



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113029864 B

(45) 授权公告日 2021.12.14

(21) 申请号 202110233054.2

CN 111208052 A, 2020.05.29

(22) 申请日 2021.03.03

CN 104674590 A, 2015.06.03

(65) 同一申请的已公布的文献号

CN 106596336 A, 2017.04.26

申请公布号 CN 113029864 A

US 2019212318 A1, 2019.07.11

(43) 申请公布日 2021.06.25

CN 102401755 A, 2012.04.04

(73) 专利权人 重庆科技学院

CN 101314505 A, 2008.12.03

地址 400000 重庆市沙坪坝区大学城东路  
20号

CN 107649217 A, 2018.02.02

CN 104729824 A, 2015.06.24

(72) 发明人 朱诗杰 刘哲知 于希南 程婷婷  
陈中华 张成浩 胡昊

JP 2011016116 A, 2011.01.27

WO 2008155543 A2, 2008.12.24

(74) 专利代理机构 重庆嘉禾共聚知识产权代理  
事务所(普通合伙) 50220

EP 0919642 A2, 1999.06.02

CN 106370842 A, 2017.02.01

代理人 吴迪

CN 104267118 A, 2015.01.07

(51) Int. Cl.

G01N 11/08 (2006.01)

Shugang Wang等.《Permeability evolution during progressive deformation of intact coal and implications for instability in underground coal seams》.《International Journal of Rock Mechanics& Mining Sciences》.2012, (续)

(56) 对比文件

CN 107389896 A, 2017.11.24

CN 108072620 A, 2018.05.25

CN 110410049 A, 2019.11.05

CN 106644820 A, 2017.05.10

审查员 胡议文

权利要求书1页 说明书4页 附图1页

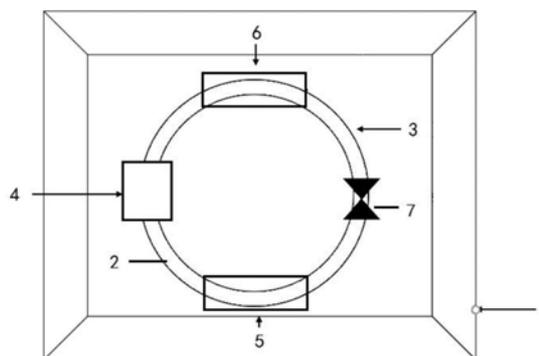
(54) 发明名称

一种循环测试聚合物溶液动态吸附量的监测装置及方法

液过程中不必要的实验误差带来的影响,整个过程流体均在装置中,快速简便的测试聚合物吸附量的变化。

(57) 摘要

本发明公开了一种循环测试聚合物溶液动态吸附量的监测装置,包括固定支撑底盘和设置在所述固定支撑底盘上的第一弧形弯管、第二弧形弯管、螺杆动力泵、吸附介质装填装置,吸附介质装填装置内具有弧形流道,所述弧形流道的底部设有吸收介质安装槽,第一弧形弯管的两端分别与螺杆动力泵的进液端、吸附介质装填装置中弧形流道的左端连通,第二弧形弯管的两端分别与螺杆动力泵的出液端、吸附介质装填装置中弧形流道的右端连通,所述第二弧形弯管上设有压力监测装置、液体装填口。本发明解决难以测定现有黏弹性流体动态吸附量的客观问题,以及取



CN 113029864 B

[接上页]

**(56) 对比文件**

F. R. Menter.《Two-Equation Eddy-Viscosity Turbulence Models for Engineering Applications》.《AIAA JOURNAL》.1994,

M .Mishra等.《Miscible viscous fingering with linear adsorption on the porous matrix》.《PHYSICS OF FLUIDS》.2007,

Shijie Zhu等.《Investigation into mobility control mechanisms by polymer flooding in offshore high-permeable heavy oil reservoir》.《Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects》.2020,

