شرکت ملی نفت ایران

شرکت نفت فلات قاره ایران (سهامی خاص)

دستورالعمل نحوه ی تامین و ارزیابی عملکرد بازدارنده خوردگی سیستم فرازآوری با گاز

تیرماه ۱۴۰۳

فهرست مطالب

۱- مقدمه ۳

۱-۱- سیستم Gas Lift ۳

۱-۲- خوردگی در سیستم Gas Lift ۳

۱-۳- شرایط فرآیندی ۳

۲- مشخصات فیزیکی و شیمیایی بازدارنده خوردگی ۴

۳- روش ارزیابی بازدارنده خوردگی ۴

۳-۱- ارزیابی عملکرد ۴

۳-۲- بررسی Gunking ۵

۳-۳- بررسی سازگاری ۷

۵- مدارک فنی مورد نیاز ۷

۵-۱ برگه اطلاعات فنی و ایمنی ماده (TDS ، MSDS) ۸

۵-۲ نتایج ارزیابی ۸

۶- ارسال نمونه جهت تست آزمایشگاهی ۸

۶-۱ مشخصات نمونه های ارسالی ۸

۱- مقدمه

۱-۱- سیستم Gas Lift

سیستم فرازآوری با گاز (Gas Lift) یکی از روش های ازدیاد برداشت[1] از مخازن نفتی می باشد. مکانیزم روش به این صورت است که یک گاز فشرده به داخل لوله مغزی[2] به طور پیوسته[3] و یا متناوب[4] تزریق می گردد؛ گاز تزریقی با سیال خروجی از چاه مخلوط شده و در نتیجه این اختلاط، چگالی سیال کاهش یافته و ستون نفت سبک می شود؛ به تبع آن افت فشار در طول مسیر سیال کاهش یافته و نرخ برداشت افزایش می یابد. گاز فشرده معمولاً به داخل فضای حلقوی[5] مابین لوله مغزی و پوسته چاه[6] تزریق شده و از طریق دریچه های یک طرفه[7] وارد ستون چاه می شود. لازم به ذکر است به طور معمول به منظور جلوگیری از خوردگی فضای حلقوی، در این روش از گاز هیدروکربنی خشک استفاده می شود. گاز تزریقی مورد استفاده در سیستم های Gas Lift شرکت نفت فلات قاره ایران گاز ترش می باشد.

۱-۲- خوردگی در سیستم Gas Lift

خوردگی در چاه های تولید نفت عمدتاً به دلیل حضور مقدار زیاد آب شور همراه نفت و انحلال گازهای اسیدی مانند CO_2 و H_2S در آن صورت می گیرد و این مسئله در سیستم های Gas Lift به دلیل تزریق گاز ترش، تشدید می گردد. بنابراین عدم به کارگیری روش حفاظتی مناسب، خوردگی شدید تجهیزات درون چاهی را در پی خواهد داشت. روش های حفاظتی شامل انتخاب مواد، استفاده از بازدارنده خوردگی و یا پوشش های داخلی[8] می باشند که در میان آن ها مناسب ترین و اقتصادی ترین روش به کارگیری بازدارنده خوردگی است.

۱-۳- شرایط فرآیندی

شرایط فرآیندی سیستم های Gas Lift شرکت نفت فلات قاره ایران (به طور تقریبی) در جدول شماره ۱ مشاهده می شود. هم چنین اطلاعات تکمیلی و آنالیز آب همراه نفت به ترتیب در پیوست های شماره ۱ و ۲ ضمیمه شده اند.

جدول۱- شرایط فرآیندی سیستم های Gas Lift شرکت نفت فلات قاره ایران

ردیف	مشخصه	واحد	مقدار
۱	دما ته چاهی	$^{\circ}C$	۱۰۰
۲	دما در نقطه تزریق گاز[9]	$^{\circ}C$	۱۱-۲۴
۳	فشار ته چاهی	bar	۹۰
۴	فشار در نقطه تزریق گاز	bar	۱۰۸-۱۰۹
۵	درصد آب همراه نفت	%	۳۴-۶۵

[1] Enhanced Oil Recovery
[2] Tubing
[3] Continuous Injection
[4] Batch Injection
[5] Annulus
[6] Casing
[7] Side Pocket Mandrel
[8] Lining
[9] لازم به ذکر است که با توجه به اختلاف دما گاز تزریقی و دمای ته چاه، تشکیل رسوب و وکس در دریچه ی ورودی گاز به لوله مغزی بسیار محتمل می باشد.

۲- مشخصات فیزیکی و شیمیایی بازدارنده خوردگی

مشخصات بازدارنده خوردگی مورد نظر به شرح ذیل می باشد:

- بازدارنده می بایست از نوع Organic Film Forming Corrosion Inhibitor باشد.
- حالت فیزیکی ماده فعال[1] بازدارنده می بایست مایع باشد؛ اگر به صورت جامد و یا مایعی با گران روی[2] بالا باشد، احتمال تشکیل رسوبات نامطلوب افزایش می یابد.
- فراریت بازدارنده می بایست کم باشد (فشار بخار کم) تا حلال آن در تماس با گاز خشک دچار تبخیر ناگهانی[3] نگردد.
- بازدارنده می بایست در غلظت کم و بدون نیاز به رقیق سازی موثر باشد.
- بازدارنده می بایست با آب همراه نفت سازگاری کامل داشته باشد.

مشخصات فیزیکی و شیمیایی بازدارنده خوردگی مورد نظر در جدول شماره ۲ مشاهده می شود:

جدول۲- مشخصات فیزیکی و شیمیایی بازدارنده خوردگی سیستم Gas Lift

ردیف	مشخصه	واحد	استاندارد	مقدار
۱	حالت فیزیکی	-	-	مایع
۲	چگالی (@ 25 ˚C)	g/cm^3	ASTM D1298	۰,۹ ±۰,۱
۳	نقطه اشتعال[4]	˚C	ASTM D93	>۱۰۰
۴	نقطه ریزش[5]	˚C	ASTM D97	<-۵
۵	حلالیت	-	ASTM G170	Oil Soluble - Water Dispersible
۶	ویسکوزیته (@ 37 ˚C)	Cst	ASTM D445	۲۰

۳- روش ارزیابی بازدارنده خوردگی

۳-۱- ارزیابی عملکرد

عملکرد بازدارنده خوردگی سیستم Gas Lift به روش تست قفس چرخان[6] (پیوسته) در دما و فشار بالا و بر اساس استاندارد ASTM G184 در شرایط زیر بررسی می شود:

- محیط خورنده شامل ۶۰ درصد حجمی آب نمک و ۴۰ درصد حجمی نفت
- مشخصات آب نمک: ٪۹/۶۲ NaCl، ٪ ۰/۳۰۵ $CaCl_2$، ٪ ۰/۱۸۶ $MgCl_2.6H_2O$ و ٪ ۰/۳۵ Acetic Acid و آب مقطر
- اکسیژن زدایی فاز آبی و نفتی با گاز نیتروژن
- اشباع فاز آبی از گازهای H_2S و CO_2 (با نسبت ۱:۱)
- دمای آزمایش: ۱۰۰ درجه سانتی گراد

[1] Active Ingredient
[2] Viscosity
[3] Flash Off
[4] Flash Point
[5] Pour Point
[6] Rotating Cage

- فشار: ۹۰ بار
- جنس کوپن: فولاد کربنی ۱۰۱۸
- سرعت چرخش کوپن ها: ۱۰۰۰ دور در دقیقه

پس از انجام تست، نتایج در جدول ۳ گزارش می شوند:

جدول۳- جدول گزارش دهی نتایج تست قفس چرخان

ردیف	کد نمونه	غلظت بازدارنده (ppm)	نرخ خوردگی (mpy)	درصد محافظت (%)	مشاهدات ظاهری سطح کوپن
		0			

❖ نرخ خوردگی و درصد محافظت قابل قبول در این تست (پس از افزودن بازدارنده خوردگی) به ترتیب <۴ mpy و >۹۰ ٪ می باشد.

