留磷酸可以形成废物流和/或被提供给冲洗系统140用于进一步加工(例如,用于收集额外的磷酸,例如残留磷酸的全部或一部分)。在一些实施方案中,石膏冲洗系统140向输入流(例如,向含石膏的浆料)应用一个或多个洗涤步骤。例如,石膏冲洗系统140可以使用池塘水160作为初始冲洗流体并且使用清洁水作为最终冲洗流体。与仅应用作为池塘水160的冲洗流体相比,这可以促进回收产物(例如,回收的酸)中杂质的减少。石膏冲洗系统140可以在一个或多个步骤中使用池塘水160作为冲洗流体(例如,其中池塘水160在一个或多个不同步骤中具有不同的化学成分)以减轻水平衡困难,例如,向磷酸装置系统中添加多于蒸发所损失的淡水,导致待储存或处理的大量废水/过程水/池塘水的积聚。

[0134] 池塘水

[0135] 在一些实施方案中,池塘水160(例如,磷酸盐水溶液、磷石膏池塘水等)包含一定量的磷酸盐和/或磷酸和/或磷。池塘水160可以由磷酸盐加工系统100的一个或多个系统生成,例如作为输出和/或废物产物。例如,池塘水160可以为污泥或浆料。池塘水160可能是历史工业运行的结果。系统100可以加工池塘水,同时从池塘水160中回收有用组分例如鸟粪石、MAP、磷酸、石膏、氟化钙、氟硅酸盐、氢氟酸、六氟化硅、铀等。

[0136] 在一些实施方案中,池塘水160来源于来自磷酸装置110的一种或更多种输出流。例如,池塘水160可以是来源于由磷酸装置110产生的包含石膏的废物流的磷石膏池塘。例如,废物流可以由到磷酸装置110的一种或更多种输入流(例如,由磷酸盐水溶液、池塘水、磷酸盐岩114、低级磷酸盐岩116等)形成。

[0137] 在一些实施方案中,池塘水系统160被输入至接收和/或加工池塘水160的处理系统120。在一些实施方案中,池塘水系统160接收来自系统100的其他部分的输出流,例如来自排气处理系统180和/或来自制粒系统150的一种或更多种输出流。例如,池塘水系统160可以接收包含鸟粪石颗粒的悬浮体和/或包含细粉的污泥,所述细粉可以在生产肥料152的过程期间由制粒系统150产生和/或在从制粒系统150收集任何废物(例如,包含鸟粪石、细粉、粉尘的热气)之后由排气处理系统180产生。

[0138] 现在将描述可以将池塘水系统160与排气处理系统180和在一些实施例中制粒系统150集成的示例实施方案。在一些实施方案中,排气处理系统180捕获、洗涤、收集、增稠、分离和/或以其他方式加工以气体(例如,引导来自磷酸盐加工系统100的一个或多个系统的一种或更多种输出流的气流系统)流动的包含有用材料(例如鸟粪石、磷酸铵)、其他包含磷酸盐、镁和/或铵的材料等的细粉、排出气体和粉尘。例如,排气处理系统180可以使用吸风机收集排出气体、细粉末和粉尘,以使用排风机从制粒装置(例如,150)(制粒筒、干燥器、冷却器、筛分机、输送带、储料仓、研磨机、进料罐或料斗等)的各种过程中吸进受污染的

空气,并将受污染的空气引导至从空气中分离固体颗粒的空气污染设备(例如,旋风分离器、过滤器、袋滤室、涤气器),或从空气中去除排出气体的空气污染设备(例如,涤气器、冷凝器等)。

[0139] 在一些实施方案中,排气处理系统180包括空气污染控制过程,其从气流中收集可以直接在制粒过程中再使用的干粉。在另一些情况下,湿式涤气器将排出气体如氨和细粉尘收集并浓缩成可以变成浆料的涤气器流体。在一些实施方案中,浆料可能需要定期泄料,并用新鲜液体(例如,通常可以为水和/或酸例如磷酸、硫酸或碱例如氢氧化钠)补充。涤气器浆料泄料流可以在制粒过程中(例如,在制粒系统150处)中直接再使用(如果水平衡允许),或者必须被处置和/或处理,例如,送至池塘水系统160进行处置或者有利地在池塘水处理系统160的阶段中进行处理,该阶段可以捕获、浓缩和/或回收涤气器浆料泄料的期望组分并以更期望的形式将其返回到制粒过程(例如,在制粒系统150处)。例如,可以将涤气器泄料浆料送至鸟粪石细粉澄清器以沉淀和浓缩来自鸟粪石制粒或共制粒装置(例如,150)的细鸟粪石粉尘颗粒,其中可以将沉淀的固体脱水并返回至制粒装置以再使用。可以将可溶性磷酸盐、氨或磷酸铵粉尘返回到池塘水处理系统(例如,160)中以回收氨和磷酸盐组分作为鸟粪石。在一些实施方案中,泄料流的流量最小,但浓度高,这可以允许泄料流对池塘水处理系统(例如,160)的设计/容量的影响最小,但可以用于回收泄料中经济上有意义的量的组分,并将清洁水以相对高体积提供回涤气器系统。这可以使得能够更好地洗涤来自制粒装置的排出气体并降低向环境的排放。

[0140] 池塘水系统120可以促进颗粒(例如,鸟粪石)的再使用;减少由磷酸盐加工系统100的一个或多个系统产生的废物;和/或减少在磷酸盐生产系统100中的一个或多个系统的一个或多个步骤和/或过程中使用的材料的量。

[0141] 在一些实施方案中,池塘水160被磷酸盐加工系统100的一个或多个系统再使用。在一些实施方案中,池塘水160被磷酸装置110再使用。

[0142] 例如,在一些实施方案中,池塘水160的使用促进了一种或更多种组分(例如,否则可能作为来自磷酸盐加工系统100的一个或多个系统的输出流产生和/或作为废物丢弃的组分)的再循环、再使用和/或回收。例如,池塘水160可以减轻负面环境影响。例如,磷酸装置110可以生产包含低于阈值量(例如,低于可以被制粒系统150和/或在肥料152生产中使用的量)的磷酸的废物输出流。

[0143] 池塘水160可以接收来自磷酸装置110的废物输出流。例如,池塘水160可以作为输入流生产和/或被引导至沉淀系统120以使用包含在废物流中的磷酸来沉淀磷酸钙。

[0144] 在一些实施方案中,池塘水160被沉淀系统120接收,并且沉淀系统120引起一种或更多种组分的沉淀并形成污泥124或浆料124。例如,污泥124或浆料124可以由一种或更多种悬浮在溶液中的沉淀组分组成。在一些实施方案中,将污泥124提供给磷酸装置110,并且一种或更多种沉淀组分被磷酸装置110使用以生产磷酸。

[0145] 在一些实施方案中,可以将来源于池塘水160的输入流提供给磷酸装置110以产生更高级的磷酸(例如,较低杂质的磷酸)。例如,这可以在由处理池塘水而产生的污泥中的一些或一者包含磷酸盐和比磷酸装置110正在加工的磷酸盐岩更低浓度的杂质的情况下发生。在这种情况下,可以更成本有效地生产更高纯度的磷酸,例如用于食品或工业化学级产品。

[0146] 在一些实施方案中,从池塘水160中沉淀的浆料和/或污泥可以包含升高水平的磷酸盐(即 $>10\%$ P2O5)并且可以形成到磷酸装置110中的输入流。在一些实施方案中,磷酸装置110接收浆料或污泥,例如,作为磷酸盐岩的代替物或补充物的高磷酸盐污泥。

[0147] 在一些实施方案中,来自包括在磷酸盐加工系统100中的一个或多个系统的一种或更多种流例如在164处被浓缩。这可以促进降低将池塘水运送到处理/储存地点的成本。在一些实施方案中,如果池塘水中的一种或更多种组分的浓度随时间(例如,年)降低,则池塘水系统160使残留的池塘水浓缩。使用纳米过滤或反渗透的浓缩可以用于产生浓缩物流和清洁水渗透流,该清洁水渗透流可以排出到接收环境或再使用以用于其他目的例如冲洗石膏(例如,在冲洗系统140处)。

[0148] 在一些实施方案中,池塘水系统160使用纳米过滤和/或反渗透来浓缩一种或更多种组分的流。在一些实施方案中,将在162处纳米过滤和/或反渗透过程之后的一种或更多种输出流提供给沉淀系统120。在一些实施方案中,纳米过滤过程和/或反渗透过程的性能基于电荷平衡和/或溶解度(例如,反渗透的程度低于纳米过滤过程)。

[0149] 在一些实施方案中,将池塘水160(例如,磷石膏池塘)和/或经处理的池塘水160(例如,浓缩流164)提供给沉淀系统120的一种或更多种输入流。例如,来自远离磷酸盐加工系统100的地点的池塘水160可以通过可以涉及由膜过滤系统收集浓缩物的过程来浓缩。然后将经浓缩的池塘水输送至系统100的位置并用作到系统100的一个或多个子系统输入流。

[0150] 沉淀系统

[0151] 在一些实施方案中,沉淀系统120接收一种或更多种输入流例如流体160(例如,磷酸盐水溶液、池塘水、浆料)。例如,流体160可以是由磷酸装置110生成的磷石膏池塘水。作为另一个实例,流体160可以是浓缩流164或来源于加工池塘水160的流。

[0152] 在一些实施方案中,沉淀系统120例如由一种或更多种输入流生产一种或更多种沉淀剂。在一些实施方案中,一种或更多种输入流来源于磷酸盐加工系统100的一个或多个系统的一种或更多种输出流。在一些实施方案中,一种或更多种沉淀剂可以形成沉淀系统120的一种或更多种输出流,例如,其用于获得到磷酸盐加工系统100的一个或多个系统中的一种或更多种输入。例如,一种或更多种输出流(例如,包含沉淀剂),例如包括污泥124、石膏126、和/或含氟化物的组分128或氟硅酸盐,可以由沉淀系统120提供给磷酸装置110(参见,例如,美国专利申请第14/240701号,以美国公开第2014/0231359号公开,标题为“TREATMENT OF PHOSPHATE-CONTAINING WASTEWATER WITH FLUOROSILICATE AND PHOSPHATE RECOVERY”,其全部内容通过引用并入本文)。

[0153] 在一些实施方案中,沉淀系统120接收一种或更多种输入流例如流体160(例如,磷酸盐水溶液、池塘水、浆料)。例如,流体160可以是由磷酸装置110生成的磷石膏池塘水。作为另一个实例,流体160可以是浓缩流164或来源于加工池塘水160的流。

[0154] 在一些实施方案中,沉淀系统120添加碱(石灰石、石灰、苛性碱、氨等)以提高池塘水的pH,并且这可以导致包含二氧化硅、氟化物、磷酸盐、钙和痕量金属(包括重金属)的池塘水的组分顺序沉淀。这例如在美国专利申请第13/698129号(标题为“TREATMENT OF PHOSPHATE-CONTAINING WASTEWATER”的美国专利第10,196,289号)中有所描述,其全部内容通过引用并入本文,以及在美国专利申请第14/240701(美国公开第2014/0231359号)中

