

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103061712 A

(43) 申请公布日 2013. 04. 24

(21) 申请号 201210567644. X

(22) 申请日 2012. 12. 24

(71) 申请人 中国石油大学(北京)

地址 102249 北京市昌平区府学路 18 号

(72) 发明人 宋先知 李根生 黄中伟 田守嶙

史怀忠 王海柱 蔡承政

(74) 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127

代理人 董惠石

(51) Int. Cl.

E21B 37/06(2006. 01)

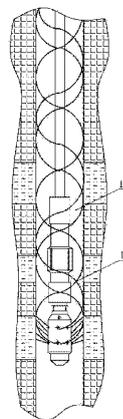
权利要求书2页 说明书8页 附图6页

(54) 发明名称

一种解除油气井近井地带污染的旋流酸洗方法及装置

(57) 摘要

本发明涉及一种旋流酸洗方法及装置,其中,所述装置具有自上而下依次相连接的扶正器、旋转控制器、喷枪,喷枪能转动地与所述旋转控制器相连接,喷枪为中空柱状体,其中部为圆柱体,前部、后部分别形成为直径渐缩的平截面圆锥体,前部的平截面圆锥体的前端形成一内锥孔;喷枪中部侧壁上均布有多个侧向喷射孔,侧向喷射孔为偏心设置,在流体的作用下喷枪能自动旋转;喷枪后部设有后向喷射孔,产生的后向射流有利于悬浮井筒沉积物和从井壁上脱落的泥饼,防止在井筒内沉积。本发明的方法不仅能增大酸洗液对井壁的径向冲击作用,提高酸液的渗流压差,增加酸液的作用深度和效果,还能增强酸液对井筒内沉积物的清洗悬浮效果,提高井筒附近地层的渗透率。



1. 一种旋流酸洗装置,其特征在于,所述旋流酸洗装置具有自上而下依次相连接的扶正器、旋转控制器、喷枪,所述酸洗装置的上部通过接箍与连续油管固定连接;所述喷枪能转动地与所述旋转控制器相连接,所述喷枪为中空柱状体,其中部为圆柱体,前部、后部分别形成直径渐缩的平截面圆锥体,且前部的平截面圆锥体的前端形成一内锥孔;所述喷枪中部侧壁上均布有多个侧向喷射孔,所述侧向喷射孔为偏心设置,在流体的作用下所述喷枪能自动旋转;所述喷枪后部设有后向喷射孔。

2. 如权利要求1所述的旋流酸洗装置,其特征在于,所述喷枪侧壁上设有多个喷射层,每个喷射层设有4-6个均布的所述侧向喷射孔;所述侧向喷射孔的出口内径为3-6mm,其轴线距所述喷枪中心线的偏心距离相等,为喷枪内径的0.25-0.5倍。

3. 如权利要求1所述的旋流酸洗装置,其特征在于,所述侧向喷射孔的轴线与所述喷枪外表面交点处的切线之间的夹角为 50° - 70° 。

4. 如权利要求1所述的旋流酸洗装置,其特征在于,所述侧向喷射孔的轴线所述喷枪中心线的平行线夹角为 60° - 80° ,且所述侧向喷射孔的喷出口向所述喷枪的后部倾斜。

5. 如权利要求1所述的旋流酸洗装置,其特征在于,所述喷枪后部设有两个后向喷射孔,所述后向喷射孔以 180° 相位角设置所述喷枪后部的中段,其喷射孔出口内径3-6mm,所述后向喷射孔的轴线与所述喷枪的中心线相交,其形成 45° - 60° 的夹角,所述后向喷射孔的喷出口方向向后倾斜,其轴线与所述喷枪后部平截面圆锥体的母线夹角为 70° - 90° 。

6. 一种解除油气井近地带污染的旋流酸洗方法,包括:

1) 根据储层特征和油气藏特性,确定酸洗作业层段;

2) 通过连续油管将连接在其下部的如权利要求1至5任一项所述的旋流酸洗装置下至井筒内需要进行酸洗作业层段的最底部,酸洗作业按照从下到上的顺序逐级进行;

3) 向所述喷枪内投球,该球能封闭所述喷枪前端的内锥孔构成单向阀;

4) 向连续油管和环空内注入酸洗液;

5) 当酸洗液进入旋流酸洗装置时,由所述侧向喷射孔喷出的射流推动所述喷枪自动旋转,同时偏心射流冲击井壁,产生非均匀漫流场,从而形成环空旋流场,在所述环空旋流场的作用下,使井壁上的泥饼脱落;

6) 在每个层段的酸洗作业过程中,以规定的回收速度回收所述连续油管,使得所述连续油管带动所述旋流酸洗装置向上移动,直至完成该层段的酸洗作业;同时,后向喷射孔的持续喷射作用有利于悬浮井筒内沉积物及脱落的泥饼;

7) 当完成一个层段的酸洗作业后,通过所述连续油管将所述旋流酸洗装置提升到下一层段的最底部,重复上述步骤,直至完成整个酸洗作业层段的酸洗作业。

7. 如权利要求6所述的解除油气井近地带污染的旋流酸洗方法,其特征在于,偏心设置的所述侧向喷射孔喷出的射流其中一部分径向冲击井壁,使井壁上的泥饼破碎,另一部分沿切向作用于所述环空内的酸洗液,形成所述环空旋流场,在所述环空旋流场的切向力的作用,破碎的所述泥饼能从井壁上脱落。

8. 如权利要求6或7所述的解除油气井近地带污染的旋流酸洗方法,其特征在于,当所述泥饼脱落后,所述侧向喷射孔继续喷出的酸洗液中的径向射流能进入井壁周围的地层内,疏通近井地带渗流通道,实现酸洗解堵。

9. 如权利要求6或8所述的解除油气井近地带污染的旋流酸洗方法,其特征在于,当环

空内的压力大于地层压力时,所述酸洗液能渗入地层内,清除孔隙或裂缝中的堵塞物质,增强地层的导流能力。

10. 如权利要求 6 或 7 所述的解除油气井近地带污染的旋流酸洗方法,其特征在于:所述酸洗液内的注酸强度在 $0.1-0.3\text{m}^3/\text{m}$ 之间;所述连续油管排量为 $0.16-0.48\text{m}^3/\text{m}$;所述环空内注入的酸洗液量为油管排量的 $60\%-100\%$,且井底压力低于储层破裂压力;拖动所述连续油管的速度在 $1.0-2.0\text{m/s}$ 之间。

