

Study on Oil Washing Agent for the Squeeze Injection System of Scale Inhibitors

Aiping Sun¹, Xiaoxia Zhang², Qiang Li¹, Ligao Qin¹, Jiamei Zhang¹, Jun Lin¹, Jing Shen¹

¹CNOOC Energy Technology Drilling & Production, Zhanjiang Guangdong

²Zhanjiang Branch Company, CNOOC, Zhanjiang Guangdong

Email: Sunaip@cnooc.com.cn

Received: Aug. 30th, 2018; accepted: Oct. 28th, 2018; published: Dec. 15th, 2018

Abstract

In the process of water injection development in the west of South China Sea Oilfield, the serious barium strontium sulfate scales occurred in the oil wells of the oilfield, due to the incompatibility between injected sea water with rich SO_4^{2-} and formation water with rich Ba^{2+} and Sr^{2+} . According to the specific requirements of scale inhibitor injection technology, experiment was conducted on the formulation of washing agent system of the squeeze injection system. A formulation of oil washing agent is developed (0.3% alkanolamide + 0.2% Oleamide beet), it is used before the inhibitor is squeezed. The addition of the oil washing agent solves the problem of the adsorption of the squeezing for the scale inhibitor in the strata of Weizhou Oilfield.

Keywords

Oil Washing Agent, Interfacial Tension, Emulsification, Strata Surface, Emulsification of Oil

挤注防垢剂体系所需洗油剂的筛选研究

孙爱平¹, 张晓霞², 李强¹, 秦立高¹, 张家梅¹, 林军¹, 沈靖¹

¹中海油能源发展股份有限公司工程技术分公司, 广东 湛江

²中海油(中国)有限公司湛江分公司, 广东 湛江

作者简介: 孙爱平(1977-), 女, 硕士, 工程师, 现主要从事石油化学剂的研究。

Email: Sunaip@cnooc.com.cn

收稿日期: 2018年8月30日; 录用日期: 2018年10月28日; 发布日期: 2018年12月15日

摘要

南海西部油田注水开发中富含 SO_4^{2-} 的海水与含有 Ba^{2+} 、 Sr^{2+} 的地层水不配伍, 导致油井硫酸钡锶垢结垢现象严重。根据防垢剂挤注技术的具体要求, 进行了挤注防垢剂体系所需洗油剂体系配方的研制试验。研制出1种洗油剂体系配方(0.3%烷醇酰胺 + 0.2%油酸酰胺甜菜碱构建体系)作为防垢剂挤注作业前的洗油剂体系配方, 该洗油剂的加入解决了挤注防垢剂在涠洲油田地下岩层的吸附问题。

关键词

洗油剂, 界面张力, 乳化作用, 岩层表面, 原油乳化

Copyright © 2018 by authors, Yangtze University and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

南海西部涠洲 12-1 油田位于南海西部海域, 油田所在海域水深约 35 m。油田分南、中、北三大块, 开发方式包括天然水驱、注水、注气。由于注入水为富含硫酸根的海水, 而地层水含钡、锶等离子, 注入水与地层水不配伍导致硫酸钡、硫酸锶结垢现象严重[1] [2] [3] [4]。为从根源解决涠洲 12-1 油田的结垢问题, 即将采用井下挤注防垢剂方式[5] [6] [7]。在注入防垢剂之前地层岩石表面已覆有一定量的原油, 不利于防垢剂在岩石表面的吸附, 因此需要注入洗油剂预冲洗地层[8] [9] [10]。按照界面张力低、对原油的乳化作用弱的要求, 笔者研究了洗油剂体系配方, 并测试了其油水界面张力和乳化性能。

2. 试验药品与仪器

2.1. 试验药品

单体烷醇酰胺(1:2 型), 油酸酰胺甜菜碱, 乙二醇丁醚, 十八烷基胺聚氧乙烯醚(1810), 无水乙醇, 石油醚; 分析纯。

试验所用原油样品取自涠洲 12-1 油田, 经过原油黏温的试验测试, 测得其黏温曲线如图 1 所示。涠洲 12-1 油田的原油随着温度的升高, 原油黏度逐渐变低。