有所描述。一些沉淀的固体(例如,如美国专利第10,196,289号和美国公开第2014/0231359号中描述的所生产的污泥)可以包含高水平的磷酸盐化合物,特别是磷酸钙和/或鸟粪石,以及低水平的杂质例如重金属或放射性组分,其可以沉降、脱水或以其他方式浓缩,随后在磷酸装置110中作为磷酸盐岩的代替物再使用。这可以例如通过允许在组分沉淀之后以生产一种或更多种具有期望组成的输出流(例如,比沉淀系统120的输入流中的更大的浓度或每体积量的某种或某些沉淀剂的流;具有较低的浓度或每体积量的某种或某些类型组分(例如可能已形成沉淀剂的那些)的流;等等)再使用废物流160(例如,池塘水、磷酸盐水溶液等)来提供效率、环境影响和成本方面的改进。具体地,可以作为副产物从磷酸盐加工系统100的系统或从美国专利第10196289号和美国公开第2014/0231359号中描述的系统生产的污泥或沉淀的固体可以作为磷酸盐岩的代替物用于磷酸装置110中,例如来生产磷酸112。

[0155] 在一些实施方案中,沉淀系统120例如由一种或更多种输入流中生产一种或更多种沉淀剂。在一些实施方案中,一种或更多种输入流来源于磷酸盐加工系统100的一个或更多个系统的一种或更多种输出流。在一些实施方案中,一种或更多种沉淀剂可以形成沉淀系统120的一种或更多种输出流,例如,用于获得到磷酸盐加工系统100的一个或更多个系统中的一种或更多种输入。例如,一种或更多种输出流(例如,包含沉淀剂),例如包括污泥124、石膏126、和/或含氟化物的组分128或氟硅酸盐可以由沉淀系统120提供给磷酸装置110(参见,例如,美国专利申请第14/240701号,以美国公开第2014/0231359号公开,标题为“TREATMENT OF PHOSPHATE-CONTAINING WASTEWATER WITH FLUOROSILICATE AND PHOSPHATE RECOVERY”,其全部内容通过引用并入本文)。

[0156] 在一些实施方案中,沉淀系统120加工一种或更多种输入流以生产一种或更多种沉淀剂和/或一种或更多种流出物流122。例如,沉淀系统120可以将碱(例如,来自石灰石、石灰、氨、苛性碱等)添加到一种或更多种输入流中以产生浆料。作为另一个实例,沉淀系统120可以将盐水(例如,浓缩盐溶液)和/或另一种溶液添加到一种或更多种输入流中以将pH增加到超过阈值水平以生产(例如,沉淀)磷酸钙和/或石膏。作为另一个实例,沉淀系统120可以将溶液或材料添加到一种或更多种输入流中并且将pH降低或增加到超过阈值水平以产生一种或更多种流。例如,这些一种或更多种流可以用作沉淀过程中的输入流。

[0157] 在一些实施方案中,沉淀系统120通过在一个或更多个沉淀步骤中从一种或更多种输入流体流中沉淀一种或更多种沉淀剂(例如,氟化钙、氟硅酸盐、磷酸钙、石膏、二氧化硅聚合物、浆料中的沉淀剂)来产生流出流122。

[0158] 例如,沉淀系统120可以使输入流体流中的一种或更多种沉淀剂沉淀,并将这些沉淀剂中的一者或更多者从输入流体流中分离以产生流出物流122。例如,可以通过过滤、沉降、渗透、组分的选择性结合、和/或一种或更多种反应进行分离。一种或更多种流出物流122可以包含与一种或更多种输入流体流中的一者或更多者相比浓度降低和/或组成改变的组分。例如,沉淀系统120可以产生包含降低的量或浓度的磷酸根离子和钙离子的流出物流122;包含沉淀的磷酸钙的沉淀剂流;和/或酸性输出流124(例如,包含磷酸)。

[0159] 在一些实施方案中,沉淀系统120产生污泥输出流124、石膏输出流126和/或氟化物输出流128。这些可以包括 P_2O_5 浓度超过10%(在一些实施方案中,超过15%、20%、25%、30%、35%、40%、45%、50%、55%、60%、65%、70%、75%、80%、85%、90%或95%)磷酸钙

沉淀物、氟化钙沉淀物和/或氟硅酸盐沉淀物(例如,氟硅酸钠)。

[0160] 在一些实施方案中,来自沉淀系统120的一种或更多种输出流被提供给冲洗系统140或结晶器系统130。

[0161] 结晶器系统

[0162] 在一些实施方案中,结晶器系统130引起从由磷酸盐加工系统100产生的一种或更多种输出流中接收的一种或更多种组分结晶。例如,在一些实施方案中,结晶器系统130可以接收一种或更多种流出物流122,例如来自沉淀系统120。一种或更多种流出物流122可以在一种或更多种组分已通过沉淀系统120在溶液中沉淀之后产生。在一些实施方案中,将一种或更多种其他组分添加至一种或更多种流出物流122,然后将其通过结晶器130加工。例如,添加的组分可以促进或改善结晶。

[0163] 在一些实施方案中,结晶器130接收一种或更多种流(例如,来自磷酸盐加工系统100的一个或更多个系统或者加工之后的这样的流)并引起一种或更多种流中的一种或更多种组分结晶。例如,在一些实施方案中,结晶器130接收含磷材料流(例如,来自沉淀系统120的流出物122、来自有机物去除系统170的含磷酸盐的流、来自冲洗系统140和/或磷酸装置110的含磷酸的流),加工这样的流,并引起鸟粪石结晶或沉淀。在一些实施方案中,通过添加一种或更多种组分例如用于促进结晶的晶种(例如,小的结晶材料)、用于调节pH的酸和/或碱、镁或氨或磷酸盐源,和/或催化剂来加工流。

[0164] 在一些实施方案中,一种或更多种组分被添加到结晶器130中以改进或促进或影响结晶,并且可以从来自磷酸盐加工系统100中所包括的系统的一种或更多种其他流中获得。例如,沉淀系统120、磷酸装置110、冲洗系统140、制粒装置150或排气处理系统180,和/或其他系统可以由有机材料例如动物粪肥或家禽粪便和/或其他组分产生一种或更多种流。在一些实施方案中,将一种或更多种流加工,例如,对一种或更多种组分稀释、对一种或更多种组分浓缩、对一种或更多种组分沉淀、调节其pH、调节其温度和/或添加、去除、增加和/或减少一种或更多种组分。例如,将一种或更多种包含含有有机磷酸盐的材料172(例如,粪肥)的流与来自沉淀系统120的一种或更多种流(例如,一种或更多种为酸性溶液124的输出流)合并并通过有机物去除系统170加工。在一些实施方案中,有机物去除系统170改变、减少、去除和/或增加来自一种或更多种流中的一种或更多种有机相关材料的量。例如,有机物去除系统170可以去除一个或更多个可以由沉淀系统120的输出流和粪肥(例如,含有有机磷酸盐的材料)形成的流中的一定量的有机材料。

[0165] 在一些实施方案中,结晶器130从制粒系统150和/或排气处理180接收细粉。

[0166] 共制粒系统

[0167] 在一些实施方案中,制粒系统150接收P、N和Mg(例如,作为磷酸、氨和MgO)并产生共制粒的(例如,均质颗粒)组合物,例如含鸟粪石的肥料。例如,在一些实施方案中,制粒系统150接收磷酸(例如,来自磷酸装置110)、来自结晶系统130或脱水系统184的鸟粪石、和/或来自排气处理系统180的鸟粪石和/或磷酸盐和磷酸铵化合物。在一些实施例中,制粒系统150还接收来自磷酸盐加工系统100的一个或更多个系统产生的一种或更多种流的其他组分。

[0168] 在一些实施方案中,制粒系统150对这些组分进行加工和/或制粒并产生肥料152。例如,在一些实施方案中,制粒系统150可以对以下进行制粒:来自磷酸装置110的磷酸112、

来自结晶器130的鸟粪石(例如,由结晶器130产生的鸟粪石和/或来自排气系统180的排气细粉中浓缩或脱水的鸟粪石)、和由磷酸装置110从含镁的磷酸盐源(例如,低级磷酸盐岩116)产生的含镁产物。例如,制粒系统150然后可以由这样的制粒来产生肥料152。制粒系统150可以例如使用化学干燥过程生产基于鸟粪石的肥料,或者可以生产具有水溶性磷酸盐源例如MAP/DAP/TSP,任选地具有额外的养分或微量元素养分的共制粒的鸟粪石产物。

[0169] 在一些实施方案中,制粒系统150产生排气,例如,在气体或热气体中包含的鸟粪石颗粒。在一些实施方案中,制粒系统150向排气处理系统180提供排气。在一些实施方案中,排气处理系统180从所接收的任何排气中提取和/或分离肥料颗粒。例如,排气处理系统180可以使用来自磷酸盐加工系统100的一个或更多个系统的输出流(例如池塘水160或含量低于阈值的一种或更多种类型的颗粒(例如,鸟粪石)的溶液)来洗涤排气。这可以促进水的再循环、一种或更多种组分(例如,鸟粪石、磷酸盐、氨)的捕获或产量的增加,和/或提供环境改善。

[0170] 在一些实施方案中,排气处理系统180产生细粉182,细粉182可以包含与到排气处理系统180中的一种或更多种输入流相比组成改变的组分。例如,细粉182可以是每体积量增加的鸟粪石颗粒的组合物。在一些实施方案中,将细粉182提供给脱水系统184用于进一步加工。例如,脱水系统184可以使细粉脱水并产生鸟粪石颗粒的干燥组合物。来自脱水系统184的一种或更多种输出流可以例如与来自结晶器130的一种或更多种输出流(例如,含磷酸盐的颗粒132)合并提供给磷酸盐加工系统100中的一个或更多个系统。这可以促进来自磷酸盐加工系统100中的一个或更多个不同系统中的一种或更多种类型的颗粒的再捕获或增加的产量。例如,可以合并来自不同系统的一种或更多种流以产生一种或更多种组分的每体积量(例如,增加的浓度)增加的组合物。这可以促进一种或更多种组分的进一步的加工,例如检测、测量和/或再使用,因为它们的量可以高于可以促进或允许例如在制粒系统150中的这样的检测、测量和/或再使用的阈值。

[0171] 例如,在一些实施方案中,在脱水系统184处脱水的细粉182可以与由结晶器130产生的任何鸟粪石颗粒132合并并提供给捏合碾磨机186(或其他混合装置)以在制粒装置150中加工,或直接送至制粒装置150以并入粒状肥料中。在一些实施方案中,捏合碾磨机186向制粒系统150提供一种或更多种经加工的输出流。这可以促进回收一种或更多种组分(例如,含磷酸盐的颗粒)用于由制粒系统150再使用以产生例如肥料152。