一种解除油气井近井地带污染的旋流酸洗方法及装置

技术领域

[0001] 本发明涉及油气田增产改造技术领域,尤其是一种将旋转射流与普通酸洗技术相结合,实现解除油气井近井地带污染的旋流酸洗方法及酸洗装置。

背景技术

[0002] 过去 20 年,水平井在勘探、开发、生产中的应用得到快速发展。水平井可以增加井筒与油层的接触面积、提高油气的产量和最终的采收率。但是水平井由于工作液长时间大面积与储层接触,其固相和液相进入井壁周围地层,受到的污染和伤害也比较严重,这必然会对地层造成伤害,形成大面积污染带,导致近井地带油层堵塞,水平井产能下降,影响水平井开发的效果。因此,在某些水平井的开发过程中需采用酸洗解堵处理措施,疏通近井地带渗流通道,恢复和提高油气井产能。

[0003] 近些年来,由于水平段的长度不断增加,采用传统的笼统布酸技术不仅酸液用量大,而且酸液容易集中消耗在某个井段,很难实现全水平井段的均匀布酸。

[0004] 但采用一般的定点酸洗作业,即通过工作管柱(通常是连续油管)末端的固定井下装置实现对某个井段的定点酸洗,虽然能够实现水平井的定点酸洗作业,节约酸液使用量,但是酸液与井壁的反应接触面积在一定程度上受到了限制,并且冲击到井壁上酸射流产生的切向剪切作用有限,不能对钻井液泥饼形成较强的剪切作用,影响钻井液泥饼的解除,因此酸洗效果并不是十分理想。

[0005] 有鉴于公知技术存在的缺陷,本发明人根据多年从事本领域和相关领域的生产设计经验,研制出本发明的解除油气井近井地带污染的旋流酸洗方法及酸洗装置,实现对水平井段的定点酸洗作业,节约酸液使用量,提高了酸洗解堵效率。

发明内容

[0006] 本发明的目的是提供一种解除油气井近井地带污染的旋流酸洗方法及装置,以克服公知的笼统布酸方法和常规定点酸洗方法在水平井中酸洗解堵应用中存在的问题,将旋转射流和普通酸洗方法相结合,提高水平井近井污染带的解除效率。

[0007] 为此,本发明提出一种旋流酸洗装置,具有自上而下依次相连接的扶正器、旋转控制器、喷枪,所述酸洗装置的上部通过接箍与连续油管固定连接;所述喷枪能转动地与所述旋转控制器相连接,所述喷枪为中空柱状体,其中部为圆柱体,前部、后部分别形成为直径渐缩的平截面圆锥体,且前部的平截面圆锥体的前端形成一内锥孔;所述喷枪中部侧壁上均布有多个侧向喷射孔,且所述侧向喷射孔为偏心设置,在流体的作用下所述喷枪能自动旋转;所述喷枪后部设有后向喷射孔,喷射出的后向射流有利于悬浮井筒沉积物和井壁上脱落泥饼,防止其在井筒内沉积。

[0008] 如上所述的旋流酸洗装置,其中,所述喷枪侧壁上设有多个喷射层,每个喷射层设有 4-6 个均布的所述侧向喷射孔;所述侧向喷射孔的出口内径为 3-6mm,其轴线距所述喷枪中心线的偏心距离相等,为喷枪内径的 0.25-0.5 倍。

[0009] 如上所述的旋流酸洗装置,其中,所述侧向喷射孔的轴线与所述喷枪外表面交点处的切线之间的夹角为 50° – 70° 。

[0010] 如上所述的旋流酸洗装置,其中,所述侧向喷射孔的轴线所述喷枪中心线的平行线夹角为 60° – 80° ,且所述侧向喷射孔的喷出口朝向所述喷枪的后部倾斜。

[0011] 如上所述的旋流酸洗装置,其中,所述喷枪后部设有两个后向喷射孔,所述后向喷射孔以 180° 相位角设置所述喷枪后部的中段,其喷射孔出口内径 3–6mm,所述后向喷射孔的轴线与所述喷枪的中心线相交,其形成 45° – 60° 的夹角,所述后向喷射孔的喷出口方向向后倾斜,其轴线与所述喷枪后部平截面圆锥体的母线夹角为 70° – 90° 。

[0012] 本发明还提出一种解除油气井近地带污染的旋流酸洗方法,包括:

[0013] 1) 根据储层特征和油气藏特性,确定酸洗作业层段;

[0014] 2) 通过连续油管将连接在其下部的如上所述的旋流酸洗装置下至井筒内需要进行酸洗作业层段的最底部,酸洗作业按照从下到上的顺序逐级进行;

[0015] 3) 向所述喷枪内投球,该球能封闭所述喷枪前端的内锥孔构成单向阀;

[0016] 4) 向连续油管和环空内注入酸洗液;

[0017] 5) 当酸洗液进入旋流酸洗装置时,由所述侧向喷射孔喷出的射流推动所述喷枪自动旋转,同时偏心射流冲击井壁,产生非均匀漫流场,从而形成环空旋流场,在所述环空旋流场的作用下,使井壁上的泥饼脱落;

[0018] 6) 在每个层段的酸洗作业过程中,以规定的回收速度回收所述连续油管,使得所述连续油管带动所述旋流酸洗装置向上移动,直至完成该层段的酸洗作业;同时,后向喷射孔的持续喷射作用有利于悬浮井筒内沉积物及脱落的泥饼,防止其在井筒内沉积;

[0019] 7) 当完成一个层段的酸洗作业后,通过所述连续油管将所述旋转酸洗装置提升到下一层段的最底部,重复上述步骤,直至完成整个酸洗作业层段的酸洗作业。

[0020] 如上所述的解除油气井近地带污染的旋流酸洗方法,其中,偏心设置的所述侧向喷射孔喷出的射流其中一部分径向冲击井壁,使井壁上的泥饼破碎,另一部分沿切向作用于所述环空内的酸洗液,形成所述环空旋流场,在所述环空旋流场的切向力的作用,破碎的所述泥饼能从井壁上脱落。

[0021] 如上所述的解除油气井近地带污染的旋流酸洗方法,其中,当所述泥饼脱落后,所述侧向喷射孔继续喷出的酸洗液中的径向射流能进入井壁周围的地层内,疏通近井地带渗流通道,实现酸洗解堵。

[0022] 如上所述的解除油气井近地带污染的旋流酸洗方法,其中,当环空内的压力大于地层压力时,所述酸洗液能渗入地层内,清除孔隙或裂缝中的堵塞物质,增强地层的导流能力。

[0023] 如上所述的解除油气井近地带污染的旋流酸洗方法,其中:所述酸洗液内的注酸强度在 0.1 – $0.3\text{m}^3/\text{m}$ 之间;所述连续油管排量为 0.16 – $0.48\text{m}^3/\text{m}$;所述环空内注入的酸洗液量为油管排量的 60% – 100% ,且井底压力低于储层破裂压力;拖动所述连续油管的速度在 1.0 – 2.0m/s 之间。

