



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114961663 A

(43) 申请公布日 2022. 08. 30

(21) 申请号 202110188754.4

(22) 申请日 2021.02.19

(71) 申请人 中国石油天然气股份有限公司
地址 100007 北京市东城区东直门北大街9号

(72) 发明人 匡韶华 王宝权 张建军 吕民
岳志强 佟姗姗 严蕾 柳燕丽
田富 于丽宏 孙加元 李伟

(74) 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127
专利代理师 刘静 姚亮

(51) Int. Cl.
E21B 43/02 (2006.01)

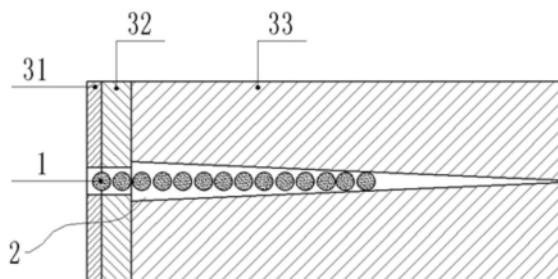
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

一种填充可膨胀渗透性材料的防砂方法

(57) 摘要

本发明公开了一种填充可膨胀渗透性材料的防砂方法。该防砂方法包括：采用携砂液将具有膨胀功能的多孔材料填充到射孔孔道和地层亏空带中，在地层温度或催化剂作用下所述多孔材料发生膨胀，固定在射孔孔道中。膨胀后的多孔材料类似流体过滤器，可以阻止地层砂进入井筒，同时允许地层流体通过，如此起到防砂的作用。本发明采用可膨胀渗透材料填充射孔孔道的防砂方法，具有措施成本低、综合效果好的优点，满足油田开发生产的需要。



1. 一种填充可膨胀渗透性材料的防砂方法,其特征在于,该防砂方法包括:采用携砂液将具有膨胀功能的多孔材料填充到射孔孔道和地层亏空带中,在地层温度或催化剂作用下所述多孔材料发生膨胀,固定在射孔孔道中。

2. 根据权利要求1所述的防砂方法,其特征在于,所述多孔材料在膨胀前的尺寸小于射孔孔道尺寸,膨胀后的尺寸大于射孔孔道尺寸,膨胀后能够顺应射孔孔道结构,并固定在射孔孔道中。

3. 根据权利要求1所述的防砂方法,其特征在于,所述具有膨胀功能的多孔材料为完全开孔结构,孔眼尺寸为0.05mm-0.50mm。

4. 根据权利要求1所述的防砂方法,其特征在于,所述具有膨胀功能的多孔材料采用形状记忆材料,或者形状记忆材料与其他材料组成的复合体。

5. 根据权利要求4所述的防砂方法,其特征在于,所述形状记忆材料包括形状记忆聚合物泡沫、多孔形状记忆合金或者形状记忆聚合物与泡沫金属复合体。

6. 根据权利要求5所述的防砂方法,其特征在于,所述形状记忆聚合物泡沫包括形状记忆聚氨酯泡沫或形状记忆环氧树脂泡沫;

所述其他材料包括纤维和颗粒材料,所述颗粒材料包括碳酸钙、二氧化硅和氧化铝中的一种或两种以上的组合。

7. 根据权利要求1所述的防砂方法,其特征在于,所述具有膨胀功能的多孔材料为球形。

8. 根据权利要求1所述的防砂方法,其特征在于,所述膨胀多孔球的抗压强度大于2MPa。

9. 根据权利要求1所述的防砂方法,其特征在于,所述具有膨胀功能的多孔材料发生膨胀需要的形变温度小于地层温度;否则在注入多孔材料后,注入温度高于多孔材料形变温度的热流体。

