



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108729891 B

(45) 授权公告日 2021.01.12

(21) 申请号 201810419967.1

(22) 申请日 2018.05.04

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 108729891 A

(43) 申请公布日 2018.11.02

(73) 专利权人 北京方圆天地油气技术有限
公司

地址 100000 北京市朝阳区王四营乡王四
营村41号B座212室

(72) 发明人 王建生

(74) 专利代理机构 北京慕达星云知识产权代理
事务所(特殊普通合伙)
11465

代理人 李冉

(51) Int.Cl.

E21B 43/16 (2006.01)

E21B 21/16 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 1361346 A, 2002.07.31

CN 105317411 A, 2016.02.10

CN 101709629 A, 2010.05.19

CN 105986771 A, 2016.10.05

CN 104088607 A, 2014.10.08

CN 102031945 A, 2011.04.27

US 7757770 B2, 2010.07.20

CN 104481462 A, 2015.04.01

CN 101435327 A, 2009.05.20

审查员 马琳

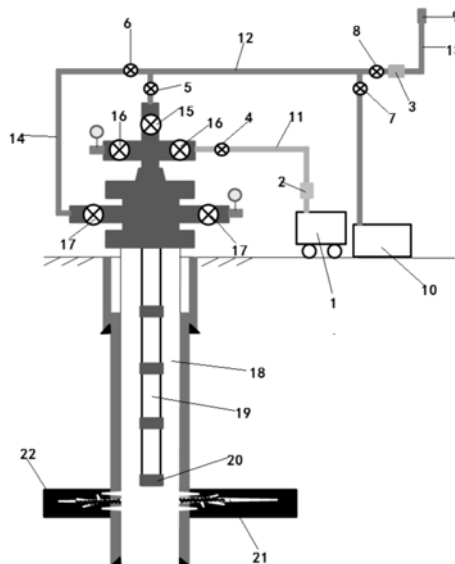
权利要求书1页 说明书6页 附图4页

(54) 发明名称

一种煤层气压裂堵塞井多回合压缩空气解
堵方法

(57) 摘要

本发明涉及煤层气开采领域的一种煤层气
压裂井煤粉堵塞的解堵方法,采用空压机把压缩
气从地面缓慢注入到已堵塞的煤层气井的井筒
内,并在井筒和煤层内形成一定的高压,然后开
启井口放喷阀门,快速释放井筒内的高压气体,
压裂缝中的堵塞物煤粉和砂粒就会松动并随压
缩空气移动到井筒,之后通过解堵管柱返排到地
面,如此多回合重复这一过程,压裂井煤粉堵塞
现象得到消除,气产量就会得到恢复,重要的是
不会对煤层造成破坏,具有很高的应用价值。



1. 一种煤层气压裂堵塞井多回合压缩空气解堵方法,其特征在于,包括以下步骤:

(1) 在井筒内下入油管作为解堵管柱,解堵管柱一端位于解堵目的层处,然后安装井口,之后连接地面管汇流程;

(2) 试压合格后,打开所述步骤(1)中的管汇流程中的注入控制阀门,同时开启井筒环空阀门,启动空压机,向井筒内持续注入压缩气;

(3) 关闭所述步骤(2)中的井筒环空阀门,之后继续向井筒内注入压缩气;

(4) 关停所述步骤(3)中注入压缩气的空压机,切换地面流程从注入模式到放喷模式,控制放喷阀门的开度,使压缩气从井口流出,并通过放喷流程流到煤粉收集罐中;

(5) 当观测到所述步骤(4)中井口压缩气气流明显减小,并且几乎没有液体和煤粉被带出井口时,关闭放喷阀门,结束解堵施工,进行转入求产测试;

(6) 待所述步骤(4)中求产测试结束后,通过井底捞砂把滞留井底固相颗粒清理干净,然后下入生产管柱,恢复排水采气生产;

所述步骤(1)中下入井筒内的油管上等距离安装一组旋流器;

所述步骤(3)中注入压缩空气的排量为 $2-5\text{m}^3/\text{min}$;

所述步骤(4)中井口放喷压缩气排量为 $300-500\text{m}^3/\text{min}$;

所述步骤(4)中的放喷流程是由油管放喷流程和套管放喷流程以及放喷火炬流程三部分组成;当放喷时,注入到井筒和煤层的压缩空气,连同地层水与煤粉和砂粒,通过解堵管柱和井口油管放喷阀门进入到油管放喷流程,通过第一流程切换阀门和第二流程切换阀门、地面管线进入煤粉收集罐体;当放喷的气体的甲烷浓度超过20%以上时,切换放喷流程第二流程切换阀门和第三流程切换阀门使气体通过第三流程切换阀门、管线到放喷火炬流程,并通过气体流量计对气流量进行测量,点燃火炬烧掉甲烷气体;套管放喷流程是由井口套管阀门、管线和第四流程切换阀门组成。

