

取换套防钙侵修井液体系研究

孙彤, 崔腾宇, 李杰*, 谢阳春, 申红, 方永奎
(东北石油大学化学化工学院, 黑龙江大庆 163318)

摘要:通过取换套防钙侵修井液体系的研究,提高了修井液的抑制包被能力、抗钙侵能力、降滤失和抗污染能力,解决了井壁失稳和阻卡等问题,降低了复杂情况及事故发生率。

关键词:套损;取换套;修井液;钙侵

中图分类号:TE358

文献标志码:A

文章编号:0253-4320(2019)08-0213-03

DOI:10.16606/j.cnki.issn.0253-4320.2019.08.045

Research on anti-calcium work-over fluid system for casing-retrieving

SUN Tong, CUI Teng-yu, LI Jie*, XIE Yang-chun, SHEN Hong, FANG Yong-kui

(School of Chemistry and Chemical Engineering, Northeast Petroleum University, Daqing 163318, China)

Abstract:Through study on the anti-calcium work-over fluid system, the abilities of inhibiting encapsulation, resisting calcium contamination, reducing filtration loss and resisting pollution of work-over fluid are improved. The problems such as instability of wellbore and blocking are solved. Complex situation and accident incidence both are dropped.

Key words:casing damage; casing-retrieving; work-over fluid; calcium contamination

根据辽河油田的开发进度来看,伴随着油气田的不断开发,套管的长期磨损已经达到了使用的极限,损坏经常发生,此种情况随着采油年限的增加出现的会更多^[1]。在取换井筒套管、更换钻塞的时候,发现钙侵现象十分严重,此时必须停井检修,调配或者将修井液更换,从而造成了修井液的流失,主要会产生 2 个方面的负面影响:①导致施工周期延长;②造成施工成本的增加。经过对取换套防钙侵修井液体系的深入研究,能够及时处理钙侵与黏土侵所造成的复杂情况,主要是通过提高修井液体系的抑制性,从而改善现有修井液体系,使得修井液的黏度与切应力急剧上升的现象得到缓解;为了避免修井液体系的这种状态的出现,在套铣水泥环的过程中,修井液体系的抑制性需要提高;提高修井液体系的抑制性既能够保证稳定时间加长,又能够防止一系列复杂的情况出现,例如防止黏切、失水过高以及泥饼厚的情况^[2-3]。

本文中主要是通过结合对钻井液技术的研究,致力于解决辽河油田在生产现场中遇到的实际状况:①某些油井取环套管井径较粗;②井壁稳定程度差,油井内壁的水泥侵问题严重及压力过高等。从根本上研发出适用于取换套防钙侵修井液体系,从而能够有效地提高修井的质量及其经济效益。

1 修井液体系的建立

为了满足取换套修井液现场施工需要,经过室

内实验研究,配制出防钙侵修井液体系的配方,并且建立有效的防钙侵修井液体系^[4],从而减少了维护的难度,提高工作效率。

1.1 选择合适的防塌剂

通过对齐 80 口井的井筒内部收集泥浆以及碎岩屑的混合物之后进行实验,筛选最合适的防塌剂^[5]。详见表 1。

表 1 防塌剂的回收率

测试样	加量/%	Ca(OH) ₂ /%	回收率/%
FT-342	0.5	—	72.6
	1.0	1.0	78.0
	1.5	1.5	73.0
YGY	0.5	—	72.8
	1.0	1.0	77.3
	1.5	1.5	72.6
SKCM	0.5	—	75.7
	1.0	1.0	80.8
	1.5	1.5	78.5

通过对实验结果进行分析,1%的 SKCM 溶液回收率最高,说明其对泥土岩屑的抑制作用效果最强。可以最大程度地降低水泥侵造成的污染,所以选择此溶液作为防塌剂。

1.2 选择降滤失剂

钻井过程中,钻井的水分会因为压差的作用,通过井壁滤失到地层当中。所以降滤失剂在修井液体系中有维持稳定的作用,本文中选取 3 种药品 CMC、SPC、SPNH 进行实验,从中优选出最好的防钙