[0172] 在一些实施方案中,涤气器水泄料过程(例如,涤气器液体清除)由磷酸盐加工系统100实施。例如,随着更多固体添加到涤气器中,涤气器液体可以随时间被浓缩,并且液体可以间或(或连续地)从涤气器中被清除以保持涤气器中合理的固体浓度。涤气器效率(去除颗粒的能力等)可以受到固体浓度的影响。

[0173] 在一些实施方案中,脱水系统184将脱水步骤应用于涤气器水泄料过程并促进回收可以被捕获在涤气器中的粉尘或固体或细粉(例如,鸟粪石粉尘、肥料粉尘等)的浆料。这可以促进关于一种或更多种组分或粉尘或固体或细颗粒(例如,鸟粪石)的浓缩或再浓缩,并促进向制粒系统150提供浓缩流。制粒系统150由此可以使用再循环或再收集的粉尘或固体或细颗粒,并减少可能在一个或更多个制粒步骤例如生产肥料152的步骤期间添加的一种或更多种组分的量。例如,该过程还可以促进减少一个或更多个制粒机上的水负荷和减少可以用于干燥过程的能量。

[0174] 在一些实施方案中,制粒系统150接收、使用和/或添加硫(例如,元素硫)、硫酸盐、锌、硼和/或一种或更多种其他组分。例如,一种或更多种组分可以与鸟粪石或含磷组分共制粒以产生肥料152。作为另一个实施方案,微量元素养分和/或大量元素养分可以与一种或更多种其他组分例如含磷酸盐的组分(例如,鸟粪石、磷酸镁铵石(dittmarite)、MAP/DAP/TSP)共制粒。在一些实施方案中,制粒系统150生产具有相对于彼此和/或相对于每种组合物中的一种或更多种组成组分具有不同释放速率的组合物。例如,制粒系统150可以生产具有快速和缓慢释放磷酸盐的肥料,其中磷酸盐是不同组成物质中的组分和/或以特定方式排列或分散或制粒。在一些实施方案中,制粒系统150使用从来自包括在磷酸盐加工系统100中的一个或多个系统的一种或更多种输入流接收和/或来源的一种或更多种组分。

[0175] 在一些实施方案中,制粒系统150与池塘水系统160集成。例如,鸟粪石制粒/共制粒设备150可以与池塘水处理过程集成。这可以提供多种优点。例如,在一些实施方案中,制粒系统150生成被捕获的鸟粪石肥料粉尘在水或酸性溶液中的浆料并将其返回池塘水系统160。然后池塘水系统160可以在磷石膏处理过程中的鸟粪石回收步骤中使用该浆料。例如,池塘水系统160可以产生和/或分离在一种或更多种流中的鸟粪石、含磷材料、磷酸、石膏、镁、氟化物、磷酸钙、含钙材料、硫酸和/或其他组分。这可以促进制粒机的任何蒸发能力的降低和/或消除瓶颈。

[0176] 例如,在一些实施方案中,可以以其他方式被送至制粒机150的浆料可以替代地被送至池塘水系统160并且池塘水系统160可以处理所述浆料。例如,池塘水系统160可以容纳来自空气污染控制设备的流并且捕获和增稠来自废水的鸟粪石细粉。在一些实施方案中,在制粒系统150处湿鸟粪石粉尘或粉末并入产物中。制粒系统150与池塘水系统160的集成可以提供诸如以下的优点:减轻环境影响,提高一种或更多种组分的产量,减少任何额外量的一种或更多种组分的使用,促进一种或更多种组分的再循环和/或再使用,生产具有期望量、比率、状态和/或一种或更多种组分的组合物的一种或更多种流(例如,组合物)。例如,在废物流中捕获镁可以促进具有镁的鸟粪石肥料的生产。

[0177] 在一些实施方案中,制粒系统150接收来自磷酸装置110的包含高于阈值量的镁的一种或更多种流。一种或更多种流可以由磷酸装置110从包含高于第二阈值量的镁的源(例如,包含高水平镁杂质的磷酸盐岩)产生。以这种方式,磷酸装置110可以有助于减少来自另一个源的镁的量,该另一个源可以被添加以生产诸如肥料的产物。

[0178] 在一些实施方案中,制粒系统150在一个或多个加工(例如,制粒)步骤中加热和/或冷却反应中间体。在一些实施方案中,制粒系统150基于一种或更多种中间体、期望的产物、期望的形式、期望的处理步骤或其他反应特性来选择温度。例如,制粒系统150可以将反应的温度升高到高于阈值量(例如,高于可以在制造不同肥料的过程中使用的量)并且升高的温度可以促进产物的产生和/或促进一种或更多种中间体和/或产物的干燥。例如,这可以允许吸收水。热也可以影响制粒系统150使用的功率量。温度选择可以有利地减轻成本和/或环境影响。例如,制粒装置150可以运行以使组分保持低于约55°C或60°C的温度以产生基于鸟粪石的肥料或在高于60°C(例如,高于65°C、70°C、75°C、80°C、85°C、90°C等)的温度下运行以产生基于磷酸镁铵石的肥料。

[0179] 污泥

[0180] 在一些实施方案中,污泥或浆料由磷酸盐加工系统100产生。例如,在一些实施方

案中,污泥124由池塘水系统160产生。作为另一个实例,在一些实施方案中,污泥124由以下产生:沉淀系统120(例如,作为悬浮在溶液中的一种或更多种沉淀组分)、由有机物去除系统170、由磷酸盐加工系统100中包括的步骤或系统、和/或来自其任一者或更多者的一种或更多种输出流。

[0181] 在一些实施方案中,污泥(例如,由包括在磷酸盐加工系统100中的系统生产的污泥)被再使用。例如,可以再使用来自磷石膏池塘水处理技术的处理污泥作为磷酸钙的源,以替代磷酸装置110中的原始磷酸盐岩。

[0182] 例如,在一些实施方案中,磷酸装置110的输入可以包括类似于磷酸盐岩组成(例如,具有一定量Si/F杂质的磷酸钙)的污泥组合物(例如,来自磷石膏池塘水处理的磷酸钙沉淀阶段的污泥)。在一些实施方案中,磷酸装置110再使用污泥来产生磷酸。在一些实施方案中,将污泥并入磷酸生产步骤中。磷酸可以原位用于制粒步骤150。例如,当安装在运行中的磷酸全套设备处或在现有废弃磷酸生产系统可以改用的停工点处时,这可以提供优势。

[0183] 在一些实施方案中,污泥在现有的磷酸生产地点直接再使用,作为磷酸生产步骤并入,并且用于生产磷酸以与化学干燥制粒(例如,参见美国专利第9334166号)整合,或与共制粒技术(例如,参见美国专利第9878960号)整合,或用于在原位或其他位置处的制粒步骤中生产粒状磷酸盐肥料例如MAP/DAP/TSP。例如,当安装在运行中的磷酸全套设备处或在现有废弃磷酸生产和制粒资产可以改用的停工地点处时,这可以特别有吸引力。

[0184] 在一些实施方案中,污泥和/或浆料由制粒系统150产生。例如,在一些实施方案中,处理系统180(例如,空气污染控制系统、排气处理)生成被捕获的肥料粉尘在水或酸性溶液中的浆料。这可以由来自制粒系统150的一种或更多种输出流例如一种或更多种废物输出流生成。

[0185] 在一些实施方案中,将所述浆料提供给磷石膏池塘水处理系统160中的鸟粪石回收步骤。这可以提供数个优点,例如,将制粒系统150(例如,制粒装置)的任何蒸发能力减少或消除瓶颈。例如,浆料可以被池塘水160再使用和/或并入池塘水160中以在磷酸盐加工系统100中的一个或更多个系统中再使用,例如,根据一些实施方案,在结晶器130处使鸟粪石和/或其他组分结晶,或在沉淀系统120处使鸟粪石和/或一种或更多种其他组分沉淀。在一些实施方案中,将鸟粪石制粒/共制粒设施150与池塘水处理过程160集成。

[0186] 在一些实施方案中,池塘水处理系统160包括将来自一种或更多种输出流(例如,废水、来自制粒系统150的输出流、来自排气处理系统180的输出流)的细粉(例如,鸟粪石细粉、细粉182)捕获和/或增稠的步骤。在一些实施方案中,池塘水处理系统160可以容易地适应来自空气污染控制设备(例如,空气污染处理系统180)的流。

[0187] 作为另一个实例,在一些实施方案中,将浆料(例如,由制粒系统150和/或由排气处理系统180产生的)提供给制粒系统150并且将浆料(例如,湿鸟粪石或肥料粉尘)并入(直接或间接地)由制粒系统150产生的产物中。这可以促进增加产物的产量(例如可以输入系统中每单位量鸟粪石或肥料的鸟粪石或含肥料产物的产量)。例如,这可以例如通过允许捕获和/或再使用粉尘、废物、颗粒、悬浮物、污泥、和/或浆料形式的鸟粪石或肥料来减少由制粒系统150损失的鸟粪石或肥料的量(例如,未并入产物中)。在一些实施方案中,污泥/浆料(例如,包含鸟粪石或肥料颗粒)可以提供给磷酸盐加工系统100的一个或更多个系统用于加工(例如,通过沉淀系统120沉淀,在结晶器130中作为鸟粪石结晶,在浓缩系统164中浓缩

等)并且可以将一种或更多种所得流提供给制粒系统150。

[0188] 在一些实施方案中,来自池塘水处理系统160或沉淀系统120的污泥例如在可以包括集成的采矿/肥料/磷石膏/技术和/或食品级酸过程的磷酸盐加工系统100处被用于生产工业级或食品级磷酸。在一些实施方案中,将一个或多个加工步骤应用于污泥以产生一种或更多种组分。例如,这样的组分可以被分离或混合。这样的组分可以被包括在磷酸盐加工系统100中的一个或多个系统使用。例如,在一些实施方案中,磷酸装置110接收具有比磷酸盐岩更低杂质的污泥以产生具有更低杂质的磷酸。

[0189] 在一些实施方案中,沉淀过程120产生氟化钙。例如,沉淀过程120可以产生其中氟化钙的量高于阈值(例如,以高于阈值的浓度)和/或具有一种或更多种特定特性(例如,以高于阈值的纯度)的氟化钙。例如,这可以促进来自自由沉淀过程120产生的废物流的氟化钙的产生、收集和/或再使用。

[0190] 在一些实施方案中,沉淀系统120产生氟硅酸钠污泥。氟硅酸钠可以是氟化物的源并且可以用于饮用水处理或作为二氧化硅的源,例如用于太阳能电池板制造。这种污泥的产生可以提供优势,例如,促进氟化物产生从待处理的池塘水中去除二氧化硅,降低二氧化硅凝胶形成的可能性,减轻环境影响,和/或提高产物产量和/或纯度。例如,该污泥可以用于产生和/或分离纯度为98%、96%至99%、高于90%、高于80%、高于70%、高于60%和/或高于50%的氟硅酸钠。在一些实施方案中,沉淀系统120提供磷酸盐和氟硅酸盐回收,例如使用美国申请第14/240701号(美国公开第2014/0231359号)。

