



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104246124 A

(43) 申请公布日 2014. 12. 24

(21) 申请号 201280020680. 2

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2012. 05. 09

E21B 43/16 (2006. 01)

(30) 优先权数据

E21B 43/20 (2006. 01)

13/112, 722 2011. 05. 20 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2013. 10. 28

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/IB2012/052311 2012. 05. 09

(87) PCT国际申请的公布数据

W02012/160469 EN 2012. 11. 29

(71) 申请人 全球环境解决方案公司

地址 美国佐治亚州

(72) 发明人 布赖恩·A·苏西

(74) 专利代理机构 北京德琦知识产权代理有限公司

公司 11018

代理人 周艳玲 王琦

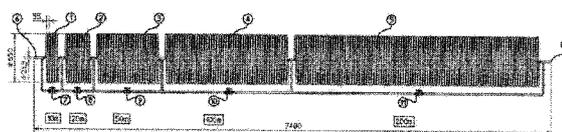
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

用于在强化采油系统中调节注入压力的线性减压器

(57) 摘要

用于在强化采油系统中调节注入井口中的水溶性聚合物溶液的注入压力的线性减压器装置，该线性减压器装置包括串联连接到主注入管道的模块，并且每个模块包括直径相同但长度变化的管，所述装置允许通过关闭或打开模块调节所述溶液流过的所述管的长度来使压降变化，且在所述溶液通过所述模块期间所述溶液的粘度没有实质性下降。用于实施所述装置的强化采油的设施。



1. 一种用于在强化采油系统中调节注入井口中的水溶性聚合物溶液的注入压力的线性减压器装置,该线性减压器装置包括串联连接到主注入管道的模块,并且每个模块包括直径相同但长度变化的管,所述装置允许通过关闭或打开模块调节所述溶液流过的所述管的长度来使压降变化,并且在所述溶液通过所述模块期间所述溶液的粘度没有实质性下降。

2. 根据权利要求 1 所述的装置,其特征在于,对于给定的管长度和直径,泵送测试确定聚合物溶液的粘度下降不超过 10% 的压力范围和压降。

3. 根据权利要求 1 所述的装置,其特征在于,对于给定的管长度和直径,泵送测试确定聚合物溶液的粘度下降不超过 5% 的压力范围和压降。

4. 根据前述权利要求所述的装置,其特征在于,每个模块均配备有旁通阀,构成所述模块的管的长度为 10、20、50、100 或 200 米。

5. 根据前述权利要求所述的装置,其特征在于,构成所述模块的管的直径在 1/2 英寸和 4 英寸之间,并且优选在 1/2 英寸和 2 英寸之间,构成所述模块的管的直径适于每个注入井的聚合物的流动。

6. 根据权利要求 1 所述的装置,其特征在于,构成所述模块的管由在与海水的成分和温度等同的条件下抗腐蚀的材料制成,所述材料选自不锈钢 304、不锈钢 316、双相钢、超级双相钢和哈斯特洛伊耐蚀镍基合金及在有些情况下选自铜。

7. 一种具有通过使用权利要求 1 至 6 所述的线性减压器主题进行聚合物注入的强化采油系统的设施。

8. 根据权利要求 7 所述的设施,其特征在于该设施是用在海上。

用于在强化采油系统中调节注入压力的线性减压器

技术领域

[0001] 本发明是用于在强化采油系统中调节注入井口中的注入压力的线性减压器。本发明的另一目的是实施上述线性减压器的强化采油系统。

背景技术

[0002] 在石油开采工业中,初次生产通过使用油层压力获得石油。

[0003] 在二次生产中,油层压力通过注入加压水被保持。

[0004] 在 20 世纪 70 年代,开始使用利用聚合物的强化采油 (EOR),其中通过水溶性聚合物的添加使被注入的水具有粘性,以便通过物理效应加宽注入泡(injection bulb)、增加油层波及并在适当的位置采收更多的石油。所用的聚合物为:

[0005] 或者天然的:黄原胶、瓜尔豆胶、纤维素衍生物,

[0006] 或者合成的:聚丙烯酰胺、聚丙烯酸酯、聚乙烯吡咯烷酮等。

[0007] 在实践中,在使用单个聚合物注入泵以不同的压力向几个井供给的场合,其必须同时:

[0008] 以确定的速率(rate)泵送以便在所有的井中保持足够的压力,

[0009] 减小某些井中的压力以不破裂它们,

[0010] 使扭矩压力/速率适于所选的注入计划。

[0011] 供给泵通常设定为最高压力超过井的压力 20 巴的压力。

[0012] 每个井在其井口中包含称为节流器(choke)的减压阀,这允许控制进入每个井的注入压力和水流量。井的压力根据多个因素变化:对注入的反应、所注入溶液的盐度、过滤杂质的影响等。对每个井而言,所述节流器允许使用不同的调节器在任何时间将注入压力减小到期望压力。

[0013] 就强化采油而言,主要的问题之一为聚合物由于节流器引起的期望压力的变化而经受机械降解(mechanical degradation),该变化一般对应于 10-50 巴的压降。随着聚合物降解,节流器显著降低将被注入的溶液粘度,因此限制采油。

[0014] 由于在非牛顿系统中未被科学评估的减阻或减摩擦效应,所以对在溶液中的聚合物的机械降解进行的研究都是经验性的。

[0015] 因此,能用于压力损失、流动、速度和降解的数字(figure)是非常不可比较的。

[0016] 发现在活塞泵或隔膜泵的阀中的降解在 3 米每秒的速度时开始。

[0017] 在具有有限精度的单个开口的,或者具有多个具有小直径孔的旋转开口(Cameron)的标准节流器中,降解开始得非常早,在 5 巴的压力差时开始,然而如上所提及的,它们最频繁在有 10 到 50 巴的压降下工作,尤其在海上应用中(参见图 1)。因此,在变化的但显著的降解情况下调节流速,因为极高的减压力引起实际上会爆炸的气穴效应。

[0018] 粘度的损失于是与通过节流器的压降和开口的直径直接有关。典型地,对于旋转节流器而言,降解大致线性上升直到 20 巴的压降为止,并且通过增加聚合物的浓度能被补偿。超过 20 巴,降解加速。

[0019] 例如,具有 40 巴的压降的节流器使聚丙烯酰胺溶液的粘度平均降低 50%。

[0020] 在海上作业中,海底的节流器为若干注入器提供压力减少,有时超过 50 巴,这种现象变得极其重要。在内陆设施上,这个问题通常通过从中心聚合物溶解站单独向每个井供给而被解决。在这种情况下,聚合物在高浓度(5-20 克/升)下被溶解并且在高压下通过容积泵注入到受控的水流中,从而注入到每个井中。节流器在聚合物注入之前被定位,于是聚合物被保护以避免机械降解。

[0021] 溶解站可以:

[0022] 被集中有在聚合物制备站制造的并通过管道被传输到每个井的水-聚合物混合物,

[0023] 其也可被分配有环绕油层和注入器的两个水-聚合物回路和用于水的节流器,随后被分配有用于井的局部聚合物泵。

[0024] 该两个方案在成本方面几乎是相当的。

[0025] 已经被测试具有少许成功的第三种方案是循环注入。对于一组井,溶液每次被注入到单个井中,且循环进行。当注入完成后,压力逐渐减小,随后以低于破裂压力的压力在接下来的注入周期再次增加。这是复杂的且效率是低的。

[0026] 因此,市场缺少即使以非常高的值减小压力也不使聚合物降解的装置。更准确地,目的是开发一种装置,该装置能相对于井压力的进展在高速下调节注入压力,而使聚合物无实质性降解,井压的变化如我们已经讨论过的那样取决于多种因素。

[0027] 使用具有短长度(6-12 米)的管和减小了的分段进行测试。虽然如此,仍旧观察到粘度的下降,意味着超过几巴的压降时,该系统不能在商业上应用。

发明内容

[0028] 申请人已确定能够减小压力而不明显影响聚合物的粘度,并且尽管在高的注入速度,这在使用时也使用大于 100 米的长度的管,具体为从大约 100 米到 500 米。

[0029] 在这个发现的基础上,为解决在高的注入流速下根据井压调节注入压力而实质上不影响注入溶液的粘度的问题,申请人已开发出一种线性减压装置,其由不同长度的管构成并提供变化的压降,而流体粘度没有实质性下降。

[0030] 更准确地,本发明目的在于一种线性减压器,该线性减压器在强化采油期间将调节注入井的井口中的水溶性聚合物溶液的注入压力。

[0031] 该减压器装置包括串联地连接到主管道的模块,每个模块包括直径相同但长度变化的管,所述装置允许通过打开或关闭模块调节溶液流过的管的长度来改变压降,且在溶液通过模块期间溶液的粘度没有实质性下降。

[0032] 在实践中,当推荐的注入速率和注入溶液的成分已知时,测试能确定所需要的管的直径和长度以获得所需的压力减小范围。该长度接着被切成模块,意味着压力能通过使用所有或一些模块而按要求被调整。

[0033] 形成模块的管的长度例如可为 10、20、50、100 或 200 米。

[0034] 事实上,对于标准的竖直井或水平井而言,形成模块的管的直径应当在 1/2 英寸和 4 英寸之间,并且优选在 1/2 英寸和 2 英寸之间。管的直径适于每个注入井的聚合物的流动。

- [0035] 上述模块配备有旁通阀,并且优选是环形形状以减少堵塞。
- [0036] 阀能被手动操作或从中央控制室远程操作。
- [0037] 根据专业石油工程师众所周知的规则,用于构造管的金属必须适于海水(brine)成分及温度。该构造可用不锈钢 304、不锈钢 316、双相钢(duplex)、超级双相钢、哈斯特洛伊耐蚀镍基合金及在有些情况下用铜等。
- [0038] 在陆上油层中,水或聚合物溶液的注入速率在多数情况下在 $4\text{m}^3/\text{h}$ 和 $50\text{m}^3/\text{h}$ 之间。
- [0039] 随后,目的是建造减压器,其在 $4\text{m}^3/\text{h}$ 和 $50\text{m}^3/\text{h}$ 之间(并且甚至超过该范围)工作,具有 10 到 50 巴的压降及最小的分子量降解。该数据不能通过计算获得;因此有必要进行一个油层接一个油层的系统化测试,以检查注入的海水(其对粘度有强的影响)、聚合物的类型和浓度和推导出的压力减小、壁的影响、管道的形状或脉动等。
- [0040] 更准确地,对于给定的管长度和直径,泵送测试确定聚合物溶液的粘度下降不超过 10%,优选不超过 5% 的压力范围和压降。
- [0041] 例如,使用油层海水中的聚合物溶液和配备有脉动吸收器的 40 巴隔膜计量泵,对通过直径为 1/2、3/4、1、1.25 英寸的由不锈钢制成的 100 米的循环螺旋管的 $40\text{m}^3/\text{h}$ 的流动进行这些测试。对于给定的长度和直径,这些允许我们确定聚合物将实质上不降解的压力范围和压降。
- [0042] 由于实质上不降解,我们预定注入浓度的溶液中聚合物的布鲁克菲尔德(Brookfield)粘度相比原始值的下降少于 10%,并且优选少于 5%。
- [0043] 也能使用发夹管(hairpin tube),但突然改变方向可能导致附加的聚合物降解。
- [0044] 这种类型的线性减压器的一个重要优点是容易控制海上的水下节流器,这种控制被限制为打开或关闭 4 到 5 个阀。
- [0045] 随后,该发明的另一目的是使用实施线性减压器进行聚合物注入的强化采油设施,特别是在海上设施上。
- [0046] 在实践中,该装置被定位在为井供给聚合物溶液的高压管路和每个井口之间。

附图说明

- [0047] 本发明及其优点被清楚地显示在以下示例中,这些示例支持附图。
- [0048] 图 1 为示出丙烯酰胺聚合物(30%的 20 百万分子量的阴离子)相对于节流器的压降的降解的曲线图。
- [0049] 图 2 为示出在强化采油设施中的模块的顺序的简图。
- [0050] 图 3 包含 650mm(3a)和 1000mm(3b)的螺旋直径的 380 米长的模块的两个示意图。

具体实施方式

- [0051] 实例 1
- [0052] 泵送测试
- [0053] 使用油层海水中的聚合物溶液和配备有脉动吸收器的 40 巴的隔膜计量泵,对通过直径为 1/2、3/4、1、1.25 英寸的由不锈钢制成的 100 米的循环螺旋管的 $40\text{m}^3/\text{h}$ 的流动进行这些初步测试。对于 100 米固定的长度和给定的直径,这些允许我们确定聚合物将不太被降解的压力范围和压降。

[0054] 示例 1a:对直径为 1/2 英寸且长度为 100m 的管的测试

[0055] 所用的合成海水与通常在中东发现的海水相应,具有以下成分:

[0056]

Na ⁺	1660ppm
K ⁺	25ppm
Ca ²⁺	26ppm
Mg ²⁺	11ppm
Cl ⁻	1962ppm

[0057]

HCO ³⁻	951ppm
SO ₄ ²⁻	160ppm
Fer ²⁺	0ppm
H ₂ S	30ppm

[0058] 聚丙烯酰胺 3630S(70% 摩尔的丙烯酰胺 /30% 摩尔的丙烯酸,20 百万克 / 摩尔) 1000ppm

[0059] 初始粘度 17.2cP(Brookfield UL6 转 / 分,50℃)

[0060] 隔膜泵连接到 100m 长的管,该管具有 13.46mm 的内径且配备有压力计和精密流量计。每个测试在恒定流速下持续 3 分钟。

[0061] 所得结果在下面列出。

[0062]

流量 m ³ /h	0	2.5	4	4.5	5
速度 (m/s)	0	4.88	7.81	8.78	9.76
压降 (bar)	0	4.5	8.4	9.6	11.3
输出粘度 (cps) Brookfield UL 6 转/分	17.2	16.8	16.7	16.7	15.9
降解 (%)		2.3	2.9	2.9	7.5

[0063] 我们观察到,对于内径为 13.46mm 的 1/2 英寸的管道,能达到接近 10 米 / 秒的非常高的速度,其中压降为 1 巴每 10 米,没有大幅度降解的迹象,并且流量为 5m³/h。

[0064] 相比于油层中的聚合物降解,7.5% 的降解仍然非常低。然而,如果压升高,有较大宽度的累积降解必须被考虑,并且流量被降低或管道尺寸被增加。

[0065] 示例 1b:对 1 英寸管(内径为 26.63mm,长度为 100mm)的测试

[0066] 在 50℃,在相同条件下相同的海水被用于执行这些测试,结果如下:

[0067]

流量 m ³ /h	0	19.5	31	35	38.5
速度 (m/s)	0	9.7	15.4	17.4	19.2
压降 (bar)	0	4	7.8	9.1	11.3
输出粘度 (cps) Brookfield UL 6 转/分	17.0	16.9	16.7	16.6	15.4
降解 (%)		0.60	1.76	2.35	9.41

[0068] 这显示在内径为 26.64mm 的 1 英寸的管中可能有 1 巴每 10 米的下降和从 19m³/h 到 38m³/h 的流量。

[0069] 这些测试能在不同直径的任何管上进行。

[0070] 实例 2:本发明中的减压器的尺寸特性的确定

[0071] 在注入流量为 4m³/h (使用与上述溶液相同的溶液)并且期望的压力变化为从 0 到 30 巴的井上,每米的压降将为 0.084 巴,并且必需的长度为 357 米。减压器因此将包括 10m、20m、50m、100m 和 200m 的模块,该组合将允许以下压降:

[0072] 10m-0.84 巴

[0073] 20m-1.68 巴

[0074] 10m+20m-2.52 巴

[0075] 50m-4.2 巴

[0076] 50m+10m-5.04 巴

[0077] 50m+20m-5.88 巴

[0078] 50m+20m+10m-6.72 巴

[0079] 100m-8.4 巴

[0080] 100m+10m-9.24 巴...

[0081] 200+100+50+20+10-31.92 巴

[0082] 压降可以通过打开或关闭阀门在线修改,这意味着每个模块可被短路或激活。如果有必要,压力差可以通过增加 10 米到 20 米的低幅度的模块而被减少或增加。

[0083] 图 2 示出根据本发明的线性减压器。这种构造的方法包括与主注入管路(6)串联连接的分别标识为 1 到 5 的 5 个模块。每个模块配备有为 7 到 11 的旁通阀,旁通阀允许模块被短路或不被短路。该模块包括长度从 10 米变化到 200 米的管。

[0084] 如图 3 所示,形成模块的管是螺旋形的,这大大地减小了装置的尺寸。所有的长度也可以放在相同的箱中,其中阀在前部。

[0085] 打开或关闭模块允许注入井的压降都在高的注入速度下被持续控制,而实质上不改变聚合物溶液的粘度。

FP 3630S (AM/AA-1000ppm) 聚合物降解-节流器中的压力降-流量80m³

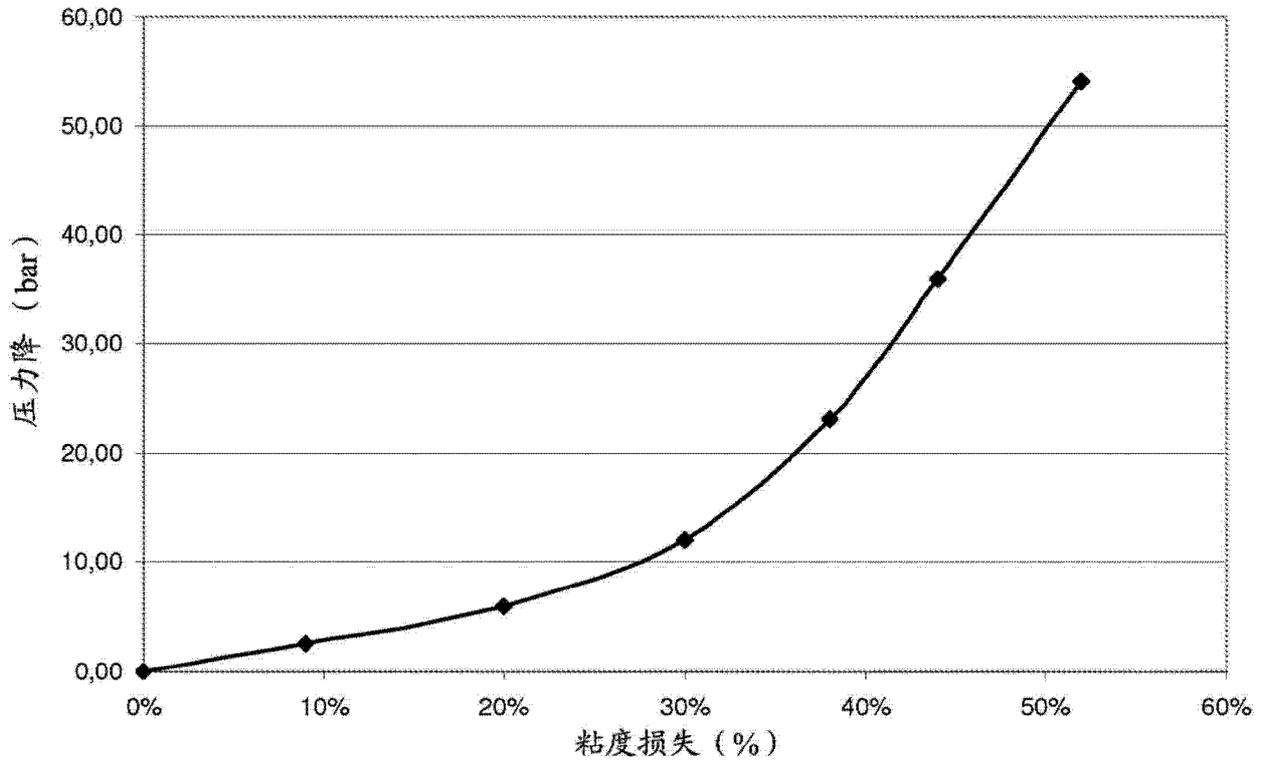


图 1

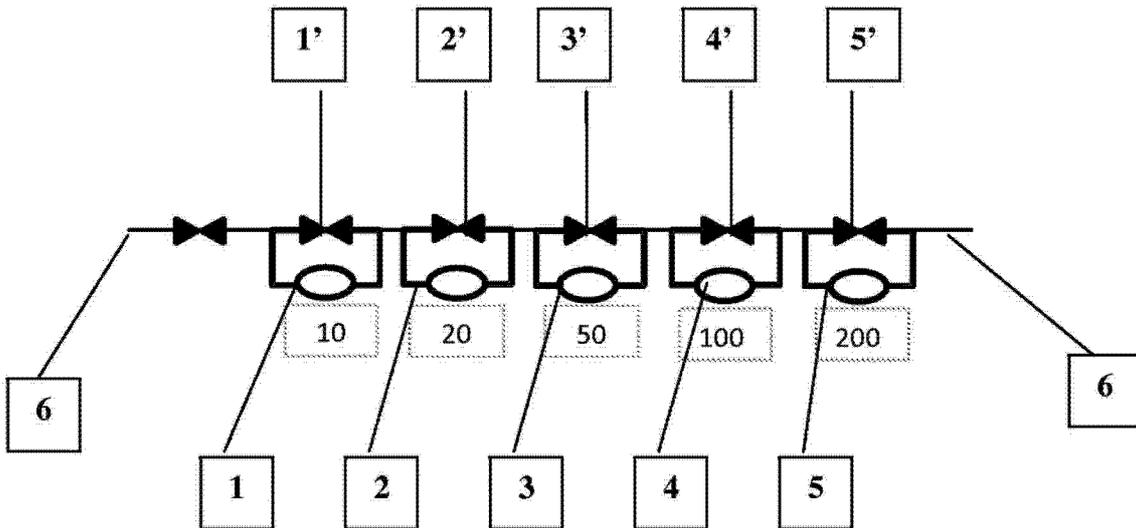


图 2

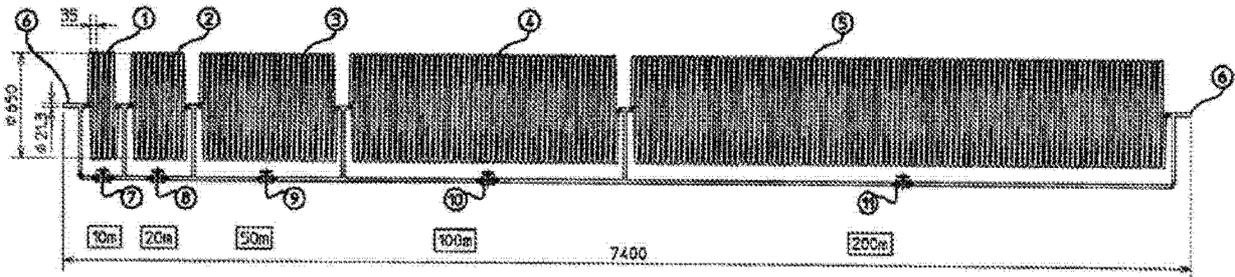


图 3a

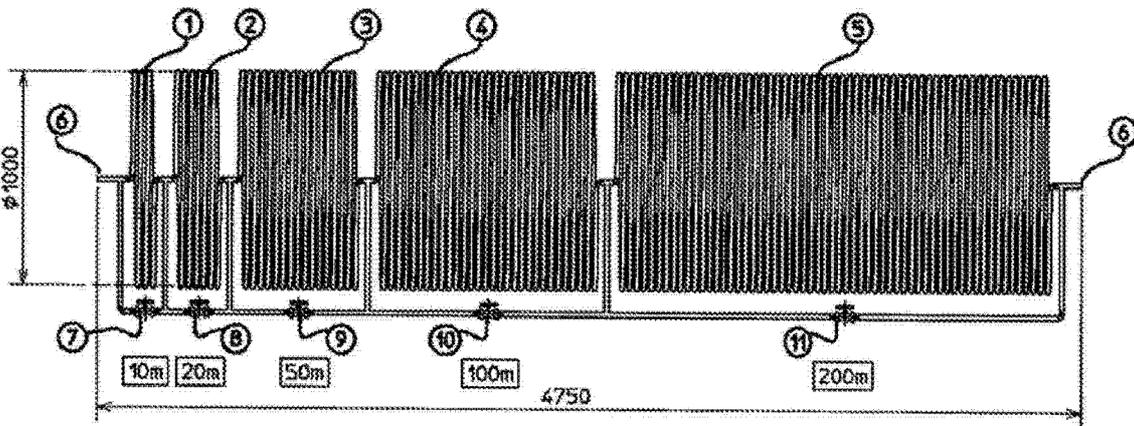


图 3b

图 3