2. 根据权利要求1所述的一种煤层气压裂堵塞井多回合压缩空气解堵方法,其特征在于,在整个施工中要开启防爆风扇。

3. 根据权利要求1-2任一项所述的一种煤层气压裂堵塞井多回合压缩空气解堵方法的应用,其特征在于,用于常规天然气井,致密气井,页岩气井,煤层气井的井底积液排出。

4. 根据权利要求1所述的一种煤层气压裂堵塞井多回合压缩空气解堵方法,其特征在于,所述压缩气包括但不限于压缩空气。

5. 根据权利要求1所述的一种煤层气压裂堵塞井多回合压缩空气解堵方法,其特征在于,所述步骤(3)-(5)的注入-放喷过程重复多次,直到观测到井口没有大量的煤粉返出,以及气产量有较大增长。

6. 根据权利要求4-5任一项所述一种煤层气压裂堵塞井多回合压缩空气解堵方法的应用,其特征在于,用于常规油气井,煤层气井,致密砂岩油气井,水井堵塞现象的解堵。

一种煤层气压裂堵塞井多回合压缩空气解堵方法

技术领域

[0001] 本发明涉及煤层气开采技术领域,更具体的说是涉及一种煤层气压裂堵塞井多回合压缩空气解堵方法。

背景技术

[0002] 在煤层气勘探开发领域,通常采用钻探垂直井和丛式井通过水力压裂改造或钻探水平井通过分段水力压裂改造,以及在煤层中钻进各种样式不通过水力压裂改造的水平井眼来增大煤层暴露面积,通过排水降压采气,实现煤层气开采。排水降压采气是通过人工升举工艺,通常是用抽油机或螺杆泵把井筒内的水排到地面(油管排水),井筒液面下降,井底流压降低,这样,煤层中的水持续不断流地从煤层流向井筒并被抽水泵排出,与此同时,煤层储层的空隙压力就会降低,在煤层中就会由近及远产生压降漏斗,并持续向煤层中扩大,当煤储层空隙压力低于甲烷临界解析压力时,吸附在煤层内的甲烷(煤颗粒表面吸附的甲烷分子)开始解析,并通过煤层裂缝渗流到井筒,再沿井环空流到井口产气(套管产气)。压降漏斗越大,煤储层压力降的越低,产气量就会越大。在煤层气开发过程中,煤粉是制约煤层气井产气量大小和正常排采生产的关键因素。煤粉存在与产生主要原因有三,一是煤层是破碎严重的构造煤,煤层本身就存在大量的煤粉;二是由于煤层的强度低,易破碎,水力压裂改造会造成煤层结构的严重破坏,导致大量煤粉产生;三是随着排水采气的持续进行,煤层空隙压力持续降低,煤层应力释放也会产生煤粉。在排水降压采气过程中,一部分煤粉就会随着气水流动移动到井筒并被排采泵排出地面,一部分煤粉会沉积在人工裂缝内压裂砂粒之间的空隙内,堵塞煤层中作为导流通道的水力压裂缝,致使甲烷气体和水无法顺畅地通过水力压裂缝流到井筒,造成产气量降低。在水平分段压裂井中,煤粉不仅堆积堵塞压裂缝,而且在水平井眼的低凹处沉淀堆积下来,堵塞水平井眼,造成甲烷气体和地层水无法流到井筒和排采泵所处的井段,使气水产量严重下降。严重的煤粉堵塞现象甚至造成压裂煤层井没有持续生产的经济价值。煤粉在进入井筒后,也会堆积在排采泵所处的井段,一定时间后,煤粉(有时与回吐的压裂砂一起)堆积造成排采泵堵塞或被埋卡,煤层气井的气水产量逐渐下降或造成煤层气井停产。