۲-۳- بررسی Gunking

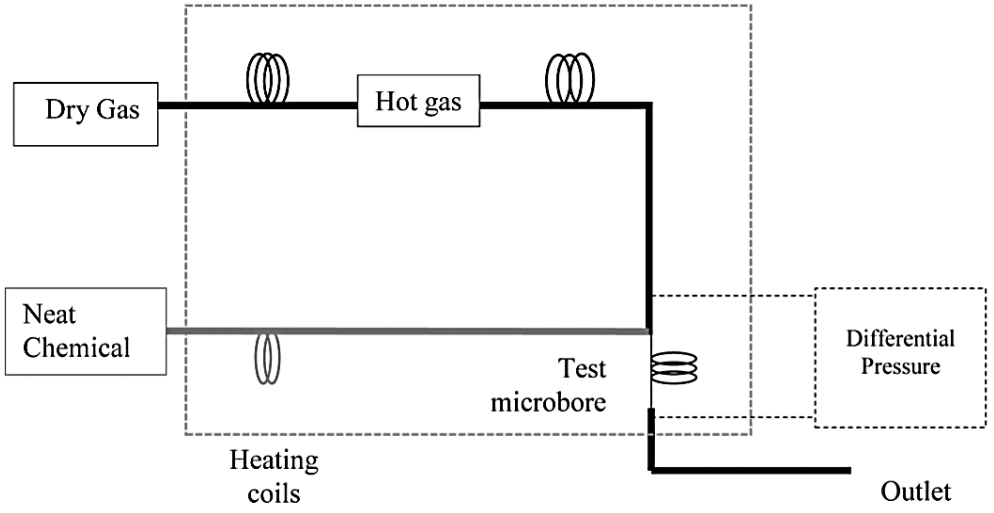
از آن جایی که در تزریق بازدارنده خوردگی به جریان گازی در سیستم Gas Lift، حجم کمی از ماده در تماس با حجم زیادی از گاز خشک قرار می گیرد، احتمال تبخیر ناگهانی حلال بسیار بالا می باشد، این رخداد علاوه بر گرفتگی دریچه ها، از رسیدن بازدارنده نیز به داخل ستون چاه با غلظت پیش بینی شده ممانعت به عمل می آورد. بررسی Gunking می تواند به دو روش استاتیک و دینامیک انجام شود:

۱-۲-۳- روش دینامیک

در روش دینامیک می بایست دو پارامتر دما و نسبت فاز گاز به فاز مایع (بازدارنده) مشابه شرایط عملیاتی شبیه سازی شوند. در شکل ۲، روش دینامیک تست Gunking به طور شماتیک نشان داده شده است. در این تست، بازدارنده خوردگی به جریان گازی پیش گرم شده (۴۰ درجه سانتی گراد) تزریق می شود. جریان دو فازی ایجاد شده از داخل یک میکروبور[1] عبور می کند و فشار در طول مسیر عبور جریان پایش می شود. تغییرات فشار نشان دهنده ی گرفتگی و یا محدودیت در مسیر عبور جریان می باشد.

تست در نسبت های مختلف از فاز گاز به فاز مایع (بازدارنده) (مشابه جدول ۴) انجام می شود. در ابتدا می بایست از نسبت های کم شروع نمود و سپس جهت افزایش شدت پدیده Gunking ، به تدریج آن را افزایش داد.

[1] Microbore



شکل ۲- شماتیک روش دینامیک بررسی Gunking

مراحل روش دینامیک به شرح زیر می باشد:

- مرحله ی اول: تزریق گاز (بدون تزریق بازدارنده) برای ثبت Baseline (نرخ جریان اولیه گاز).
- مرحله ی دوم: تزریق بازدارنده خوردگی با نرخ بالاتر از نرخ موثر (نسبت فاز گاز به فاز مایع (بازدارنده) کم).
- مرحله سوم: کاهش تدریجی مقدار بازدارنده خوردگی با ثابت ماندن مقدار گاز تزریقی (افزایش نسبت فاز گاز به فاز مایع (بازدارنده)).
- مرحله ی چهارم: توقف تزریق بازدارنده و تزریق گاز به تنهایی برای ثبت Baseline دوم (نرخ جریان نهایی گاز).

نکته: با افزایش نسبت فاز گاز به فاز مایع (بازدارنده) در هر مرحله، مدت زمان انجام آن مرحله نیز بیشتر می شود. علت این امر حصول اطمینان از تزریق مقدار بازدارنده کافی برای بررسی احتمال گرفتگی مسیر می باشد.

اطلاعاتی که می بایست در هر مرحله از روش دینامیک گزارش شوند در جدول ۴ نشان داده شده است.

جدول۴- جدول گزارش دهی نتایج تست Gunking به روش دینامیک

Stage	Gas to liquid Ratio (Vol/Vol at T and P)	Gas Flow (L/min)	Injected Chemical (ml/Hour)	Minimum Time (Hours)	Total Chemical (ml)
1	-	2	0	0.5	0
2	200:1	2	60	0.5	30
3	2000:1	2	6	0.75	4.5
4	20000:1	2	0.6	2	1.2
5	-	2	0	2	0

❋ اطلاعات ذکر شده در جدول صرفاً مثال می باشند. بدیهی است محدوده ی پارامتر های نسبت فاز گاز به مایع (بازدارنده) ، نرخ گاز، غلظت تزریق بازدارنده و مدت زمان هر مرحله می بایست بر اساس شرایط واقعی محاسبه و انتخاب شوند.

۲-۲-۳- روش استاتیک

در روش استاتیک وزن مشخصی از بازدارنده (۱۰ گرم) بر روی شیشه ساعت در داخل آون خلاء با دمای مورد نظر (۴۰ درجه سانتی گراد) قرار می گیرد. پس از گذشت مدت زمان ۳ ساعت، نمونه ها از آون خارج شده، توزین و درصد کاهش وزن بازدارنده محاسبه می شود. سپس شیشه ساعت می بایست در شیب ۴۵ درجه قرار گیرد تا تمایل بازدارنده به جاری شدن، تشکیل هرگونه رسوب و جدایش فازی به طور کیفی بررسی و در جدول ۵ گزارش شوند.

جدول۵- جدول گزارش دهی نتایج روش استاتیک تست Gunking

ردیف	کد نمونه	دما (°C)	مدت زمان (ساعت)	وزن اولیه (گرم)	وزن ثانویه (گرم)	درصد کاهش وزن (٪)	تمایل به جاری شدن[1]	تشکیل رسوب[2]	جدایش فازی[3]

- ❖ نتایج تست می بایست با حداقل دوبار تکرار گزارش شوند.
- ❖ لازم به ذکر است که شرایط تست Gunking به روش استاتیک با توجه به حجم بالای فاز مایع در تماس با فاز گاز، از شرایط میدانی فاصله داشته و برای بررسی این پدیده در سیستم Gas Lift، روش دینامیک مناسب تر می باشد.