[0191] 在一些实施方案中,包括在磷酸盐加工系统100中的一个或多个系统产生氟化钙(例如,在污泥流中),并在一些实施方案中,优化包含该氟化钙的流的产生(例如,优化量、所述流的组成、形式、pH、生产位置、化学成分)。例如,在一些实施方案中,一个或多个系统(例如,沉淀系统120)产生氟化钙。这可以促进包含氟化钙的污泥的再使用。

[0192] 在一些实施方案中,来自沉淀系统120的具有升高的磷酸钙含量的污泥流被提供回球磨机和/或直接提供给磷酸反应器110,例如,其中水平衡处于阈值(例如,在包括在磷酸盐加工系统100中的各种系统之间的阈值范围内)。这可以有助于减少待从池塘水处理系统160或沉淀系统120处置的污泥的体积。例如,具有高磷酸钙的污泥可以与磷酸盐岩一起在球磨机中加工,转而再进给至磷酸反应器110以产生磷酸。

[0193] 在一些实施方案中,系统100中产生的热被应用以从鸟粪石中去除水以产生磷酸镁铵石并且将磷酸镁铵石输入至制粒系统以制造肥料。使用磷酸镁铵石代替鸟粪石可以产生每单位重量具有更高养分的肥料。

[0194] 现在将描述根据一些实施方案的示例磷酸盐加工系统100。

[0195] 在该实施方案中,磷酸盐加工系统100对来自包括在磷酸盐加工系统100中的各种系统的输入流和输出流进行合并。例如,使用来自池塘水处理系统160的经处理的池塘水的这样的流包括冷却水塔补充/泄料、真空泵密封水输入/输出,以及下面列出的各种流。在各种实施方案中,可以省略一种或更多种流。除非另有说明,否则以下值与约1,000TPD P_2O_5 加工速率有关,并表示为作为 P_2O_5 产量函数的水的每分钟加仑。现在将描述包括在磷酸盐加工系统100中的各种使用水的流。各种值被指定并且因此可以如在相同的实施方案或不同的实施方案中而变化。

[0196] 硫酸

[0197] 可以将淡水补充到硫酸塔中：(进) 65GPM或80GPM(例如，具有HRS的硫酸装置)。热回收系统可以改变稀释水的量。

[0198] 可以存在冷却塔进料：对于1,000TPD P_2O_5 (进) 2800TPD H_2SO_4 :1,231GPM=总进入(Total In)

[0199] 可以存在冷却塔泄料：(出) 减去漂流=822.542GPM；泄料=3个浓缩周期时408.473GPM。漂流加上泄料等于总流量进入(Total flow In)。泄料等于总流量进入除以浓缩周期。

[0200] 锅炉组成：较小的流，用于具有冷凝回收系统的设施。这任选被包括。

[0201] 磷酸

[0202] 可以存在向球磨机提供的水：(进) 总计浆料261.2GPM。岩石中的进水可以为83.2GPM。用于球磨机水可以为178GPM。

[0203] 可以存在反应器气压冷凝器：(进/出) 3054GPM进/2652出。大部分主要的“出”可以在滤布洗涤(cloth wash)中再使用。

[0204] 可以存在从反应器中蒸发的水：(出) 15.78GPM(如果与气压水流分开考虑)

[0205] 可以存在反应器涤气器水流：(进/出) 485GPM

[0206] 可以存在反应器真空泵密封水：(进) 30GPM。这在磷酸盐加工系统100的一些实施方案中被省略。

[0207] 可以存在用于过滤石膏过滤器的滤饼洗涤水：(进) 667GPM

[0208] 可以将滤布洗涤和冲洗水(slucice water)提供给浆料流以及在石膏运输中：(出) 556GPM(滤布洗涤)。1618.2GPM(冲洗水)。

[0209] 可以存在过滤盘淡水喷雾：(进) 来自非常细的喷雾的微量(De Minimis)体积。

[0210] 可以存在平面过滤机(filter table)真空泵密封水：(进) 20GPM

[0211] 可以存在蒸发器气压冷凝器供应：(进/出) 12,758.5GPM(进)；12,990.9GPM(出)

[0212] 可以存在从蒸发器中蒸发的水：(出) $1000TPD * (1/.28) - (1/.52) = 1648$ 吨=274.5GPM(如果与气压水流分开考虑)。

[0213] 可以存在可以为较小流的氟硅酸补充水。这在磷酸盐加工系统100的一些实施方案中被省略。

[0214] 制粒

[0215] 可以存在池塘水涤气器：(进/出) 到下游系统和尾气涤气器的池塘水流可以为1,320GPM(进)和1,350GPM(出)。在一些实施方案中，制粒系统150是负使用者。

[0216] 可以存在淡水/闭环洗涤系统：(进) 10GPM至20GPM。例如，可以存在约10英尺每秒的速度和55GPM的最大流量。

[0217] 磷-石膏系统

[0218] 在一些实施方案中，在以正常热负荷运行中的装置(例如，磷酸装置110)中，随时间的淋降(rainfall)等于蒸发。当装置关闭并失去热负荷时，平衡可以向积累过多的水改变。

[0219] 可以存在各种洗涤水流：这可以是较小流。这在一些实施方案中是任选的。

[0220] 可以存在填充和密封水流：这可以是较小流。这在一些实施方案中是任选的。

[0221] 可以存在饮用水流/化粪池水流：这可以是较小流。这在一些实施方案中是任选的。

[0222] 可以存在除倾注 (rain) 池塘和冷却池塘之外的蒸发/冷凝:这可以是较小流。这在一些实施方案中是任选的。

[0223] 在一些实施方案中,各种流是包括在磷酸装置110中的各种系统之间的输入和/或输出,如以下实例中所述的。

[0224] 石膏和冷却池塘的水平衡

进水	GPM
蒸发器冷凝器	10,632
真空冷却器初级冷凝器	525
真空冷却器二级冷凝器	2,529
烟雾涤气器	404
真空泵和过滤器涤气器	333
岩石研磨	261
留在石膏池中的水	276
来自蒸汽冷凝	44
总计	15,005
到水槽中的水	
蒸发器冷凝器	10,825
真空冷却器二级冷凝器	2,652
蒸汽冷凝	44
过滤器涤气器 (假定的)	333
烟雾涤气器	431
到水槽中的总水	14,285
用于滤饼洗涤的水 (假定的)	666
用于滤布洗涤的水 (假定的)	556
用于冲洗的水	1,618
以上3项小计	2,840
出水	
到冷却池中的水= (到水槽中的总水)	
- (用于滤饼洗涤的水)	
- (用于冲洗的水)	12,001
石膏浆料中的水	2,488
石膏结晶的水	158
产物酸中的水	301
涤气器烟雾中的水	6
总出水	14,954

[0225] 术语解释

[0227] 除非上下文明确要求,否则贯穿整个描述和权利要求:

[0228] • “包括 (comprise)”、“包括 (comprising)”等应以与排他性或穷举性的意义相对的包含性意义来解释;也就是说,以“包括但不限于”的意义来解释;

[0229] • 除非另有说明,否则以%表示的化学物质 (例如 P_2O_5 、MgO、Mg等) 的量按重量计。除非另有说明,否则化学物质的量的比以重量计;

[0230] • “连接”、“联接”或其任何变体意指两个或更多个元件之间的直接或间接的任何连接或联接；元件之间的联接或连接可以是物理的、逻辑的或其组合；

[0231] • “在此”、“以上”、“以下”和类似含义的词语当用于描述本说明书时将是指作为整体的本说明书，而不是指本说明书的任何特定部分；

[0232] • 关于两个或更多个项目的列表的“或”涵盖了该词语的所有以下解释：列表中的任何项目、列表中的所有项目、以及列表中的项目的任何组合；

[0233] • 单数形式还包括任何适当的复数形式的含义。

[0234] 在本说明书和任何所附权利要求中使用的表示方向的词例如“垂直”、“横向”、“水平”、“向上”、“向下”、“向前”、“向后”、“向内”、“向外”、“左”、“右”、“前”、“后”、“顶部”、“底部”、“下方”、“上方”、“下面”等(如果存在)取决于描述和说明的设备的具体方向。本文描述的主题可以呈现各种替代方向。因此，这些方向性术语没有严格限定并且不应狭义地理解。

[0235] 尽管以给定顺序呈现过程或块，但是替选实例可以以不同顺序执行具有步骤的例程或采用具有块的系统，并且一些过程或块可以被删除、移动、添加、细分、组合和/或修改以提供替选方案或子组合。这些过程或块中的每一个可以以各种不同的方式来实现。此外，尽管有时过程或块被示出为串行执行，但是这些过程或块可以替代地并行执行，或者可以在不同的时间执行。

[0236] 在以上提及组件(例如子系统、组合件、装置等)的情况下，除非另有说明，否则提及该组件(包括提及“装置”)应解释为包括任何执行所述组件功能的组件(即，功能等效的)作为该组件的等效物，包括在结构上不等同于执行本发明举例说明的示例性实施方案中的功能的公开结构的组件。

[0237] 为了说明的目的，本文中已描述了系统、方法和设备的具体实例。这些仅是实例。本文中提供的技术可以应用于除上述示例性系统之外的系统。在本发明的实践中，许多改变、修改、添加、省略和排列是可能的。本发明包括对于本领域技术人员明显的对描述的实施方案的变化，包括通过以下获得的变化：用等同的特征、要素和/或动作代替特征、要素和/或动作；来自不同实施方案的特征、要素和/或动作的混合和匹配；将来自如本文中所述的实施方案的特征、要素和/或动作与其他技术的特征、要素和/或动作组合；和/或省略来自描述的实施方案的组的特征、要素和/或动作。

[0238] 各种特征在本文中描述为存在于“一些实施方案”中。这样的特征不是强制性的，并且可以不存在于所有实施方案中。本发明的实施方案可以包括这样的特征中的零者、任一者或者两者或更多者的任意组合。在本领域普通技术人员不可能构造组合有这样的不相容特征的实际实施方案的意义上，这仅限于这样的特征中的某一者与这样的特征中的另一者不相容的程度。因此，“一些实施方案”具有特征A以及“一些实施方案”具有特征B的描述应被解释为本发明人也考虑了组合有特征A和B(即使A和B描述在本公开的不同句子、段落或部分和/或在不同权利要求中)的实施方案的明确表示(除非描述另有说明或者特征A和B是根本不相容的)。

[0239] 本申请中前面描述或以其他方式描写的任何实施方案可以被描述或以其他方式描写为具有多于一个特征、特征的排列或特征的组合。然而，还预期其他实施方案仅可以具有那些特征、排列和/或组合中的仅任一者或更多者。例如，在实施方案被描述或以其他方式描写为具有特征A、B、C和D的情况下，即使未明确描述或描写，另外的实施方案也可以仅