10. 根据权利要求1所述的防砂方法,其特征在于,每个射孔孔道中填充至少一个多孔材料,且其中至少有一个多孔材料位于水泥环或套管段。

11. 根据权利要求1所述的防砂方法,其特征在于,所述具有膨胀功能的多孔材料的外表面包覆有聚乙烯醇膜。

一种填充可膨胀渗透性材料的防砂方法

技术领域

[0001] 本发明涉及采油技术领域,具体涉及一种填充可膨胀渗透性材料的防砂方法。

背景技术

[0002] 油气井出砂是指油井或气井在生产过程中,由于地质条件、开采方式以及措施作业等各种综合因素造成井底附近地层的岩石结构变化,导致地层离散砂或脱落砂被地层产出流体携带进入井筒或地面,从而对油气井正常生产造成一系列不利影响的过程或现象。

[0003] 解决油气井出砂问题的主要途径是采取防砂技术阻止地层产出砂进入井筒或人工加强附近地层岩石的固结程度从而达到控制地层出砂。现有的防砂技术主要分为机械防砂和化学防砂两大类,具体又可以分为筛管防砂技术、砾石充填防砂技术、压裂防砂技术、人工井壁防砂技术、化学固砂技术等。这些防砂技术适应不同的井下条件,各有优缺点。

[0004] 为了更好地解决油井出砂问题,近些年,出现了一些新型防砂技术。中国专利(CN102224321A)公开了一种用于井下防砂过滤装置的形状记忆聚氨酯泡沫。利用这种形状记忆聚氨酯泡沫加工成井下防砂过滤装置,可以在低于其玻璃化转变温度的温度下维持处于压缩位置,将该防砂过滤装置下入油井后,在被加热到高于其玻璃化转变温度的温度时,使其从压缩位置膨胀到膨胀位置,并且顺应井眼结构,从而起到阻止地层出砂的目的。室内实验研究表明,形状记忆聚氨酯泡沫具有可膨胀性和多孔过滤性,是一种优良的防砂材料。国外公司利用这种材料加工成了防砂过滤装置,并于2010年投入现场应用。但是,这十年内,这种防砂过滤装置并没有在矿场上被大量推广应用,主要原因是其还存在着一些难以克服的不足之处。该防砂过滤装置主要存在的问题是:(1)形状记忆聚氨酯泡沫用量大、防砂过滤装置加工工艺复杂,导致防砂过滤装置的成本非常高,远高于现有的防砂技术;(2)防砂过滤装置在下入井筒过程中,由于其与井壁的摩擦作用,容易造成防砂过滤装置外层的形状记忆聚氨酯泡沫包裹层损坏;(3)一旦防砂过滤装置失效,在井内很难被打捞出;(4)对于射孔完井的油井,采用该防砂过滤装置,其形状记忆聚氨酯泡沫并不能膨胀至地层亏空带和射孔孔道中,不能对地层砂起到支撑作用,砂粒的运移造成防砂过滤装置堵塞和冲刷破坏。

发明内容

[0005] 为弥补以上现有防砂技术的不足,本发明提供了一种填充可膨胀渗透性材料的防砂方法,具有措施成本低、综合效果好的优点,满足油田开发生产的需要。

[0006] 为了实现以上目的,本发明采用以下技术方案:

[0007] 本发明提供一种填充可膨胀渗透性材料的防砂方法,该防砂方法包括:采用携砂液将具有膨胀功能的多孔材料填充到射孔孔道和地层亏空带中,在地层温度或催化剂作用下所述多孔材料发生膨胀,固定在射孔孔道中。膨胀后的多孔材料类似流体过滤器,可以阻止地层砂进入井筒,同时允许地层流体通过。