侵的降滤失剂。实验过程中的基浆选择为辽河油田现场开采的地层自然造浆,絮凝剂选取 KPAM。通过控制变量法在 90℃ 的条件下,对 3 种降滤失剂进行 8 h 的对比实验,实验结果见表 2。

表 2 降滤失剂性能实验对比

样品	Ca(OH) ₂ / %	加量/ %	FV/ s	PV/ (mPa·s)	YP/ Pa	动塑比	Ge/(Pa· Pa ⁻¹)	API/ mL
SPC	—	0.8	62	20.6	8.6	0.41	1.6/6.2	5.3
	1.1	1.2	76	31.6	15.5	0.49	4.7/9.2	6.6
CMC	—	0.9	54	19.1	10.4	0.54	3.6/6.6	4.9
	1.1	1.1	72	21.7	12.5	0.55	4.1/7.2	5.1
SPNH	—	0.6	58	19.3	9.3	0.43	3.5/7.3	4.5
	1.1	1.1	71	21.6	11.2	0.53	4.2/7.6	4.4

通过对实验结果进行分析得出,对比后 SPNH 降滤失的性能最好,通过实验得出随着降滤失剂的剂量不断增加,降滤失效果达到了一个极限,控制失水的效果也无明显的变化。所以本文中选取 1.0% 的 SPNH 作为降滤失剂混合进修井液当中。

1.3 铵碱混合剂实验

在进行套铣封固段之前首先要对修井液进行预处理,针对采油现场井内的修井液,研究表明,没有进行预处理的修井液在井筒内会发生性能上的变化,预处理后性能不会变化太大,所以对修井液进行预处理实验十分必要,选用纯碱、铵盐、水按 A 方案 16:30:1, B 方案 20:30:1, C 方案 24:30:1 质量比进行实验,实验数据见表 3。

表 3 铵碱比的混合剂实验结果

配方	FV/s	FL/mL	Gel/(Pa·Pa ⁻¹)	pH
基浆	181	12.8	11.5/23.2	13.0
A 方案	93	8.8	5.9/13.2	11.0
B 方案	78	6.9	5.1/11.4	9.5
C 方案	64	4.6	3.7/8.6	8.5

经过对比实验, C 方案在失水性、剪切应力、黏度上均有显著的降低, 优于 A 方案、B 方案, 修井液的性能也有了明显的提升, 此种配比方式最适用于现场。

最后经过实验的反复对比, 进行不同剂量不同组合方式的实验之后, 将“防钙侵修井液”的配比定为: 基浆 0.2% ~ 0.25% KPAM + 1.5% QS-2 + 0.1% YH-1 + 1.0% SPNH + 1.0% ~ 1.2% NPAN + 1.5% SKCM。

2 室内评价试验

2.1 滚动回收试验

选用了 4 组配方进行, 通过利用滚动回收试验来评价其抑制性能, 效果见表 4。

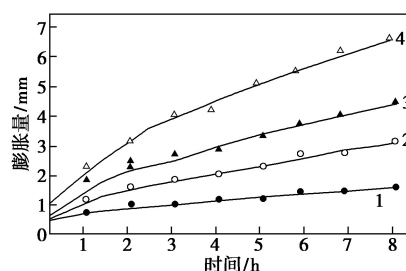
表 4 4 种配方滚动回收试验效果

种类	防钙侵		氯化钾		有机硅		抗水泥侵	
	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2
回收率/%	90.2	87.1	89.3	86.5	88.5	86.2	87.4	85.9