具有特征A和C。作为另一个实例,另外的实施例可以具有A、C和D的任意组合,包括例如特征A、C、D和L。此外,还预期其他实施方案可以具针对一个或更多个另一些实施方案描述或以其他方式描写的一个或更多个或所有特征。例如,如果第一实施方案被描述或以其他方式描写为具有特征E、F、G和H,并且第二实施方案被描述或以其他方式描写为具有特征I、J和K,则即使未明确描述或描写,另外的实施方案也可以仅具有特征F、G和J。作为另一个实例,另外的实施方案可以具有特征F、G、J和M。

[0240] 因此,旨在将所附权利要求和此后引入的权利要求解释为包括可以合理推断的所有这样的修改、排列、添加、省略和子组合。权利要求的范围不应受实施例中说明的优选实施方案的限制,而是应当被给予与整个说明书相一致的最宽的解释。

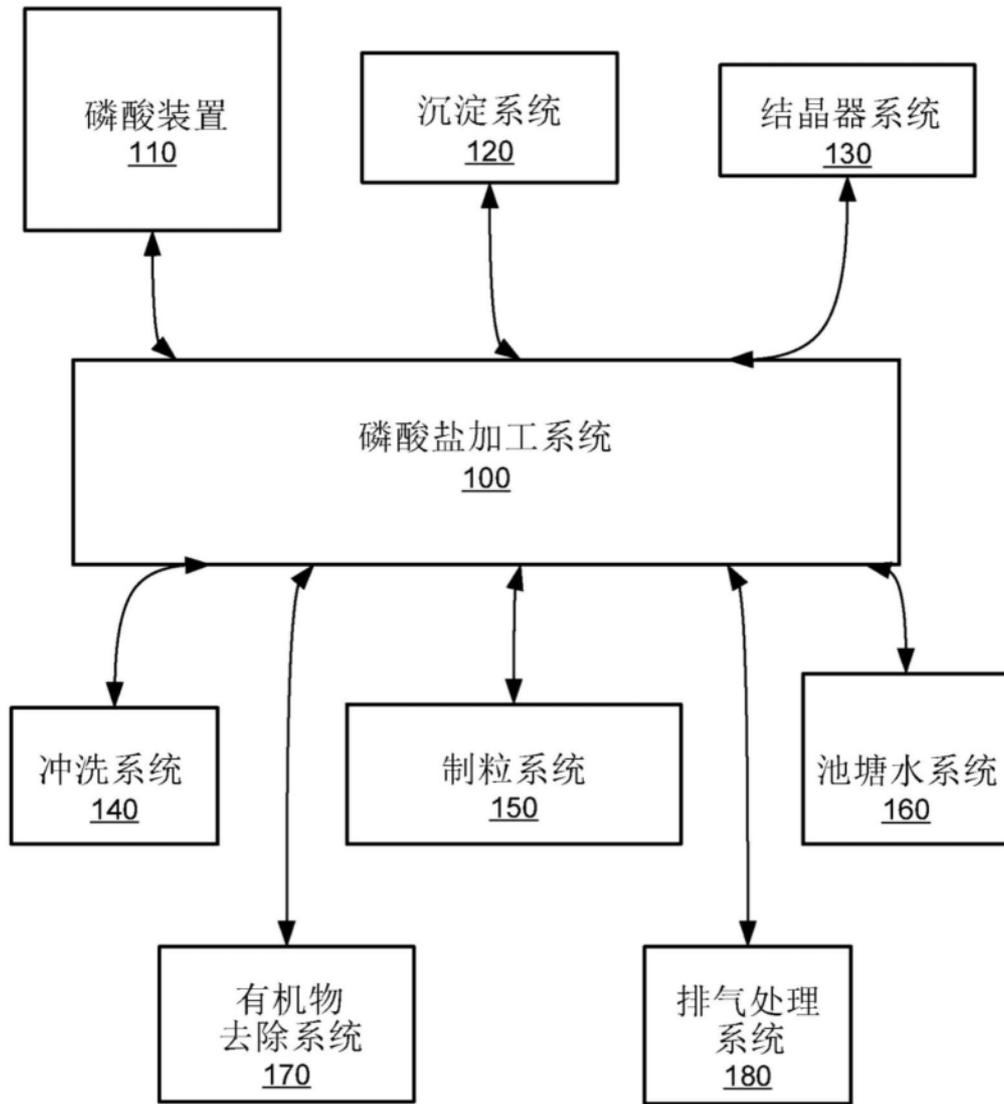


图1

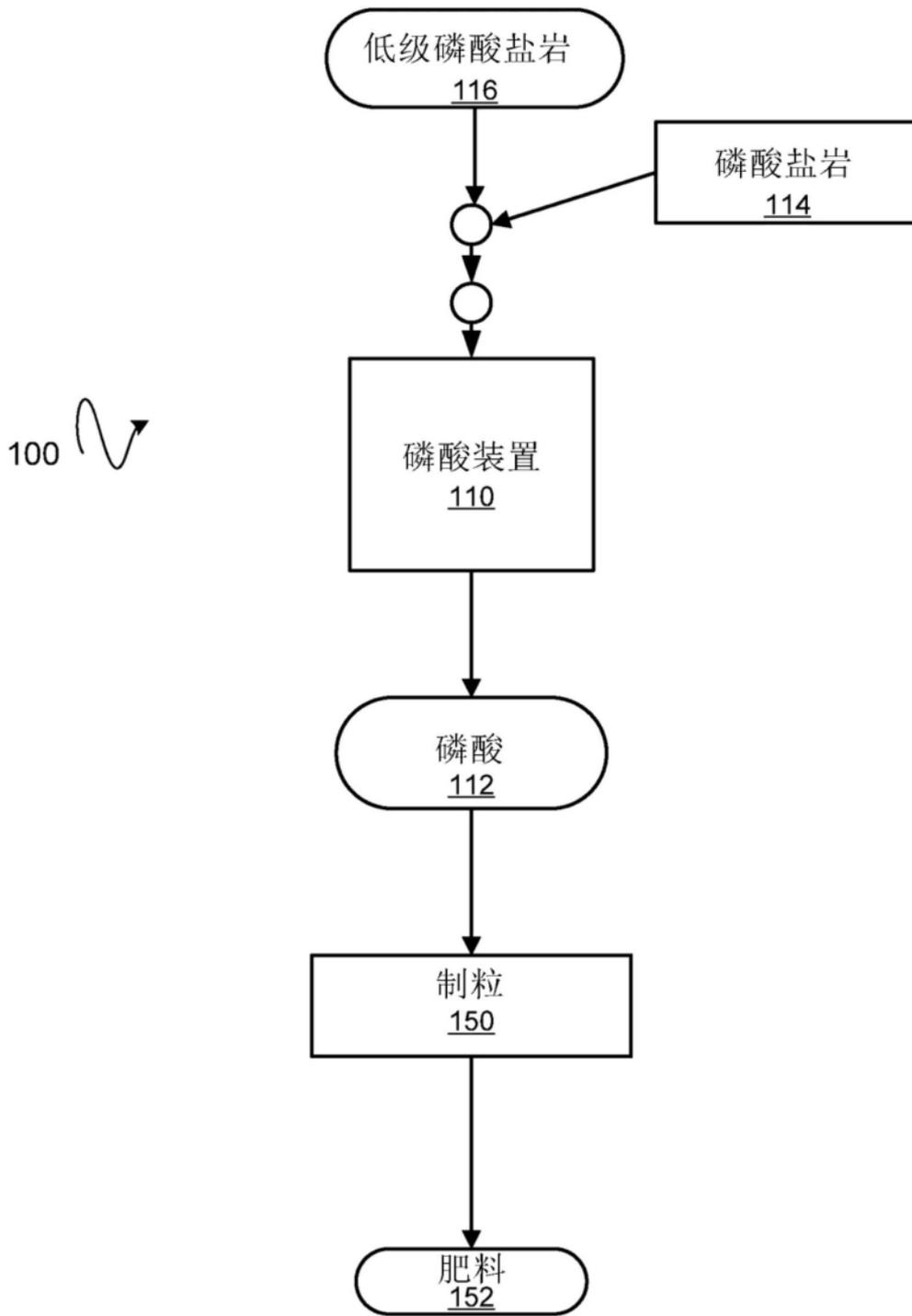


图3

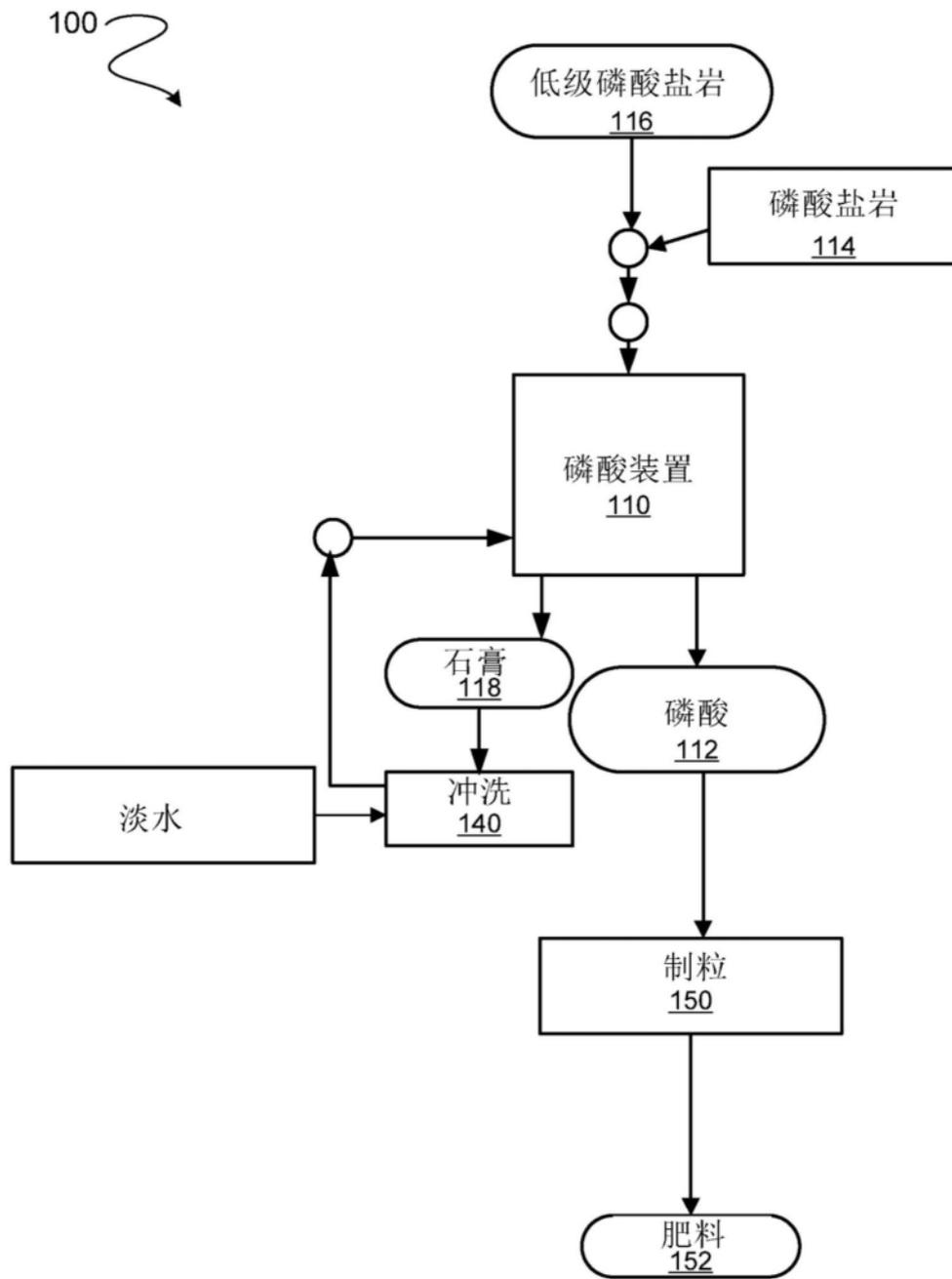


图4

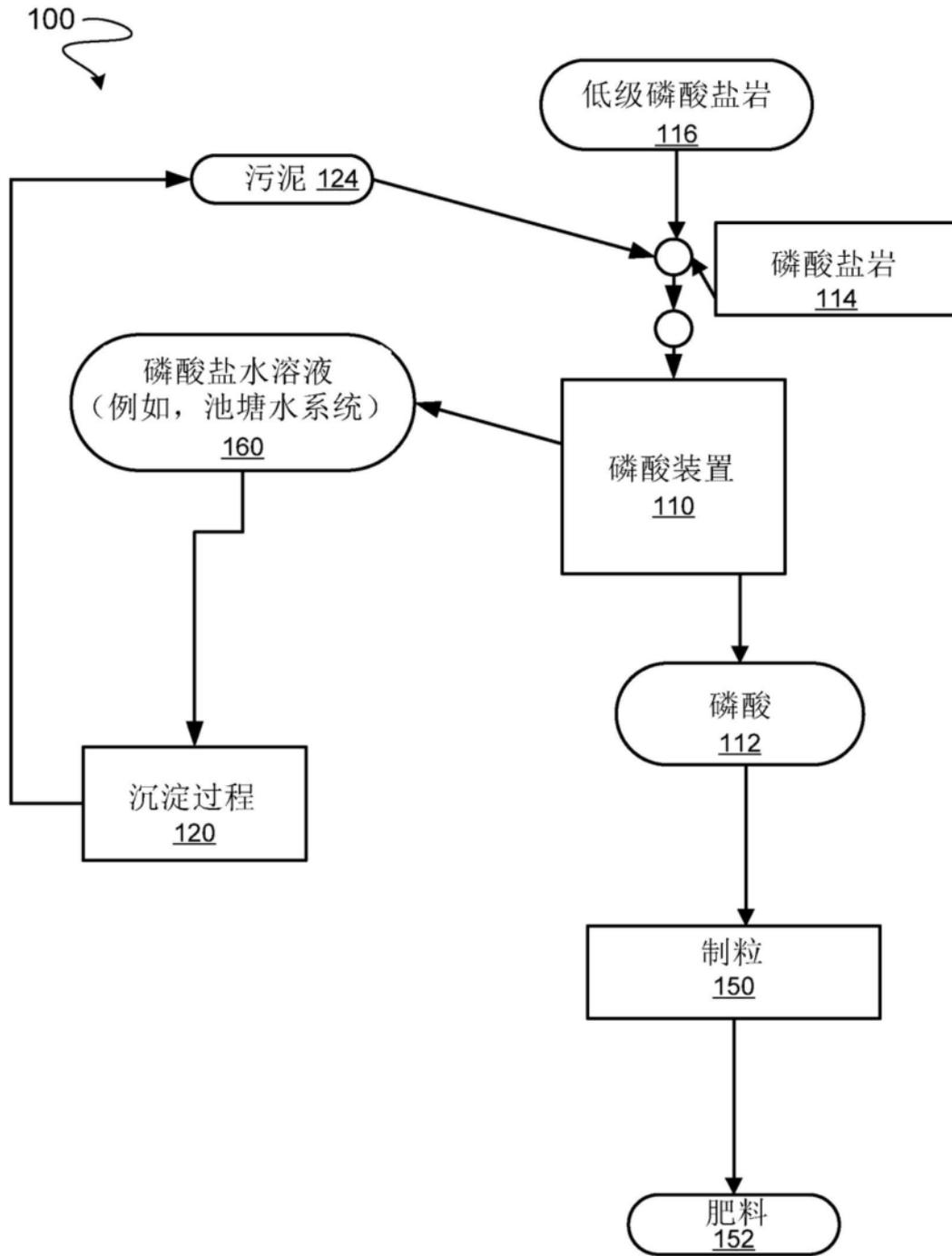


图5

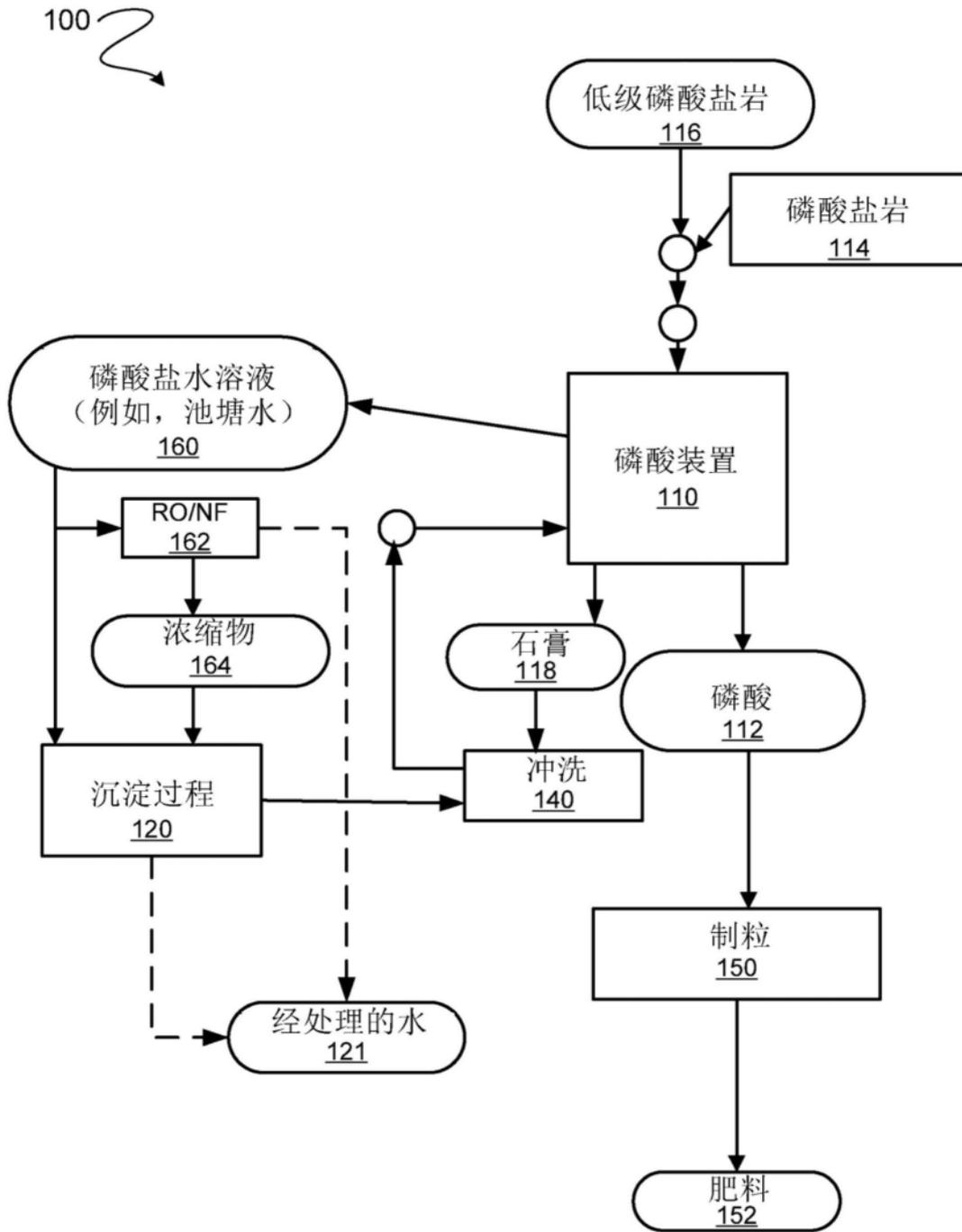


图6

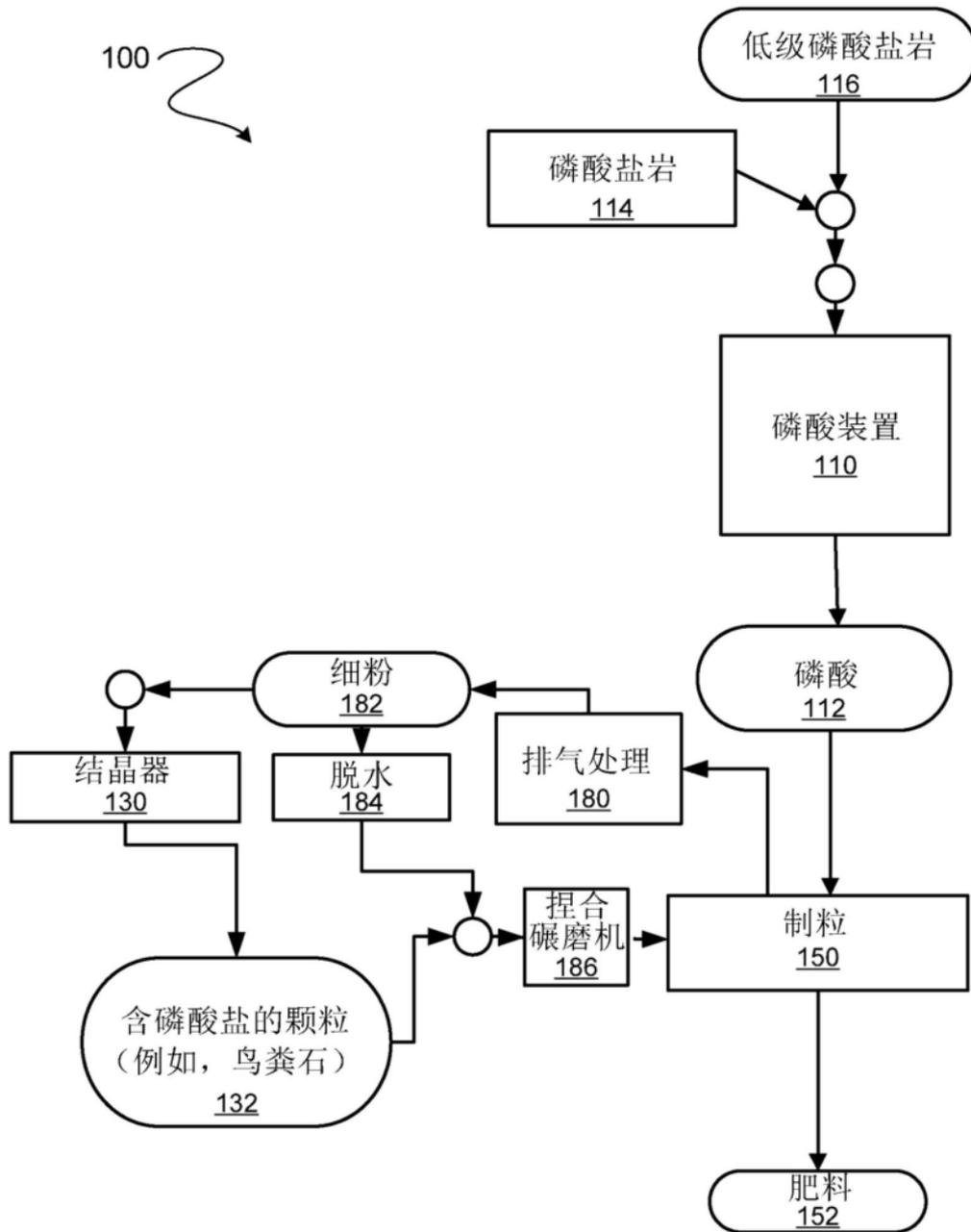


图7

1. 一种磷酸盐加工系统,包括:
磷酸装置,所述磷酸装置能够运行以使磷酸盐岩与酸反应以产生磷酸产物和滤饼副产物;和
制粒系统,所述制粒系统被连接以接收所述磷酸产物并且能够运行以生产含磷酸盐的肥料产物。
2. 根据权利要求1所述的磷酸盐加工系统,其中所述磷酸装置和所述制粒系统共同以负水平衡运行。
3. 根据前述权利要求中任一项所述的磷酸盐加工系统,其中所述制粒系统能够运行以生成鸟粪石作为所述含磷酸盐的肥料产物。
4. 根据前述权利要求中任一项所述的磷酸盐加工系统,还包括池塘水处理系统,所述池塘水处理系统被连接以收集从所述磷酸装置排出的磷酸盐水溶液。
5. 根据权利要求4所述的磷酸盐加工系统,还包括沉淀系统,所述沉淀系统被连接以接收来自所述池塘水处理系统的所述磷酸盐水溶液并且能够运行以净化所接收的溶液以生成经处理的水流、污泥流和流出物流中的一者或更多者。
6. 根据权利要求5所述的磷酸盐加工系统,其中所述磷酸装置被连接以从所述沉淀系统接收所述污泥流或从所述池塘水处理系统接收包含升高的磷酸盐含量的污泥的一部分用于产生所述磷酸产物。
7. 根据权利要求1至4中任一项所述的磷酸盐加工系统,还包括冲洗系统,所述冲洗系统被连接以接收一种或更多种冲洗流体的输入流并且能够运行以冲洗所述滤饼副产物以产生滤液,其中所述磷酸装置被连接以接收所述滤液用于产生所述磷酸产物。
8. 根据权利要求5或6所述的磷酸盐加工系统,还包括冲洗系统,所述冲洗系统被连接以接收一种或更多种冲洗流体的输入流并且能够运行以冲洗所述滤饼副产物以产生滤液,其中所述磷酸装置被连接以接收所述滤液用于产生所述磷酸产物。
9. 根据前述权利要求7或8所述的磷酸盐加工系统,其中所述一种或更多种冲洗流体的输入流包括淡水。
10. 根据权利要求9所述的磷酸盐加工系统,其中供应至所述冲洗系统作为所述冲洗流体的所述淡水的量等于或小于生产鸟粪石所消耗的水的量。