۳-۳- بررسی سازگاری[4]

سازگاری بازدارنده خوردگی سیستم Gas Lift با آب همراه نفت (پیوست ۲) می بایست در دماهای ۶۰ و ۱۰۰ درجه سانتی گراد به مدت ۲۴ ساعت مورد بررسی قرار گیرد. تشکیل هرگونه رسوب نشان دهنده عدم سازگاری این دو ترکیب است.

۵- مدارک فنی مورد نیاز

شرکت های متقاضی تامین مواد بازدارنده خوردگی سیستم Gas Lift ، می بایست مدارک فنی شامل برگه اطلاعات فنی[5]، برگه اطلاعات ایمنی[6]، نتایج ارزیابی[7] و سوابق مصرف محصول پیشنهادی را همراه با ایران کد مربوطه ارائه نمایند.

در صورت عدم ارائه مدارک فوق، نمونه ای جهت ارزیابی دریافت نخواهد گردید و حق اعتراضی وجود نخواهد داشت.

[1] Flowability
[2] Precipitation
[3] Phase Separation
[4] Compatibility
[5] Technical Data Sheet
[6] Material Safety Data Sheet
[7] Test Report

۵-۱ برگه اطلاعات فنی و ایمنی ماده (MSDS ، TDS)

برگه ی اطلاعات فنی و ایمنی محصول پیشنهادی باید با قالب فرم های پیوست شماره ۳ و ۴ مطابقت داشته باشد. هم چنین رعایت نکات ذیل در تهیه ی این مدارک ضروری است:

- ❖ در برگه اطلاعات فنی، می بایست مقدار دوز تزریق ماده بازدارنده خوردگی ذکر گردد (بر اساس ppm).
- ❖ در قسمت سوم برگه ی اطلاعات ایمنی ماده (Composition)، ترکیب شیمیایی ماده باید ذکر شده باشد.
- ❖ در قسمت نهم برگه اطلاعات ایمنی ماده (Physical and Chemical Properties)، میبایست محدوده و یا مقدار پارامتر های مشخص شده در جدول ۲ درج گردد و عبارت های Not Available ، Not Determined و یا Not Applicable برای پارامتر های مذکور قابل قبول نمی باشند.

۵-۲ نتایج ارزیابی

نتایج ارزیابی ترجیحاً از مراکز آزمایشگاهی معتبر ارائه گردد و می بایست شامل نتایج آزمون تعیین عملکرد محصول پیشنهادی مطابق شرایط مذکور در بند ۳ و طیف FTIR باشد.

۶- ارسال نمونه جهت تست آزمایشگاهی

پس از بررسی و تایید مدارک فنی، به منظور راستی آزمایی اطلاعات ارسالی نمونه محصولات پیشنهادی در صورت صلاحدید کارفرما در آزمایشگاه مرجع مورد ارزیابی قرار خواهند گرفت.

۶-۱ مشخصات نمونه های ارسالی

شرکت های متقاضی می بایست محصول پیشنهادی خود را در سه شیشه با حجم ۱۰۰ سی سی مطابق با پیوست شماره ۵ ارسال نمایند.

پیوست ۱

Heat & Material Balance - Max Production, Max Lift Gas Case (Max Sea Water Temperature)

Service	Unit	1	2	3	4	5
		F15 to F2 Gas Lift Pipeline Inlet	F2 Gas Lift Manifold	Gas Lift to Each F2 Platform Well	Each F2 Production Well	Production Manifold Outlet to Exisitng Pipeline
Vapour Fraction		0.999	0.999	0.999	0.457	0.457
Temperature	C	24.1	24.5	24.5	56.0	56.0
Pressure	bar_g	109.00	108.20	108.20	30.20	30.20
Molar Flow	kgmole/h	597.7	597.7	149.4	356.9	1427.6
Mass Flow	kg/h	11952	11952	2988	11221	44884
Std Gas Flow (Vapour Phase)	MMSCFD	12.00	12.00	3.00	3.28	13.10
Liq Vol Flow @Std Cond (Liquid Phase)	barrel/day	-	-	-	865.8	3463.4
Liq Vol Flow @Std Cond (Aqueous Phase	barrel/day	-	-	-	446.8	1787.0
Mass Density (Vapour Phase)	kg/m3	126.97	125.44	125.44	24.59	24.59
Mass Density (Liquid Phase)	kg/m3	-	-	-	833.02	833.02
Mass Density (Aqueous Phase)	kg/m3	-	-	-	984.56	984.56
Viscosity (Vapour Phase)	cP	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01
Viscosity (Liquid Phase)	cP	-	-	-	2.01	2.01
Viscosity (Aqueous Phase)	cP	-	-	-	0.49	0.49
Actual Volume Flow	m3/h	94.1	95.3	23.8	141.6	566.4
Molecular Weight		20.00	20.00	20.00	31.44	31.44
Heat Flow	kW	-13845	-13838	-3460	-19719	-78877
Component Mole Fraction						
Nitrogen		0.0010	0.0010	0.0010	0.0007	0.0007
CO2		0.0040	0.0040	0.0040	0.0033	0.0033
H2S		0.0000	0.0000	0.0000	0.0033	0.0033
Methane		0.8486	0.8486	0.8486	0.3845	0.3845
Ethane		0.0800	0.0800	0.0800	0.0422	0.0422
Propane		0.0340	0.0340	0.0340	0.0211	0.0211
i-Butane		0.0044	0.0044	0.0044	0.0029	0.0029
n-Butane		0.0112	0.0112	0.0112	0.0087	0.0087
i-Pentane		0.0037	0.0037	0.0037	0.0031	0.0031
n-Pentane		0.0050	0.0050	0.0050	0.0048	0.0048
n-Hexane		0.0041	0.0041	0.0041	0.0041	0.0041
n-Heptane		0.0022	0.0022	0.0022	0.0009	0.0009
n-Octane		0.0010	0.0010	0.0010	0.0004	0.0004
n-Nonane		0.0002	0.0002	0.0002	0.0001	0.0001
n-Decane		0.0001	0.0001	0.0001	0.0000	0.0000
H2O		0.0004	0.0004	0.0004	0.4695	0.4695
C6+ F-2-1/F-2-3		0.0000	0.0000	0.0000	0.0252	0.0252
C7+ F-2-0/F-2-2		0.0000	0.0000	0.0000	0.0252	0.0252

Heat & Material Balance - Max Production, Min Lift Gas Case (Max Sea Water Temperature)