[0024] 本发明通过旋流酸洗装置侧向喷射孔喷射的多股定向射流,能够在井筒内产生环空旋流场,由于多股射流均是以一定倾角作用在井筒壁面上,即射流的入射方向与壁面的法线方向有一定夹角,因此产生的壁面漫流的分布呈非均匀性,由此也促使环空内流体切

向速度的形成并产生切向作用力。当在裸眼井中使用时,井壁上的钻井液泥饼首先在射流径向冲击力的作用下,发生一定程度的破碎,然后在由环空旋流场产生的切向力的横向剪切作用下,从井壁上脱落掉。当泥饼脱落后,后续喷射出的酸液射流可以进入井壁周围的地层中,疏通近井地带渗流通道,达到酸洗解堵的目的。当环空内压力大于地层压力时,一部分酸液还可以进入地层内部,清除孔隙或裂缝中的堵塞物质,增强地层的导流能力。另外,后向喷射孔可将脱落的泥饼以及井筒内沉积物携带出井筒。

[0025] 本发明的旋转酸洗方法,克服了传统上笼统布酸技术和一般定点布酸技术的局限,将旋转射流技术与普通酸化技术有机结合起来,可以在很大程度上提高近井地带的酸洗解堵效果。另外本发明还充分利用了侧向射流的入射方向与壁面的法线方向具有一定夹角所产生的非均匀壁面漫流所形成的环空旋流场,利用该旋流场所形成的切向速度,改变了常规定点酸洗射流对井壁的作用方式,对井壁会产生一个侧向的冲击作用的同时,还可以对井壁形成一定的侧向冲刷效果,有利于解除附着在井壁上的泥饼,提高解堵效果。因此,本发明的方法不仅能增大酸洗液对井壁的径向冲击作用,提高酸液的渗流压差,增加酸液的作用深度和效果,还能增强酸液对井筒内沉积物的清洗悬浮效果,从而提高井筒附近地层的渗透率。

[0026] 相对于笼统布酸技术而言,采用本发明的装置及方法可以实现对水平井段的定点酸洗作业,节约酸液使用量;相对于公知的定点喷射酸洗作业而言,本发明的方法产生的旋转射流不仅具有较强的径向冲击作用,还将产生较强的切向冲击作用,特别是对裸眼井而言,可以提高钻井液泥饼的解除效率,增强解堵效果。

附图说明

[0027] 以下附图仅旨在于对本发明做示意性说明和解释,并不限定本发明的范围。其中,

[0028] 图 1 是本发明的旋流酸洗装置结构示意图;

[0029] 图 2A、图 2B 是本发明的旋流酸洗装置的喷枪仰视示意图;

[0030] 图 3 是沿图 2A 中 A-A 线的剖视示意图;

[0031] 图 4 是沿图 2B 中 B-B 线的剖视示意图;

[0032] 图 5 是沿图 2B 中 C-C 线的剖视示意图;

[0033] 图 6 是需要进行旋流酸洗作业的油井内各酸洗作业层段的分布示意图;

[0034] 图 7 是采用本发明的旋流酸洗方法对油气井中一个层段进行酸洗作业的示意图;

[0035] 图 8 是采用本发明的旋流酸洗方法对油气井中另一个层段进行酸洗作业的示意图;

[0036] 图 9 是本发明在旋流酸洗过程形成的环空旋流场示意图。

[0037] 附图标号说明:

| | | | | |
|--------|----------|---------|------------|----------|
| [0038] | 1、旋流酸洗装置 | 2、喷枪 | 20、侧向喷射孔 | 21、后向喷射孔 |
| [0039] | 22、内锥孔 | 3、旋转控制器 | 4、扶正器 | 5、接箍 |
| [0040] | 6、连续油管 | 7、轴承 | 8、酸洗作业层段 | 9、酸洗作业层段 |
| [0041] | 10、酸液射流 | 11、射流 | 12、环空旋流场流线 | 13、环空 |

具体实施方式

[0042] 本发明提出的一种旋流酸洗装置,具有自上而下依次相连接的扶正器、旋转控制器、喷枪,所述酸洗装置的上部通过接箍与连续油管固定连接;所述喷枪能转动地与所述旋转控制器相连接,所述喷枪为中空柱状体,其中部为圆柱体,前部、后部分别形成为直径渐缩的平截面圆锥体,且前部的平截面圆锥体的前端形成一内锥孔;所喷枪中部侧壁上均布有多个侧向喷射孔,在流体的作用下所述喷枪能自动旋转;所述喷枪后部设有后向喷射孔,以增强酸液对井筒沉积物及从井壁上脱落泥饼的携带清洗效果。

[0043] 本发明还提出一种解除油气井近地带污染的旋流酸洗方法,包括:

[0044] 1) 根据储层特征和油气藏特性,确定酸洗作业层段;

[0045] 2) 通过连续油管将连接在其下部的如上所述的旋流酸洗装置下至井筒内需要进行酸洗作业层段的最底部,酸洗作业按照从下到上的顺序逐级进行;

[0046] 3) 向所述喷枪内投球,该球封闭所述喷枪前端的内锥孔构成单向阀;

[0047] 4) 向连续油管和环空内注入酸洗液;

[0048] 5) 当酸洗液进入旋流酸洗装置时,由所述侧向喷射孔喷出的射流推动所述喷枪自动旋转,同时偏心射流冲击井壁,产生非均匀漫流场,从而形成环空旋流场;所述旋转酸洗射流带动环空内的酸洗液形成环空旋流场,在所述环空旋流场的作用下,使井壁上的泥饼脱落;

[0049] 6) 在每个层段的酸洗作业过程中,以规定的回收速度回收所述连续油管,使得所述连续油管带动所述旋流酸洗装置向上移动,直至完成该层段的酸洗作业;同时,后向喷射孔的持续喷射作用有利于悬浮井筒内沉积物及脱落的泥饼,防止其在井筒内的沉积;

[0050] 7) 当完成一个层段的酸洗作业后,通过所述连续油管将所述旋转酸洗装置提升到下一层段的最底部,重复上述步骤,直至完成整个酸洗作业层段的酸洗作业。

[0051] 本发明通过旋流酸洗装置侧向喷射孔喷射的多股定向射流,能够在井筒内产生环空旋流场,由于多股射流均是以一定倾角作用在井筒壁面上,即射流的入射方向与壁面的法线方向有一定夹角,因此产生的壁面漫流的分布呈非均匀性,由此也促使环空内流体切向速度的形成并产生切向作用力。当在裸眼井中使用时,井壁上的钻井液泥饼首先在射流径向冲击力的作用下,发生一定程度的破碎,然后在由环空旋流场产生的切向力的横向剪切作用下,从井壁上脱落掉。当泥饼脱落后,后续喷射出的酸洗液射流可以进入井壁周围的地层中,疏通近井地带渗流通道,达到酸洗解堵的目的。当环空内压力大于地层压力时,一部分酸液还可以进入地层内部,清除孔隙或裂缝中的堵塞物质,增强地层的导流能力。另外,后向喷射孔产生的后向射流有利于悬浮井筒内的沉积物及脱落的泥饼,防止其在井筒内的沉积。