11. 根据权利要求8所述的磷酸盐加工系统,其中所述一种或更多种冲洗流体的输入流包括在所述沉淀系统中产生的所述经处理的水流。
12. 根据权利要求4所述的磷酸盐加工系统,还包括排气处理系统,所述排气处理系统被连接以收集从所述制粒系统释放的排出气体和/或蒸气,并且能够运行以从所收集的排出气体和/或蒸气中分离其中包含的固体颗粒,其中所述排气处理系统被连接以将所述固体颗粒供应至所述制粒系统、结晶器、和所述池塘水处理系统中的一者或更多者。
13. 根据权利要求5、6、8和11中任一项所述的磷酸盐加工系统,还包括排气处理系统,所述排气处理系统被连接以收集从所述制粒系统释放的排出气体和/或蒸气,并且能够运行以从所收集的排出气体和/或蒸气中分离其中包含的固体颗粒,其中所述排气处理系统被连接以将所述固体颗粒供应至所述制粒系统、结晶器、和所述池塘水处理系统中的一者或更多者。
14. 根据权利要求12或13所述的磷酸盐加工系统,其中所述排气处理系统包括涤气器,

所述涤气器能够运行以将涤气器流体与所述排出气体和/或所述蒸气混合以产生包含所述固体颗粒的涤气器浆料。

15. 根据权利要求12或14中任一项所述的磷酸盐加工系统,其中所述排气处理系统包括细粉澄清器,所述细粉澄清器能够运行以将细粉尘颗粒与所述固体颗粒分离。

16. 根据权利要求12至15中任一项所述的磷酸盐加工系统,其中所述排气处理系统包括脱水系统,所述脱水系统能够运行以浓缩经分离的细粉尘颗粒。

17. 根据权利要求16所述的磷酸盐加工系统,其中所述制粒系统被连接以从所述脱水系统接收经浓缩的细粉尘颗粒用于制粒过程。

18. 根据权利要求1至12和14至17中任一项所述的磷酸盐加工系统,还包括用于从含有机磷酸盐的材料中去除有机物质以形成含磷酸盐的溶液的有机物去除系统,所述有机物去除系统被连接以将所述含磷酸盐的溶液供应至所述制粒系统和所述磷酸装置中的一者或更多者。

19. 根据权利要求13所述的磷酸盐加工系统,还包括用于从含有机磷酸盐的材料中去除有机物质以形成含磷酸盐的溶液的有机物去除系统,所述有机物去除系统被连接以将所述含磷酸盐的溶液供应至所述制粒系统和所述磷酸装置中的一者或更多者。

20. 根据权利要求19所述的磷酸盐加工系统,其中所述含有机磷酸盐的材料包括动物粪肥和/或家禽粪便。

21. 根据权利要求19或20所述的磷酸盐加工系统,其中所述结晶器被连接以接收来自所述沉淀系统、所述排气处理系统和所述有机物去除系统的一种或更多种流,以及其中所述结晶器能够运行以从所述一种或更多种流中产生含磷酸盐的颗粒。

22. 根据权利要求21所述的磷酸盐加工系统,其中所述结晶器为流化床结晶器。

23. 根据权利要求21或22所述的磷酸盐加工系统,其中来自所述沉淀系统的所述流包括所述流出物流。

24. 根据权利要求21或22所述的磷酸盐加工系统,其中来自所述排气处理系统的所述流包含在细粉澄清器处产生的经分离的细粉尘颗粒。

25. 根据权利要求21或22所述的磷酸盐加工系统,其中来自所述有机物去除系统的所述流包含所述含磷酸盐的溶液。

26. 根据权利要求21至25中任一项所述的磷酸盐加工系统,其中所述制粒系统被连接以从所述结晶器接收所述含磷酸盐的颗粒以与所述磷酸产物一起生产所述含磷酸盐的肥料产物。

27. 根据权利要求26所述的磷酸盐加工系统,其中所述含磷酸盐的颗粒包含鸟粪石。

28. 根据前述权利要求中任一项所述的磷酸盐加工系统,其中所述磷酸盐岩包含浓度大于阈值的镁源。