Service	Unit	1	2	3	4	5
		F15 to F2 Gas Lift Pipeline Inlet	F2 Gas Lift Manifold	Gas Lift to Each F2 Platform Well	Each F2 Production Well	Production Manifold Outlet to Exisitng Pipeline
Vapour Fraction		0.999	0.999	0.999	0.245	0.245
Temperature	C	24.1	24.5	24.5	56.0	56.0
Pressure	bar_g	109.00	108.50	108.50	30.90	30.90
Molar Flow	kgmole/h	199.2	199.2	49.8	257.3	1029.1
Mass Flow	kg/h	3984	3984	996	9229	36916
Std Gas Flow (Vapour Phase)	MMSCFD	4.00	4.00	1.00	1.27	5.06
Liq Vol Flow @Std Cond (Liquid Phase)	barrel/day	-	-	-	857.7	3430.9
Liq Vol Flow @Std Cond (Aqueous Phase	barrel/day	-	-	-	448.4	1793.8
Mass Density (Vapour Phase)	kg/m3	126.97	125.87	125.87	25.93	25.93
Mass Density (Liquid Phase)	kg/m3	-	-	-	834.92	834.92
Mass Density (Aqueous Phase)	kg/m3	-	-	-	984.55	984.55
Viscosity (Vapour Phase)	cP	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01
Viscosity (Liquid Phase)	cP	-	-	-	2.03	2.03
Viscosity (Aqueous Phase)	cP	-	-	-	0.49	0.49
Actual Volume Flow	m3/h	31.4	31.7	7.9	58.8	235.2
Molecular Weight		20.00	20.00	20.00	35.87	35.87
Heat Flow	kW	-4615	-4613	-1153	-17520	-70079
Component Mole Fraction						
Nitrogen		0.0010	0.0010	0.0010	0.0005	0.0005
CO2		0.0040	0.0040	0.0040	0.0031	0.0031
H2S		0.0000	0.0000	0.0000	0.0046	0.0046
Methane		0.8486	0.8486	0.8486	0.2048	0.2048
Ethane		0.0800	0.0800	0.0800	0.0276	0.0276
Propane		0.0340	0.0340	0.0340	0.0161	0.0161
i-Butane		0.0044	0.0044	0.0044	0.0023	0.0023
n-Butane		0.0112	0.0112	0.0112	0.0077	0.0077
i-Pentane		0.0037	0.0037	0.0037	0.0028	0.0028
n-Pentane		0.0050	0.0050	0.0050	0.0047	0.0047
n-Hexane		0.0041	0.0041	0.0041	0.0041	0.0041
n-Heptane		0.0022	0.0022	0.0022	0.0004	0.0004
n-Octane		0.0010	0.0010	0.0010	0.0002	0.0002
n-Nonane		0.0002	0.0002	0.0002	0.0000	0.0000
n-Decane		0.0001	0.0001	0.0001	0.0000	0.0000
H2O		0.0004	0.0004	0.0004	0.6512	0.6512
C6+ F-2-1/F-2-3		0.0000	0.0000	0.0000	0.0350	0.0350
C7+ F-2-0/F-2-2		0.0000	0.0000	0.0000	0.0349	0.0349

Heat & Material Balance - Min Production, Max Lift Gas Case (Max Sea Water Temperature)

Service	Unit	1	2	3	4	5
		F15 to F2 Gas Lift Pipeline Inlet	F2 Gas Lift Manifold	Gas Lift to Each F2 Platform Well	Each F2 Production Well	Production Manifold Outlet to Exisitng Pipeline
Vapour Fraction		0.999	0.999	0.999	0.339	0.339
Temperature	C	24.1	24.5	24.5	55.8	55.8
Pressure	bar_g	109.00	108.20	108.20	30.20	30.20
Molar Flow	kgmole/h	597.7	597.7	149.4	460.4	1841.7
Mass Flow	kg/h	11952	11952	2988	10802	43209
Std Gas Flow (Vapour Phase)	MMSCFD	12.00	12.00	3.00	3.14	12.54
Liq Vol Flow @Std Cond (Liquid Phase)	barrel/day	-	-	-	434.0	1736.1
Liq Vol Flow @Std Cond (Aqueous Phase	barrel/day	-	-	-	778.9	3115.7
Mass Density (Vapour Phase)	kg/m3	126.97	125.44	125.44	24.36	24.36
Mass Density (Liquid Phase)	kg/m3	-	-	-	829.57	829.57
Mass Density (Aqueous Phase)	kg/m3	-	-	-	984.79	984.79
Viscosity (Vapour Phase)	cP	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01
Viscosity (Liquid Phase)	cP	-	-	-	1.93	1.93
Viscosity (Aqueous Phase)	cP	-	-	-	0.49	0.49
Actual Volume Flow	m3/h	94.1	95.3	23.8	135.2	541.0
Molecular Weight		20.00	20.00	20.00	23.46	23.46
Heat Flow	kW	-13845	-13838	-3460	-27850	-111398
Component Mole Fraction						
Nitrogen		0.0010	0.0010	0.0010	0.0004	0.0004
CO2		0.0040	0.0040	0.0040	0.0019	0.0019
H2S		0.0000	0.0000	0.0000	0.0013	0.0013
Methane		0.8486	0.8486	0.8486	0.2865	0.2865
Ethane		0.0800	0.0800	0.0800	0.0293	0.0293
Propane		0.0340	0.0340	0.0340	0.0137	0.0137
i-Butane		0.0044	0.0044	0.0044	0.0018	0.0018
n-Butane		0.0112	0.0112	0.0112	0.0052	0.0052
i-Pentane		0.0037	0.0037	0.0037	0.0018	0.0018
n-Pentane		0.0050	0.0050	0.0050	0.0027	0.0027
n-Hexane		0.0041	0.0041	0.0041	0.0022	0.0022
n-Heptane		0.0022	0.0022	0.0022	0.0007	0.0007
n-Octane		0.0010	0.0010	0.0010	0.0003	0.0003
n-Nonane		0.0002	0.0002	0.0002	0.0001	0.0001
n-Decane		0.0001	0.0001	0.0001	0.0000	0.0000
H2O		0.0004	0.0004	0.0004	0.6329	0.6329
C6+ F-2-1/F-2-3		0.0000	0.0000	0.0000	0.0096	0.0096
C7+ F-2-0/F-2-2		0.0000	0.0000	0.0000	0.0096	0.0096

Heat & Material Balance - Min Production, Min Lift Gas Case (Max Sea Water Temperature)

Service	Unit	1	2	3	4	5
		F15 to F2 Gas Lift Pipeline Inlet	F2 Gas Lift Manifold	Gas Lift to Each F2 Platform Well	Each F2 Production Well	Production Manifold Outlet to Exisitng Pipeline
Vapour Fraction		0.999	0.999	0.999	0.156	0.156
Temperature	C	24.1	24.5	24.5	55.7	55.7
Pressure	bar_g	109.00	108.50	108.50	31.00	31.00
Molar Flow	kgmole/h	199.2	199.2	49.8	360.8	1443.2
Mass Flow	kg/h	3984	3984	996	8810	35241
Std Gas Flow (Vapour Phase)	MMSCFD	4.00	4.00	1.00	1.13	4.53
Liq Vol Flow @Std Cond (Liquid Phase)	barrel/day	-	-	-	424.3	1697.3
Liq Vol Flow @Std Cond (Aqueous Phase	barrel/day	-	-	-	780.6	3122.5
Mass Density (Vapour Phase)	kg/m3	126.97	125.87	125.87	25.47	25.47
Mass Density (Liquid Phase)	kg/m3	-	-	-	833.82	833.82
Mass Density (Aqueous Phase)	kg/m3	-	-	-	984.80	984.80
Viscosity (Vapour Phase)	cP	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01
Viscosity (Liquid Phase)	cP	-	-	-	2.02	2.02
Viscosity (Aqueous Phase)	cP	-	-	-	0.49	0.49
Actual Volume Flow	m3/h	31.4	31.7	7.9	52.7	210.9
Molecular Weight		20.00	20.00	20.00	24.42	24.42
Heat Flow	kW	-4615	-4613	-1153	-25649	-102595
Component Mole Fraction						
Nitrogen		0.0010	0.0010	0.0010	0.0003	0.0003
CO2		0.0040	0.0040	0.0040	0.0014	0.0014
H2S		0.0000	0.0000	0.0000	0.0016	0.0016
Methane		0.8486	0.8486	0.8486	0.1314	0.1314
Ethane		0.0800	0.0800	0.0800	0.0153	0.0153
Propane		0.0340	0.0340	0.0340	0.0080	0.0080
i-Butane		0.0044	0.0044	0.0044	0.0011	0.0011
n-Butane		0.0112	0.0112	0.0112	0.0035	0.0035
i-Pentane		0.0037	0.0037	0.0037	0.0013	0.0013
n-Pentane		0.0050	0.0050	0.0050	0.0020	0.0020
n-Hexane		0.0041	0.0041	0.0041	0.0017	0.0017
n-Heptane		0.0022	0.0022	0.0022	0.0003	0.0003
n-Octane		0.0010	0.0010	0.0010	0.0001	0.0001
n-Nonane		0.0002	0.0002	0.0002	0.0000	0.0000
n-Decane		0.0001	0.0001	0.0001	0.0000	0.0000
H2O		0.0004	0.0004	0.0004	0.8075	0.8075
C6+ F-2-1/F-2-3		0.0000	0.0000	0.0000	0.0123	0.0123
C7+ F-2-0/F-2-2		0.0000	0.0000	0.0000	0.0122	0.0122