Reid B .Grigg等.《Calcium lignosulfonate adsorption and desorption on Berea sandstone》.《Journal of Colloid and Interface Science》.2004,

周建龙等.《保温层下的碳钢腐蚀与解决方案》.《中国涂料》.2015,第30卷(第02期),

朱诗杰等.《缝洞油藏内的调流剂速度分布模型及在流道调整中的运用》.《油田化学》.2020,第37卷(第4期),

赵娟等.《聚合物在多孔介质中的分布和存在状态》.《中国石油大学学报(自然科学版)》.2013,第37卷(第1期),

施雷庭等.《多孔介质中不同缔合能聚合物的吸附滞留研究》.《应用化工》.2019,第48卷(第8期),

郭兰磊.《聚合物吸附滞留规律及性能变化研究》.《石油与天然气化工》.2011,第40卷(第6期),

刘义刚等.《低疏水单体含量缔合聚合物溶液驱油特性实验评价》.《油田化学》.2018,第35卷(第2期),

1. 一种循环测试聚合物溶液动态吸附量的监测装置,其特征在于,包括固定支撑底盘(1)和设置在所述固定支撑底盘(1)上的第一弧形弯管(2)、第二弧形弯管(3)、螺杆动力泵(4)、吸附介质装填装置(5),所述吸附介质装填装置(5)内具有弧形流道(6),所述弧形流道(6)的底部设有吸收介质安装槽,所述第一弧形弯管(2)的两端分别与螺杆动力泵(4)的进液端、吸附介质装填装置(5)中弧形流道(6)的左端连通,所述第二弧形弯管(3)的两端分别与螺杆动力泵(4)的出液端、吸附介质装填装置(5)中弧形流道(6)的右端连通,所述第一弧形弯管(2)、第二弧形弯管(3)和弧形流道(6)组成圆环形,所述第二弧形弯管(3)上设有压力监测装置、液体装填口(7)。

2. 根据权利要求1所述的一种循环测试聚合物溶液动态吸附量的监测装置,其特征在于,所述压力监测装置包括若干个不同量程的压力传感器(8)。

3. 根据权利要求2所述的一种循环测试聚合物溶液动态吸附量的监测装置,其特征在于,所述第一弧形弯管(2)、第二弧形弯管(3)、弧形流道(6)内均设有阻碍水溶液吸附的介质材料层。

4. 一种循环测试聚合物溶液动态吸附量的监测方法,其特征在于,该方法利用权利要求1-3中任一种循环测试聚合物溶液动态吸附量的监测装置,其具体包括以下步骤:

步骤1、建立不同聚合物在表观黏度模型中对应的平衡压力,并确定出黏度与聚合物溶液压力的相互关系式;

步骤2、根据聚合物的黏浓关系曲线确定浓度与黏度相互关系式;

步骤3、根据黏度与聚合物溶液压力的相互关系式、浓度与黏度相互关系式确定浓度与压力的关系式,并建立相互图版;

步骤4、将吸附介质填充在弧形流道(6)底部的吸收介质安装槽内,再将聚合物从液体装填口(7)注入到第二弧形弯管(3)内;

步骤5、再启动螺杆动力泵(4)将聚合物从第二弧形弯管(3)、弧形流道(6)、第一弧形弯管(2)依次循环驱替;

步骤6、从压力监测装置上实时监测到第二弧形弯管(3)内的压力,根据实时压力与相互图版获取目标流体的实时吸附浓度。

5. 根据权利要求4所述的一种循环测试聚合物溶液动态吸附量的监测方法,其特征在于,所述步骤1的具体实验步骤为:在弧形流道(6)底部的吸收介质安装槽内不加入吸附介质,并注入不同黏度的聚合物溶液进行驱替,注入速度为1mL/min,测定其平衡压力值;通过所述平衡压力值确定出黏度与聚合物溶液压力的相互关系式。

6. 根据权利要求5所述的一种循环测试聚合物溶液动态吸附量的监测方法,其特征在于,所述黏度与聚合物溶液压力的相互关系式为:

$$P=a\mu^b$$

式中:P为压力,MPa; $\mu$ 为黏度,mPa·s;a为系数;b为指数。

## 一种循环测试聚合物溶液动态吸附量的监测装置及方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种循环测试聚合物溶液动态吸附量的监测装置及方法,属于石油工业设备技术领域。

### 背景技术

[0002] 黏弹性流体在多孔介质中与固体介质要发生物质交换,具有水动力学尺寸的流体与多孔介质之间也存在着机械捕集,但是吸附滞留是两个不相干的物理/化学过程,一个是具有物理/化学的吸附过程,一个是简单的物理机械捕集过程。而吸附是广泛存在的一种自然现象,可以发生在任两个界面之间,吸附过程在静态条件和动态条件下均可发生。常用方法来测量流体吸附是静态和动态方法(张磊.两亲聚合物-表面活性剂在岩石矿物上的吸附滞留特性研究[D].东营:中国石油大学.2013.)。黏弹性流体在静态条件下吸附量的测定一般采用浓度差减法,这是一种最常应用的简便、有效的方法-将预处理过的一定质量的吸附剂和一定体积已知浓度的驱油剂溶液加入任何可密封的容器中,待吸附达到平衡后,静态吸附量是由与吸附剂样品混合前后的溶液浓度差异来决定的。另一种方法是岩心驱替动态流动条件下吸附的测量,该方法测得的吸附量是随时间变化的,包括循环方法和流动方法。循环方法适用于研究石英砂岩上的吸附动力学,测量吸附/解吸附等温线,以及研究一些因素对石英砂岩上平衡吸附密度的影响,包括盐的类型和浓度以及循环速率(Baojun Bai, Yongfu Wu, Reid B. Grigg. Adsorption and Desorption Kinetics and Equilibrium of Calcium Lignosulfonate on Dolomite Porous Media [J]. J. Phys. Chem. C, 2009, 113 (31): 1-8); 而流动方法主要用于研究多孔介质中的解吸附 (Reid B. Grigg, Baojun Bai. Calcium lignosulfonate adsorption and desorption on Berea sandstone. Journal of Colloid and Interface Science, 2004, 279: 36-45)。静态实验研究成熟,但是对于动态吸附的研究,往往是应用流动法笼统研究动态滞留量,而动态滞留量实际是动态吸附和机械捕集与孔喉滞留的整体呈现(赖南君,张艳,赵旭斌,等.超支化聚合物在多孔介质上的吸附滞留特征[J].化学研究与应用,2016,28(3):360-365;Li, Q. Z., Pu, W. F., Wei, B., et al. Static adsorption and dynamic retention of an anti-salinity polymer in low permeability sandstone core [J]. Journal of Applied Polymer Science, 2017,

[0003] 134(8):1-8)。鉴于动态吸附和动态滞留的难以区分,Zhang和Seright (Zhang G. Z., Seright R. S., Effect of Concentration on HPAM Retention in Porous Media [J]. SPE journal, 2014, 7: 373-378.) 通过研究HPAM溶液浓度对吸附滞留特征的影响中,采用不同于常规静态吸附的实验手段,在6rad/min旋转流动的溶液里测定的吸附量,得到认识稀溶液和浓溶液的吸附不受到浓度的影响,半浓溶液受到溶液的影响。而且吸附过程是瞬时的,不可逆的;而且在石英砂表面吸附后,后续的再吸附作用相对较弱。

[0004] 综上所述可以发现,并没有一种方式有效的区分了黏弹性流体在介质表面的动态吸附和动态滞留。

## 发明内容

[0005] 为了克服现有技术中的缺点,本发明提供一种循环测试聚合物溶液动态吸附量的监测装置及方法,本发明可以有效区别黏弹性流体的动态吸附和滞留,为流体在多孔介质中的渗流特征分析提供分析方法。

[0006] 本发明解决上述技术问题所提供的技术方案是:一种循环测试聚合物溶液动态吸附量的监测装置,包括固定支撑底盘和设置在所述固定支撑底盘上的第一弧形弯管、第二弧形弯管、螺杆动力泵、吸附介质装填装置,所述吸附介质装填装置内具有弧形流道,所述弧形流道的底部设有吸收介质安装槽,所述第一弧形弯管的两端分别与螺杆动力泵的进液端、吸附介质装填装置中弧形流道的左端连通,所述第二弧形弯管的两端分别与螺杆动力泵的出液端、吸附介质装填装置中弧形流道的右端连通,所述第一弧形弯管、第二弧形弯管组成圆环形,所述第二弧形弯管上设有压力监测装置、液体装填口。

[0007] 进一步的技术方案是,所述压力监测装置包括若干个不同量程的压力传感器。

[0008] 进一步的技术方案是,所述第一弧形弯管、第二弧形弯管、弧形流道内均设有阻碍水溶液吸附的介质材料层。

[0009] 一种循环测试聚合物溶液动态吸附量的监测方法,其具体包括以下步骤:

[0010] 步骤1、建立不同聚合物表观黏度模型中对应的平衡压力,并确定出黏度与聚合物溶液压力的相互关系式;

[0011] 步骤2、根据聚合物的黏浓关系曲线确定浓度与黏度相互关系式;

[0012] 步骤3、根据黏度与聚合物溶液压力的相互关系式、浓度与黏度相互关系式确定浓度与压力的关系式,并建立相互图版;

[0013] 步骤4、将吸附介质填充在弧形流道(6)底部的吸收介质安装槽内,再将聚合物从液体装填口(7)注入到第二弧形弯管(3)内;

[0014] 步骤5、再启动螺杆动力泵(4)将聚合物从第二弧形弯管(3)、弧形流道(6)、第一弧形弯管(2)依次循环驱替;

[0015] 步骤6、从压力监测装置上实时监测到第二弧形弯管(3)内的压力,根据实时压力与相互图版获取目标流体的实时吸附浓度。

[0016] 进一步的技术方案是,所述步骤1的具体实验步骤为:在弧形流道(6)底部的吸收介质安装槽内不加入吸附介质,并注入不同黏度的聚合物溶液进行驱替,在速度为1mL/min,测定其平衡压力值;通过数值确定出黏度与聚合物溶液压力的相互关系式。

[0017] 进一步的技术方案是,所述黏度与聚合物溶液压力的相互关系式为:

$$[0018] \quad P = a\mu^b$$

[0019] 式中:P为压力,MPa; $\mu$ 为黏度,mPa·s;a为系数;b为指数。

[0020] 本发明具有以下有益效果:本发明解决难以测定现有黏弹性流体动态吸附量的客观问题,以及取液过程中不必要的实验误差带来的影响,整个过程流体均在装置中,快速简便的测试聚合物吸附量的变化。

## 附图说明

[0021] 图1为本发明的结构示意图;

[0022] 图2为实施例中的关系图版。

## 具体实施方式

[0023] 下面将结合附图对本发明的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例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。

[0024] 在本发明的描述中,需要说明的是,术语“中心”、“上”、“下”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。此外,术语“第一”、“第二”、“第三”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性。

[0025] 在本发明的描述中,需要说明的是,除非另有明确的规定和限定,术语“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或一体地连接;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,还可以是两个元件内部的连通,可以是无线连接,也可以是有线连接。对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0026] 此外,下面所描述的本发明不同实施方式中所涉及的技术特征只要彼此之间未构成冲突就可以相互结合。

[0027] 如图1所示,本发明的一种循环测试聚合物溶液动态吸附量的监测装置,包括固定支撑底盘1和设置在所述固定支撑底盘1上的第一弧形弯管2、第二弧形弯管3、螺杆动力泵4、吸附介质装填装置5,所述吸附介质装填装置5内具有弧形流道6,所述弧形流道6的底部设有吸收介质安装槽,所述第一弧形弯管2的两端分别与螺杆动力泵4的进液端、吸附介质装填装置5中弧形流道6的左端连通,所述第二弧形弯管3的两端分别与螺杆动力泵4的出液端、吸附介质装填装置5中弧形流道6的右端连通,所述第一弧形弯管2、第二弧形弯管3组成圆环形,所述第二弧形弯管3上设有压力监测装置、液体装填口7。

[0028] 上述监测装置的工作流程为:在吸收介质安装槽内填装高效的分散吸附介质颗粒,也可以装填与之尺寸匹配的吸附介质板;然后再在第二弧形弯管3内注入需要测量的聚合物,并启动螺杆动力泵4,让聚合物形成环形循环,这样可减少滞留,同时聚合物在循环的过程是在吸附介质的上方进行的,聚合物只与吸附介质的上表面进行接触,从而进行吸附,这样聚合物不需要穿过吸附介质,避免聚合物在吸附介质内产生滞留,提高了测量精度。

[0029] 在本实施例中,所述压力监测装置包括若干个不同量程的压力传感器8;这样配制多个量程范围的传感器,实现及时调整传感器,从而实现精确测量。

[0030] 在本实施例中,为了更进一步的提高测量精度,优选的实施方式是,所述第一弧形弯管2、第二弧形弯管3、弧形流道6内均设有阻碍水溶液吸附的介质材料层。

[0031] 一种循环测试聚合物溶液动态吸附量的监测方法,其具体包括以下步骤:

[0032] 步骤1、在弧形流道6底部的吸收介质安装槽内不加入吸附介质,并注入不同黏度的聚合物溶液进行驱替,在速度为1mL/min,测定其平衡压力值;通过数值确定出黏度与聚合物溶液压力的相互关系,表1如下:

[0033] 表1黏度与压力的关系特征表

[0034]

黏度	1	20	50	100	200	500	1000
----	---	----	----	-----	-----	-----	------

压力	0.044	0.14	0.392	0.684	1.24	2.28	4.48
----	-------	------	-------	-------	------	------	------

[0035]  $P = a\mu^b$

[0036] 式中:P为压力,MPa; $\mu$ 为黏度,mPa·s;a为系数;b为指数;

[0037] 步骤2、根据HPAM聚合物的黏浓关系曲线确定浓度与黏度相互关系式;

[0038]  $\mu = 0.0301C - 12.504$

[0039] 式中:C为浓度,mg/L;

[0040] 步骤3、根据黏度与聚合物溶液压力的相互关系式、浓度与黏度相互关系式确定浓度与压力的关系式,并建立相互图版(如图2所示);

[0041]  $P = a(0.0301C - 12.504)^b$

[0042] 式中:P为压力,MPa;C为浓度,mg/L;a为系数;b为指数;

[0043] 步骤4、将吸附介质填充在弧形流道6底部的吸收介质安装槽内,再将聚合物从液体装填口7注入到第二弧形弯管3内;

[0044] 步骤5、再启动螺杆动力泵4将聚合物从第二弧形弯管3、弧形流道6、第一弧形弯管2依次循环驱替;

[0045] 步骤6、从压力监测装置上实时监测到第二弧形弯管3内的压力,根据实时压力与相互图版获取目标流体的实时吸附浓度。

[0046] 以上所述,并非对本发明作任何形式上的限制,虽然本发明已通过上述实施例揭示,然而并非用以限定本发明,任何熟悉本专业的技术人员,在不脱离本发明技术方案范围内,可利用上述揭示的技术内容作出些变动或修饰为等同变化的等效实施例,但凡是未脱离本发明技术方案的内容,依据本发明的技术实质对以上实施例所作的任何简单修改、等同变化与修饰,均仍属于本发明技术方案的范围。

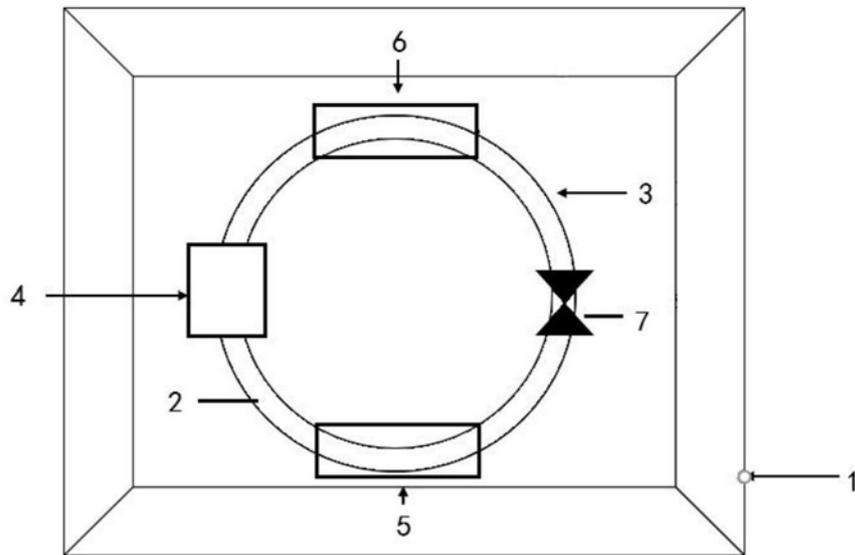


图1

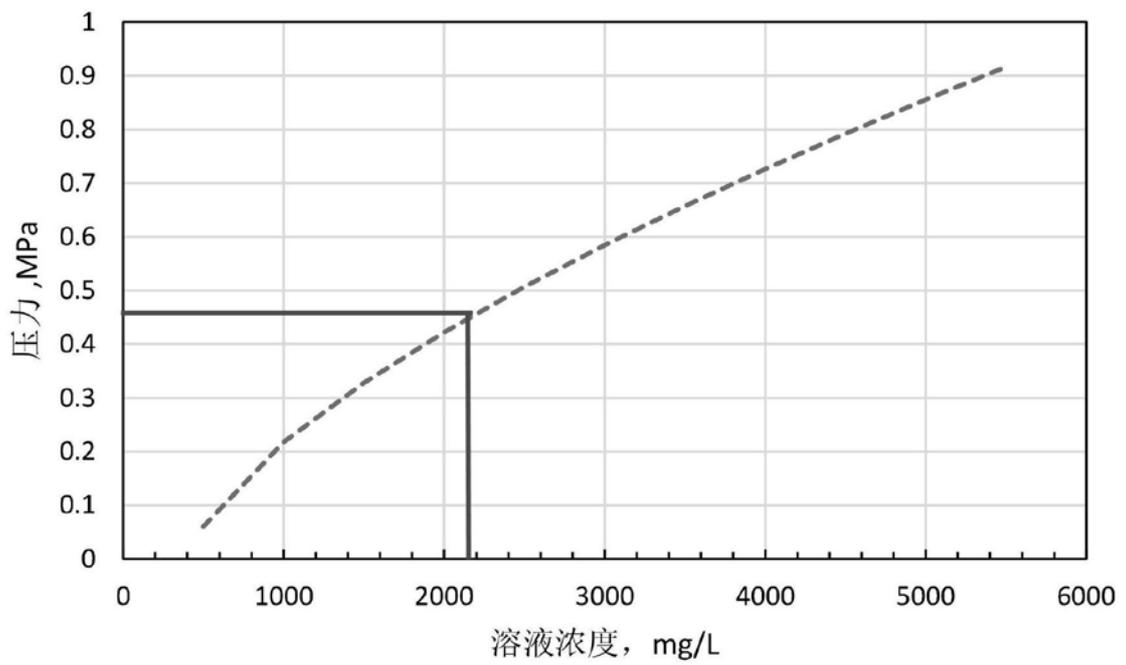


图2