[0008] 根据本发明的防砂方法,优选地,所述多孔材料在膨胀前的尺寸小于射孔孔道尺

寸,膨胀后的尺寸大于射孔孔道尺寸,膨胀后能够顺应射孔孔道结构,并固定在射孔孔道中。

[0009] 根据本发明的防砂方法,优选地,所述具有膨胀功能的多孔材料为完全开孔结构,孔眼尺寸为0.05mm-0.50mm。

[0010] 所述具有膨胀功能的多孔材料的孔眼尺寸等同于挡砂精度,根据地层砂粒度参数进行设计。

[0011] 根据本发明的防砂方法,优选地,所述具有膨胀功能的多孔材料采用形状记忆材料,或者形状记忆材料与其他材料组成的复合体。

[0012] 根据本发明的防砂方法,优选地,所述形状记忆材料包括形状记忆聚合物泡沫、多孔形状记忆合金或者形状记忆聚合物与泡沫金属复合体。

[0013] 根据本发明的防砂方法,优选地,所述形状记忆聚合物泡沫包括形状记忆聚氨酯泡沫或形状记忆环氧树脂泡沫等;

[0014] 所述其他材料包括纤维和颗粒材料,作为形状记忆聚合物的填充材料;所述颗粒材料包括碳酸钙、二氧化硅和氧化铝中的一种或两种以上的组合。

[0015] 根据本发明的防砂方法,优选地,所述具有膨胀功能的多孔材料为球形,即为多孔球,此外还可以为其他形状,只要能够通过射孔孔眼,进入地层亏空带和射孔孔道中即可。

[0016] 根据本发明的防砂方法,优选地,所述膨胀多孔球的抗压强度大于2MPa。即在2MPa以上生产压差下,膨胀多孔球不会发生严重形变,影响防砂效果。

[0017] 根据本发明的防砂方法,优选地,所述具有膨胀功能的多孔材料发生膨胀需要的形变温度小于地层温度;否则在注入多孔材料后,注入温度高于多孔材料形变温度的热流体(例如热水);以使多孔材料在热流体的温度下发生膨胀,固定在射孔孔道中。

[0018] 根据本发明的防砂方法,优选地,每个射孔孔道中填充至少一个多孔材料,且其中至少有一个多孔材料位于水泥环或套管段。

[0019] 根据本发明的防砂方法,优选地,所述具有膨胀功能的多孔材料的外表面包覆有聚乙烯醇膜。

[0020] 相对于现有防砂技术,本发明具有以下有益效果:

[0021] (1) 本发明的防砂方法施工简单,无需下筛管,无需填充树脂砂,节省施工工序,节省防砂材料,可大幅降低防砂措施成本。

[0022] (2) 通过多孔材料的形状恢复力或弹性恢复力,对射孔孔道岩石壁面起到支撑作用,防止岩石发生结构破坏以及岩石骨架砂运移;防砂效果好,不容易发生堵塞,对油井产量影响小。

[0023] (3) 井筒不留管柱,便于生产测试及后期修井作业。

[0024] (4) 防砂失效后,不需要进行特殊处理,可重复投球防砂作业。

附图说明

[0025] 图1为实施例1提供的膨胀多孔球在射孔孔道中膨胀前的示意图。

[0026] 图2为实施例1提供的膨胀多孔球在射孔孔道中膨胀后的示意图。

[0027] 图3为实施例中膨胀多孔球膨胀前后尺寸对比图。

[0028] 图4为实施例3中膨胀多孔球防砂效果实验装置示意图。

[0029] 附图标记说明：

[0030] 1-膨胀多孔球、2-射孔孔道、31-套管、32-水泥环、33-地层；

[0031] 42-填砂管、43-地层砂。

具体实施方式

[0032] 为了更清楚地说明本发明，下面结合优选实施例对本发明做进一步的说明。本领域技术人员应当理解，下面所具体描述的内容是说明性的而非限制性的，不应以此限制本发明的保护范围。

[0033] 实施例1

[0034] 本实施例提供一种填充射孔孔道的防砂方法，其中使用的具有膨胀功能的多孔材料为球形，称作膨胀多孔球。

[0035] 首先下入油管，挤注前置液后，再注入携砂液，携砂液中混入膨胀多孔球。携砂液将膨胀多孔球1填充到射孔孔道2中，如图1所示；在地层温度或催化剂作用下，膨胀多孔球1发生膨胀，固定在射孔孔道2中，如图2所示。膨胀后的多孔球类似流体过滤器，可以阻止地层砂进入井筒，同时允许地层流体通过，如此起到防砂的作用。

