

提高增产效果的炮眼疏通技术

D.F. Hushbeck
Halliburton Services

金云铭 译
王文祥 校

摘 要

如今作业公司使用炮眼准确疏通技术来帮助实现完井射孔层段的增产。利用专门的封隔器把射孔井段封隔成1英尺(0.3米)的小段。而后,将少量的酸泵入地层,以进行初始疏通。全面的增产作业可通过疏通工具进行,不用从井中将其取出。

应用准确疏通技术的几点好处:

1. 炮眼清除干净并且地层被轻微的压开,为开始进行酸化和压裂处理提供一个入口。
2. 确定炮眼状态。如果预计的一些炮眼没被打开。作业设计者可为这种较少量的炮眼而改变他的作业方案。泵排量和泵送压力对炮眼的数目和直径是敏感的。
3. 疏通时疏通封隔器不用维护而能安放几百次,因此节省钻机时间。
4. 通过对炮眼状态的详细了解有助于限流量压裂作业。
5. 对结垢处能直接注酸酸化

本文介绍现场成果、作业设计,以及疏通封隔器的技术细节,还介绍应用和操作的详细情况。

背 景 情 况

过去,作业者假设所设计和射孔的孔眼实际上是被射开的孔眼。换言之,如果作业公司射22个孔眼,就根据22个射开的孔眼作处理设计。近来经验表明,占相当高百分比的孔眼由于污染损害和射孔碎片而被堵塞或没有完全贯穿套管。

已使用碗式炮眼冲洗器清洗炮眼。然而,这些工具的密封装置在进入井中后一直和套管壁相接触,并且经常由于起下而被损坏。事实上这样的作业性质限制这种类型的清洗器只能用于光滑套管壁的浅井和少量炮眼的井中。

当对有许多炮眼的长井段进行疏通,由于密封碗的易磨损特性,碗式密封装置受到限制。

工 具 说 明

使用双封隔器的准确疏通炮眼技术已经获得成功,该封隔器将射孔井段封隔成1英尺(0.3米)的小段。由于封隔成短的小段,只用少量的酸来疏通炮眼。封隔器能封隔出短到3

英寸(76.2毫米)或长到所需要长度的层段,办法是采用不同长度的管子分隔开密封部件。这种挤压装置,悬挂式封隔器将不离开封隔段,这是由于作业期间液体压力所致。

图1是双封隔器的一张图,两个密封部件间的间距为1英尺(0.3米)。

图2显示当封隔器下入井中时,通过和环绕它的液流情况。在图3中操作员在地面选择安装固定阀并且让它和封隔器一起送至井下。固定阀的功能在后面讨论。

图4说明封隔器的部件正贴着套管壁进行密封。固定阀阻止酸流到井底,并且由于将射孔段封隔开就把酸引到所选择的射孔孔眼。因为封隔器的部件在进入井中后不一直与套管壁相接触,当需要时,它们就处于完好的状况下,并且在一次起下中,能够重新安置和移动几百次。

图5以图说明卸去固定阀的情况。办法是用钢丝绳或捞砂绳下入一个打捞筒与固定阀相联接并将其收回。封隔器中的固定阀卸除之后,就能够进行主要的增产作业。

图6和图7说明射孔孔眼疏通作业情况以及封隔器重新安置的顺序。通常用于疏通作业的工具管柱由液体控制阀、接箍定位器、循环阀、间距为1英尺(0.3米)的双封隔器以及一个可收回的固定阀组成。接箍定位器还可以用于射孔井段的定位。

如图6所示,双封隔器将射孔井段封隔出一个1英尺(0.3米)长的小段以注入少量的酸。液体控制阀在地面装入工具管柱内或在工具管柱下入井中之后从地面投入,该阀用于控制处理液的移动。当工具管柱从一小段移到另一小段时,管子里的酸被液体控制阀保存在原处。

开始注入时,将压力上升到对流体控制阀预先设置的预定值。压力使阀打开并且释放处理液。当完成所有炮眼的疏通作业后,用打捞筒卸去控制阀以使液体能自由流动,这是全面增产作业所需的,或将工具管柱起出井眼。

机械接箍定位器(未图示说明)可以包括于工具管柱中,通过指示一节套管帮助确定射孔段,射孔孔眼位于这节套管范围内。

当工具管柱下入井中时,循环阀被打开,让液体在封隔器周围通过。座放好封隔器后,阀被关闭。该阀再次被打开以把压裂液注入到液体控制阀,并且为了把液体注入到射孔孔眼而再次关闭。未座放好封隔器时,该阀还使顶部封隔器部件达到压力平衡。

疏通处理时,前面提到的可回收的固定阀被保持在封隔器中,然后用在主要增产作业时用打捞筒将其取出。不论是固定阀还是液体控制阀都可以从地面投到指定位置和取出,如需要可多次操作,卸阀时用同样的打捞筒进行作业。

应 用

发展准确疏通炮眼技术主要为了更均匀地向射孔孔眼注酸,因而可以对整个生产层段进行均匀的全面增产处理。

在下列几种情况下,准确疏通炮眼技术是特别有利的。

1. 在射孔孔眼附近有水/油或气/油接触面,此时,可能会有将酸注入水层或气层的危险。用双封隔器方法的准确疏通作业能够在低排量下进行。而采用改向剂的疏通作业则要求较高的排量和压差。准确疏通技术帮助确定每个炮眼的状况。而炮眼状况可影响疏通时的压力大小和泵的排量。

2. 在层间或炮眼间怀疑有串通的地方,可用准确疏通方法来检查是否有串通的情况(图8)。注入的液体通过串通的炮眼将导致低的注入压力(无疏通),并且通过正在排出的环形空间流体或压力的增加能观察到上述现象。

3. 当增产作业未获得预期的产量增长时,可以采用准确疏通技术来帮助确定应采取的补救步骤。例如,如果某些射孔是不成功的,操作员能够准确地确定哪里需要补射新孔。

4. 注入井的射孔是注入方案的成功关键。可借助准确疏通炮眼技术保证每个炮眼被打开以接受液流。

5. 在修井方面的应用中,准确疏通技术用来确定炮眼接受增产处理液的能力,以及作为修井作业的一部分,可以对产油的炮眼或新的射孔孔眼作选择性处理。新的炮眼与旧的炮眼相比可能要求不同的压力,所以准确疏通技术是很适合的,因为在该技术的作业中每个炮眼都可以封隔开。

6. 限流量压裂作业的设计取决于对孔眼被打开状况的一定了解,射孔孔眼状况很容易用准确疏通技术来确定。

7. 准确疏通炮眼技术能够在油井的结垢处或结蜡处直接注入酸或处理液。

作 业 实 施

以下所示的作业记录的摘录说明进行准确疏通炮眼作业所要求的工作步骤。在此作业中疏通了32个炮眼,每个炮眼大约用1磅酸。

结 果

两个例子的作业记录表说明在遇到的各种射孔孔眼条件下相差数值的范围。第一个例子,仅有几个计划的射孔孔眼是成功的。第二个例子是每个射孔孔眼都被射开。很清楚,对这些情况没有预先了解,增产作业的计划者不能对作业制定出恰当的泵送计划。

1. 一个得克萨斯州Reagan县的作业者设计了一个75英尺(23米)井段上相距1英尺(0.3米)的射孔孔眼。他使用准确疏通炮眼技术确定仅6个孔眼能吸液。在竭尽全力去疏通任何其它的孔眼之后,他选择了对井段重新射孔。这次,仅8个射孔孔眼是成功的。研究表明,失效的火药导致射孔作业的质量低劣。

在这种情况下,如果在假设沿井段的75个孔眼已被打开的前提下进行了处理,将导致有很高的压力和低的注入量。这种处理将对75英尺(23米)生产层的少部分起作用,该产层仅有6个孔眼被射开吸液。

2. 另一口Reagan县的井计划有11个射孔孔眼。准确疏通作业确定全部11个孔眼已被射开并且全部11个孔眼用少量的酸在主要的处理作业之前进行了处理。这次增产作业取得完全成功。

现场报告指明,准确疏通作业有利于控制裂缝的高度和宽度,这是由于沿着井段成功地射开了全部孔眼。

表 1

时 间	排 量 桶/分 (米 ³ /分)	体 积 桶 (米 ³)	油管压力 磅/英寸 ² (千帕)	操 作 说 明
1430				定位、安置、进行安全会议
1445	2.5 (0.40)	36 (5.72)	2000 (13,788)	对下井工具试压到2000磅/英寸 ²
1510	1.5 (0.24)	5 (0.79)	2000 (13,788)	测试流体控制阀
1517	1.5 (0.24)	32 (5.08)	1600 (11,030)	注 酸
1542	1.5 (0.24)	10 (1.59)	900 (6,205)	冲 洗
1602	1.0 (0.16)	1 (0.16)	2600 (17,924)	疏通孔眼 7158英尺 (2182米)
1638	1.0 (0.16)	1 (0.16)	1800 (12,409)	疏通孔眼 7100英尺 (2164米)
1638	2.0 (0.32)	1 (0.16)	1500 (10,341)	疏通孔眼 7092英尺 (2162米)
1642	1.5 (0.24)	1 (0.16)	1900 (13,099)	疏通孔眼 7086英尺 (2160米)
1658	1.5 (0.24)	1 (0.16)	1200 (8,273)	疏通孔眼 7050英尺 (2149米)
1728	1.5 (0.24)	1 (0.16)	1200 (8,273)	疏通孔眼 7038英尺 (2145米)
1730	1.5 (0.24)	1 (0.16)	1600 (11,030)	疏通孔眼 7034英尺 (2144米)
1750	1.5 (0.24)	1 (0.16)	2700 (18,614)	疏通孔眼 6902英尺 (2104米)
1757	2.0 (0.32)	1 (0.16)	2100 (14,477)	疏通孔眼 6897英尺 (2102米)
1803	2.0 (0.32)	1 (0.16)	2900 (19,993)	疏通孔眼 6892英尺 (2101米)
1822	1.5 (0.24)	1 (0.16)	2000 (13,788)	疏通孔眼 6742英尺 (2055米)
1824	1.0 (0.16)	1 (0.16)	2400 (16,546)	疏通孔眼 6738英尺 (2054米)
1827	2.0 (0.32)	1 (0.16)	2700 (18,614)	疏通孔眼 6731英尺 (2052米)
1830	1.0 (0.16)	1 (0.16)	1800 (12,409)	疏通孔眼 6725英尺 (2050米)
1838	2.0 (0.32)	1.8 (0.29)	1800 (12,409)	疏通孔眼 6708英尺 (2045米)
1842	1.0	1	2400	疏通孔眼 6694英尺

续表

时 间	排 量 桶/分 (米 ³ /分)	体 积 桶 (米 ³)	油管压力 磅/英寸 ² (千帕)	操 作 说 明	
1844	2.0 (0.32)	1.1 (0.17)	2100 (14,477)	疏通孔眼	6685英尺 (2038米)
1905	2.0 (0.32)	10 (1.59)	2800 (19,303)	疏通孔眼	6668英尺 (2032米)
1911	1.0 (0.16)	1.5 (0.24)	1900 (13,099)	疏通孔眼	6654英尺 (2028米)
1920	2.0 (0.32)	1 (0.16)	2100 (14,477)	疏通孔眼	6623英尺 (2019米)
1922	2.0 (0.32)	1 (0.16)	2500 (17,235)	疏通孔眼	6620英尺 (2018米)
1929	2.0 (0.32)	1 (0.16)	1750 (12,065)	疏通孔眼	6609英尺 (2014米)
1932	1.0 (0.16)	1 (0.16)	2200 (15,167)	疏通孔眼	6602英尺 (2012米)
1933	1.2 (0.19)	1 (0.16)	2150 (14,822)	疏通孔眼	6596英尺 (2011米)
1935	1.8 (0.29)	1 (0.16)	2200 (15,167)	疏通孔眼	6587英尺 (2008米)
1941	2.0 (0.32)	1 (0.16)	1700 (11,720)	疏通孔眼	6568英尺 (2002米)
1943	1.6 (0.25)	1 (0.16)	2100 (14,477)	疏通孔眼	6563英尺 (2000米)
1955	1.0 (0.16)	1 (0.16)	3000 (20,682)	疏通孔眼	6527英尺 (1989米)
1957	2.0 (0.32)	1 (0.16)	3100 (21,371)	疏通孔眼	6519英尺 (1987米)
2004	2.0 (0.32)	1 (0.16)	1700 (11,720)	疏通孔眼	6508英尺 (1984米)
2009	2.0 (0.32)	1 (0.16)	1700 (11,720)	疏通孔眼	6485英尺 (1977米)
2011	1.5 (0.24)	1 (0.16)	2900 (19,993)	疏通孔眼	6477英尺 (1974米)
2014		1 (0.16)	3200 (22,061)	测试封隔器-疏通全部炮眼	

结 论

1. 准确疏通炮眼技术通过打开堵塞的或损害的炮眼而提高了增产的效果。
2. 根据准确疏通炮眼作业确定的射孔孔眼状况在设计主要增产作业中是有重要价值的。

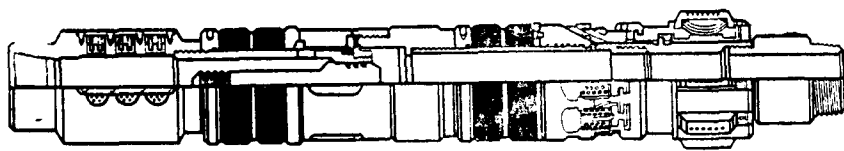


图 1 准疏通炮眼
封隔器总成

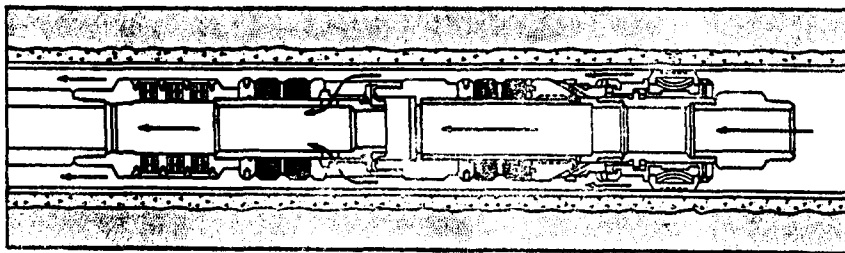


图 2 未安装固定阀的
封隔器下入井中

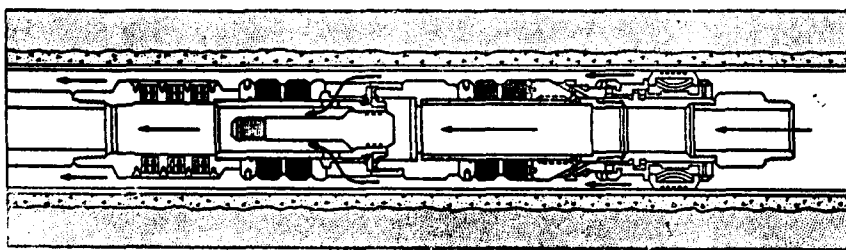


图 3 安装固定阀的
封隔器下入井中

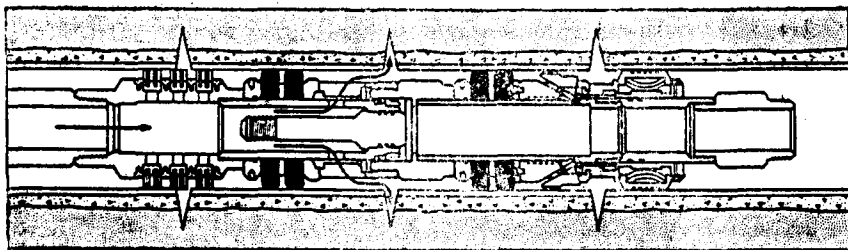


图 4 炮眼疏通作业

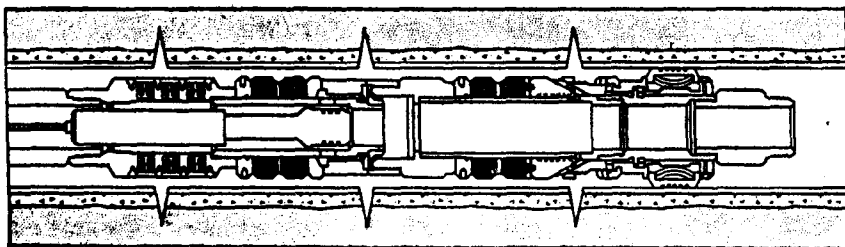


图 5 收回固定阀

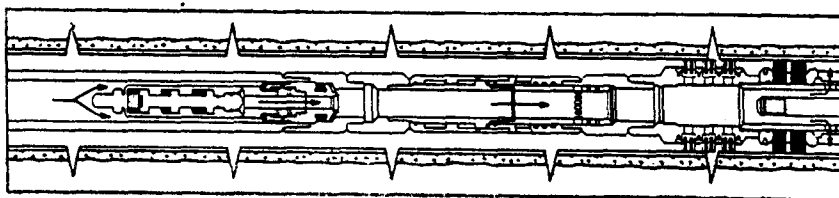


图 6 疏通时的工具
管柱的工作情况

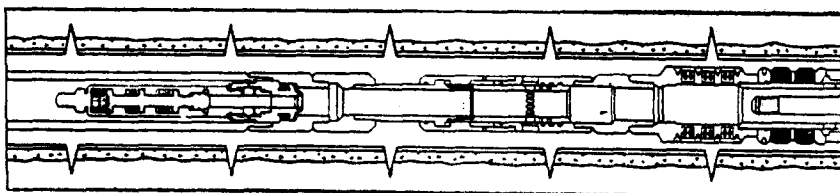


图 7 移动工具管柱

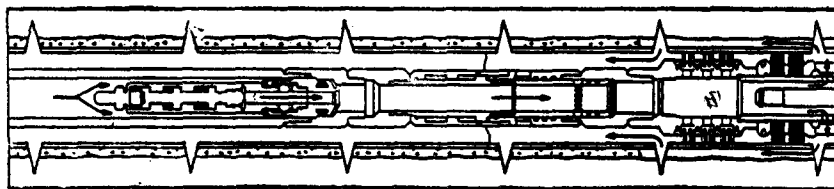


图 8 串通的炮眼