29. 根据权利要求28所述的磷酸盐加工系统,其中当以MgO表示时所述阈值是所述磷酸盐岩的总矿物质含量的约3重量%。

30. 根据权利要求28所述的磷酸盐加工系统,其中当以MgO表示时所述阈值是所述磷酸盐岩的总矿物质含量的约5%。

31. 根据权利要求1至30中任一项所述的磷酸盐加工系统,其中所述磷酸产物的浓度低于阈值量。

32. 根据权利要求31所述的磷酸盐加工系统,其中所述磷酸的浓度低于54重量%。
33. 根据权利要求31所述的磷酸盐加工系统,其中所述磷酸的浓度低于40重量%。
34. 根据权利要求5或6所述的磷酸盐加工系统,还包括膜过滤系统,所述膜过滤系统被连接以接收来自所述池塘水处理系统的所述磷酸盐水溶液并且能够运行以使所述磷酸盐水溶液浓缩以产生浓缩物和清洁水渗透流。
35. 根据权利要求8或11所述的磷酸盐加工系统,还包括膜过滤系统,所述膜过滤系统被连接以接收来自所述池塘水处理系统的所述磷酸盐水溶液并且能够运行以使所述磷酸盐水溶液浓缩以产生浓缩物和清洁水渗透流。
36. 根据权利要求34或35所述的磷酸盐加工系统,其中所述沉淀系统被连接以接收来自所述膜过滤系统的所述浓缩物,并且其中所述浓缩物在所述沉淀系统处被净化。
37. 根据权利要求35所述的磷酸盐加工系统,其中所述一种或更多种冲洗流体的输入流包括由所述膜过滤系统产生的所述清洁水渗透流。
38. 根据前述权利要求中任一项所述的磷酸盐加工系统,其中所述酸包括硫酸以及所述滤饼副产物包括石膏。
39. 根据权利要求5或6所述的磷酸盐加工系统,其中所述沉淀系统由对从所述池塘水系统接收的所述磷酸盐水溶液的净化来产生磷酸盐、氟化物和/或石膏的源。
40. 根据权利要求27所述的磷酸盐加工系统,还包括加热系统,所述加热系统能够运行以将在所述结晶器处产生的所述鸟粪石加热以产生磷酸镁铵石。
41. 根据权利要求40所述的磷酸盐加工系统,其中所述制粒系统从所述结晶器接收所产生的磷酸镁铵石以生成所述含磷酸盐的肥料产物。
42. 根据权利要求41所述的磷酸盐加工系统,其中所述制粒系统能够运行以将所接收的鸟粪石和/或所述磷酸镁铵石与磷酸一铵(MAP)、磷酸二铵(DAP)和重过磷酸钙(TSP)中的一者或更多者共制粒以产生所述含磷酸盐的肥料产物。
43. 根据前述权利要求中任一项所述的磷酸盐加工系统,其中所述制粒系统被连接以接收一种或更多种微量元素养分和大量元素养分的源以产生所述含磷酸盐的肥料产物。
44. 根据前述权利要求中任一项所述的磷酸盐加工系统,其中所述制粒系统在低于60°C的温度下运行。
45. 根据前述权利要求中任一项所述的磷酸盐加工系统,其中所述制粒系统在高于60°C的温度下运行。
46. 根据前述权利要求中任一项所述的磷酸盐加工系统,其中所述磷酸以使得所述磷酸产物中Mg:P的摩尔比在1:25至1:2的范围内的浓度包含镁。
47. 根据权利要求1至45中任一项所述的磷酸盐加工系统,其中所述磷酸以使得所述磷酸产物中Mg:P的摩尔比在1:7至1:2的范围内的浓度包含镁。
48. 根据权利要求1至45中任一项所述的磷酸盐加工系统,其中所述磷酸以使得所述磷酸产物中Mg:P的摩尔比在1:6至1:3的范围内的浓度包含镁。
49. 根据权利要求1至45中任一项所述的磷酸盐加工系统,其中所述磷酸以使得所述磷酸产物中Mg:P的摩尔比大于1:15的浓度包含镁。
50. 根据前述权利要求中任一项所述的磷酸盐加工系统,还包括氨源,所述氨源被连接以将氨递送至所述制粒系统。