[0036] 为了保证防砂效果，投球作业中需要保证在每一个射孔孔道2中，必须填充至少一个膨胀多孔球1，且其中至少有一个膨胀多孔球位于水泥环32或套管段31，如图1和图2所示，其中33为地层。

[0037] 膨胀多孔球采用形状记忆聚氨酯泡沫，它是一种具有形状记忆功能的泡沫结构材料，利用其形状恢复特性实现多孔球的膨胀功能。将形状记忆聚氨酯注入发泡装置，使材料在密闭的模具内发泡，固化后得到原始态形状记忆泡沫。原始态形状记忆泡沫受热刺激软化后，对其施加恒定的压力，使其产生20%以上的变形，其形状随着温度降低而固定，得到变形态形状记忆泡沫。最后，将变形态形状记忆泡沫加工成圆球结构，得到本实施例所用的膨胀多孔球。该膨胀多孔球进入射孔孔道后，在地层温度或催化剂刺激下，发生膨胀、恢复成原始态形状记忆泡沫。

[0038] 所选用的形状记忆聚氨酯泡沫的形变温度在40~95℃之间。地层温度要大于形状记忆聚合物泡沫多孔球的形变温度。如果地层温度达不到多孔球的形变温度，则可以注入热水，或者注入能够使多孔球发生形状恢复的催化剂。

[0039] 膨胀多孔球在膨胀前的尺寸小于射孔孔道尺寸，膨胀后的尺寸大于射孔孔道尺寸，膨胀后能够固定在射孔孔道中。具体地，对于5 1/2”井眼，射孔孔道尺寸一般为8mm~10mm，膨胀多孔球膨胀前的尺寸应为6mm~7mm，在没有约束情况下，膨胀多孔球膨胀后的尺寸大于12mm，膨胀前后的膨胀多孔球如图3所示。由于射孔孔道的约束作用以及岩石壁面的粗糙度，膨胀后的多孔球能够顺应炮眼结构，并牢固地卡入炮眼中，同时能够承受一定的生产压差，在油气生产过程中不会返吐出来。

[0040] 选用形状记忆聚氨酯泡沫为开孔结构泡沫，发泡孔眼尺寸在0.05mm~0.50mm，孔眼尺寸等同于挡砂精度。多孔球的挡砂精度按照地层砂粒度中值进行设计，即多孔球挡砂精度等于地层砂粒度中值d50。

[0041] 膨胀多孔球的防砂原理包括两个方面：一方面，通过膨胀多孔球的形状恢复力，对

射孔孔道岩石壁面起到支撑作用,防止岩石发生结构破坏以及岩石骨架砂运移;另一方面,从岩石骨架上剥离下来的砂粒在膨胀多孔球表面形成稳定砂桥,利用膨胀多孔球的孔眼进行过滤防砂。

[0042] 膨胀多孔球的抗压强度大于2MPa,即在2MPa以上生产压差下,膨胀多孔球不会发生严重形变,影响防砂效果。膨胀多孔球具有较好的耐温性能,即在地层温度下,强度不会发生变化,并且能够长期保持温度。膨胀多孔球的密度与携砂液密度相近,有利于携砂液携带和填充。

[0043] 为了避免膨胀多孔球在进入射孔孔道前发生膨胀,可以考虑延迟膨胀法。例如聚乙烯醇(PVA)膜用于包裹或覆盖在膨胀多孔球外表面以防止提前膨胀。一旦膨胀多孔球进入射孔孔道后,并在地层温度下持续一定时间,PVA膜能够溶解于井液中,此后,膨胀多孔球发生膨胀顺应炮眼结构,并固定在炮眼中。

[0044] 实施例2

[0045] 本实施例提供一种填充射孔孔道的防砂工艺:

[0046] 将油管下入油层底部,离人工井底约0.5m-1.0m的位置;采用清水或KCl盐水或50mPa·s以内的胍胶液作为携砂液;在井口将大于射孔孔道数量的膨胀多孔球投入携砂液中,利用携砂液带入井底,并填充到射孔孔道中;当地面泵注压力明显增大时,表示射孔孔道中已经填满膨胀多孔球,则停止施工,关井一定时间,待膨胀多孔球膨胀;起出油管,下生产管柱,投产。

[0047] 本施工工艺采用油层底部充填,相对于油层顶部充填,能够防止膨胀多孔球沉入井底,保障填充效果。

[0048] 实施例3

[0049] 本实施例对膨胀多孔球防砂效果进行实验验证:

[0050] 利用形状记忆聚氨酯泡沫材料加工成膨胀多孔球,防砂球的直径8mm,密度1.05g/cm³,体积膨胀率可达4倍,如图3所示。

[0051] 如图4所示,将膨胀多孔球1放入填砂管42中,填砂管1下端直径6mm,上部直径12mm。将装入膨胀多孔球的填砂管放入60℃水浴中,让防砂球膨胀。然后在填砂管42中膨胀多孔球之上加入20g粒径0.10mm-0.35mm的地层砂43,接通水源,用清水进行防砂实验,即用清水自上而下冲刷填砂管。连续用清水冲刷60min,出砂量只有0.032g,说明膨胀多孔球具有很好的挡砂效果。

[0052] 显然,本发明的上述实施例仅仅是为清楚地说明本发明所作的举例,而并非是对本发明的实施方式的限定,对于所属领域的普通技术人员来说,在上述说明的基础上还可以做出其它不同形式的变化或变动,这里无法对所有的实施方式予以穷举,凡是属于本发明的技术方案所引伸出的显而易见的变化或变动仍处于本发明的保护范围之列。