C6+ F2-1/F2-3	MW	235.34
	Density (g/cm3)	0.84
C7+ F-2-0/F-2-2	MW	239.7
	Density (g/cm3)	0.87

GENERAL NOTES

SPECIFIC NOTES

ABBREVIATIONS & LEGEND

REFERENCE DRAWINGS

DESCRIPTION	DWG. No.
PFD-GAS LIFT MANIFOLD-F2	K5357-4-F02-PR-PF-005

KEY PLAN

REV.	DATE	PURPOSE OF ISSUE	PREPARED	CHECKED	APPROVED	MSG APPROVED
			M.V	A.k	E.B.	
D01	15-May-21	ISSUED FOR APPROVAL	M.Vahid	A.Keyhani	E.Behbahani	K.Bengar
D00	03-Mar-21	ISSUED FOR COMMENT	M.Vahid	A.Keyhani	E.Behbahani	K.Bengar

PPL/MSG CONSORTIUM: PETROPARS, POSCO, M.S.G

CONTRACTOR: IR Consulting Engineers

FOROOZAN OFFSHORE COMPLEX DEVELOPMENT (F19, FX-A, BRIDGE, SUBSEA PIPELINES & CABLES, EARLY GAS LIFT)

CLIENT: I.O.O.C.

TITLE:

Heat And Material Table Gas Lift Manifold-F2

CLASS : A | SCALE : 1:XXXX | SIZE : A1

PROJECT	CATEGORY	AREA	DISCIPLINE	TYPE	SEQ.	REV.	SHEET
K5357	4	F02	PR	TA	005	D01	1 OF 2

Heat & Material Balance - Max Production, Max Lift Gas Case (Min Sea Water Temperature)

	Unit	1	2	3	4	5
Service		F15 to F2 Gas Lift Pipeline Inlet	F2 Gas Lift Manifold	Gas Lift to Each F2 Platform Well	Each F2 Production Well	Production Manifold Outlet to Exisitng Pipeline
Vapour Fraction		0.999	0.998	0.998	0.457	0.457
Temperature	C	11.1	11.5	11.5	56.0	56.0
Pressure	bar_g	109.00	108.20	108.20	30.20	30.20
Molar Flow	kgmole/h	597.7	597.7	149.4	356.9	1427.6
Mass Flow	kg/h	11832	11832	2958	11221	44884
Std Gas Flow (Vapour Phase)	MMSCFD	12.00	12.00	3.00	3.28	13.10
Liq Vol Flow @Std Cond (Liquid Phase)	barrel/day	-	-	-	865.8	3463.4
Liq Vol Flow @Std Cond (Aqueous Phase)	barrel/day	-	-	-	446.8	1787.0
Mass Density (Vapour Phase)	kg/m3	140.93	139.08	139.08	24.59	24.59
Mass Density (Liquid Phase)	kg/m3	-	-	-	833.02	833.02
Mass Density (Aqueous Phase)	kg/m3	-	-	-	984.56	984.56
Viscosity (Vapour Phase)	cP	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01
Viscosity (Liquid Phase)	cP	-	-	-	2.01	2.01
Viscosity (Aqueous Phase)	cP	-	-	-	0.49	0.49
Actual Volume Flow	m3/h	84.0	85.1	21.3	141.6	566.4
Molecular Weight		19.80	19.80	19.80	31.44	31.44
Heat Flow	kW	-13937	-13928	-3482	-19719	-78877
Component Mole Fraction						
Nitrogen		0.0010	0.0010	0.0010	0.0007	0.0007
CO2		0.0040	0.0040	0.0040	0.0033	0.0033
H2S		0.0000	0.0000	0.0000	0.0033	0.0033
Methane		0.8523	0.8523	0.8523	0.3845	0.3845
Ethane		0.0797	0.0797	0.0797	0.0422	0.0422
Propane		0.0335	0.0335	0.0335	0.0211	0.0211
i-Butane		0.0043	0.0043	0.0043	0.0029	0.0029
n-Butane		0.0108	0.0108	0.0108	0.0087	0.0087
i-Pentane		0.0035	0.0035	0.0035	0.0031	0.0031
n-Pentane		0.0047	0.0047	0.0047	0.0048	0.0048
n-Hexane		0.0036	0.0036	0.0036	0.0041	0.0041
n-Heptane		0.0018	0.0018	0.0018	0.0009	0.0009
n-Octane		0.0007	0.0007	0.0007	0.0004	0.0004
n-Nonane		0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
n-Decane		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
H2O		0.0002	0.0002	0.0002	0.4695	0.4695
C6+ F-2-1/F-2-3		0.0000	0.0000	0.0000	0.0252	0.0252
C7+ F-2-0/F-2-2		0.0000	0.0000	0.0000	0.0252	0.0252

Heat & Material Balance - Max Production, Min Lift Gas Case (Min Sea Water Temperature)