[0003] 目前清除井眼内堵塞煤粉的方法,是在井筒内下入清洗管柱,用泵车向井筒注入清水,通过正循环或反循环的洗井工艺,实现井筒疏通,并把造成井眼堵塞的煤粉通过清水携带到地面,消除井眼堵塞,恢复排水产气。该方法的优点是工艺简单,井筒清洗彻底,费用低廉。其缺点是不能够对煤层中煤粉堵塞的裂缝进行疏通和解堵,甚至会造成再次堵塞,原因是煤层经过一段时间的排水采气,煤储层压力亏空,洗井时,清水会大量进入地层,同时把沉积下来的煤粉重新带入煤层,堵塞作为气水流动通道的人工裂缝,由于地层压力亏空,驱动力小,煤粉一旦被重新带入煤层,就很难再被排出,从而造成更严重的堵塞,亏空严重的煤粉堵塞井,洗井液体甚至无法返出地面,造成洗井施工失败。水平井眼堵塞的解堵方法,是在水平井井筒上部井段,下入油管,从地面用注氮泵车,向井筒大排量大体量地注入压缩氮气,并间歇注入泡沫液体,并在井筒内建立起较高的压力,来疏通堵塞井眼,然后

打开油管放喷阀门,井眼内疏通后的堵塞煤粉就会随高速流体返排到地面,进而实现堵塞井眼的疏通与解堵,恢复水平井的气水产量。该方法的优点是氮气对煤层的伤害较小,放喷流速大,携带煤粉能力较强,对地层压力没有严重亏空的煤层气井效果较好,部分恢复煤层气井的气产量;其缺点是工艺复杂,占用施工设备多,费用高,高压和大排量注入氮气造成煤粉回流并堵塞煤层中的裂缝,尤其是对煤层压力亏空的煤层气井,会造成严重的二次堵塞,甚至没有任何效果。

[0004] 当前,绝大多数煤层气开采井是水力压裂改造的垂直井(和水平分段压裂井,这种煤层气井煤粉堵塞的现象普遍存在,致使大多数煤层气井的产气量较低,不具有商业开采价值,但是目前仍然没有一个更有效的解堵方法,来处理这些低产的煤层气井,使煤层气压裂井恢复商业开采价值。

发明内容

[0005] 有鉴于此,本发明提供了一种煤层气压裂堵塞井多回合压缩空气解堵方法,克服了清水洗井疏通不能够对压裂井煤层中已被煤粉堵塞的裂缝进行疏通和解堵,地层压力亏空造成洗井液携带煤粉进入煤层所造成二次堵塞的缺点,解决了高压氮气解堵方法对煤层压力亏空的煤层气堵塞井效果较差,施工费高,占用施工设备多的等问题,降低施工低成本,可对煤层压力亏空井进行高效解堵,达到恢复甚至增加堵塞井气产量的目标,使大多数低产煤层气井具有商业开采价值。

[0006] 为了实现上述目的,本发明采取以下技术手段。

[0007] 一种煤层气压裂堵塞井多回合压缩空气解堵方法,其特征在于,包括以下步骤:

[0008] (1) 在井筒内下入油管作为解堵管柱,解堵管柱紧靠解堵目的层,然后安装好井口,连接好地面管汇流程;

[0009] (2) 试压合格后,打开所述步骤(1)中的管汇流程中的注入控制阀门,同时开启井筒环空阀门,启动空压机,向井筒内持续注入压缩气;

[0010] (3) 关闭所述步骤(2)中的井筒环空阀门,之后继续向井筒内注入压缩气;

[0011] (4) 关停所述步骤(3)中注入压缩气的空压机,切换地面流程从注入模式到放喷模式,控制放喷阀门的开度,使压缩气从井口流出,并通过放喷流程流到煤粉收集罐中;

[0012] (5) 当观测到所述步骤(4)中井口压缩气气流明显减小,并且几乎没有液体和煤粉被带出井口时,关闭放喷阀门,结束解堵施工,进行转入求产测试;

[0013] (6) 待所述步骤(4)中求产测试结束后,通过井底捞砂把滞留井底固相颗粒清理干净,然后下入生产管柱,恢复排水采气生产。

[0014] 优选的,在整个施工中要开启防爆风扇。

[0015] 上述优选技术方案的有益效果是:开启防爆风扇,吹散可能聚集的可燃甲烷气体,确保施工安全。

[0016] 优选的,所述步骤(1)中下入井筒内的油管上等距离安装一组旋流器。

[0017] 上述优选技术方案的有益效果是:旋流器是一种能使流体进行旋流的一种装置,其内部结构是一与轴线成 45° 夹角,螺距为195mm,顺时针旋向的钢质螺旋片与外壳无缝焊接的一种装置,当放喷时,旋流器迫使通过的压缩空气作旋流运动,增大压缩空气的携带煤粉和砂粒的能力,降低井底煤粉沉淀堆积和井底积液滞留以及解堵管柱的堵塞的几率,提

高了解堵施工效率和成功率,一组旋流器是由若干个旋流器等间距地安装在油管上,起到逐级接力旋流作用,经过逐级旋流的压缩空气,就会更有效地把煤粉以及回吐的压裂砂粒携带到地面的煤粉收集罐。

[0018] 优选的,所述压缩气包括但不限于压缩空气。

[0019] 上述优选技术方案的有益效果是:其它压缩气体相比,压缩空气取材便利,节约作业成本。

[0020] 优选的,所述步骤(3)中注入压缩空气的排量为 $2-5\text{m}^3/\text{min}$ 。

[0021] 上述优选技术方案的有益效果是:较小的压缩空气注入流速目的是避免扰动煤粉,并避免沉积在压裂缝的煤粉随注入的压缩空气重新回流到压力亏空煤层之中,并在亏空煤层中缓慢建立起一定的压力,部分恢复已亏空的煤层能量,当放喷时,这一压力能够驱动煤粉离开堵塞位置。

[0022] 优选的,所述步骤(4)中井口放喷压缩气排量为 $300-500\text{m}^3/\text{min}$ 。

[0023] 上述优选技术方案的有益效果是:较高的流速释放井内的压缩空气,其作用一是快速在井底建立较大的压力差,在这一压力驱使下,压裂缝和井眼堵塞段的堵塞物就会松动并离开堵塞位置,二是提高压缩空气在煤层裂缝和井眼以及解堵管柱内的流速,并有足够的能量把已松动的堵塞物携带离开堵塞位置并向移动到井筒,随高速流动的压缩空气通过解堵管柱返排到地面煤粉收集罐体,三是在压力亏空煤层多次重复建立较高的压力与快速释放已建立起煤层的压力这一操作,起到对煤层的激励震荡作用,有利于改善微裂缝渗流效果,这些综合作用起到了消除了压裂煤层气井的堵塞现象,同时也改善了煤层的渗流效果,使堵塞井的产量得到恢复和增产。

[0024] 优选的,所述步骤(3)-(5)的注入-放喷过程重复多次,直到观测到井口没有大量的煤粉返出,以及气产量有较大增长。

[0025] 上述优选技术方案的有益效果是:多回合的由弱到强的注入-喷出操作,堵塞消除现象就会由井筒附近的大裂缝扩展到离煤层较远的小裂缝,从轻微堵塞的位置扩展到堵塞严重的位置,堵塞物被高速流动的压缩空气驱离堵塞位置进入井筒,通过解堵管柱携带到地面,进入到煤粉收集罐,如此反复进行注入压缩空气和放喷操作,就会使压裂煤层气井的堵塞现象得到彻底解决,这种逐次增加注入强度的操作方法,对压力亏空煤层的二次伤害会降到最小,产气量得到更大的恢复。

[0026] 本发明的另一个目的是提供一种煤层气压裂堵塞井多回合压缩空气吞吐解堵方法的应用,即将该方法用于常规天然气井,致密气井,页岩气井,煤层气井的井底积液排出。

[0027] 另一种本发明一种煤层气压裂堵塞井多回合压缩空气吞吐解堵方法的应用,用于常规油气井,煤层气井,致密砂岩油气井,水井堵塞现象的解堵。

[0028] 综上所述,与现有技术相比,本发明的有益效果是:采用压缩空气的注入-喷出操作,使堵塞堵塞在煤层压裂缝中的堵塞物煤粉和砂石在高压及瞬间释压状态下松动并移出至井筒随后随压缩空气通过解堵管柱排出至地面煤粉收集罐,并且采用多回合的由弱到强反复注入-喷出操作,使压裂煤层气井的堵塞现象得到彻底解决,这种逐次增加注入强度的操作方法,对压力亏空煤层的二次伤害会降到最小,产气量得到更大的恢复,重要的是工艺简单,占用施工设备少且费用低廉,具有良好的解堵效果和很高的应用价值。

附图说明

- [0029] 图1为本发明现场施工状态示意图；
[0030] 图2为垂直压裂井压缩空气注入状态示意图；
[0031] 图3为垂直压裂井压缩空气和煤粉放喷状态示意图；
[0032] 图4为水平分压裂井段压缩空气注入状态示意图；
[0033] 图5为水平分压裂井段压缩空气和煤粉放喷状态示意图。

具体实施方式

[0034] 下面对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

[0035] 本发明一种煤层气压裂堵塞井多回合压缩空气吞吐解堵方法，采用如下步骤：

[0036] (1) 在井筒内下入油管19作为解堵管柱，解堵管柱紧靠解堵目的层，然后安装好井口，连接好地面管汇流程；

[0037] (2) 试压合格后，打开步骤(1)中的管汇流程中的注入控制阀门4，同时开启井筒环空阀门17，启动空压机1，向井筒内持续注入压缩气，使环空内的残余甲烷气体被注入的压缩气置换；

[0038] (3) 井筒内的甲烷气体排净后关闭步骤(2)中的井筒环空阀门17，之后持续向井筒内以2-5m³/min排量的速度缓慢向井筒内注入压缩气；

[0039] (4) 当井筒建立起一定压力时，关停步骤(3)中注入压缩气的空压机，切换地面流程从注入模式到放喷模式，控制井口油管放喷阀门15的开度，控制压缩气排量为300-500m³/min，使压缩气从井口流出，并通过放喷流程流到煤粉收集罐10中；

[0040] (5) 当观测到步骤(4)中井口压缩气气流明显减小，并且几乎没有液体和煤粉被带出井口时，关闭井口油管放喷阀门15，结束解堵施工，进行转入求产测试；

[0041] (6) 待所述步骤(4)中求产测试结束后，通过井底捞砂把滞留井底的固相颗粒清理干净，然后下入生产管柱，恢复排水采气生产。

[0042] 下面将结合附图对具体的实施方式进行进一步说明。

[0043] 如图1所示，地面流程是由压缩空气注入流程和放喷流程组成，注入流程是由空压机1，单流阀2和注入控制阀门4，注入管线11组成。当注入压缩空气时，打开注入系统控制阀门4和井口油管阀门16，启动空压机1，压缩空气就通过单流阀2，沿注入管线11和注入控制阀门4以及井口油管阀门16进入解堵管柱19和井筒18以及煤层22中的压裂缝21。

[0044] 放喷流程是由油管放喷流程和套管放喷流程以及放喷火炬流程三部分组成。当放喷时，注入到井筒18和煤层22的压缩空气，连同地层水与煤粉23和砂粒24，通过解堵管柱19和井口油管放喷阀门15进入到油管放喷流程，通过第一流程切换阀门5和第二流程切换阀门7，地面管线12进入煤粉收集罐体10。当放喷的气体的甲烷浓度超过20%以上时，切换放喷流程第二流程切换阀门7和第三流程切换阀门8使气体通过第三流程切换阀门8，管线13到放喷火炬流程，并通过气体流量计3对气流量进行测量，点燃火炬9烧掉甲烷气体，减少污染和消除地面甲烷聚集所造成的安全隐患。套管放喷流程是由井口套管阀门17，管线14，和

第四流程切换阀门6组成,需要时,可随时切换到油管放喷流程和放喷火炬流程。

[0045] 如图1,2,4所示,解堵管柱19,是由外径为73mm油管和若干个内径与油管19相同的一组旋流器20组成,它是解堵介质压缩空气的流动通道。在注入时,压缩空气25通过解堵管柱19缓慢注入煤层22。在放喷时,已松动的堵塞物煤粉23和砂粒24从堵塞位置被压缩空气25驱离并移动至井筒18,通过解堵管柱19返排到地面煤粉收集罐10中,实现解堵的目的。

[0046] 如图1,2,3,4,5所示,旋流器20能使流体进行旋流,其内部结构是一与轴线成 45° 夹角,螺距为195mm,顺时针旋向的钢质螺旋片与外壳无缝焊接的一种装置。当放喷时,旋流器20迫使通过的压缩空气25作旋流运动,增大压缩空气25的携带煤粉23和砂粒24的能力。一组旋流器是由若干个旋流器20等间距地安装在油管19上,起到逐级接力旋流作用,经过逐级旋流的压缩空气25,就会更有效地把煤粉23和砂粒24携带到地面的煤粉收集罐10。

[0047] 如图1,2,3,4,5所示,压缩空气25,是用空压机1把空气进行压缩用来作为解堵介质,其作用一是为堵塞煤粉23和砂粒24的松动和移动提供能量,二是作为堵塞物质煤粉23和砂粒24的载体,把煤粉23和砂粒24从堵塞的压裂缝21和水平井眼的堵塞位置26携带到地面。

[0048] 如图1,2,4所示,缓慢注入压缩空气,是以排量 $3-5\text{m}^3/\text{min}$ 注入压缩空气25,较小的压缩空气25注入流速目的是避免扰动煤粉23,并避免沉积在压裂缝21的煤粉23随注入的压缩空气25重新回流到煤层22之中,并在煤层22中缓慢建立起一定的压力,部分恢复煤层22的能量,当放喷时,这一压力能够驱动煤粉23离开堵塞位置压裂缝21。

[0049] 如图1,3,5所示,快速放喷返排,是在井口以较高的流速即排量为 $300-500\text{m}^3/\text{min}$ 的速度释放井内的压缩空气25,其作用一是快速在井底建立较大的压力差,在这一压力驱使下,压裂缝21和井眼堵塞段26中的堵塞物煤粉23和砂粒24就会松动并离开堵塞位置压裂缝21和井眼堵塞段26;二是提高压缩空气25在煤层压裂缝21和井眼18以及解堵管柱19内的流速,并有足够的能量把已松动的堵塞物煤粉23和砂粒24携带离开堵塞位置压裂缝21和井眼堵塞段26并移动到井筒18,随高速流动的压缩空气25通过解堵管柱19返排到地面煤粉收集罐10;三是在压力亏空的煤层22多次重复建立较高的压力与快速释放已建立起的煤层22的压力这一操作,起到对煤层22的激励震荡作用,有利于改善微裂缝的渗流效果。这些综合作用起到了消除了压裂煤层气井的堵塞现象,同时也改善了煤层的渗流效果,使堵塞井的产量得到恢复和增产。

[0050] 如图1,2,3,4,5所示,多回合吞吐即多次重复小排量即 $3-5\text{m}^3/\text{min}$ 的速度注入和快速大排量即 $300-500\text{m}^3/\text{min}$ 放喷压缩空气25这一操作。当以这一小排量向井筒18内注入一定量压缩空气25后,此时在井筒18和煤层22中的裂缝21建立起一定的压力,然后打开井口放喷阀门15,快速释放井筒18内的压缩空气25的这一多次重复的注入和放喷操作。多回合的由弱到强的注入-放喷操作,堵塞消除现象就会由井筒18附近的大的压裂缝21扩展到离井筒较远的小的压裂缝21,从轻微堵塞的位置扩展到堵塞严重的位置,堵塞物煤粉23和砂粒24被高速流动的压缩空气25驱离堵塞位置压裂缝21和井眼堵塞段26进入井筒18,通过解堵管柱19携带到地面,进入到煤粉收集罐10。如此反复进行注入和放喷操作,使压裂煤层气井的堵塞现象得到彻底解决,并且这种逐次增加吞吐强度的操作方法,对压力亏空的煤层22的二次伤害会降到最小,产气量得到更大的恢复。

[0051] 本说明书中各个实施例采用递进的方式描述,每个实施例重点说明的都是与其他

实施例的不同之处,各个实施例之间相同相似部分互相参见即可。对于实施例公开的装置而言,由于其与实施例公开的方法相对应,所以描述的比较简单,相关之处参见方法部分说明即可。

[0052] 对所公开的实施例的上述说明,使本领域专业技术人员能够实现或使用本发明。对这些实施例的多种修改对本领域的专业技术人员来说将是显而易见的,本文中所定义的一般原理可以在不脱离本发明的精神或范围的情况下,在其它实施例中实现。因此,本发明将不会被限制于本文所示的这些实施例,而是要符合与本文所公开的原理和新颖特点相一致的最宽的范围。

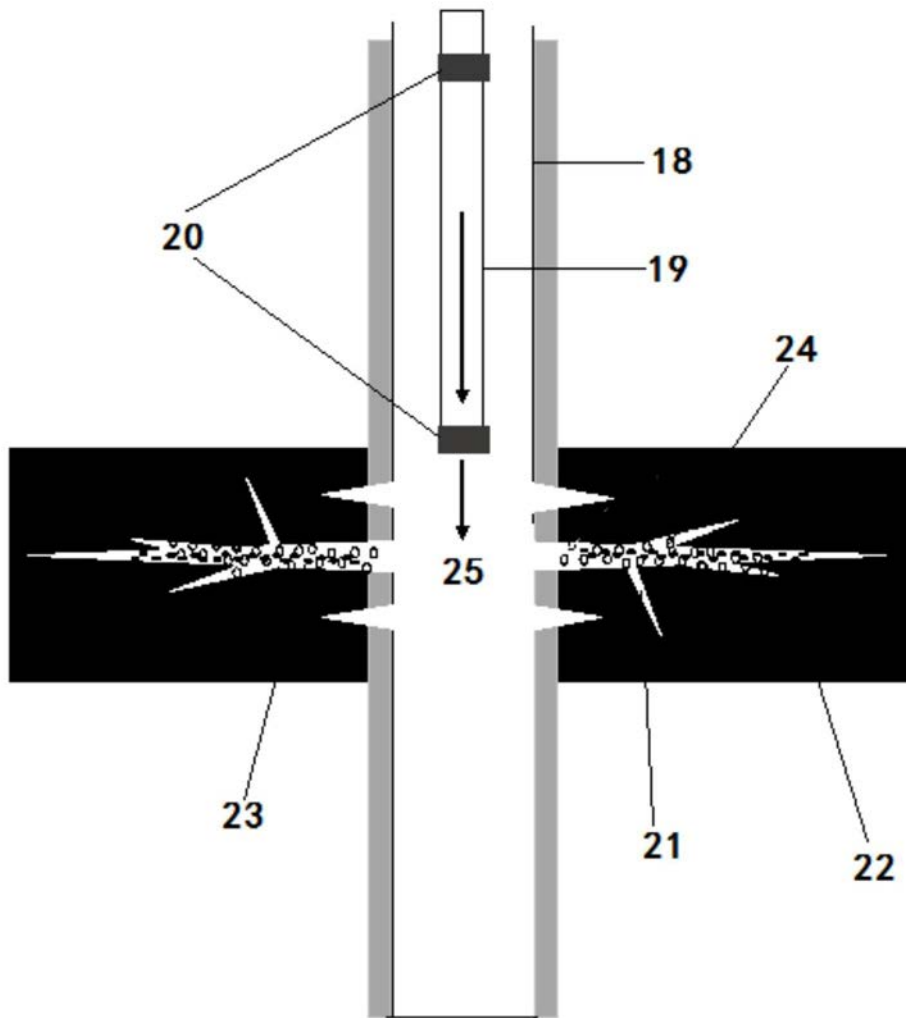


图2

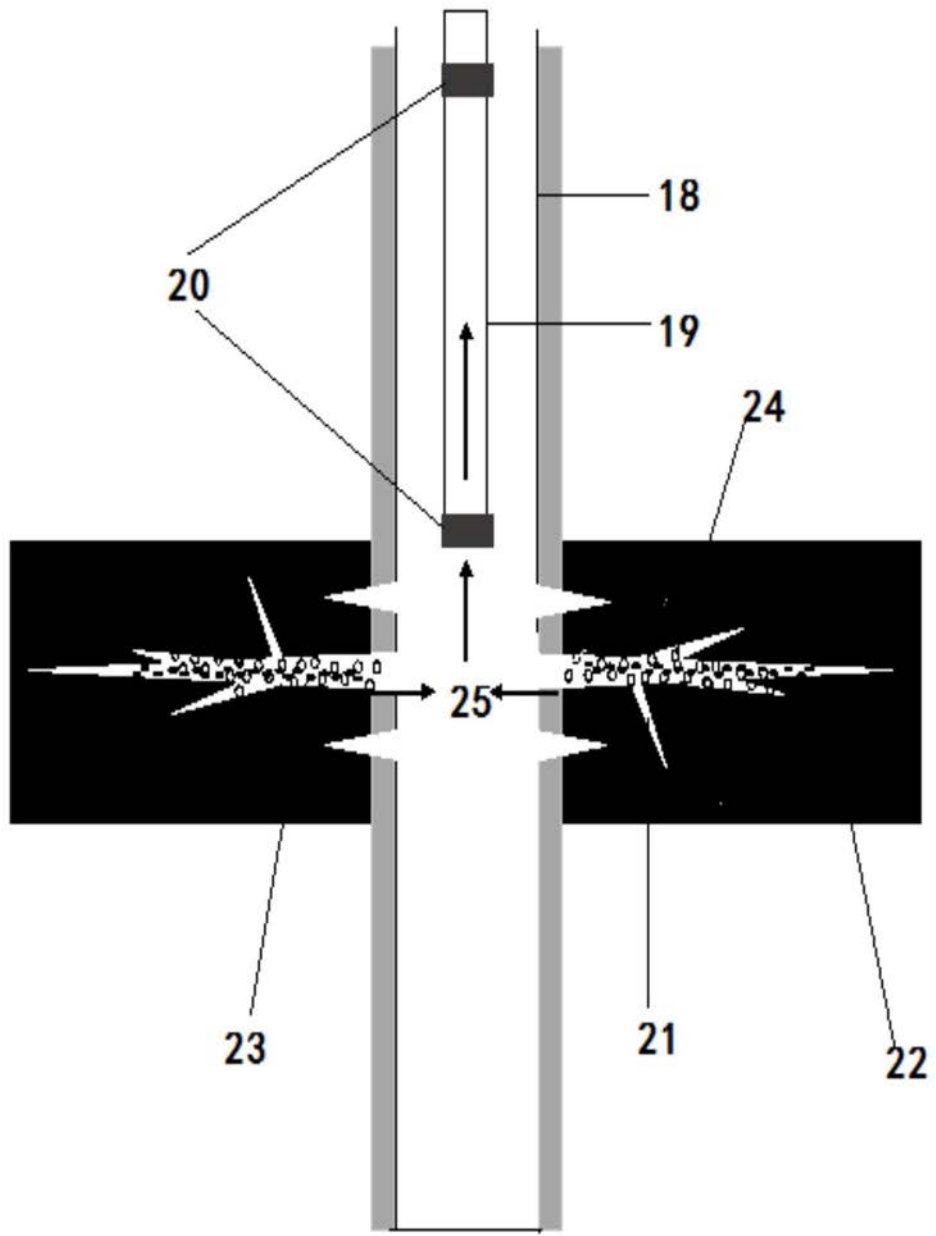


图3

