



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112827642 A

(43) 申请公布日 2021.05.25

(21) 申请号 202011493520.2

(22) 申请日 2020.12.17

(71) 申请人 南华大学

地址 421001 湖南省衡阳市蒸湘区常胜西路28号

(72) 发明人 刘建东 史文革 刘三军 雷治武

(74) 专利代理机构 北京高沃律师事务所 11569
代理人 王术娜

(51) Int. Cl.

B03B 9/06 (2006.01)

B03D 1/02 (2006.01)

B03D 103/02 (2006.01)

权利要求书1页 说明书6页 附图1页

(54) 发明名称

一种镍钼铀矿选冶分离方法

(57) 摘要

本发明提供了一种镍钼铀矿选冶分离方法，属于选冶技术领域。本发明提供的分离方法，包括以下步骤：将镍钼铀矿石、分散剂、活化剂、抑制剂、捕收剂和起泡剂混合后，依次进行起泡和浮选，得到镍钼精矿和含铀尾矿；将所述含铀尾矿进行酸法浸出，得到浸出液和尾渣；利用强碱性阴离子交换树脂对所述浸出液吸附后，依次进行固液分离、淋洗和调节pH值后，得到铀的浓缩物。实施例结果表明，本发明回收得到的镍和钼的回收率大于80%，铀的浸出率大于96%，铀回收率大于91%。



1. 一种镍钼铀矿选冶分离方法,包括以下步骤:

将镍钼铀矿石、分散剂、活化剂、抑制剂、捕收剂和起泡剂混合后,依次进行起泡和浮选,得到镍钼精矿和含铀尾矿;

将所述含铀尾矿进行酸法浸出,得到浸出液和尾渣;

利用强碱性阴离子交换树脂对所述浸出液吸附后,依次进行固液分离、淋洗和调节pH值后,得到铀的浓缩物;

所述浸出的时间为6~10h;

所述活化剂与镍钼铀矿石的质量比为100~200g/t;

抑制剂与镍钼铀矿石的质量比为1000~2000g/t;

所述淋洗的淋洗液为NaCl溶液,所述NaCl溶液的pH值为1.2~2.0。

2. 根据权利要求1所述的分离方法,其特征在于,所述分散剂与镍钼铀矿石的质量比为100~500g/t。

3. 根据权利要求1所述的分离方法,其特征在于,所述捕收剂与镍钼铀矿石的质量比为1000~2000g/t。

4. 根据权利要求1所述的分离方法,其特征在于,所述起泡剂与镍钼铀矿石的质量比为10~40g/t。

5. 根据权利要求1所述的分离方法,其特征在于,所述调节pH值后的pH值>9。

一种镍钼铀矿选冶分离方法

技术领域

[0001] 本发明属于选冶技术领域,尤其涉及一种镍钼铀矿选冶分离方法。

背景技术

[0002] 铀为自然界存在的天然放射性元素,能自发地放出 α 射线,公众摄入铀后会引发内污染,对机体造成辐射危害,放射卫生防护规定和食品中放射性物质的限制量对它都有严格的限制规定。随着对新能源需求的增加及核能的不断开发利用,我国对天然铀的需求与日俱增,在含铀矿石的开采和冶炼加工过程中不可避免会产生一些带有天然放射性核素的铀废渣和铀尾矿。

[0003] 因此,研究一种分离此类矿石中镍钼和铀,得到镍钼精矿和铀酸铵产品的工艺方法,对此类矿石的开发利用具有重要意义。

发明内容

[0004] 鉴于此,本发明的目的在于提供一种镍钼铀矿选冶分离方法。本发明提供的分离方法能够有效分离回收镍钼和铀,高效选冶分离处理镍钼铀矿,减少资源浪费,降低铀污染。

[0005] 为了实现上述发明目的,本发明提供以下技术方案:

[0006] 本发明提供了一种镍钼铀矿选冶分离方法,包括以下步骤:

[0007] 将镍钼铀矿石、分散剂、活化剂、抑制剂、捕收剂和起泡剂混合后,依次进行起泡和浮选,得到镍钼精矿和含铀尾矿;

[0008] 将所述含铀尾矿进行酸法浸出,得到浸出液和尾渣;

[0009] 利用强碱性阴离子交换树脂对所述浸出液吸附后,依次进行固液分离、淋洗和调节pH值后,得到铀的浓缩物;

[0010] 所述浸出的时间为6~10h;

[0011] 所述活化剂与镍钼铀矿石的质量比为100~200g/t;

[0012] 抑制剂与镍钼铀矿石的质量比为1000~2000g/t;

[0013] 所述淋洗的淋洗液为NaCl溶液,所述NaCl溶液的pH值为1.2~2.0。

[0014] 优选地,所述分散剂与镍钼铀矿石的质量比为100~500g/t。

[0015] 优选地,所述捕收剂与镍钼铀矿石的质量比为1000~2000g/t。

[0016] 优选地,所述起泡剂与镍钼铀矿石的质量比为10~40g/t。

[0017] 优选地,所述调节pH值后的pH值 >9 。

[0018] 本发明提供的镍钼铀矿选冶分离方法,包括以下步骤:将镍钼铀矿石、分散剂、活化剂、抑制剂、捕收剂和起泡剂混合后,依次进行起泡和浮选,得到镍钼精矿和含铀尾矿;将所述含铀尾矿进行酸法浸出,得到浸出液和尾渣;利用强碱性阴离子交换树脂对所述浸出液吸附后,依次进行固液分离、淋洗和调节pH值后,得到铀的浓缩物;所述浸出的时间为6~10h;所述活化剂与镍钼铀矿石的质量比为100~200g/t;抑制剂与镍钼铀矿石的质量比为

1000~2000g/t;所述淋洗的淋洗液为NaCl溶液,所述NaCl溶液的pH值为1.2~2.0。本发明通过对镍钼铀矿石依次进行起泡和浮选,使镍钼精矿上浮,铀富集在含铀尾矿中,实现镍钼和铀的高效分离,提高镍和钼的回收率;通过浸出含铀尾矿,得到了铀的浸出液;通过固液分离、淋洗和调节pH值,有效提高了铀的回收率。本发明提供的分离方法操作简单。实施例结果表明,本发明回收得到的镍和钼的回收率大于80%,铀的浸出率大于96%,铀回收率大于91%。

附图说明

[0019] 图1为实施例1采用的镍钼铀矿选冶分离的工艺流程图。

具体实施方式

[0020] 本发明提供了一种镍钼铀矿选冶分离方法,包括以下步骤:

[0021] 将镍钼铀矿石、分散剂、活化剂、抑制剂、捕收剂和起泡剂混合后,依次进行起泡和浮选,得到镍钼精矿和含铀尾矿;

[0022] 将所述含铀尾矿进行酸法浸出,得到浸出液和尾渣;

[0023] 利用强碱性阴离子交换树脂对所述浸出液吸附后,依次进行固液分离、淋洗和调节pH值后,得到铀的浓缩物。

[0024] 在本发明中,若无特殊说明,所采用的原料均为本领域常规市售产品。

[0025] 本发明将镍钼铀矿石、分散剂、活化剂、抑制剂、捕收剂和起泡剂混合后,依次进行起泡和浮选,得到镍钼精矿和含铀尾矿。

[0026] 在本发明中,所述镍钼铀矿石中镍的品位优选为1.35~2.20%,进一步优选为1.57~2.12%;所述镍钼铀矿石中钼的品位优选为2.35~3.04%,进一步优选为2.86~3.03%;所述镍钼铀矿石中铀的品位优选为0.03%。本发明优选将所述镍钼铀矿石依次进行破碎和湿磨后,再与分散剂、活化剂、抑制剂、捕收剂和起泡剂混合。在本发明中,所述镍钼铀矿石、分散剂、活化剂、抑制剂、捕收剂和起泡剂混合的顺序优选为:将镍钼铀矿石依次与分散剂混合2min、活化剂混合2min、抑制剂混合3min、捕收剂混合3min、起泡剂混合1min。在本发明中,所述破碎后的镍钼铀矿石的粒径优选为1~3mm。在本发明中,所述湿磨优选在球磨机中进行。本发明对所述湿磨的具体操作方式没有特殊的限定,能够满足湿磨后粒径至-0.074mm>85%即可。

[0027] 在本发明中,所述分散剂优选为六偏磷酸钠或焦磷酸钠,在本发明实施例中,进一步优选为六偏磷酸钠。在本发明中,所述分散剂与镍钼铀矿石的质量比优选为100~500g/t,进一步优选为300g/t。在本发明中,分散剂能够提高矿物颗粒在矿浆中的分散性,便于在后续的起泡和浮选过程中,提高镍钼精矿和含铀尾矿的分离效率。在本发明中,所述活化剂优选为硫酸铜或硝酸铅,在本发明实施例中,进一步优选为硫酸铜。在本发明中,所述活化剂与镍钼铀矿石的质量比优选为100~200g/t,进一步优选为160g/t。在本发明中,所述抑制剂优选为水玻璃或羧甲基纤维素,在本发明实施例中,进一步优选为水玻璃。在本发明中,所述抑制剂与镍钼铀矿石的质量比优选为1000~2000g/t,进一步优选为1300g/t。在本发明中,所述捕收剂优选为煤油或柴油,在本发明实施例中,进一步优选为煤油。在本发明中,所述捕收剂与镍钼铀矿石的质量比优选为1000~2000g/t,进一步优选为1500g/t。在本

发明中,所述起泡剂优选为松醇油或甲基异丁基甲醇,在本发明实施例中,进一步优选为松醇油。在本发明中,所述起泡剂与镍钼铀矿石的质量比优选为10~40g/t,进一步优选为25g/t。

[0028] 在本发明中,所述混合的方式优选为机械搅拌,所述机械搅拌的速率优选为1860r/min,所述机械搅拌的时间优选为10min。在本发明中,所述起泡的方式优选为空气起泡。本发明对所述浮选的方式没有特殊的限定,采用本领域技术人员熟知的浮选方式即可。本发明通过对镍钼铀矿石依次进行起泡和浮选,使镍钼精矿上浮,铀富集在含铀尾矿中,实现镍钼和铀的高效分离,提高镍和钼的回收率。

[0029] 得到含铀尾矿后,本发明将所述含铀尾矿进行酸法浸出,得到浸出液和尾渣。

[0030] 本发明优选将所述含铀尾矿依次进行沉降、固液分离和干燥,得到干重含铀尾矿后,再依次与水 and 浓硫酸混合进行酸法浸出。在本发明中,所述沉降的方式优选为自然沉降。本发明对所述固液分离的方式没有特殊的限定,采用本领域技术人员熟知的固液分离方式即可,具体的如,搅拌。本发明优选将固液分离后得到的固体渣进行干燥。在本发明中,所述干燥的方式优选为常温风干。

[0031] 在本发明中,所述水优选为去离子水,所述水与干重含铀尾矿的质量比为1:1~1:1.2。在本发明中,所述浓硫酸优选的质量浓度优选为98%,所述浓硫酸与干重含铀尾矿的用量比优选为1:40。在本发明中,所述酸法浸出的方式优选为机械搅拌一段时间后,再进行连续浸出。在本发明中,所述机械搅拌的速率优选为1860r/min,本发明优选每间隔5~15min机械搅拌一次,每次机械搅拌6~12min。本发明优选机械搅拌至所述干重含铀尾矿、水和浓硫酸混合均匀后,连续浸出6~10h。本发明通过浸出所得含铀尾矿,提高了铀的浸出率。当所述连续浸出的时间<6h时,铀的浸出率低于90%;当所述连续浸出的时间>10h时,铀的浸出率基本不再增大。

[0032] 得到浸出液后,本发明利用强碱性阴离子交换树脂对所述浸出液吸附后,依次进行固液分离、淋洗和调节pH值后,得到铀的浓缩物。

[0033] 在本发明中,所述离子交换树脂优选为强碱性阴离子交换树脂,进一步优选为210×7、408(II)型、D261或D263。在本发明中,所述强碱性阴离子交换树脂与浸出液的用量比优选为120~160g/L,进一步优选为135~145g/L。本发明对所述混合的具体方式没有特殊的限定,采用本领域常规的混合方式即可,所述混合的时间优选为40~80min,进一步优选为45~65min。在本发明中,所述固液分离的方式优选为筛分。本发明通过固液分离得到含铀树脂。在本发明中,所述淋洗的淋洗液优选为NaCl溶液,所述NaCl溶液的质量浓度优选为1~2%,进一步优选为1.6%;所述NaCl溶液的pH值优选为1.2~2.0,进一步优选为1.5。在本发明中,所述淋洗液与固液分离得到的含铀树脂的体积比为3~5:1。本发明通过淋洗除去含铀树脂中的颗粒残留物及杂质。本发明对所述淋洗的具体操作方式没有特殊的限定,采用本领域技术人员熟知的淋洗方式即可。在本发明中,所述调节pH值的调节剂优选为氨水,所述调节pH值后的pH值>9,进一步优选为9.8。

[0034] 下面结合实施例对本发明提供的镍钼铀矿选冶分离方法进行详细的说明,但是不能把它们理解为对本发明保护范围的限定。

[0035] 实施例1

[0036] 将含镍、钼和铀品位分别为1.35%、2.86%和0.03%的镍钼铀矿石的破碎至粒径

小于3mm,然后用球磨机湿磨至 $-0.074\text{mm}>85\%$,依次加入六偏磷酸钠200g/t,搅拌调浆2min,硫酸铜120g/t,搅拌调浆2min,水玻璃1200g/t,搅拌调浆3min,煤油1300g/t,搅拌调浆3min,松醇油25g/t,搅拌调浆1min,然后充入空气起泡,进行浮选,分别收集泡沫产品和槽内产品得到镍钼精矿和含铀尾矿。

[0037] 得到的含铀浮选尾矿经过自然沉降后,进行固液分离,得到固体渣和水,将固体渣常温风干后,得到干重含铀尾矿。

[0038] 向80g干重含铀尾矿中加入80g的去离子水,然后边搅拌边加入2g浓度为98%的硫酸,每8min搅拌一次,每次搅拌10min,直至矿浆搅拌均匀,连续浸出8h,得到浸出液和尾渣。

[0039] 向浸出液每50mL加入408(II)型强碱性阴离子交换树脂6g,搅拌使矿浆与树脂充分接触60min后,过筛,实现浸出液与树脂的分离,得到含铀树脂,用3倍于树脂体积的1%、pH值为1.5的NaCl溶液多次淋洗树脂上的颗粒残留物及杂质,淋洗液,得到富铀溶液。

[0040] 在富铀溶液中加入氨水调节pH值大于9,得到铀浓缩产品。

[0041] 对回收得到的镍、钼和铀的回收率进行计算,计算结果参见表1。

[0042] 图1为实施例1采用的镍钼铀矿选冶分离的工艺流程图,本实施例将镍钼铀矿石依次进行破碎和湿磨后,依次进行起泡和浮选,得到镍钼精矿和含铀尾矿;将含铀尾矿浸出,得到浸出液和尾渣;将浸出液和强碱性阴离子交换树脂混合后,依次进行固液分离、淋洗和调节pH值,得到铀的浓缩物,即沉淀铀产品。

[0043] 实施例2

[0044] 将含镍、钼和铀品位分别为2.12%、3.04%和0.025%的镍钼铀矿石的破碎至粒径小于3mm,然后用球磨机湿磨至 $-0.074\text{mm}>85\%$,依次加入六偏磷酸钠220g/t,搅拌调浆2min,硫酸铜120g/t,搅拌调浆2min,水玻璃1300g/t,搅拌调浆3min,煤油1350g/t,搅拌调浆3min,松醇油25g/t,搅拌调浆1min,然后充入空气起泡,进行浮选,分别收集泡沫产品和槽内产品得到镍钼精矿和含铀尾矿。

[0045] 得到的含铀浮选尾矿经过自然沉降后,进行固液分离,得到固体渣和水,将固体渣常温风干后,得到干重含铀尾矿。

[0046] 向80g干重含铀尾矿中加入80g的去离子水,然后边搅拌边加入2g浓度为98%的硫酸,每10min搅拌一次,每次搅拌10min,直至矿浆搅拌均匀,连续浸出9h,得到浸出液和尾渣。

[0047] 向浸出液每50mL加入408(II)型强碱性阴离子交换树脂7g,搅拌使矿浆与树脂充分接触60min后,过筛,实现浸出液与树脂的分离,得到含铀树脂,用3倍于树脂体积的1%、pH值为1.5的NaCl溶液多次淋洗树脂上的颗粒残留物及杂质,淋洗液,得到富铀溶液。

[0048] 在富铀溶液中加入氨水调节pH值大于9,得到沉淀铀产品,即铀浓缩产品。

[0049] 对回收得到的镍、钼和铀的回收率进行计算,计算结果参见表1。

[0050] 实施例3

[0051] 将含镍、钼、铀品位分别为1.57%、2.35%和0.032%的镍钼铀矿石的破碎至小于3mm,然后用球磨机湿磨至 $-0.074\text{mm}>85\%$,依次加入六偏磷酸钠100g/t,搅拌调浆2min,硫酸铜100g/t,搅拌调浆2min,水玻璃1000g/t,搅拌调浆3min,煤油1000g/t,搅拌调浆3min,松醇油10g/t,搅拌调浆1min,然后充入空气起泡,进行浮选,分别收集泡沫产品和槽内产品得到镍钼精矿和含铀尾矿。

[0052] 得到的含铀浮选尾矿经过自然沉降后,进行固液分离,得到固体渣和水,将固体渣常温风干后,得到干重含铀尾矿。

[0053] 向80g干重含铀尾矿中加入80g的去离子水,然后边搅拌边加入2g浓度为98%的硫酸,每10min搅拌一次,每次搅拌10min,直至矿浆搅拌均匀,连续浸出9h,得到浸出液和尾渣。向浸出矿浆每50mL加入D261强碱性阴离子交换树脂7g,搅拌使矿浆与树脂充分接触60min后,过筛,实现浸出液与树脂的分离,得到含铀树脂,用3倍于树脂体积的1%、pH值为1.5的NaCl溶液多次淋洗树脂上的颗粒残留物及杂质,淋洗液,得到富铀溶液。

[0054] 在富铀溶液中加入氨水调节pH值大于9,得到铀浓缩产品。

[0055] 对回收得到的镍、钼和铀的回收率进行计算,计算结果参见表1。

[0056] 实施例4

[0057] 将含镍、钼和铀品位分别为2.20%、3.03%和0.031%的镍钼铀矿石的破碎至粒径小于3mm,然后用球磨机湿磨至-0.074mm>85%,依次加入六偏磷酸钠500g/t,搅拌调浆2min,硫酸铜200g/t,搅拌调浆2min,水玻璃2000g/t,搅拌调浆3min,煤油2000g/t,搅拌调浆3min,松醇油40g/t,搅拌调浆1min,然后充入空气起泡,进行浮选,分别收集泡沫产品和槽内产品得到镍钼精矿和含铀尾矿。

[0058] 得到的含铀浮选尾矿经过自然沉降后,进行固液分离,得到固体渣和水,将固体渣常温风干后,得到干重含铀尾矿。

[0059] 向80g干重含铀尾矿中加入80g的去离子水,然后边搅拌边加入2g浓度为98%的硫酸,每10h搅拌一次,每次搅拌10min,直至矿浆搅拌均匀,连续浸出9h,得到浸出液和尾渣。向浸出矿浆每50mL加入D261强碱性阴离子交换树脂7g,搅拌使矿浆与树脂充分接触60min后,过筛,实现浸出液与树脂的分离,得到含铀树脂,用3倍于树脂体积的1%、pH值为1.5的NaCl溶液多次淋洗树脂上的颗粒残留物及杂质,淋洗液,得到富铀溶液。

[0060] 在富铀溶液中加入氨水调节pH值大于9,得到铀浓缩产品。

[0061] 对回收得到的镍、钼和铀的回收率进行计算,计算结果参见表1。

[0062] 对比例1

[0063] 具体实施方式与实施例1相同,区别仅在于把浸出时间改为5h,得到的试验结果见表1。

[0064] 对比例2

[0065] 具体实施方式与实施例2相同,区别仅在于把淋洗剂改为1%的硫酸,得到的试验结果见表1。

[0066] 对比例3

[0067] 具体实施方式与实施例3相同,区别仅在于把抑制剂水玻璃用量改为200g/t,得到的试验结果见表1。

[0068] 对比例4

[0069] 具体实施方式与实施例4相同,区别仅在于把活化剂硫酸铜用量改为50g/t,得到的试验结果见表1。

[0070] 表1实施例1~4及对比例1~4中镍钼铀矿选冶分离试验结果

产品 实施例	镍回收率 (%)	钼回收率 (%)	铀浸出率 (%)	铀回收率 (%)
实施例 1	80.46	81.54	96.15	91.85
实施例 2	80.35	81.77	96.52	91.73
[0071] 实施例 3	81.03	82.10	96.47	92.01
实施例 4	80.87	81.95	96.84	91.55
对比例 1	80.53	81.33	89.85	83.24
对比例 2	80.11	81.64	93.55	89.24
对比例 3	72.14	74.64	96.32	90.41
对比例 4	75.51	77.22	96.53	90.18

[0072] 由上述实验数据可知,本发明提供的分离方法能够有效分离回收镍钼和铀,高效选冶分离处理镍钼铀矿,回收得到的镍和钼的回收率大于80%,铀的浸出率大于96%,铀回收率大于91%。

[0073] 以上所述仅是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

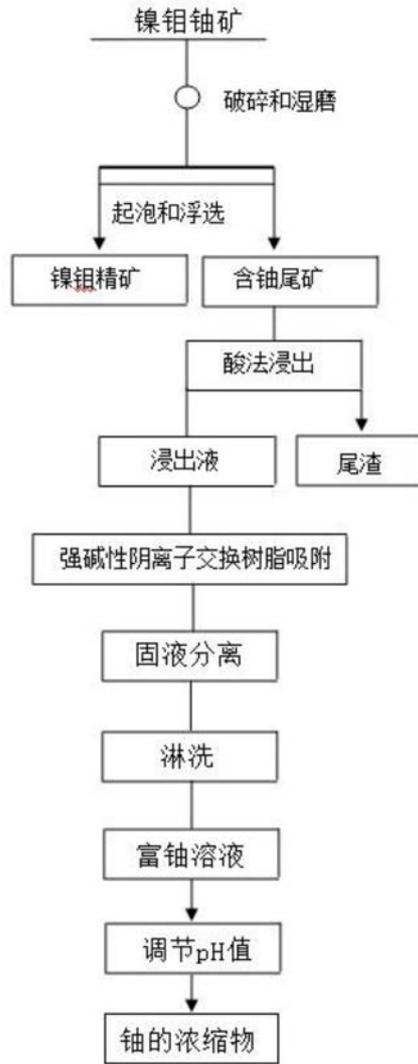


图1