根据试验数据显示, 回收率最高的是铵基体系, 因为铵基体系对易水化的岩样抑分散能力比较强。

2.2 页岩膨胀率实验

在实验室中, 使用 NP-03 型页岩膨胀仪器分别测定了 4 种配方体系下的页岩膨胀量, 详细结果见图 1。



1—防钙侵体系; 2—氯化钾体系; 3—有机硅体系; 4—抗水泥侵体系

图 1 页岩膨胀率实验

经过实验统计, 结合图 1 就可以看出防钙侵修井液体系降低页岩的膨胀率效果最佳, 井壁最稳定。

2.3 抗水泥污染实验

实验所用基液由现场提取, 黏度 52 Pa·s, 密度 1.20 g/cm³。对自然造浆的基液进行抗水泥污染性对比实验, 实验数据见表 5。

表 5 抗水泥污染对比试验结果

体系	Ca(OH) ₂ / %	FV/ s	PV/ (mPa· s)	YP/ Pa	YP/ PV	Gel/ (Pa· Pa ⁻¹)	FL/ mL	NB/ mm	pH
有机硅	—	58	22.0	12.2	0.53	3.4/8.1	5.1	0.3	7.4
	1.1	94	32.4	19.7	0.62	6.3/9.4	8.5	1.7	11.0
氯化钾	—	62	20.4	10.4	0.51	3.1/7.1	5.7	0.5	7.4
	1.1	96	31.3	19.2	0.64	7.2/8.3	8.4	1.6	11.0
抗水泥侵	—	58	19.4	10.1	0.53	2.4/7.4	5.1	0.5	7.4
	1.1	94	26.6	17.3	0.64	6.4/7.7	5.5	1.3	9.4
防钙侵	—	58	19.6	9.1	0.46	3.2/6.6	4.5	0.5	7.4
	1.1	65	23.4	12.1	0.51	3.7/7.1	4.7	1.1	8.6

经过试验, 所得结果表明, 经过针对钙侵配比所得的修井液体系在水泥侵时剪切应力表现相对较好, 防止污染抗水泥侵也很好。

2.4 修井液体系机理

生产过程中, SKCM 作为一种防塌剂当其与胶液 NPAN 相互混合时, 可以最大程度地保持井壁的稳定, 协同作用可以针对性地降低黏土的水化^[6];

泥浆的吸水性通过絮凝剂 KPAM 进行控制,可以在一定程度上抑制泥岩的分散作用,降低井壁被冲刷的力;黏度的控制对于生产也十分重要,保持低黏度,控制动塑比在 0.5~0.7,可以控制流形流态,提高流体的剪切稀释性,也使其具有更好的触变性,可以满足在采油时的相关需求:①固相控制;②减轻阻卡;③携带脱落的岩屑,根本目的都是为了使开泵变得更加容易。生产前对水泥侵进行预防处理,降低滤失量,将 pH 稳定在 8.5 左右,加入适量的 SPNH 与 NPAN 更好地控制失水;泥饼的质量由于很小的固相含量从而变得更高,因此使得固相侵入变得更加困难,保护储层。

3 现场实际应用

防钙侵修井液体系在辽河油田进行了现场试验。选取欢喜岭实验井进行了取环套检测钙侵^[7]。现场试验情况见表 6,泥浆性能统计见表 7。

表 6 现场实验情况

实验井	深度/ m	水泥返高/ m	实验 次数	成功 次数	阻卡 次数
高 103-43	781	638	17	17	0

表 7 防钙侵和原体系性能统计对比

井段	体系	FV/ s	API/ mL	NB/ mm	pH	含砂/ %	Gel/ Pa	PV/ (mPa·s)	YP/ Pa
油层前	原体系	46~ 66	5.1~ 6.1	1.1~ 1.3	8.1~ 5.1	3.1~ 3.7	1.1~ 9.7	4.3~ 43	9.1~ 10.3
	防钙侵	48~ 59	4.7~ 6.1	1~ 1.1	8.1~ 9.1	2.1~ 3.1	3.3~ 3.9	5.3~ 8.2	19~ 14