	Unit	1	2	3	4	5
Service		F15 to F2 Gas Lift Pipeline Inlet	F2 Gas Lift Manifold	Gas Lift to Each F2 Platform Well	Each F2 Production Well	Production Manifold Outlet to Exisitng Pipeline
Vapour Fraction		0.999	0.999	0.999	0.245	0.245
Temperature	C	11.1	11.5	11.5	56.0	56.0
Pressure	bar_g	109.00	108.50	108.50	30.90	30.90
Molar Flow	kgmole/h	199.2	199.2	49.8	257.3	1029.1
Mass Flow	kg/h	3944	3944	986	9229	36916
Std Gas Flow (Vapour Phase)	MMSCFD	4.00	4.00	1.00	1.27	5.06
Liq Vol Flow @Std Cond (Liquid Phase)	barrel/day	-	-	-	857.7	3430.9
Liq Vol Flow @Std Cond (Aqueous Phase)	barrel/day	-	-	-	448.4	1793.8
Mass Density (Vapour Phase)	kg/m3	140.93	139.58	139.58	25.93	25.93
Mass Density (Liquid Phase)	kg/m3	-	-	-	834.92	834.92
Mass Density (Aqueous Phase)	kg/m3	-	-	-	984.55	984.55
Viscosity (Vapour Phase)	cP	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01
Viscosity (Liquid Phase)	cP	-	-	-	2.03	2.03
Viscosity (Aqueous Phase)	cP	-	-	-	0.49	0.49
Actual Volume Flow	m3/h	28.0	28.3	7.1	58.8	235.2
Molecular Weight		19.80	19.80	19.80	35.87	35.87
Heat Flow	kW	-4646	-4643	-1161	-17520	-70079
Component Mole Fraction						
Nitrogen		0.0010	0.0010	0.0010	0.0005	0.0005
CO2		0.0040	0.0040	0.0040	0.0031	0.0031
H2S		0.0000	0.0000	0.0000	0.0046	0.0046
Methane		0.8523	0.8523	0.8523	0.2048	0.2048
Ethane		0.0797	0.0797	0.0797	0.0276	0.0276
Propane		0.0335	0.0335	0.0335	0.0161	0.0161
i-Butane		0.0043	0.0043	0.0043	0.0023	0.0023
n-Butane		0.0108	0.0108	0.0108	0.0077	0.0077
i-Pentane		0.0035	0.0035	0.0035	0.0028	0.0028
n-Pentane		0.0047	0.0047	0.0047	0.0047	0.0047
n-Hexane		0.0036	0.0036	0.0036	0.0041	0.0041
n-Heptane		0.0018	0.0018	0.0018	0.0004	0.0004
n-Octane		0.0007	0.0007	0.0007	0.0002	0.0002
n-Nonane		0.0001	0.0001	0.0001	0.0000	0.0000
n-Decane		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
H2O		0.0002	0.0002	0.0002	0.6512	0.6512
C6+ F-2-1/F-2-3		0.0000	0.0000	0.0000	0.0350	0.0350
C7+ F-2-0/F-2-2		0.0000	0.0000	0.0000	0.0349	0.0349

Heat & Material Balance - Min Production, Max Lift Gas Case (Min Sea Water Temperature)

	Unit	1	2	3	4	5
Service		F15 to F2 Gas Lift Pipeline Inlet	F2 Gas Lift Manifold	Gas Lift to Each F2 Platform Well	Each F2 Production Well	Production Manifold Outlet to Exisitng Pipeline
Vapour Fraction		0.999	0.998	0.998	0.339	0.339
Temperature	C	11.1	11.5	11.5	55.8	55.8
Pressure	bar_g	109.00	108.20	108.20	30.20	30.20
Molar Flow	kgmole/h	597.7	597.7	149.4	460.4	1841.7
Mass Flow	kg/h	11832	11832	2958	10802	43209
Std Gas Flow (Vapour Phase)	MMSCFD	12.00	12.00	3.00	3.14	12.54
Liq Vol Flow @Std Cond (Liquid Phase)	barrel/day	-	-	-	434.0	1736.1
Liq Vol Flow @Std Cond (Aqueous Phase)	barrel/day	-	-	-	778.9	3115.7
Mass Density (Vapour Phase)	kg/m3	140.93	139.08	139.08	24.36	24.36
Mass Density (Liquid Phase)	kg/m3	-	-	-	829.57	829.57
Mass Density (Aqueous Phase)	kg/m3	-	-	-	984.79	984.79
Viscosity (Vapour Phase)	cP	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01
Viscosity (Liquid Phase)	cP	-	-	-	1.93	1.93
Viscosity (Aqueous Phase)	cP	-	-	-	0.49	0.49
Actual Volume Flow	m3/h	84.0	85.1	21.3	135.2	541.0
Molecular Weight		19.80	19.80	19.80	23.46	23.46
Heat Flow	kW	-13937	-13928	-3482	-27850	-111398
Component Mole Fraction						
Nitrogen		0.0010	0.0010	0.0010	0.0004	0.0004
CO2		0.0040	0.0040	0.0040	0.0019	0.0019
H2S		0.0000	0.0000	0.0000	0.0013	0.0013
Methane		0.8523	0.8523	0.8523	0.2865	0.2865
Ethane		0.0797	0.0797	0.0797	0.0293	0.0293
Propane		0.0335	0.0335	0.0335	0.0137	0.0137
i-Butane		0.0043	0.0043	0.0043	0.0018	0.0018
n-Butane		0.0108	0.0108	0.0108	0.0052	0.0052
i-Pentane		0.0035	0.0035	0.0035	0.0018	0.0018
n-Pentane		0.0047	0.0047	0.0047	0.0027	0.0027
n-Hexane		0.0036	0.0036	0.0036	0.0022	0.0022
n-Heptane		0.0018	0.0018	0.0018	0.0007	0.0007
n-Octane		0.0007	0.0007	0.0007	0.0003	0.0003
n-Nonane		0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
n-Decane		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
H2O		0.0002	0.0002	0.0002	0.6329	0.6329
C6+ F-2-1/F-2-3		0.0000	0.0000	0.0000	0.0096	0.0096
C7+ F-2-0/F-2-2		0.0000	0.0000	0.0000	0.0096	0.0096

Heat & Material Balance - Min Production, Min Lift Gas Case (Max Sea Water Temperature)

	Unit	1	2	3	4	5
Service		F15 to F2 Gas Lift Pipeline Inlet	F2 Gas Lift Manifold	Gas Lift to Each F2 Platform Well	Each F2 Production Well	Production Manifold Outlet to Exisitng Pipeline
Vapour Fraction		0.999	0.999	0.999	0.156	0.156
Temperature	C	11.1	11.5	11.5	55.7	55.7
Pressure	bar_g	109.00	108.50	108.50	31.00	31.00
Molar Flow	kgmole/h	199.2	199.2	49.8	360.8	1443.2
Mass Flow	kg/h	3944	3944	986	8810	35241
Std Gas Flow (Vapour Phase)	MMSCFD	4.00	4.00	1.00	1.13	4.53
Liq Vol Flow @Std Cond (Liquid Phase)	barrel/day	-	-	-	424.3	1697.3
Liq Vol Flow @Std Cond (Aqueous Phase)	barrel/day	-	-	-	780.6	3122.5
Mass Density (Vapour Phase)	kg/m3	140.93	139.58	139.58	25.47	25.47
Mass Density (Liquid Phase)	kg/m3	-	-	-	833.82	833.82
Mass Density (Aqueous Phase)	kg/m3	-	-	-	984.80	984.80
Viscosity (Vapour Phase)	cP	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01
Viscosity (Liquid Phase)	cP	-	-	-	2.02	2.02
Viscosity (Aqueous Phase)	cP	-	-	-	0.49	0.49
Actual Volume Flow	m3/h	28.0	28.3	7.1	52.7	210.9
Molecular Weight		19.80	19.80	19.80	24.42	24.42
Heat Flow	kW	-4646	-4643	-1161	-25649	-102595
Component Mole Fraction						
Nitrogen		0.0010	0.0010	0.0010	0.0003	0.0003
CO2		0.0040	0.0040	0.0040	0.0014	0.0014
H2S		0.0000	0.0000	0.0000	0.0016	0.0016
Methane		0.8523	0.8523	0.8523	0.1314	0.1314
Ethane		0.0797	0.0797	0.0797	0.0153	0.0153
Propane		0.0335	0.0335	0.0335	0.0080	0.0080
i-Butane		0.0043	0.0043	0.0043	0.0011	0.0011
n-Butane		0.0108	0.0108	0.0108	0.0035	0.0035
i-Pentane		0.0035	0.0035	0.0035	0.0013	0.0013
n-Pentane		0.0047	0.0047	0.0047	0.0020	0.0020
n-Hexane		0.0036	0.0036	0.0036	0.0017	0.0017
n-Heptane		0.0018	0.0018	0.0018	0.0003	0.0003
n-Octane		0.0007	0.0007	0.0007	0.0001	0.0001
n-Nonane		0.0001	0.0001	0.0001	0.0000	0.0000
n-Decane		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
H2O		0.0002	0.0002	0.0002	0.8075	0.8075
C6+ F-2-1/F-2-3		0.0000	0.0000	0.0000	0.0123	0.0123
C7+ F-2-0/F-2-2		0.0000	0.0000	0.0000	0.0122	0.0122