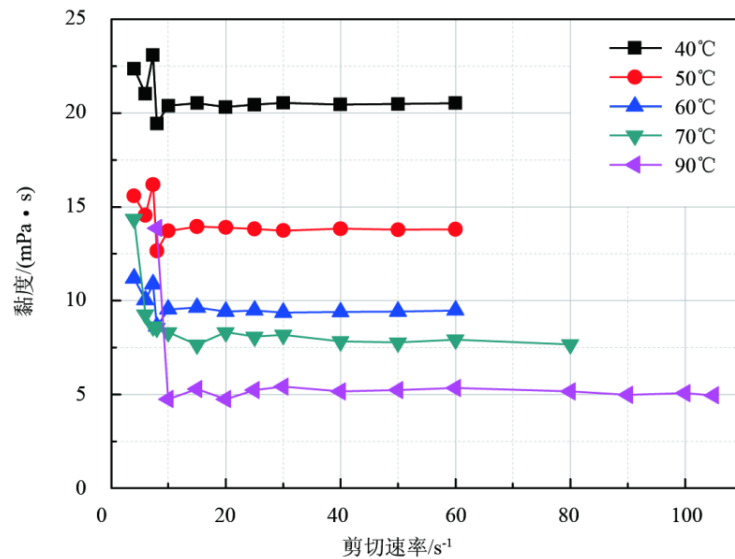


Figure 1. The curves of oil viscosity with shear rate at different temperatures

图 1. 不同温度下的原油黏度随剪切速率的变化曲线

2.2. 试验仪器

界面张力仪 TX 550A (德国 KRUSS 公司), 旋转黏度计 RV2 (德国哈克公司), 原油密闭脱水仪 DTS-4C (北京绿野创能公司)。

3. 试验方法

3.1. 界面张力的测定

模拟地层水离子质量浓度见表 1, 配制一定质量浓度的单体洗油剂溶液, 用旋滴法测定洗油剂溶液与原油在 70°C 下的动态界面张力。界面张力计算式如下:

Table 1. The data of water analysis in Weizhou 12-1 Oilfield

表 1. 涠洲 12-1 油田水分析数据表

阳离子质量浓度/(mg·L ⁻¹)					阴离子质量浓度/(mg·L ⁻¹)		总矿化度/(mg·L ⁻¹)	水型
K ⁺ + Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Ba ²⁺	Sr ²⁺	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻		
5633	94	66	19.61	11.65	16	1251	15363	NaHCO ₃

$$\sigma = 1.2336(\rho_w - \rho_o)\omega^2 \left(\frac{D}{n}\right)^3 \frac{L}{D} \geq 4 \quad (1)$$

式中: σ 为界面张力, mN/m; ρ_w 为水相密度, g/cm³; ρ_o 为油相密度, g/cm³; ω 为转速, r/min; D 为油滴宽度, mm; L 为油滴长度, mm; n 为水相折光率, 1。

3.2. 乳化试验方法

取 10 mL 已加热至 90°C 的表面活性剂溶液置于 50 mL 具塞量筒中, 继续往量筒中加入 10 mL 已加热至 90°C 的原油, 迅速将量筒上下振荡 50 次, 放置于恒温水浴锅里, 每隔一定时间观察混合液是否能在 1 h 之内分层。

4. 结果与讨论

4.1. 界面张力测定

分别测定了不同质量分数的单体烷醇酰胺(1:2型)、油酸酰胺甜菜碱、乙二醇丁醚、十八烷基胺聚氧乙烯醚(1810)在70℃条件下的动态界面张力,结果如图2所示。质量分数为0.6%的烷醇酰胺的界面张力最低(0.028 mN/m),质量分数为0.3%的烷醇酰胺的界面张力次之(0.045 mN/m),没有达到超低界面张力(≤ 0.01 mN/m)的要求。

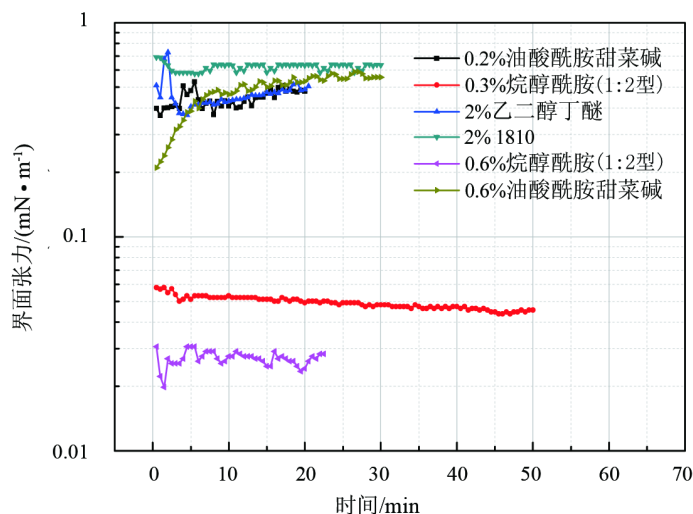


Figure 2. The detection of dynamic interfacial tension
图2. 动态界面张力测定

将烷醇酰胺(1:2型)和油酸酰胺甜菜碱按不同质量分数比例进行复配,试验结果如图3所示。当复合体系中烷醇酰胺比例较高时皆可以获得界面张力值处于 10^{-3} mN/m数量级的表面活性剂体系。相比之下,体系中加入0.3%烷醇酰胺和0.2%油酸酰胺甜菜碱的洗油效果最好,体系中加入0.4%烷醇酰胺和0.2%油酸酰胺甜菜碱的洗油效果次之。

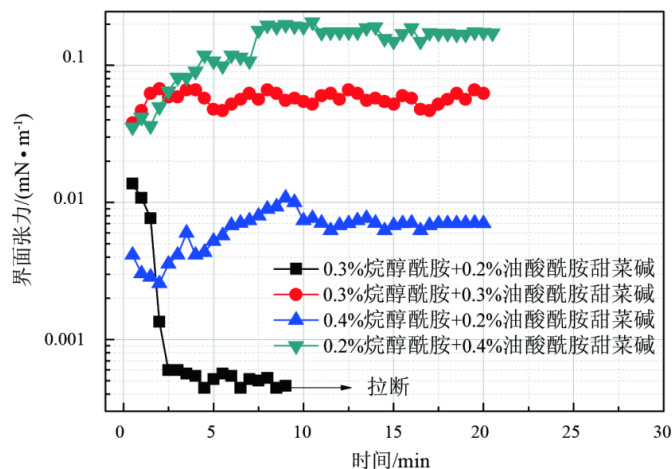
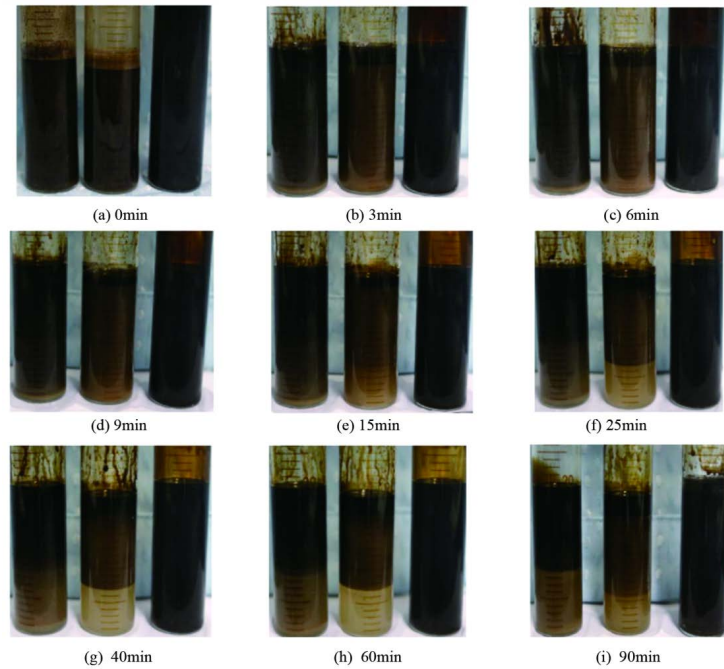


Figure 3. The detection of dynamic interfacial tension of the composite system
图3. 复合体系动态界面张力测定

4.2. 原油乳化试验结果

考察界面张力较低的 2 种洗油剂体系(即 0.3% 烷醇酰胺 + 0.2% 油酸酰胺甜菜碱构建体系与 0.4% 烷醇酰胺 + 0.2% 油酸酰胺甜菜碱构建体系)对原油乳化性能的影响。其中原油与模拟地层水的比例分别是 1:1、7:3 和 3:7。以上 2 种体系分别对涠洲 12-1 油田原油体系的乳化性能影响结果见图 4 和图 5。



注：每个图中从左至右油水体积比分别为1:1、7:3、3:7。下同。

Figure 4. The state of construction system of 0.3% alkanolamide + 0.2% oleic acid amide betaine mixed with crude oil
图 4. 0.3% 烷醇酰胺 + 0.2% 油酸酰胺甜菜碱构建体系与原油混合后的状态

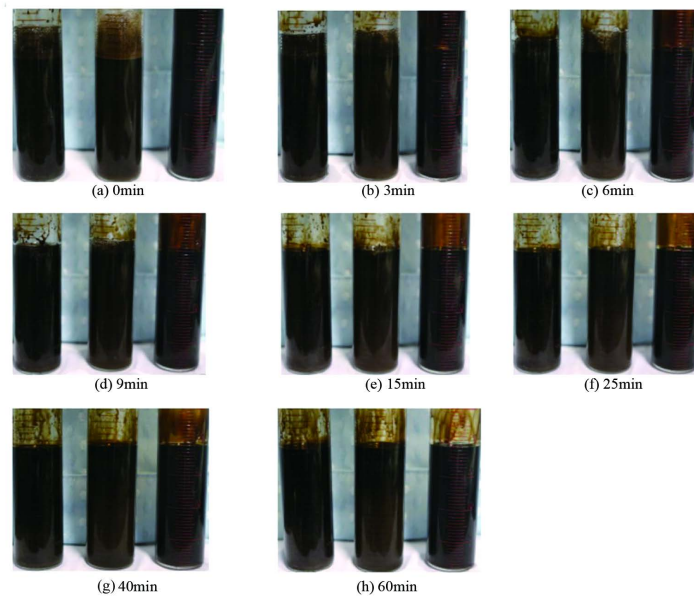


Figure 5. The state of construction system of 0.4% alkanolamide + 0.2% oleic acid amide betaine mixed with crude oil
图 5. 0.4% 烷醇酰胺 + 0.2% 油酸酰胺甜菜碱构建体系与原油混合后体系状态

可以看出, 0.3%烷醇酰胺 + 0.2%油酸酰胺甜菜碱构建体系与不同比例的原油乳化后, 在 25 min 后即能较好分层, 说明由 0.3%烷醇酰胺 + 0.2%油酸酰胺甜菜碱构建体系形成的乳状液不稳定, 对原油不会产生乳化现象, 能够使吸附在地层岩石表面的原油剥离, 有助于挤注防垢剂在涠洲 12-1 油田地层岩石表面的吸附。而由 0.4%烷醇酰胺 + 0.2%油酸酰胺甜菜碱构建体系与原油乳化后形成的乳状液较稳定, 不能尽快分层, 效果稍差, 会影响挤注防垢剂在涠洲 12-1 油田地层岩石表面的吸附。

5. 结论

1) 通过对几种洗油剂单体对涠洲 12-1 油田油水界面张力的检测, 选出 2 种油水界面张力较低的单体(烷醇酰胺(1:2 型)和油酸酰胺甜菜碱)进行复配, 研制了 4 种洗油剂构建体系配方。

2) 通过油水界面张力筛选出 2 种洗油剂构建体系配方, 即 0.4%烷醇酰胺 + 0.2%油酸酰胺甜菜碱构建体系和 0.3%烷醇酰胺 + 0.2%油酸酰胺甜菜碱构建体系。2 种洗油剂构建体系的油水界面张力均可以达到 10^{-3} mN/m 数量级。其中 0.3%烷醇酰胺 + 0.2%油酸酰胺甜菜碱构建体系的油水界面张力更小, 效果好。

3) 通过考察 0.4%烷醇酰胺 + 0.2%油酸酰胺甜菜碱构建体系和 0.3%烷醇酰胺 + 0.2%油酸酰胺甜菜碱构建体系对涠洲 12-1 油田不同油水比例的原油乳化性能的影响, 进一步确定出油水分离效果好的洗油剂配方体系是 0.3%烷醇酰胺 + 0.2%油酸酰胺甜菜碱构建体系。该洗油剂构建体系对原油不会产生乳化现象, 能够使吸附在地层岩石表面的原油剥离, 有助于挤注防垢剂在涠洲 12-1 油田地层岩石表面的吸附, 洗油效果很好。

4) 在涠洲 12-1 油田井下挤注防垢剂防垢过程中, 推荐使用 0.3%烷醇酰胺 + 0.2%油酸酰胺甜菜碱构建体系先对涠洲 12-1 油田地层岩石表面吸附原油进行清洗, 然后再进行挤注防垢剂的挤注作业, 既有利于挤注防垢剂在地层岩石表面更好的吸附, 又能进一步提高防垢剂挤注寿命。

参考文献

- [1] 戴彩丽, 赵福麟, 冯德成, 等. 涠洲 12-1 海上油田硫酸钡垢防垢剂研究[J]. 油田化学, 2005, 22(2): 123-125.
- [2] 陈武, 尹先清, 罗觉生, 等. 涠 12-1 油田钡锶垢防治技术研究[J]. 油田化学, 2006, 23(4): 318-320.
- [3] 戴彩丽, 刘双琦, 张志武. 涠洲 12-1 油田中块油井结垢防治[J]. 中国海上油气, 2006, 18(4): 265-266.
- [4] 郭超. 长效清防垢工艺研究与应用[D]: [硕士学位论文]. 西安: 西安石油大学, 2010: 13, 21-22.
- [5] 马彩凤. 磁场对油田污水结垢的影响及综合防垢方法的研究[D]: [硕士学位论文]. 西安: 西安石油大学, 2010: 1-2.
- [6] 闫方平, 任韶然, 樊泽霞, 等. 井下挤注用防垢剂的选择与实验评价方法[J]. 石油与天然气化工, 2007, 36(6): 495-499.
- [7] Sorbie, K.S. and Laing, N. (2004) How Scale Inhibitors Work: Mechanisms of Selected Barium Sulphate Scale Inhibitors across a Wide Temperature Range. Society of Petroleum Engineers, 1-10. <https://doi.org/10.2118/87470-MS>
- [8] 左景栾, 樊泽霞, 任韶然, 等. 纯梁油田樊 41 块油井挤注防垢技术[J]. 石油学报, 2008, 29(4): 616-618.
- [9] 郭琦. 挤注防垢用防垢剂缓释特性与应用条件研究[D]: [硕士学位论文]. 成都: 西南石油大学, 2014: 17-18.
- [10] 闫方平, 蔡鹏, 蔡伟, 等. 江苏油田 W2 断块油井挤注防垢技术研究与应用[J]. 石油与天然气化工, 2009, 38(1): 61-64.

[编辑] 帅群

知网检索的两种方式：

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择：[ISSN]，输入期刊 ISSN：2471-7185，即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入，输入文章标题，即可查询

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：jogt@hanspub.org