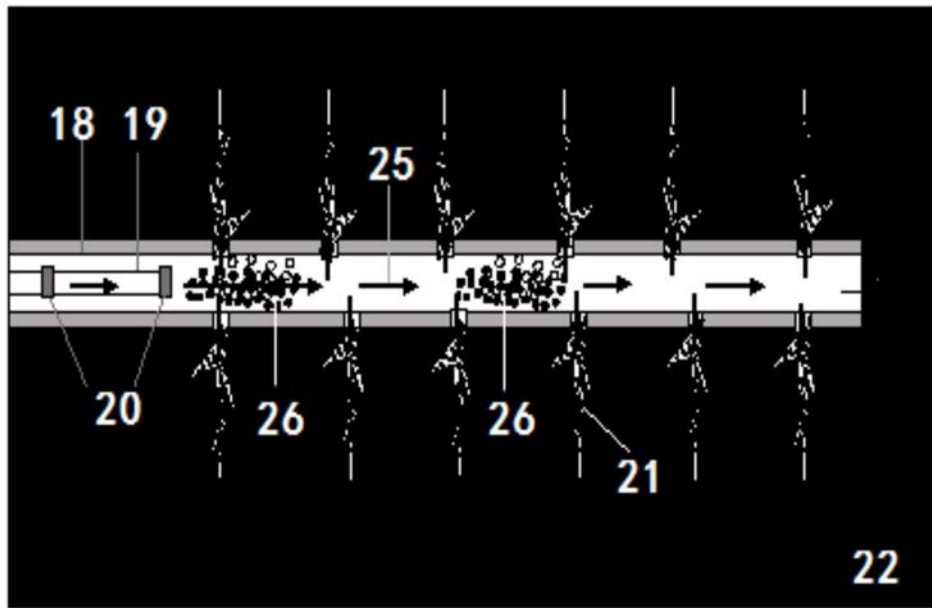


图4

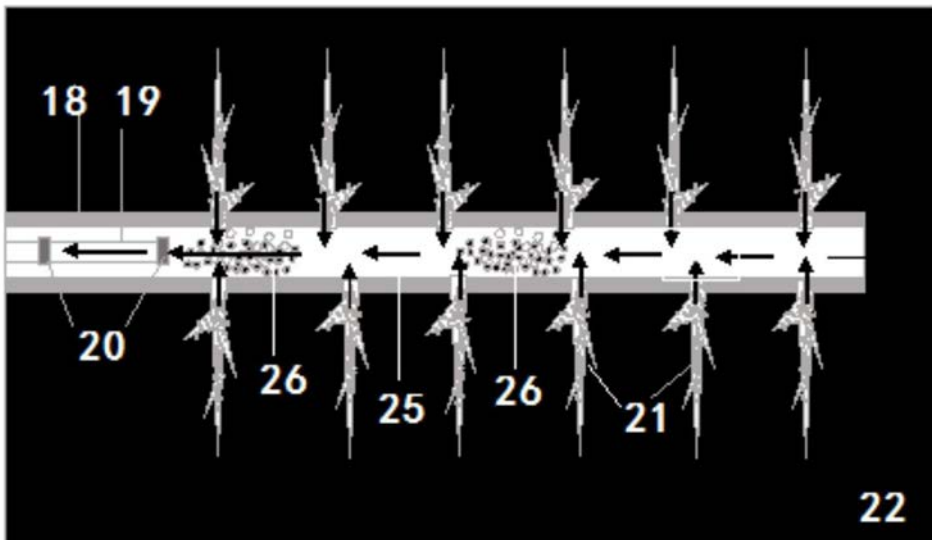


图5