C6+ F2-1/F2-3	MW	235.34
	Density (g/cm3)	0.84
C7+ F-2-0/F-2-2	MW	239.7
	Density (g/cm3)	0.87

GENERAL NOTES

SPECIFIC NOTES

ABBREVIATIONS & LEGEND

REFERENCE DRAWINGS

DESCRIPTION	DWG. No.
PFD-GAS LIFT MANIFOLD-F2	K5357-4-F02-PR-PF-005

KEY PLAN

REV.	DATE	PURPOSE OF ISSUE	PREPARED	CHECKED	APPROVED	MSG APPROVED
				M.V	A.k	E.B.	
D01	15-May-21	ISSUED FOR APPROVAL	M.Vahid	A.Keyhani	E.Behbahani	K.Bengar
D00	03-Mar-21	ISSUED FOR COMMENT	M.Vahid	A.Keyhani	E.Behbahani	K.Bengar

PPL/MSG CONSORTIUM: PETROPARS, POSCO, MSG

CONTRACTOR: TR Consulting Engineers

FOROOZAN OFFSHORE COMPLEX DEVELOPMENT (F19, FX-A, BRIDGE, SUBSEA PIPELINES & CABLES, EARLY GAS LIFT)

CLIENT: I.O.O.C.

TITLE:

Heat And Material Table Gas Lift Manifold-F2

CLASS : A | SCALE : 1:XXXX | SIZE : A1

PROJECT	CATEGORY	AREA	DISCIPLINE	TYPE	SEQ.	REV.	SHEET
K5357	4	F02	PR	TA	005	D01	2 OF 2

NO.	Component	Test Method	Unit	نمونه آب استحصالی از نمک زدائی شماره ۱ کارخانه فروزان Date=94/5/12 Time=12:00	نمونه آب همراه کارخانه فروزان جزیره خارک - استحصالی از مرحله سوم هذاسازی (3th-Step) Date=94/5/12 Time=17:00
1	pH	ASTM E70	-	5.7	7.2
2	HCO_3^-	Potentiometry	g/L	<0.1	0.2
3	CO_3^{2-}			<0.1	<0.1
4	OH^-			<0.1	<0.1
5	SO_4^{2-}	ASTM D515		1.1	1.0
6	Cl^-	ST. Method 4500 Cl^- D		142	142
7	Na	AAS		90	85
8	Ca			13.3	13.3
9	Mg			2.1	2.1
10	Fe		mg/L	<1	<1
11	Mn			<1	<1
12	Ba	ICP		1	1

Trade Name of Product

Function of Product (e.g.: Oil Soluble Corrosion Inhibitor)

1. General Description

2. Features and Benefits

3. Typical Properties

Parameter	Unit	Value
Appearance	-	
Density (@ 25 °C)	$g.cm^{-3}$	
pH	-	
Kinematic Viscosity (@ 25 °C)	cSt	
Solubility	-	
Pour Point	°C	
Flash Point	°C	
Thermal Stability	°C	
Active Content	%	

4. Typical Application

5. Method of Application

6. Material Compatibility

7. Safety and Handling

8. Storage and Packaging

Section 1: Identification

This section identifies the chemical on the SDS as well as the recommended uses. It also providesthe essential contact information of the supplier. The required information consists of:

- Product identifier used on the label and any other common names or synonyms by which the substance is known.
- Name, address, phone number of the manufacturer, importer, or other responsible party, and emergency phone number.
- Recommended use of the chemical (e.g., a brief description of what it actually does, suchas flame retardant) and any restrictions on use (including recommendations given by thesupplier).

Section 2: Hazard(s) Identification

This section identifies the hazards of the chemical presented on the SDS and the appropriate warning information associated with those hazards. The required information consists of:

- The hazard classification of the chemical (e.g., flammable liquid, category).
- Signal word.
- Hazard statement(s).
- Pictograms (the pictograms or hazard symbols may be presented as graphical reproductions of the symbols in black and white or be a description of the name of the symbol (e.g., skull and crossbones, flame).
- Precautionary statement(s).
- Description of any hazards not otherwise classified.
- For a mixture that contains an ingredient(s) with unknown toxicity, a statement describing how much (percentage) of the mixture consists of ingredient(s) with unknown acute toxicity. Please note that this is a total percentage of the mixture and not tied to the individual ingredient(s).

Section 3: Composition/Information on Ingredients

This section identifies the ingredient(s) contained in the product indicated on the SDS, including impurities and stabilizing additives. This section includes information on substances, mixtures, and all chemicals where a trade secret is claimed. The required information consists of:

Substances

- Chemical name.
- Common name and synonyms.
- Chemical Abstracts Service (CAS) number and other unique identifiers.
- Impurities and stabilizing additives, which are themselves classified and which contribute to the classification of the chemical.

Mixtures

- Same information required for substances.
- The chemical name and concentration (i.e., exact percentage) of all ingredients which are classified as health hazards and are:

- Present above their cut-off/concentration limits or
- Present a health risk below the cut-off/concentration limits.

- The concentration (exact percentages) of each ingredient must be specified except concentration ranges may be used in the following situations:
  - A trade secret claim is made,
  - There is batch-to-batch variation, or
  - The SDS is used for a group of substantially similar mixtures.

Chemicals where a trade secret is claimed

- A statement that the specific chemical identity and/or exact percentage (concentration) of composition has been withheld as a trade secret is required.

Section 4: First-Aid Measures

This section describes the initial care that should be given by untrained responders to anindividual who has been exposed to the chemical. The required information consists of:

- Necessary first-aid instructions by relevant routes of exposure (inhalation, skin and eye contact, and ingestion).
- Description of the most important symptoms or effects, and any symptoms that are acute or delayed.
- Recommendations for immediate medical care and special treatment needed, when necessary.

Section 5: Fire-Fighting Measures

This section provides recommendations for fighting a fire caused by the chemical. The required information consists of:

- Recommendations of suitable extinguishing equipment, and information about extinguishing equipment that is not appropriate for a particular situation.
- Advice on specific hazards that develop from the chemical during the fire, such as any hazardous combustion products created when the chemical burns.
- Recommendations on special protective equipment or precautions for firefighters.

Section 6: Accidental Release Measures

This section provides recommendations on the appropriate response to spills, leaks, or releases, including containment and cleanup practices to prevent or minimize exposure to people, properties, or the environment. It may also include recommendations distinguishing between responses for large and small spills where the spill volume has a significant impact on the hazard. The required information may consist of recommendations for:

- Use of personal precautions (such as removal of ignition sources or providing sufficient ventilation) and protective equipment to prevent the contamination of skin, eyes, and clothing.
- Emergency procedures, including instructions for evacuations, consulting experts when needed, and

appropriate protective clothing.

- Methods and materials used for containment (e.g., covering the drains and capping procedures).
- Cleanup procedures (e.g., appropriate techniques for neutralization, decontamination, cleaning or vacuuming; adsorbent materials; and/or equipment required for containment/clean up).