防钙侵修井液体系在现场的生产中性能稳定,可用于现场实际生产应用。

利用新配方的修井液与先前使用的修井液进行岩心渗透率恢复实验。具体数据见表 8。

表 8 岩心渗透率恢复实验结果

修井液体系	岩心 编号	K_v / ($10^{-3}\mu\text{m}^2$)	K_{os} / ($10^{-3}\mu\text{m}^2$)	K_{rs} / %	平均
未更改配方的修井液	KP-46	0.755	0.624	82.77	81.26
	KP-47	0.373	0.247	78.05	
	KP-48	0.518	0.452	82.96	
新配方修井液	KP-49	1.099	0.988	93.49	92.28
	KP-50	0.879	0.825	92.78	
	KP-51	0.385	0.313	90.56	

针对实验结果进行分析,对于渗透率低的岩心并且在矿物质复杂的条件下,未更改配方的修井液渗透

率恢复值为 78.05%~83.96%(平均值为 81.26%);针对新配方的修井液进行实验,渗透率恢复值为 90.56%~93.49%(平均值为 92.28%),达到了保护储层的生产需求^[8-10]。

4 结论

(1)通过滚动回收实验选取性能最强的 SKCM 溶液;通过降滤失性能测定选取 SPNH 为降滤失剂;通过铵碱混合实验选定方案 C 的比例,最终将新的防钙侵修井液配方确定为:基浆 0.2%~0.25% KPAM+1.5% QS-2+0.1% YH-1+1.0% SPNH+1.0%~1.2% NPAN+1.5% SKCM。

(2)通过对 4 种体系的修井液进行页岩膨胀率实验、抗水泥污染性能评价实验,得出该体系在防钙侵、降低滤失性、抗水泥污染效果均为最佳,并且在现场试验中表明新修井液体系达到了现场工作标准,很好地保护了储层,可从很大程度上提高采油的生产效率以及施工质量。

(3)通过对前后 2 种修井液进行对比实验,证明了新配方的修井液在防塌陷、抑制泥岩造浆等方面具有优良的性能;具有很好的流动性,提高了流体的剪切稀释性,滤失量降低了许多;岩心渗透率恢复平均值达到了 92.28%,从一定程度上可作为完井液;抗水泥污染的能力很强,保证修井液的稳定,同时保护了储层。

参考文献

- [1] 屈沉治,戎克生,黄宏军,等.胺基钻井液在新疆油田莫 116 井区的应用[J].钻井液与完井液,2011,28(6):24-26,93.
- [2] 丁彭伟,鄢捷年.新型 MEG 钻井液体系的研究[J].石油天然气学报,2005,27(6):750-754.
- [3] Shanna M M, Wnderlieh R W. The Alteration of rock properties due to interactions with drilling fluid components[J]. Physik in Unserer Zeit, 2014, 49(5): 246-253.
- [4] 孙玉学,王铁军.储层损害及保护技术[M].哈尔滨:黑龙江科学技术出版社,1993:22-24.
- [5] 薛立国. NJ-1 抗温抗钙聚合物降滤失剂的研制与应用[D]. 青岛:中国石油大学(华东),2005.
- [6] 庄岩.低密度抗高温水包油泡沫钻井液研究[D].青岛:中国石油大学(华东),2008.
- [7] 孙金声,林喜斌,张光华,等.国外超低渗透钻井液技术综述[J].钻井液与完井液,2005,25(1):35-37.
- [8] 申红,大庆油田取换套防钙侵修井液体系研究[D].大庆:东北石油大学,2015.
- [9] 刘谦渭,刘长松,贾连壁,等.中原油田油水井套管损坏机理分析及防治技术[J].断块油气田,1998,(5):49-53.
- [10] 冯天源,荣继光,佟乐,等.钻井液的化学性能对井壁稳定性的影响研究[J].当代化工,2016,45(3):447-448,452. ■