[0052] 本发明的旋转酸洗方法,克服了传统上笼统布酸技术和一般定点布酸技术的局限,将旋转射流技术与普通酸化技术有机结合起来,可以在很大程度上提高近井地带的酸洗解堵效果。

[0053] 相对于笼统布酸技术而言,采用本发明的装置及方法可以实现对水平井段的定点酸洗作业,节约酸液使用量;相对于公知的定点喷射酸洗作业而言,本发明的方法产生的旋转射流不仅具有较强的径向冲击作用,还将产生较强的切向冲击作用,特别是对裸眼井而言,可以提高钻井液泥饼的解除效率。

[0054] 为了对本发明的技术特征、目的和效果有更加清楚的理解,以下结合附图及较佳

实施例,对本发明的解除油气井近井地带污染的旋流酸洗方法及酸洗装置的具体实施方式、结构、特征及功效,详细说明如后。另外,通过具体实施方式的说明,当可对本发明为达成预定目的所采取的技术手段及功效得以更加深入具体的了解,然而所附图仅是提供参与说明用,并非用来对本发明加以限制。

[0055] 如图1、图4所示,本发明的旋流酸洗装置1具有自上而下依次相连接的扶正器4、旋转控制器3、喷枪2,所述旋流酸洗装置的上部通过接箍5与连续油管6固定连接,该喷枪2以常规的连接方式能转动地通过轴承7与所述旋转控制器3相连接,喷枪2为中空柱状体,其中部为圆柱体,前部、后部分别形成为直径渐缩的平截面圆锥体,且前部的平截面圆锥体的前端形成一内锥孔22;喷枪中部侧壁上均布有多个侧向喷射孔20,该侧向喷射孔20为偏心设置,在流体的作用下喷枪2能自动旋转。喷枪2的后部设有后向喷射孔21,以增强酸液对井筒沉积物及从井壁上脱落泥饼的携带清洗效果。

[0056] 一个可行的技术方案是,喷枪2上设有多个喷射层,如图1、图2A、图2B所示,每个喷射层设有4-6个喷射孔20,以增加喷射面积,提高酸洗效率。同时为了增加径向冲击作用力,可以在该喷射孔处安装自振空化射流喷嘴。此外,所述侧向喷射孔20的出口内径通常为3mm-6mm,且每个侧向喷射孔20轴线距喷枪2中心线的偏心距离L相等,为喷枪内径的0.25-0.5倍。

[0057] 此外,请配合参见图2A,侧向喷射孔20的轴线与喷枪2外表面交点处的切线之间的夹角 α 可以为50-70°。

[0058] 进一步地,如图3所示,由于侧向喷射孔20是偏心设置,喷射孔的轴线与喷枪2的中心线并不相交,与中心线的空间角度 β 通常为60-80°,即,侧向喷射孔20的轴线喷枪2中心线的平行线夹角为60-80°,且侧向喷射孔20的喷出口朝向所述喷枪的后部倾斜。由于侧向喷嘴20是偏心布置,其反作用力驱动喷枪2自动旋转,并且侧向射流倾斜冲击在井筒表面,形成非均匀分布的壁面漫流场,这是形成环空旋流效应的主要动力。酸洗液通过喷射孔20后会喷射出多股定向射流,产生旋转扭矩,在流体的作用下所述喷枪能自动旋转,从而产生旋转的酸洗液射流。

[0059] 在一个可行的技术中,如图5所示,喷枪2的后部设有两个后向喷射孔21,后向喷射孔21以180°相位角设置所述喷枪后部的倾斜锥面中段,其出口内径可以为3-6mm。后向喷射孔21的轴线与喷枪2的中心线相交,构成45°-60°的夹角 γ ,所述后向喷射孔21的喷出口方向向后倾斜,其轴线与喷枪2后部平截面圆锥体的母线夹角 δ 为70-90°。此外,为了提高喷枪2的使用寿命,通常对所述侧向喷射孔20和后向喷射孔21进行耐酸蚀处理。

[0060] 本发明旋流酸洗装置的喷枪的自转速度可以通过与其相连接的旋转控制器3来控制,该旋转控制器3可以采用本领域常用的控制器,例如旋转阻尼控制器。

[0061] 请配合参见图6至图9,本发明的解除油气井近地带污染的旋流酸洗方法包括:

[0062] 1) 根据储层特征和油气藏特性,确定酸洗作业层段,如在图6所示的实施例中具有三个酸洗作业层段8、9、10;

[0063] 2) 通过连续油管6将连接在其下部的所述旋流酸洗装置下至井筒内需要进行酸洗作业的其中一个酸洗作业层段的最底部,酸洗作业按照从下到上的顺序逐级进行;

[0064] 3) 向喷枪2内投球,设置在喷枪前部的内锥孔22构成球座,投球坐封后,该球能封

闭该内锥孔 22 构成单向阀,使酸洗液不能通过喷枪 2 底端流出,只能从喷枪 2 的侧向喷嘴 20 和后向喷嘴 21 流出;

[0065] 4) 向连续油管 6 和环空 13 注入酸洗液;

[0066] 5) 当酸洗液进入旋流酸洗装置时,由偏心设置的侧向喷射孔 20 喷出的射流推动喷枪 2 自动旋转,同时偏心射流冲击井壁,产生非均匀漫流场,从而在环空 13 内产生旋转酸洗射流;所述旋转酸洗射流带动环空内的酸洗液形成环空旋流场(在图 9 中以环空旋流场流线 12 表示),在所述环空旋流场的作用下,使井壁上的泥饼脱落;当泥饼脱落后,后续喷射出的酸液射流可以进入井壁周围的地层中,疏通近井地带渗流通道,达到酸洗解堵的目的;

[0067] 6) 在每个层段的酸洗作业过程中,以规定的回收速度回收所述连续油管 6,使得所述连续油管 6 带动所述旋流酸洗装置向上移动,直至完成该层段的酸洗作业;同时,后向喷射孔 21 的持续喷射作用有利于悬浮井筒内沉积物及脱落的泥饼;

[0068] 7) 当完成一个层段的酸洗作业后,通过所述连续油管 6 将所述旋转酸洗装置提升到下一层段的最底部,重复上述步骤,直至完成整个酸洗作业层段的酸洗作业。

[0069] 其中,偏心设置的所述侧向喷射孔 20 喷出的射流其中的一部分是径向冲击井壁,使井壁上的泥饼破碎,另一部分则沿切向作用于所述环空 13 内的酸洗液,形成所述环空旋流场,在所述环空旋流场的切向力的作用,有助于破碎的所述泥饼从井壁上脱落。

[0070] 进一步地,当井壁上的泥饼脱落后,侧向喷射孔 20 继续喷出的酸洗液中的径向射流能渗入井壁周围的地层内,清除孔隙和裂缝中的堵塞物质,实现酸洗解堵;后向喷射孔 21 喷射出的后向射流可将脱落的泥饼及井筒沉积物携带出井筒,实现近井地带的充分解堵。

[0071] 此外,当环空 13 内的压力大于地层压力时,一部分酸洗液能渗入地层内,清除孔隙或裂缝中的堵塞物质,增强地层的导流能力。

[0072] 在一个具体实施例中,所述酸洗液内的注酸强度在 $0.1-0.3\text{m}^3/\text{m}$ 之间;所述连续油管排量为 $0.16-0.48\text{m}^3/\text{m}$ 。

[0073] 所述环空内注入的酸洗液量为油管排量的 $60\%-100\%$,且井底压力低于储层破裂压力。

[0074] 通常拖动所述连续油管 6 的速度在 $1.0-2.0\text{m/s}$ 之间。

[0075] 下面结合附图进一步说明本发明的装置及方法。本发明的旋转射流产生机理是:旋流酸洗装置的偏心侧向喷射孔 20 形成的偏心射流产生旋转扭矩,驱动旋流酸洗装置围绕其轴线自动旋转,从而产生旋转射流,同时偏心射流冲击井壁,可以产生非均匀漫流场,从而形成环空旋流场。旋流酸洗装置的转速可以通过连接在喷枪 2 上部的旋转控制器 3 来调节。其具体实现方式是:根据施工排量,可以在喷枪 2 的侧壁上设置多层偏心侧向喷射孔 20,如每层可布置 4-6 个侧向喷射孔 20,侧向喷射孔 20 的轴线与喷枪 2 的中心垂直距离 L 为喷枪内径的 $0.25-0.5$ 倍,侧向喷射孔 20 出口方向与喷枪外表面处的切线之间的夹角 α 为 $50-70^\circ$ 。由于侧向喷射孔 20 是偏心设置,因此侧向喷射孔 20 的轴线与喷枪 2 的中心线并不相交,其与喷枪中心线的空间角度 β 为 $60-80^\circ$,并且侧向喷射孔 20 的出口向喷枪 2 的后方倾斜,因此产生的侧向射流也是向后倾斜(见图 7-图 9)。因此高速射流 11 冲击到井壁上会产生非均匀漫流场,即大部分的漫流沿着井壁做周向运动,从而在井筒内形

成旋流场。另外,根据牛顿第二定律,侧向偏心射流还会对旋转喷枪 2 产生旋转扭矩,驱动喷枪 2 围绕旋流酸洗装置的轴线自动旋转,产生旋转射流,装置的转速可由旋转控制器 3 来进行调节。其中,旋转控制器 3 可采用业内通用的控制器,如旋转阻尼控制器。扶正器 4 采用滑动式扶正器,套在装置接箍 5 上,由于扶正器 4 的内径比接箍 5 外径稍大,且长度短一些,因此可以在一定范围内活动,即扶正器 4 可在接箍上下移动和旋转,由于是采用压裂酸化作业中常规使用的一种扶正器,不再赘述。喷枪底部 1 内的内锥孔 22 构成球座,投球坐封后,酸液不能从喷枪底端流出,只能从侧向、后向喷射孔 20 和 21 喷出。

[0076] 在具体施工之前,将需要进行酸洗作业的井段分割成若干酸洗作业层段 8、9、10,相邻层段之间可以是连续的,也可以是不连续的。酸洗作业层段的分段方法与常规分段酸化所采用的原则相同,每一层段代表一个独立工作周期,每个层段进行酸洗作业时,根据该层段的地质油藏特点确定酸液体系和施工参数,不同井段的泵注排量和连续油管回收速度可以是相同的也可以是不同的,需根据作业层段的具体情况制定,此为常规技术,不再赘述。一般是随着酸洗作业不断进行,泵注排量呈阶梯状递增,连续油管回收速度呈阶梯状递减。

[0077] 例如对于碳酸盐岩地层选用以盐酸为主体的酸液体系,对于砂岩储层选用以土酸或者氢氟酸为主体酸液体系,酸液具体类别与配方需要根据目的层的岩石组分进行确定。

[0078] 注酸强度一般在 $0.1-0.3\text{m}^3/\text{m}$ 之间,具体值要根据储层的污染程度和改造要求确定;注酸可采用连续油管 6 与环空 13 同时注入方式进行,连续油管 6 的排量一般为 $0.16-0.48\text{m}^3/\text{m}$,环空 13 的注入排量为油管排量的 $60\%-100\%$,但需要保证井底压力低于储层破裂压力;连续油管 6 的拖动速度需要根据泵注排量、注酸强度以及地层伤害程度确定,一般在 $1.0-1.2\text{m/s}$ 之间。

[0079] 如图 7 所示,在对一个层段进行酸洗作业时,使用连续油管 6 将旋流酸洗装置下到预定井段末端,如酸洗作业层段 10 的末端,地面流程准备妥当后,开始向连续油管 6 和环空 13 内泵注酸液,酸液由旋流酸洗装置上偏心设置的侧向喷射孔 20 喷出时会形成多股射流 11,根据牛顿第二定律,喷枪 2 在定向射流的作用下会产生旋转扭矩,驱动喷枪 2 自转,从而在环空 13 中形成如图 9 所示的,由环空旋流场流线 12 表示的旋流场。喷射到井壁上的酸液可以解除钻井液形成的泥饼、当泥饼脱落后,在后向喷射孔 21 喷射出的后向射流作用下,可以悬浮在环空内,防止在井筒内沉积。泥饼脱落的同时,后续喷射出的酸液射流可以进入井壁周围的地层中,疏通近井地带渗流通道,达到酸洗解堵的目的。在地面泵注酸液的同时,拖动连续油管向上移动,以实现酸液在目的层段的均匀布置。