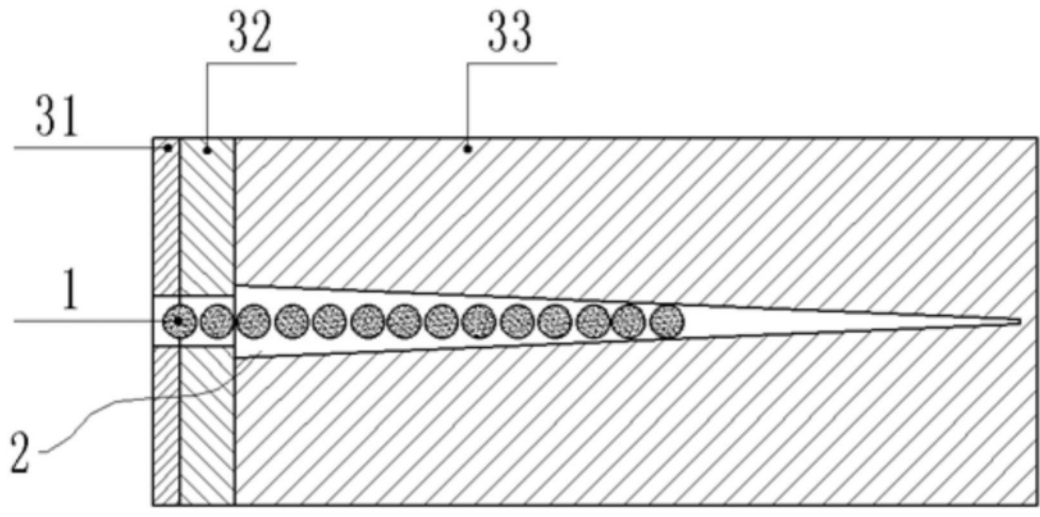


图1

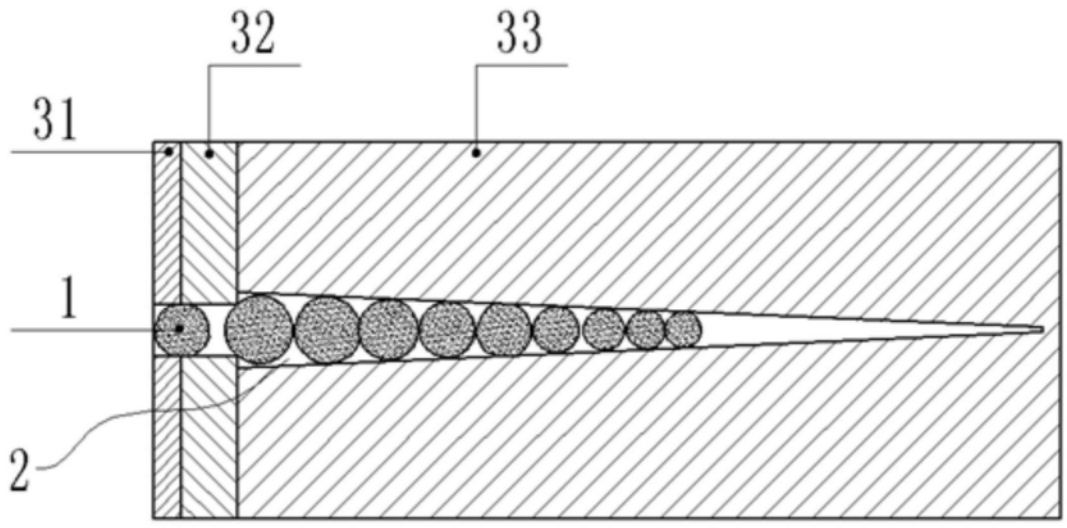


图2

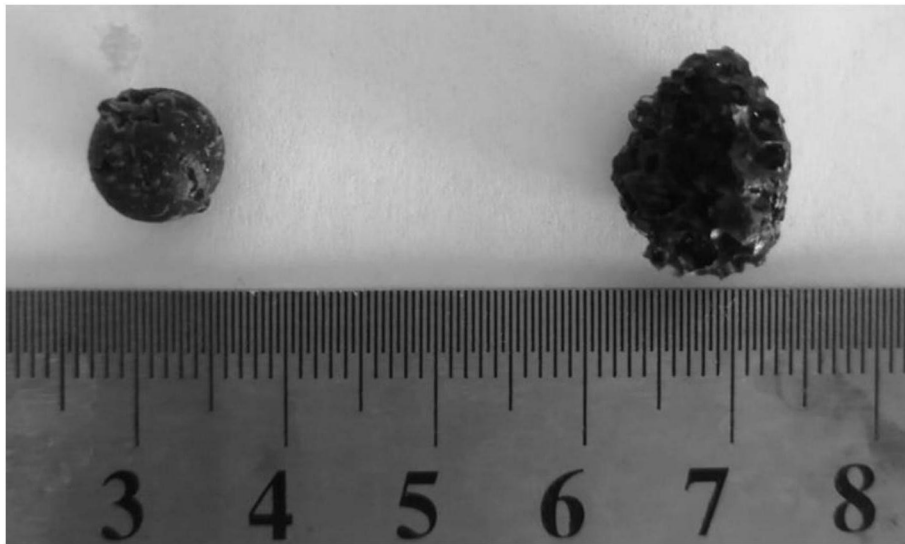


图3

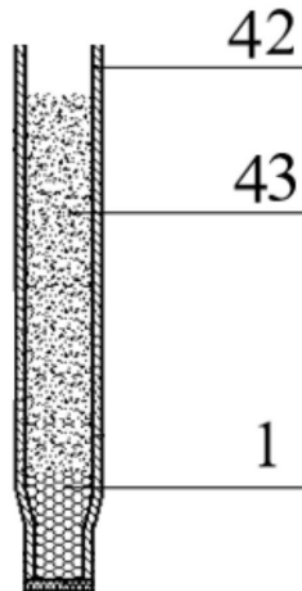


图4