51. 根据前述权利要求中任一项所述的磷酸盐加工系统,其中所述制粒系统使用来自所述磷酸盐岩的镁源以产生所述含磷酸盐的肥料产物。

52. 根据前述权利要求中任一项所述的磷酸盐加工系统,还包括递送系统,所述递送系统被连接以将额外的镁源供应至所述制粒系统用于产生所述含磷酸盐的肥料产物。

53. 一种磷酸盐加工系统,包括:

磷酸装置,所述磷酸装置能够运行以使磷酸盐岩与酸反应以产生磷酸产物和滤饼副产物;

池塘水处理系统,所述池塘水处理系统能够运行以收集从所述磷酸装置排出的水;

沉淀系统,所述沉淀系统能够运行以接收来自所述池塘水处理系统的受污染的水并且净化所接收的受污染的水以生成经处理的水流、流出物流、和污泥流中的一者或更多者;

冲洗系统,所述冲洗系统能够运行以接收一种或更多种冲洗流体的输入流以冲洗所述滤饼副产物;

排气处理系统,所述排气处理系统能够运行以收集从制粒系统释放的排出气体和/或蒸气并且以对所述排出气体和/或所述蒸气进行加工以分离其中包含的固体颗粒;和

制粒系统,所述制粒系统能够运行以接收所述磷酸产物和包含含磷酸盐的颗粒的输入流以产生含磷酸盐的肥料产物。

54. 一种加工磷酸盐岩的方法,所述方法包括以下步骤:

在磷酸装置中使磷酸盐岩与酸反应以生成滤饼副产物和磷酸产物;

从所述磷酸装置排出包含由反应步骤得到的磷酸盐水溶液的输出流;

将所述磷酸产物供应至制粒系统;和

在所述制粒系统处使用所述磷酸产物制粒含磷酸盐的肥料产物。

55. 根据权利要求54所述的方法,其中所述磷酸装置和所述制粒系统共同以负水平衡运行。

56. 根据权利要求54或55中任一项所述的方法,其中所述制粒系统生成鸟粪石作为所述含磷酸盐的肥料产物。

57. 根据权利要求54至56中任一项所述的方法,还包括在沉淀系统处净化所述磷酸盐水溶液以生成经处理的水流、污泥流和流出物流中的一者或更多者。

58. 根据权利要求57所述的方法,还包括将所述污泥流或包含升高的磷酸盐含量的污泥的一部分再循环到所述磷酸装置中用于所述反应步骤。

59. 根据权利要求57或58所述的方法,还包括:

向所述滤饼副产物供应冲洗流体以获得包含磷酸的滤液;和

将所述滤液再循环到所述磷酸装置用于所述反应步骤。

60. 根据权利要求59所述的方法,其中所述冲洗流体为淡水。

61. 根据权利要求60所述的方法,其中供应至冲洗系统作为所述冲洗流体的所述淡水的量等于或小于生产鸟粪石所消耗的水的量。

62. 根据权利要求59至61中任一项所述的方法,其中所述冲洗流体为由净化步骤生成的所述经处理的水流。

63. 根据权利要求57至62中任一项所述的方法,还包括以下步骤:

在排气处理系统处收集来自从制粒步骤释放的空气流的包含固体颗粒的排出气体;和

对所述排出气体进行加工以分离所述固体颗粒;和

将所述固体颗粒供应至所述制粒系统、结晶器和池塘水处理系统中的一者或更多者。

64. 根据权利要求63所述的方法,还包括将经分离的固体颗粒进给至细粉澄清器以分离细粉尘颗粒。

65. 根据权利要求64所述的方法,还包括将所述细粉尘颗粒脱水以浓缩所述粉尘颗粒。

66. 根据权利要求65所述的方法,还包括将所述粉尘颗粒再循环到所述制粒系统中用于所述制粒步骤。

67. 根据权利要求63至66中任一项所述的方法,其中加工步骤包括将涤气器流体与所述排出气体混合以产生包含所述固体颗粒的涤气器浆料。

68. 根据权利要求64所述的方法,还包括将经分离的细粉尘颗粒供应至所述结晶器用于由经分离的粉尘颗粒产生含磷酸盐的颗粒。

69. 根据权利要求63至68中任一项所述的方法,还包括将由所述净化步骤生成的所述流出物流供应至所述结晶器用于由所述流出物产生含磷酸盐的颗粒。

70. 根据权利要求69所述的方法,还包括:

接收包含含磷酸盐的材料的有机废物;

从所述有机废物中去除有机物质以形成含磷酸盐的溶液;和

将所述含磷酸盐的溶液供应至所述制粒系统和所述磷酸装置中的一者或更多者。

71. 根据权利要求70所述的方法,其中将所述含磷酸盐的溶液供应至所述结晶器用于从所述溶液中结晶含磷酸盐的颗粒。

72. 根据权利要求70或71所述的方法,其中所述有机废物包括动物粪肥和/或家禽粪便。

73. 根据权利要求71所述的方法,还包括将所结晶的含磷酸盐的颗粒供应至所述制粒系统用于所述制粒步骤中以产生所述含磷酸盐的肥料产物。

74. 根据权利要求73所述的方法,其中所述含磷酸盐的颗粒包含鸟粪石。

75. 根据权利要求54至74中任一项所述的方法,其中所述磷酸盐岩包含浓度大于阈值的镁源。

76. 根据权利要求75所述的方法,其中当以MgO表示时所述阈值是所述磷酸盐岩的总矿物质含量的约3重量%。

77. 根据权利要求75所述的方法,其中当以MgO表示时所述阈值是所述磷酸盐岩的总矿物质含量的约5重量%。

78. 根据权利要求54至77中任一项所述的方法,其中所述磷酸产物的浓度低于阈值量。

79. 根据权利要求78所述的方法,其中所述磷酸的浓度低于54重量%。

80. 根据权利要求78所述的方法,其中所述磷酸的浓度低于40重量%。

81. 根据权利要求59至62中任一项所述的方法,还包括在膜过滤系统处浓缩所述磷酸盐水溶液以产生浓缩物流和清洁水渗透流。

82. 根据权利要求81所述的方法,其中所述膜过滤系统包括纳米过滤和/或反渗透。

83. 根据权利要求81或82所述的方法,其中在冲洗步骤中使用的所述冲洗流体包括所述清洁水渗透流。

84. 根据权利要求81或82所述的方法,其中将所述浓缩物流供应至所述沉淀系统用于

净化。

85. 根据权利要求54至84中任一项所述的方法,其中所述酸包括硫酸以及所述滤饼副产物包括石膏。

86. 根据权利要求57至74中任一项所述的方法,其中在所述沉淀系统处对所述磷酸盐水溶液的净化还生成氟化物和/或石膏的源。

87. 根据权利要求63至74中任一项所述的方法,还包括:

将在所述结晶器处产生的所述鸟粪石加热以生成磷酸镁铵石;和

将所述磷酸镁铵石供应至所述制粒系统以在所述制粒步骤中产生基于磷酸镁铵石的肥料。

88. 根据权利要求87所述的方法,还包括将所产生的鸟粪石和/或磷酸镁铵石与磷酸一铵(MAP)、磷酸二铵(DAP)和/或重过磷酸钙(TSP)中的任一者共制粒以产生所述含磷酸盐的肥料产物。

89. 根据权利要求54至88中任一项所述的方法,还包括将一种或更多种微量元素养分和大量元素养分供应至所述制粒系统以产生所述含磷酸盐的肥料产物。

90. 根据权利要求54至89中任一项所述的方法,其中所述制粒步骤保持在低于60°C的温度下。

91. 根据权利要求54至89中任一项所述的方法,其中所述制粒步骤保持在高于60°C的温度下。

92. 根据权利要求54至91中任一项所述的方法,其中所述磷酸以使得所述磷酸产物中Mg:P的摩尔比在1:25至1:2的范围内的浓度包含镁。

93. 根据权利要求54至91中任一项所述的方法,其中所述磷酸以使得所述磷酸产物中Mg:P的摩尔比在1:7至1:2的范围内的浓度包含镁。

94. 根据权利要求54至91中任一项所述的方法,其中所述磷酸以使得所述磷酸产物中Mg:P的摩尔比在1:6至1:3的范围内的浓度包含镁。

95. 根据权利要求54至91中任一项所述的方法,其中所述磷酸以使得所述磷酸产物中Mg:P的摩尔比大于1:15的浓度包含镁。

96. 根据权利要求54至95中任一项所述的方法,还包括将氨源递送至所述制粒系统。

97. 根据权利要求54至96中任一项所述的方法,其中所述制粒系统使用来自所述磷酸盐岩的镁源以产生所述含磷酸盐的肥料产物。

98. 根据权利要求54至97中任一项所述的方法,还包括通过递送系统向所述制粒系统供应额外的镁用于产生所述含磷酸盐的肥料产物。

99. 根据权利要求63至74中任一项所述的方法,其中所述结晶器为流化床结晶器。

100. 一种加工磷酸盐岩的方法,所述方法包括以下步骤:

在磷酸装置中使磷酸盐岩与酸反应以生成滤饼副产物和磷酸产物,其中所述磷酸盐岩包含浓度大于阈值的镁源;

从所述磷酸装置排出包含由反应步骤得到的磷酸盐水溶液的输出流;

在池塘水处理系统处净化所述磷酸盐水溶液以生成经处理的水流和污泥流;

向所述滤饼副产物供应冲洗流体以获得包含磷酸的滤液;

将所述滤液再循环到所述磷酸装置中用于所述反应步骤;

将所述磷酸产物供应至制粒机；和
在所述制粒机处使用来自所述磷酸盐岩的所述磷酸产物和所述镁源制粒肥料产物。