[0080] 图 8 是本发明方法中旋流酸洗装置进行下一层段酸洗作用示意图,当对酸洗作业层段 10 酸洗作业完成后,通过连续油管 6 迅速将旋流酸洗装置移动到位于上部的酸洗作业层段 9 的末端(底端),调整泵注排量和连续油管 6 的回收速度,重复上述步骤,直至完成整个酸洗作业层段 9 的酸洗作业。在进行新的层段酸洗作业时,当环空 13 内的压力大于地层压力时,一定酸量还会进入到前一层段地层内清除孔隙或裂缝中的堵塞物质,从而增强地层的导流能力。进入地层的酸量取决于井眼内的压力、油藏性质和井眼周围地层伤害情况。

[0081] 使用该方法形成的旋转射流,有利于在井筒内产生环空旋流场。环空环流场可以在井壁上产生非均匀性的壁面漫流,由此也促使环空内流体切向速度的形成并产生切向作用力。井壁上的钻井液泥饼首先在射流径向冲击力的作用下,发生一定程度的破碎,然后在

由环空旋流场产生的切向力的横向剪切作用下,从井壁上脱落掉,并在后向射流的作用下,悬浮于井筒内。相对于原来的酸洗方法,该方法有助于增大酸液对井壁的径向冲击作用,提高酸液的渗流压差,增加酸液的作用深度和效果,提高井筒附近地层的渗透率。此外,该方法还可增大酸液在井壁表面的冲刷速度,对井壁上的钻井液泥饼产生强烈的切向剪切作用,有助于井筒表面固相沉积物的解除,进一步提高近井地带渗透率。

[0082] 本发明在对一酸洗作业层段喷射酸洗液射流时,连续油管 6 以规定的回收速度进行回收,带动旋流酸洗装置向上运动,此时井底会产生一个不断向上移动的环空旋流场(在图 9 中以环空旋流场流线 12 表示)。由于旋流酸洗装置是围绕其轴线做自转运动,整个井壁周围都会受到不连续定向射流冲击作用,这种不连续的射流冲击作用以及不仅可以增强钻井液泥饼的粉碎和清除效果,还可有助于酸液进入近井地带,进一步增强了酸洗效果。

[0083] 另外,在酸洗过程中,由于钻井液泥饼不断被解除掉,导致暴露出的井段越来越长,在步骤 7(当某一井段酸洗作业完成后,通过连续油管迅速将井下旋转射流发生装置移动到下一井段末端,重复上述步骤,直至完成整个目的段的酸洗作业)之后要适当增大注酸排量或降低连续油管的拖动速度来保证地层的进酸量。

[0084] 以上所述仅为本发明示意性的具体实施方式,并非用以限定本发明的范围。任何本领域的技术人员,在不脱离本发明的构思和原则的前提下所作的等同变化与修改,均应属于本发明保护的范围。而且需要说明的是,本发明的各组成部分并不仅限于上述整体应用,本发明的说明书中描述的各技术特征可以根据实际需要选择一项单独采用或选择多项组合起来使用,因此,本发明理所当然地涵盖了与本案发明点有关的其它组合及具体应用。

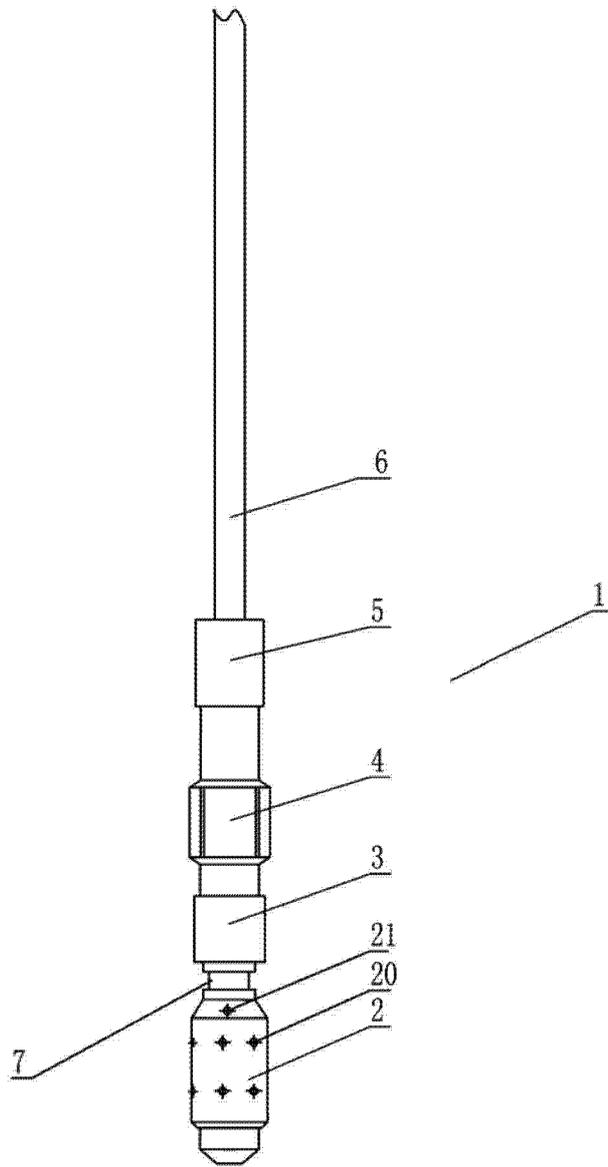


图 1

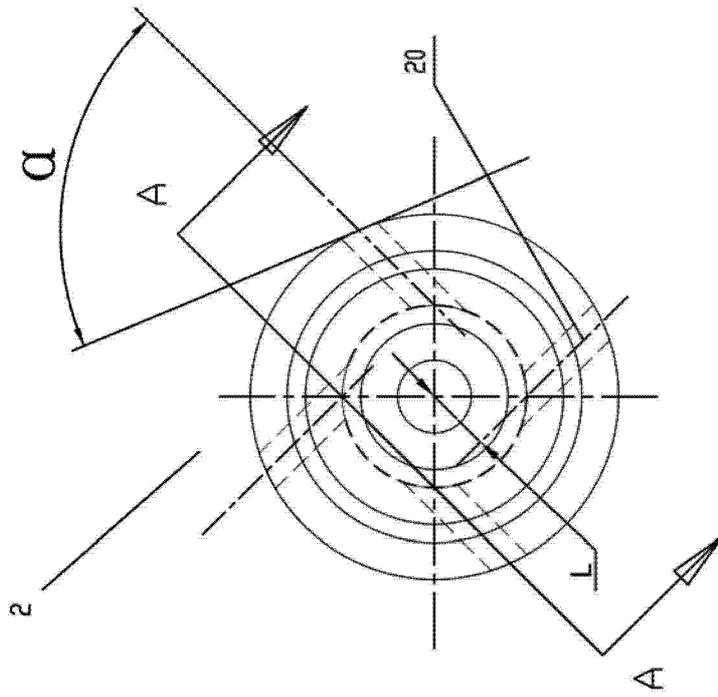


图 2A

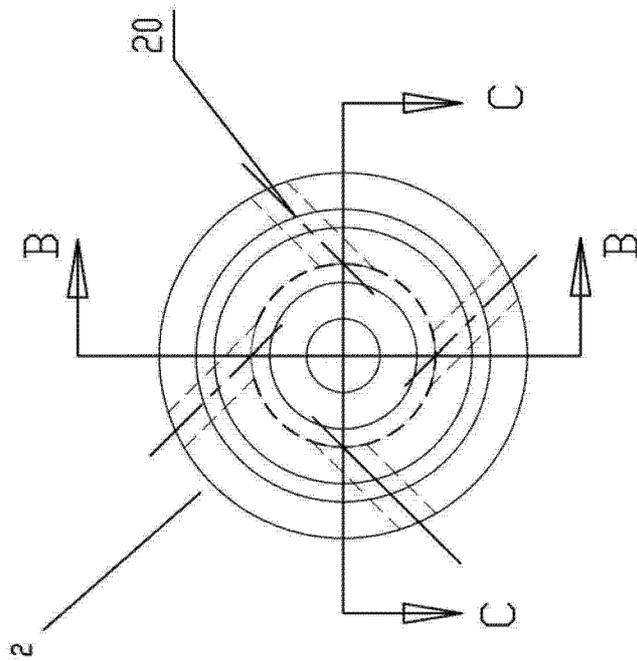


图 2B

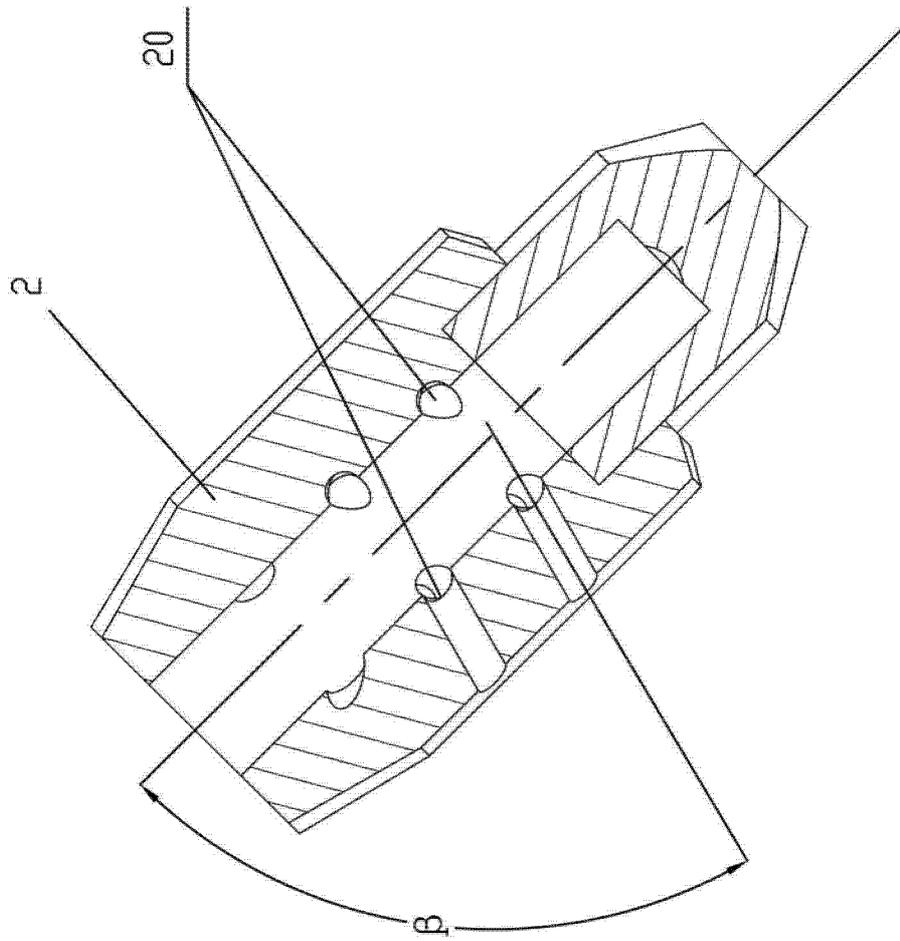


图 3

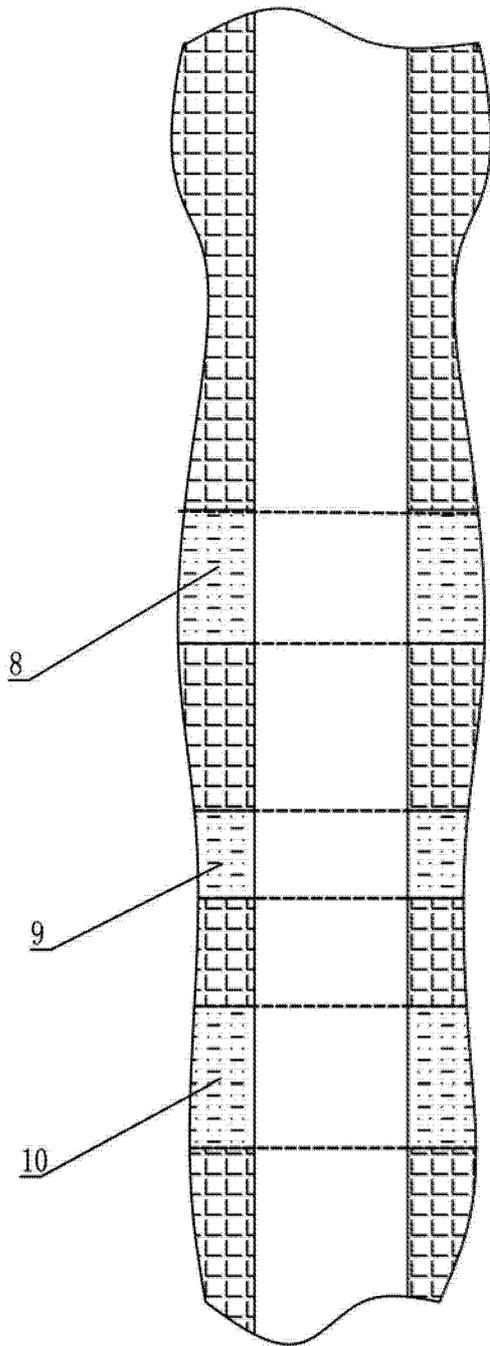


图 6

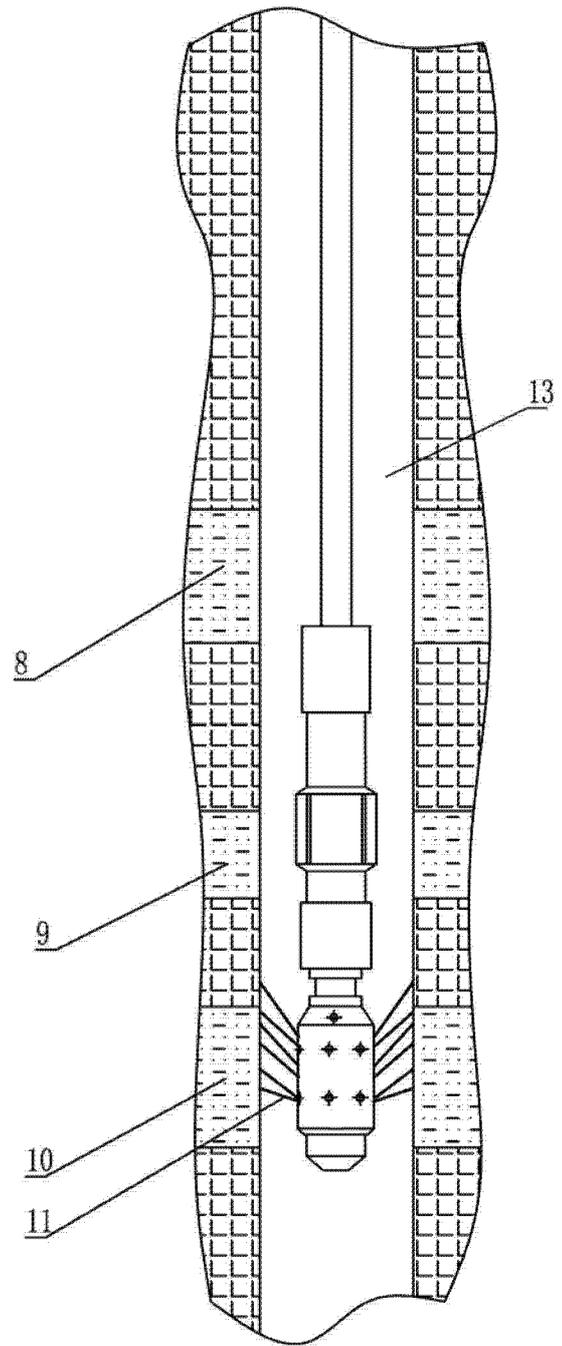


图 7

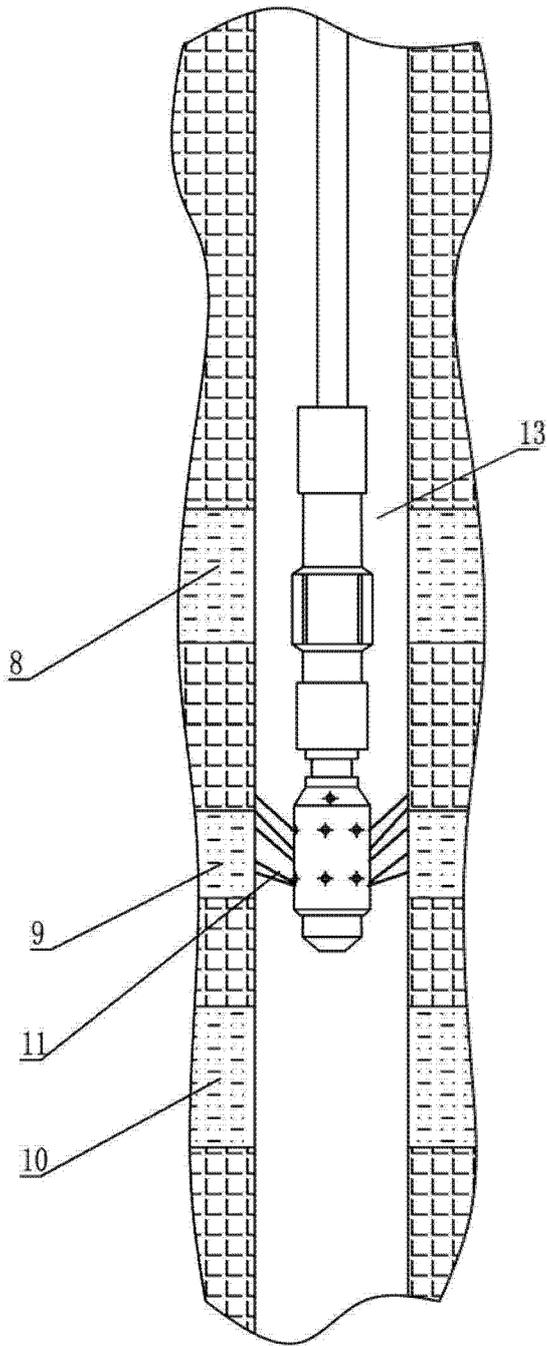


图 8

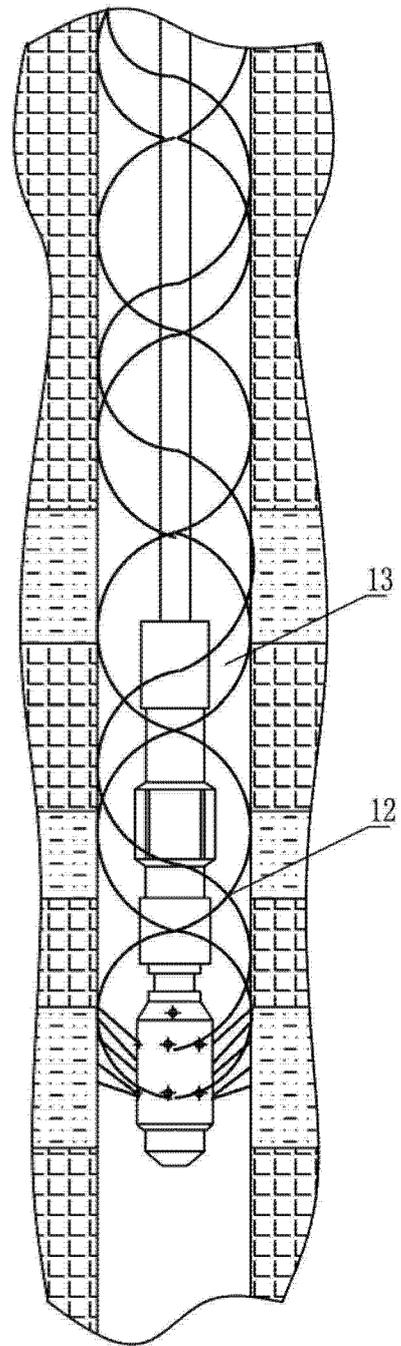


图 9