Section 7: Handling and Storage

This section provides guidance on the safe handling practices and conditions for safe storage of chemicals. The required information consists of:

- Precautions for safe handling, including recommendations for handling incompatible chemicals, minimizing the release of the chemical into the environment, and providing advice on general hygiene practices (e.g., eating, drinking, and smoking in work areas is prohibited).
- Recommendations on the conditions for safe storage, including any incompatibilities. Provide advice on specific storage requirements (e.g., ventilation requirements).

Section 8: Exposure Controls/Personal Protection

This section indicates the exposure limits, engineering controls, and personal protective measures that can be used to minimize worker exposure. The required information consists of:

- OSHA Permissible Exposure Limits (PELs), American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) Threshold Limit Values (TLVs), and any other exposure limit used or recommended by the chemical manufacturer, importer, or employer preparing the safety data sheet, where available.
- Appropriate engineering controls (e.g., use local exhaust ventilation, or use only in an enclosed system).
- Recommendations for personal protective measures to prevent illness or injury from exposure to chemicals, such as personal protective equipment (PPE) (e.g., appropriate types of eye, face, skin or respiratory protection needed based on hazards and potential exposure).
- Any special requirements for PPE, protective clothing or respirators (e.g., type of glove material, such as PVC or nitrile rubber gloves; and breakthrough time of the glove material).

Section 9: Physical and Chemical Properties

This section identifies physical and chemical properties associated with the substance or mixture. The minimum required information consists of:

- Appearance (physical state, color, etc.);
- Odor;
- Odor threshold;
- pH;
- Melting point/freezing point;
- Initial boiling point and boiling range;

- Flash point;
- Pour point;
- Evaporation rate;
- Flammability (solid, gas);
- Upper/lower flammability or explosive limits;
- Vapor pressure;
- Vapor density;
- Relative density;
- Solubility(ies);
- Partition coefficient: n-octanol/water;
- Auto-ignition temperature;
- Decomposition temperature; and
- Viscosity.

The SDS may not contain every item on the above list because information may not be relevant or is not available. When this occurs, a notation to that effect must be made for that chemical property. Manufacturers may also add other relevant properties, such as the dust deflagration index (K_{st}) for combustible dust, used to evaluate a dust's explosive potential.

Section 10: Stability and Reactivity

This section describes the reactivity hazards of the chemical and the chemical stability information. This section is broken into three parts: reactivity, chemical stability, and other. The required information consists of:

Reactivity

- Description of the specific test data for the chemical(s). This data can be for a class or family of the chemical if such data adequately represent the anticipated hazard of the chemical(s), where available.

Chemical stability

- Indication of whether the chemical is stable or unstable under normal ambient temperature and conditions while in storage and being handled.
- Description of any stabilizers that may be needed to maintain chemical stability.
- Indication of any safety issues that may arise should the product change in physical appearance.

Other

- Indication of the possibility of hazardous reactions, including a statement whether the chemical will react or polymerize, which could release excess pressure or heat, or create other hazardous conditions. Also, a description of the conditions under which hazardous reactions may occur.
- List of all conditions that should be avoided (e.g., static discharge, shock, vibrations, or environmental conditions that may lead to hazardous conditions).
- List of all classes of incompatible materials (e.g., classes of chemicals or specific substances) with which the chemical could react to produce a hazardous situation.
- List of any known or anticipated hazardous decomposition products that could be produced because of use, storage, or heating. (Hazardous combustion products should also be included in Section 5 (Fire-Fighting Measures) of the SDS.)

Section 11: Toxicological Information

This section identifies toxicological and health effects information or indicates that such data are not available. The required information consists of:

- Information on the likely routes of exposure (inhalation, ingestion, skin and eye contact). The SDS should indicate if the information is unknown.
- Description of the delayed, immediate, or chronic effects from short- and long-term exposure.
- The numerical measures of toxicity (e.g., acute toxicity estimates such as the LD50 (median lethal dose)) - the estimated amount [of a substance] expected to kill 50% of test animals in a single dose.
- Description of the symptoms. This description includes the symptoms associated with exposure to the chemical including symptoms from the lowest to the most severe exposure.
- Indication of whether the chemical is listed in the National Toxicology Program (NTP) Report on Carcinogens (latest edition) or has been found to be a potential carcinogen in the International Agency for Research on Cancer (IARC) Monographs (latest editions) or found to be a potential carcinogen by OSHA.

Section 12: Ecological Information

This section provides information to evaluate the environmental impact of the chemical(s) if it were released to the environment. The information may include:

- Data from toxicity tests performed on aquatic and/or terrestrial organisms, where available (e.g., acute or chronic aquatic toxicity data for fish, algae, crustaceans, and other plants; toxicity data on birds, bees, plants).
- Whether there is a potential for the chemical to persist and degrade in the environment either through biodegradation or other processes, such as oxidation or hydrolysis.
- Results of tests of bioaccumulation potential, making reference to the octanol-water partition coefficient (K_{ow}) and the bioconcentration factor (BCF), where available.
- The potential for a substance to move from the soil to the groundwater (indicate results from adsorption studies or leaching studies).
- Other adverse effects (e.g., environmental fate, ozone layer depletion potential, photochemical ozone creation potential, endocrine disrupting potential, and/or global warming potential).

Section 13: Disposal Considerations

This section provides guidance on proper disposal practices, recycling or reclamation of the chemical(s) or its container, and safe handling practices. To minimize exposure, this section should also refer the reader to Section 8 (Exposure Controls/Personal Protection) of the SDS. The information may include:

- Description of appropriate disposal containers to use.
- Recommendations of appropriate disposal methods to employ.
- Description of the physical and chemical properties that may affect disposal activities.
- Language discouraging sewage disposal.
- Any special precautions for landfills or incineration activities.

Section 14: Transport Information

This section provides guidance on classification information for shipping and transporting of hazardous chemical(s) by road, air, rail, or sea. The information may include:

- UN number (i.e., four-figure identification number of the substance).
- UN proper shipping name.
- Transport hazard class(es).
- Packing group number, if applicable, based on the degree of hazard.
- Environmental hazards (e.g., identify if it is a marine pollutant according to the International Maritime Dangerous Goods Code (IMDG Code)).
- Guidance on transport in bulk (according to Annex II of MARPOL 73/78 and the International Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Dangerous Chemicals in Bulk (International Bulk Chemical Code (IBC Code)).
- Any special precautions which an employee should be aware of or needs to comply with, in connection with transport or conveyance either within or outside their premises (indicate when information is not available).

Section 15: Regulatory Information

This section identifies the safety, health, and environmental regulations specific for the product that is not indicated anywhere else on the SDS. The information may include:

- Any national and/or regional regulatory information of the chemical or mixtures (including any OSHA, Department of Transportation, Environmental Protection Agency, or Consumer Product Safety Commission regulations).

Section 16: Other Information

This section indicates when the SDS was prepared or when the last known revision was made. The SDS may also state where the changes have been made to the previous version. You may wish to contact the supplier for an explanation of the changes. Other useful information also may be included here.

8 cm

4 cm

No. 1

Chemical Type:

IOOC CODE:

No. 1

Company Logo

Company Name:
Chemical Type:
Product Code:
Production Date:
Expiry Date:

No. 2

Chemical Type:

IOOC CODE:

No. 3

Chemical Type:

IOOC CODE: