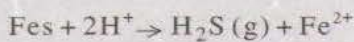


رسوب سولفید آهن در مخازن هیدروکربوری

تهیه کننده: زهرا عباسی مزار

متد برای زدودن رسوب سولفید آهن، ایفامی کند. اسید هیدروکلریک می تواند باعث انحلال گونه هایی از سولفید آهن شود که نسبت مولی Fe و S در آنها برابر یک است. طبق واکنش زیر:



جدول (۱) گونه های رایج رسوب سولفید آهن را در صنعت نفت و حلالیت آنها را در اسیدهای معدنی نشان می دهد.

رسوب سولفید آهن، در چاه های تولیدی نفت و گاز و بعضاً در چاه های تزریقی آب و Supply Well ها یافت می شود. مکانیسم های مختلفی می توانند منجر به تشکیل این رسوب شوند، که تمام این مکانیسم ها نیاز به منبع Fe و H₂S دارند. H₂S می تواند در نتیجه فعالیت میکروارگانیسم های احیا کننده سولفات (Sulfate Reducing Bacteria=SRB) طبق واکنش زیر تولید شود:

Table 1: Iron sulfide species common in the oil industry and their solubility in mineral acids.

Parameter	Mackinawite	Marcasite	Pyrite	Pyrrhotite	Troilite
Chemical Formula ⁷	Fe ₉ S ₈	FeS ₂	FeS ₂	Fe ₇ S ₈	FeS
Crystalline Structure ¹⁶	Tetragonal	Orthorhombic	Cubic	Monoclinic	Hexagonal
Color ¹⁶	Bronzy	Tin-White	Pale Brassy Yellow	Bronze Yellow	Light Grayish Brown
Hardness ¹⁶	Soft	6- 6.5	6- 6.5	3.5- 4.5	3.5- 4.5
Density ¹⁶ (g/cm ³)	4.30	4.875	5.013	4.69	4.85
Solubility in Acids ⁷	Fast	Slow and Difficult	Slow and Difficult	Moderate	Rapid and Easy

ترکیبات شیمیایی غیر اسیدی نیز می توانند باعث انحلال سولفید آهن شوند. در هر حال توانایی آنها در حل کردن سولفید آهن بستگی به نسبت مولی آهن به سولفید دارد. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی رسوب سولفید آهن تابعی از دما، فشار و PH محیط و عمر رسوب است. خصوصیات دیگر این رسوب نظیر دانسیته و ضخامت آن، با عمق تشکیل رسوب و عمر آن تغییر می کند. روش های مکانیکی و شیمیایی مختلفی برای زدودن این نوع رسوب وجود دارد که هر کدام دارای مزایا و معایبی هستند. بهترین روش برای رفع مشکل رسوب سولفید آهن یا به طور کلی سولفیدهای آهن، جلوگیری از تشکیل این رسوب، از ابتدا است. برای

SRB + SO₄ + Organic Carbon → S²⁻ + SRB
یا این که به طور مستقیم وارد چاه شود، مانند ورود H₂S در نتیجه عملیات gas lifting.

Fe نیز می تواند به طور طبیعی در لایه های مختلف زمین موجود باشد و یا به صورت محلول در آب شور موجود در سازند - خصوصاً در مخازن Sand Stone - و نیز در ته چاه در نتیجه خوردگی تجهیزات مختلف، وجود داشته باشد. ترکیب Fe و H₂S باعث تشکیل رسوب های سولفید آهن می شود. نسبت آهن به سولفید در گونه های مختلف رسوب سولفید تولید شده، بستگی به دما، فشار و PH محیط و غلظت H₂S دارد. این نسبت نقش کلیدی در تعیین بهترین

جلوگیری از تشکیل این رسوب لازم است، که یکی از منابع تولید آن، H_2S یا FeS از محیط حذف شوند.

برانگیختن فعالیت باکتری های مفید هاضم، پتانسیلی مناسب برای یک فرایند مقرون به صرفه و سازگار با محیط زیست، جهت حذف و کنترل سولفید در آب شور موجود در مخازن هیدروکربنی (Brine)، دارد.

در واقع، Produced Water تولید شده از مخازن نفت شامل سولفید محلول (H_2S ، HS^- یا S^{2-}) هستند که در نتیجه فعالیت میکروارگانیسم های SRB به وجود آمده اند. حضور سولفید در آب شور تولیدی از این مخازن، مشکلات بسیار جدی برای صنعت نفت در پی می آورد و به دلیل سمیت سولفید، بوی ناشی از آن، خوردگی و تشکیل سولفید های فلزی نامحلول، روی کیفیت جریان هیدروکربوری تولیدی نیز تاثیر منفی دارد.

حذف و کنترل غلظت سولفید در آب شور موجود در مخازن، به وسیله تزریق مواد شیمیایی مانند Sulfide Scavenger ها و بیومایدها صورت می گیرد. همچنین به دلیل ماهیت خورنده بودن سولفید و اغلب برای کنترل آثار سوء آن، از ممانعت کننده های خوردگی نیز استفاده می شود. برخی مشکلات ناشی از به کار بردن این مواد شیمیایی عبارتند از:

فقدان قابلیت انتخاب گری، عدم پایداری و عدم سازگاری این گروه مواد شیمیایی با محیط زیست.

به علاوه، این گروه از مواد شیمیایی، سمی و خطرناک هستند و هزینه های بالایی را طلب می کنند.

روش دیگری که می تواند جایگزین به کار بردن این مواد شیمیایی شود، رفع مشکل سولفید به شیوه های بیولوژیکی است که

به وسیله تنظیم و مدیریت فعالیت انتخابی باکتری های هاضم - که در آب شور موجود در مخازن هیدروکربوری حضور دارند - انجام می شود. نتایج به دست آمده از آزمایش های مختلف نشان می دهد که روش های بیولوژیکی، با توجه به هزینه های صرف شده و سازگاری با محیط زیست، نسبت به استفاده از مواد شیمیایی، بسیار مقرون به صرفه تر هستند. قابل توجه این که، برخی شرایط و مکانیسم های طبیعی، فرایند تولید سولفید را در مخازن هیدروکربوری، تحت کنترل دارند. در واقع روش های بیولوژیکی این مکانیسم ها را به طور مناسب و موثری، کنترل و مدیریت می کنند. پس از تشکیل رسوب نامحلول سولفید آهن، روش های مختلفی نیز برای زدودن این رسوب وجود دارد، مانند روش اسیدشویی که برای حذف رسوب تشکیل شده، در موارد مختلف به کار می رود. اما هنگامی که با رسوبات سولفید آهن با عمر بالا مواجه هستیم (وقتی که حلالیت آنها در اسید کم است) می توان از ابزار و وسایل مکانیکی برای حذف این رسوبات استفاده کرد.

برخی از مشکلاتی که ممکن است در اثر تشکیل رسوب سولفید آهن در مخازن هیدروکربوری به وجود آید عبارتند از:

- تجمع رسوب سولفید آهن و بیوسم در ته چاه و در خلل و فرج مخزن، که سبب اختلال در فرایند تولید جریان های هیدروکربوری می شود.

- تشکیل این رسوب در خطوط لوله باعث اختلال در عملیات نقل و انتقال جریان های مختلف می شود.

- به دلیل گرفتگی خلل و فرج مخازن که در اثر تجمع این رسوبات رخ می دهد، قابلیت پذیرش چاه های تزریقی، که آب تفکیک شده از جریان های هیدروکربوری در آنها تزریق می شود، به شدت کاهش می یابد.

منابع:

- 1) H.A.Nasr-EL-Kin, A.Y.AL-Humaidan, "Iron Sulfide scale: Formation, Removal and Prevention", SPE 68315, Presented at the 2001 SPE International Symposium on oilfield scale held in Aberdeen, UK, 30-31 January 2001.
- 2) Edgar Alan Morris, Rick Gomez, and Roger Peterson, "Application of chemical and Microbiological Data for sulfide Control", SPE52705, Presented at the 1999 SPE/EPA Exploration & Production Environmental Conference Held in Austin, Texas, 28 February-3 March 1999.
- 3) G.E. Jinneman, P.D. Moffitt, and G.A. Bala, "sulfide Removal in Reservoir Brine by Indigenous Bacteria", SPE 57422, Presented at the 1997 SPE Annual Technical Conference and Exhibition Held in San Antonio, Texas, 5-8 October.

