دانشکده مهندسی شیمی

پایان‌نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

در رشته مهندسی نفت گرایش مخازن هیدروکربوری

بررسی آزمایشگاهی اثر گاز تزریقی برسینتیک رسوب آسفالتین از نفت زنده

احمدرضا زنگنه

اساتید راهنما:

دکتر محسن وفایی سفتی

مهندس حسن نادری

بهمن ماه 1393

دانشگاه تربیت مدرس
دانشکده مهندسی شیمی

بسمه تعالی

تاییدیه اعضای هیات داوران حاضر در جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد

آقای احمدرضا زنگنه پایان نامه ۶ واحدی خود را با عنوان **بررسی آزمایشگاهی اثر گاز تزریقی بر سینتیک رسوب آسفالتین از نفت زنده** در تاریخ ۱۳۹۳/۱۱/۲۷ ارائه کردند.

اعضای هیات داوران نسخه نهایی این پایان نامه را از نظر فرم و محتوا تایید کرده، پذیرش آنرا برای اخذ درجه کارشناسی ارشد مهندسی شیمی پیشنهاد می کنند.

عضو هیات داوران	نام و نام خانوادگی	رتبه علمی	امضا
استاد راهنما	دکتر محسن وفایی سفتی	استاد	
استاد ناظر	دکتر مهرداد منطقیان	استاد	
استاد ناظر	دکتر ولی احمد سجادیان	دانشیار	
مدیر گروه (یا نماینده گروه تخصصی)	دکتر مهرداد منطقیان	استاد	
استاد ناظر	مهندس حسن نادری	مربی	

آیین‌نامه حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهش‌های علمی

دانشگاه تربیت مدرس

با عنایت به سیاست‌های پژوهشی و فناوری دانشگاه در راستای تحقق عدالت و کرامت انسان‌ها که لازمه شکوفایی علمی و فنی است و رعایت حقوق مادی و معنوی دانشگاه و پژوهشگران، لازم است اعضای هیئت‌علمی، دانشجویان، دانش‌آموختگان و دیگر همکاران طرح، در مورد نتایج پژوهش‌های علمی که تحت عناوین پایان‌نامه، رساله و طرح‌های تحقیقاتی با هماهنگی دانشگاه انجام شده است، موارد زیر را رعایت نمایند:

ماده 1- حق نشر و تکثیر پایان‌نامه/ رساله و درآمدهای حاصل از آن‌ها متعلق به دانشگاه است ولی حقوق معنوی پدیدآورندگان محفوظ خواهد بود.

ماده 2- انتشار مقاله یا مقالات مستخرج از پایان‌نامه/ رساله به صورت چاپ در نشریات علمی و یا ارائه در مجامع علمی باید به نام دانشگاه بوده و با تأیید استاد راهنمای اصلی، یکی از اساتید راهنما، مشاور و یا دانشجوی مسئول مکاتبات مقاله باشد. ولی مسئولیت علمی مقاله مستخرج از پایان‌نامه و رساله به عهده اساتید راهنما و دانشجو است.

تبصره: در مقالاتی که پس از دانش‌آموختگی به‌صورت ترکیبی از اطلاعات جدید و نتایج حاصل از پایان‌نامه/ رساله نیز منتشر می‌شود نیز باید نام دانشگاه درج شود.

ماده 3- انتشار کتاب و یا نرم‌افزار و یا آثار ویژه (اثری هنری مانند فیلم، عکس، نقاشی و نمایشنامه) حاصل از نتایج پایان‌نامه/ رساله و تمامی طرح‌های تحقیقاتی کلیه واحدهای دانشگاه اعم از دانشکده‌ها، مراکز تحقیقاتی، پژوهشکده‌ها، پارک علم و فناوری و دیگر واحدها باید با مجوز کتبی صادره از معاونت پژوهشی دانشگاه و براساس آئین‌نامه‌های مصوب انجام شود.

ماده 4- ثبت اختراع و تدوین دانش فنی و یا ارائه یافته‌ها در جشنواره‌های ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی که حاصل نتایج مستخرج از پایان‌نامه/ رساله و تمامی طرح‌های تحقیقاتی دانشگاه باید با هماهنگی استاد راهنما یا مجری طرح از طریق معاونت پژوهشی دانشگاه انجام گیرد.

ماده 5- این آیین‌نامه در 5 ماده و یک تبصره در تاریخ 87/4/1 در شورای پژوهشی و در تاریخ 87/4/23 در هیئت‌رئیسه دانشگاه به تأیید رسید و در جلسه مورخ 87/7/15 شورای دانشگاه به تصویب رسیده و از تاریخ تصویب در شورای دانشگاه لازم‌الاجرا است.

«این‌جانب **احمدرضا زنگنه** دانشجوی رشته **مهندسی نفت** ورودی سال تحصیلی **92-91** مقطع **کارشناسی ارشد** دانشکده مهندسی شیمی متعهد می‌شوم کلیه نکات مندرج در آیین‌نامه حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهش‌های علمی دانشگاه تربیت مدرس را در انتشار یافته‌های علمی مستخرج از پایان‌نامه تحصیلی خود رعایت نمایم. در صورت تخلف از مفاد آیین‌نامه فوق الاشعار به دانشگاه وکالت و نمایندگی می‌دهم که از طرف این‌جانب نسبت به لغو امتیاز اختراع بنام بنده و یا هرگونه امتیاز دیگر و تغییر آن به نام دانشگاه اقدام نماید. ضمناً نسبت به جبران فوری ضرر و زیان حاصله بر اساس برآورد دانشگاه اقدام خواهم نمود و بدین‌وسیله حق هرگونه اعتراض را از خود سلب نمودم».

تاریخ 1393/11/20

امضاء

آیین‌نامه چاپ پایان‌نامه‌های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان‌نامه‌های تحصیلی دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس، مبین‌بخشی از فعالیت‌های علمی-پژوهشی دانشگاه است بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش‌آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می‌شوند:

ماده 1: در صورت اقدام به چاپ پایان‌نامه‌ی خود، مراتب را قبلاً به طور کتبی به «دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اطلاع دهد.

ماده 2: در صفحه سوم کتاب (پس از برگ شناسنامه) عبارت ذیل را چاپ کند:

«کتاب حاضر، حاصل پایان‌نامه **کارشناسی ارشد** نگارنده در رشته **مهندسی نفت** است که در سال **1393** در دانشکده مهندسی شیمی دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی جناب آقایان **دکتر محسن وفایی سفتی و مهندس حسن نادری** از آن دفاع شده است.»

ماده 3: به منظور جبران بخشی از هزینه‌های انتشارات دانشگاه، تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت چاپ) را به «دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اهدا کند. دانشگاه می‌تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر در معرض فروش قرار دهد.

ماده 4: در صورت عدم رعایت ماده 3، 50% بهای شمارگان چاپ‌شده رابه عنوان خسارت به دانشگاه تربیت مدرس، تأدیه کند.

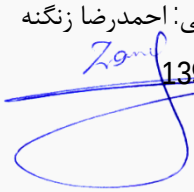
ماده 5: دانشجو تعهد و قبول می‌کند در صورت خودداری از پرداخت بهای خسارت، دانشگاه می‌تواندخسارت مذکور را از طریق مراجع قضایی مطالبه و وصول کند؛ به علاوه به دانشگاه حق می‌دهد به منظوراستیفای حقوق خود، از طریق دادگاه، معادل وجه مذکور در ماده 4 را از محل توقیف کتاب‌های عرضه‌شده نگارنده برای فروش، تأمین نماید.

ماده 6: این‌جانب **احمدرضا زنگنه** دانشجوی رشته **مهندسی نفت** گرایش **مخازن هیدروکربوری** مقطع **کارشناسی ارشد** تعهد فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می‌شوم.

نام و نام خانوادگی: احمدرضا زنگنه

تاریخ 1393/11/20

امضاء



تقدیم به:

وجود مقدس پدر عزیزم و مهربان مادرم، آنان که ناتوان شدند تا من به توانایی برسم. مو سپید کردند تا من روسفید شوم و قامتشان خمیده شد تا من سربلند بمانم.

به اساتید و معلمان فداکارم که عاشقانه سوختند تا گرمابخش وجود و روشنگر راه باشند.

به خواهران و برادران عزیزم به پاس عاطفه سرشار و گرمای امیدبخش وجودشان که دراین سردترین روزگاران بهترین پشتیبانم بودند.

تشکر و قدردانی

"من لم یشکر المخلوق لم یشکر الخالق"

بدینوسیله از زحمات **دکتر محسن وفایی سفتی** و **مهندس نادری** به عنوان استادان راهنمای این پروژه قدردانی می‌شود. از آقایان دکتر منطقیان و دکتر سجادیان که داوری این پژوهش را بر عهده داشتند نیز سپاس فراوان دارم. از آقایان مهندس حسنوند و شادمان نیز به دلیل همکاری‌های بی دریغشان کمال تشکر می‌شود.در پایان از آقایان مهندس نعلچی، رضایی، شجاعی ،امرایی و سایر اعضای گروه خواص سیال در پژوهشگاه صنعت نفت و انستیتو نفت دانشگاه تهران به دلیل همراهی در طول آزمایش ها سپاسگزاری می‌شود.

چکیده

رسوب آسفالتین از سیال مخزن یکی از مشکلات جدی در حین تولید نفت است که سبب مسدود شدن سازند، دهانه چاه و تاسیسات بهره‌برداری می‌شود. رسوب آسفالتین می‌تواند در اثر افت فشار طبیعی مخزن و یا درحین تزریق گاز هیدروکربوری و یا کربن دی‌اکسید به منظور ازدیاد برداشت رخ دهد. به طور عمده در مقاله‌ها فرض شده است که رسوب آسفالتین نسبتاً سریع است و آثار سینتیکی وجود ندارد. بدون درک درست از آثار سینتیکی همراه در حین رسوب آسفالتین، مدل‌های ترمودینامیکی پیش بینی گمراه کننده‌ای از پایداری آسفالتین به ما می‌دهند. بنابراین برای مطالعه این پدیده باید از دو منظر تعادل ترمودینامیکی و پایداری سینتیکی به موضوع نگاه کرد. در این پژوهش با روش تزریق مولی برنامه ریزی شده دو گاز طبیعی غنی شده و کربن دی اکسید در شرایط دما و فشار اولیه مخزن در سامانه تشخیص جامد به ارزیابی سینتیکی فرایند رسوب ایجاد شده پرداخته و با فرض سینتیک پلیمری شدن برای واکنش بین گاز و مولکول آسفالتین، پارامترهای سینتیکی واکنش رخ داده محاسبه شد. نتایج نشان می‌دهد که گاز طبیعی به ازای 0/9 مول تزریق و گاز CO_2 به ازای 0/3 مول تزریق به یک مول نفت مخزن رسوب آسفالتین رخ می‌دهد. همچنین مرتبه‌ی واکنش نسبت به گاز طبیعی غنی شده تزریقی و CO2 حدود 2/7 برابر مرتبه‌ی واکنش نسبت به آسفالتین است. بنابراین در تزریق گاز سرعت رسوب آسفالتین بیش‌تر به میزان گاز وابسته است. مرتبه‌ی کل واکنش در فرایند تزریق گاز غنی شده 18/41 است. بنابراین، این فرایندی ابتدایی نیست و به صورت چند مرحله‌ای است.

واژه‌های کلیدی: رسوب آسفالتین، تزریق گاز، سینتیک، سامانه تشخیص جامد

فهرست مطالب

فصل 1: مقدمه **2**

1-1 مقدمه 3

2-1 تضمین جریان 3

3-1 آشنایی با آسفالتین 6

1-3-1 2 ترکیب شیمیایی آسفالتین 7

1-3-1 3 ساختارمولکولی و خواص فیزیکی آسفالتین‌ها 8

1-3-1 4 اثر عوامل مختلف در تشکیل رسوب آسفالتین 10

1-4-3-1 فشار 11

1-4-3-1 2 دما 12

1-4-3-1 3 ترکیب شیمیایی نفت خام 12

1-4-3-1 4 اثر میزان و نوع گاز تزریقی بر روی رسوب 13

1-3-1 5 روش‌های تعیین نقطهٔ ظهور رسوب آسفالتین 15

1-5-3-1 روش ثقل‌سنجی 15

1-5-3-1 2 روش رزونانس صوتی 15

1-5-3-1 3 روش عبور نور 16

1-5-3-1 4 روش فیلترکردن تحت فشار و دما 19

فصل 2: مروری بر منابع **20**

2-1 مقدمه 21

2-2 مدل‌سازی سینتیک رسوب آسفالتین 22

2-2-1 مدل‌سازی فرایند برگشت پذیر کلوخه ای شدن 22

2-2-2 مدل‌سازی فرایند برگشت ناپذیر کلوخه‌ای شدن آسفالتین 23

2-2-3 مدل‌سازی سینتیک رسوب آسفالتین در حین تزریق گاز 26

2-3 روش‌های آزمایشگاهی بررسی سینتیک رسوب آسفالتین 28

2-3-1 روش میکروسکوپی نوری 28

2-3-2 روش روبش میکروسکوپی لیزری هم‌کانون 29

2-3-3 روش اسپکتروسکوپی نزدیک مادون قرمز 31

2-3-4 روش مشاهده توزیع اندازه ذره‌ها در نفت خام فراآوادهی شده 32

2-3-5 اثر پراکنده‌سازها 34

2-3-6 اثر بازدارنده‌ها بر سینتیک رسوب آسفالتین 36

2-3-7 اثر دما بر سینتیک رسوب آسفالتین 38

فصل 3: مواد، روش‌ها و دستگاه‌ها **41**

3-1مقدمه 42
3-2 نمونه گیری 42
3-3 آزمایش‌های شناسایی ترکیبات نفت خام و خواص آن 43
3-3-1 آزمایش تفکیک اتمسفریک 44
3-3-1-1 کروماتوگرافی گازی 44
3-3-1-2 دستگاه تقطیر چند جزئی 45
3-3-1-3 تعیین جرم مولکولی نفت مرده 45
3-3-1-4 تعیین چگالی نفت مرده و گاز همراه 46
3-3-2 آزمایش انبساط با جرم ثابت 47
3-3-3 آزمایش انبساط با حجم ثابت 49
3-4 آزمایش‌های مربوط به تعیین خواص آسفالتین 50
3-4-1 تعیین مقدار آسفالتین موجود در نفت IP-143 50
3-4-2 آزمایش تفکیک اجزاء SARA 51
3-4-3 تعیین جرم مولکولی و چگالی آسفالتین 52
3-4-4 تعیین فشار آغازین تشکیل آسفالتین 53
3-4-4-1 فیلترکردن تحت فشار و دما 53
3-4-4-2 سامانه تشخیص جامد 54
3-4-5 آزمایش تزریق گاز 56
3-4-6 آزمایش‌های اتمسفریک 58
3-4-6-1 اندازه گیری کدورت 58

فصل 4: نتایج و بحث **59**

4-1 مقدمه 60
4-2 تعیین ترکیب نفت زنده و گاز غنی شده تزریقی 60
4-3 نتایج تعیین فشار آغازین رسوب آسفالتین 63
4-3-1 نتایج سامانه تشخیص جامد 63
4-3-2 نتایج آزمایش فیلترکردن تحت فشار و دما 65
4-3-3 مقایسه روش فیلترکردن و سامانه تشخیص جامد 68
4-4 تعیین حداقل فشار امتزاجی و تغییر فشار حباب در اثر تزریق گاز 69
4-5 تعیین غلظت آستانه رسوب آسفالتین در اثر تزریق گاز 71
4-5-1 تزریق گاز طبیعی غنی شده 71
4-5-2 تزریق گاز CO_2 72
4-5-3 تحلیل روش APDU 73
4-5-4 بررسی شاخص ناپایداری کلوییدی در اثر تزریق گاز 74
4-6 سینتیک رسوب آسفالتین در اثر تزریق گاز 75
4-6-1 تعیین پارامترهای سینتیکی واکنش حین تزریق گاز 77

7-4 بررسی سینتیک رسوب آسفالتین در شرایط اتمسفریک..... 79
1-7-4 اثر زمان بر قدرت پایدارسازی پراکنده سازها..... 79

فصل 5: نتیجه‌گیری و پیشنهادها **82**
1-5 نتیجه گیری 83
2-5 پیشنهادهایی برای پژوهش‌های آتی..... 84

مراجع **85**
پیوست‌ها **88**

فهرست علائم و نشانه‌ها

حروف لاتین	
انرژی داخلی باقی‌مانده	U^{rsm}
آسفالتین رسوب یافته	Ap_m
مولکول واکنش‌گر آسفالتین	As
غلظت جاذب نور	c
غلظت	C
ثابت تجزیه	D
بعد فرکتال	D_f
انرژی فعال‌سازی	Ea
ثابت تشکیل	F
شدت نور عبوری	I
ثابت واکنش کلوخه شدن	K_f
ثابت واکنش	K_o
طول مسیر نور عبوری	l
مرتبه‌ی واکنش نسبت به آسفالتین	m
وزن مولکولی	Mw
مول	N
مرتبه واکنش نسبت به گاز	n
دما	T
زمان	t
شعاع متوسط کلوخه‌های آسفالتین	R

حروف یونانی	
حجم مخصوص	ϑ
پارامتر حلالیت	δ
چگالی	ρ
جذب شوندگی مولی	ε
زمان واکنش	τ_R
زمان نفوذ	τ_D
کسر حجمی	φ

فهرست واژه‌های مخفف

AOP	Asphaltene Onset Pressure
APDU	Asphaltene Precipitation Detection Unit
ART	Acoustic Resonance Technique
CCE	Constant Mass Expansion
CED	Cohesive Energy Density
CII	Colloidal Instability Index
CMC	Critical Micelle Concentration
DLA	Diffusion Limited Aggregation
DLVO	Derjaguin-Ladau-Verwey-Overbeek
DMA	Density Meter Analyzer
FID	Flame Ionization Detector
GOR	Gas Oil Ratio
GPC	Gel Permeation Chromatography
MMP	Minimum Miscibility Pressure
NIR	Near Infra Red
NTU	Nephelometric Turbidity Unit
PPM	Part Per Milion
RLA	Reaction Limited Aggregation
SDS	Solid Detection System
THF	Tetrahydrofuran
VPO	Vapor Pressure Osmometry

فهرست شکل‌ها

شکل (1-1) نمودار فازی نفت سیاه خلیج مکزیک..... 4
شکل (1-2) نشست آسفالتین در سامانه جریانی..... 5
شکل (1-3) اثر دیگر اجزا بر مولکول آسفالتین..... 7
شکل (1-4) مدل‌های ساختاری آسفالتین‌ها..... 9
شکل (1-5) اثر فشار بر رسوب آسفالتین..... 11
شکل (1-6) اثر دما بر رسوب آسفالتین..... 12
شکل (1-7) میزان رسوب آسفالتین ایجاد شده در اثر تزریق CO_2 14
شکل (1-8) نمونه‌ای از خروجی روش ثقل‌سنجی..... 15
شکل (1-9) نمونه‌ای از خروجی روش ART..... 16
شکل (1-10) نمودار افت فشار هم‌دمای نفت زنده در دماهای مختلف..... 17
شکل (1-11) توان خروجی نور عبوری از نفت زنده در فشار 4000 پام..... 18
شکل (1-12) نمودار کامل SDS حین فرایند کاهش فشار در دمای ثابت..... 19
شکل (2-1) رفتار متقاطعی بین RLA و DLA..... 26
شکل (2-2) میکروگراف ذره‌های آسفالتین رسوب یافته..... 28
شکل (2-3) وابستگی رسوب آسفالتین مخلوط 50-50 نفت خام و هپتان به زمان..... 29
شکل (2-4) روش روبش میکروسکوپی لیزری هم‌کانون..... 29
شکل (2-5) توزیع اندازه ذره‌های آسفالتین در زمان های 30و90 دقیقه..... 33
شکل (2-6) تغییر گرانروی جنبشی بر حسب زمان تابش امواج فراصوت..... 33
شکل (2-7) فلوچارت دسته بندی بازدارنده‌ها با آزمایش کدورت..... 35
شکل (2-8) نتایج آزمایش کدورت سنجی در دو غلظت متفاوت مواد شیمیایی..... 36
شکل (2-9) تغییرات جذب برحسب زمان در حضور بازدارنده‌های متفاوت..... 36
شکل (2-10) زمان آستانه رسوب بر حسب غلظت هپتان..... 39
شکل (3-1) نمای داخلی و خارجی ویسکومتر استابینگر..... 47
شکل (3-2) نمایشی از روش انجام آزمایش انبساط با جرم ثابت..... 49
شکل (3-3) نمایشی از دستگاه اندازه‌گیری نقطه شروع رسوب آسفالتین..... 55
شکل (4-1) نمودار فازی نمونه نفت زنده..... 62
شکل (4-2) نمودار فازی گاز غنی شده..... 63
شکل (4-3) تعیین نقطه‌ی شروع رسوب با SDS..... 64
شکل (4-4) تغییر توان دریافتی در فرایند کاهش فشار و فشارافزایی..... 64
شکل (4-5) میزان آسفالتین رسوب یافته از نفت زنده و مرده در دمای 200 درجه فارنهایت..... 66

شکل (4-6) میزان آسفالتین رسوب یافته از نفت زنده و مرده در دمای 130 درجه فارنهایت.....67
شکل (4-7) اثر دما بر مقدار آسفالتین رسوب یافته از نمونه نفت زنده 68
شکل (4-8) نمونه‌ای از رگرسیون داده‌های آزمایشگاهی 69
شکل (4-9) تغییر فشار حباب بر اثر تزریق گاز 70
شکل (4-10) تغییر توان خروجی SDS برحسب مول گاز غنی شده تزریقی 71
شکل (4-11) تغییر توان خروجی SDS برحسب مول گاز CO2 تزریقی.....72
شکل (4-12) تغییر شدت نور عبوری نرمالایز شده درمقابل مقدار عددی APDU 74
شکل (4-13) تغییر شاخص ناپایداری کلوئیدی 75
شکل (4-14) کدورت نمونه نفت خام به همراه پراکنده‌سازهای مؤثر.....80
شکل (4-15) کدورت نمونه نفت خام به همراه کوکونات دی اتانول آمید 81

فهرست جداول

جدول (1-1) ساختار شیمیایی سه گونه آسفالتین 8
جدول (1-2) شاخص ناپایداری کلوییدی نفت 13
جدول (2-1) تعیین سازوکار غالب تعداد ذره‌ها 24
جدول (2-2) خلاصه آزمایش‌های سیفرید و همکاران 31
جدول (2-3) پارامترهای سینتیکی مدل برای نفت خام عادی و نمونه نفت فراآواده شده 34
جدول (2-4) خلاصه آزمایش‌های کریواتانا ونگ و همکاران 35
جدول (3-1) مشخصات نمونه گیری 43
جدول (3-2) مشخصات نفت خام مورد استفاده 51
جدول (3-3) جرم مولکولی و چگالی آسفالتین 53
جدول (4-1) ترکیب گاز تزریقی و گاز همراه 61
جدول (4-2) نتایج تفکیک برش‌های هیدروکربنی موجود در نفت مرده 61
جدول (4-3) درصد ترکیب نفت مخزن 62
جدول (4-4) میزان آسفالتین محلول و رسوب یافته از نفت زنده و مرده در دمای 200 درجه فارنهایت 66
جدول (4-5) میزان آسفالتین محلول و رسوب یافته از نفت زنده و مرده در دمای 130 درجه فارنهایت 67
جدول (4-6) حداقل فشار امتزاجی برای ترکیب نفت و گازهای تزریقی 70
جدول (4-7) مقادیر سینتیکی در اثر تزریق گاز طبیعی غنی شده و CO_2 78
جدول (4-8) ضرایب معادله واکنش گاز تزریقی و آسفالتین 78
جدول (4-9) شاخص پایداری سه پراکنده‌ساز در غظت 10000 ppm 80
جدول (4-10) شاخص پایداری پراکنده‌ساز کوکونات دی اتانول آمید در غظت‌های مختلف 81

پیشگفتار

با ادامه تولید از مخازن نفتی و پایان یافتن بازیافت اولیه، نیاز به استفاده از روش‌های ازدیاد برداشت بیش از پیش احساس می‌شود. با توجه به مطالعه‌های آزمایشگاهی و نتایج میدانی، تزریق گاز به عنوان یکی از متداول‌ترین و مناسب‌ترین روش‌های ازدیاد برداشت در صنعت نفت محسوب می‌شود. با این وجود یکی از مسائل مهم در تزریق گاز، ارزیابی احتمال و چگونگی رسوب آسفالتین و اثر آن بر روی تولید است. عدم انحلال آسفالتین در مایع‌های پارافینی سبک و بقیه سیال‌های ناسازگار مثل دی اکسیدکربن منبع ایجاد مشکلات در عملیات تولید بعضی از انواع نفت خام است.

به طور عمده در مقاله‌ها فرض شده است که رسوب آسفالتین نسبتاً سریع است و آثار سینتیکی وجود ندارد. در چند دهه گذشته محققان با تمرکز بر روی پارامترهای کلیدی مانند دما، فشار و ترکیب تلاش کرده‌اند تا مدل‌های ترمودینامیکی را به منظور شناسایی شرایط منجر به رسوب آسفالتین توسعه دهند. لازم به ذکر است که بدون درک درست از آثار سینتیکی همراه در حین رسوب آسفالتین، مدل‌های ترمودینامیکی پیش بینی گمراه کننده‌ای از پایداری آسفالتین به ما می‌دهند. بنابراین برای مطالعه این پدیده باید از دو منظر تعادل ترمودینامیکی و پایداری سینتیکی به موضوع نگاه کرد. در این پژوهش با در نظر گرفتن واکنش بین گاز و آسفالتین محلول در نفت زنده و با استفاده از سینتیک پلیمریزاسیون، پارامترهای سینتیکی این معادله واکنش در اثر تزریق دو گاز طبیعی غنی شده و گاز دی اکسیدکربن به دست آمد. داشتن معادله سرعت نشست آسفالتین در طراحی موثر فرایند تزریق گاز کمک می‌کند.

در فصل اول ابتدا درباره مسائل تضمین جریان، سپس کلیاتی از آسفالتین شامل ساختار، ویژگی‌ها، عوامل مؤثر برتشکیل، و روش‌های تعیین نقطه‌ی شروع آسفالتین بیان شده است. در فصل دوم مروری بر مطالعه‌های انجام شده بر روی سینتیک رسوب آسفالتین صورت گرفته است. در فصل سوم مواد و روش‌های آزمایشی به کار رفته بیان شده است. فصل چهارم به بررسی و تحلیل نتایج به دست آمده از آزمایش‌های مقدماتی خواص سیال، روش تعیین نقطه‌ی شروع رسوب و اثر گاز تزریقی بر سینتیک رسوب آسفالتین در فشار بالا و سینتیک رسوب در شرایط اتمسفریک در حضور پراکنده سازها پرداخته شده است. در فصل پنجم نتیجه گیری و پیشنهادهایی در رابطه با سینتیک رسوب آسفالتین ارائه شده است.

فصل 1:

مقدمه

1-1 مقدمه

نفت خام شامل گستره‌ی وسیعی از مواد با طبیعت شیمیایی متفاوت است. این مخلوط شامل کربن، هیدروژن، سولفید، نیتروژن، اکسیدها و ترکیب‌های فلزی است. تغییر فیزیکی و شیمیایی رخ داده در مخزن و یا در خطوط جریان چاه در حین انتقال و فرآورش، سبب مشکلات عدیده پیش‌بینی نشده می‌شود. مشکلات مرتبط به شیمی تولید در یکی از چهار نوع زیر دسته‌بندی می‌شوند [1].

- ✓ گرفتگی: اسکیل[1]، محصولات‌خوردگی، وکس، آسفالتین، بایوفولینگ‌ها[2] و هیدرات‌های گازی. تمام این موارد سبب مشکلات ته‌نشینی ناخواسته در سامانه می‌شوند.
- ✓ تغییر خواص فیزیکی سیال: برای مثال فوم‌ها، امولسیون‌ها و جریان ویسکوز.
- ✓ مرتبط به خوردگی: بر یکپارچگی تاسیسات اثر می‌گذارد.
- ✓ پیامدهای اقتصادی و زیست‌محیطی: پخش ناخواسته گازهایی مانند H_2S و یا تخلیه ناخواسته (برای مثال نفت در آب).

2-1 تضمین جریان[3]

تضمین جریان به عنوان بزرگ‌ترین ناهنجاری برای گسترش و پیشرفت در تاسیسات دریایی و محیط‌های آبی مطرح می‌شود. اولین بار پتروبراس[4] در سال 1980 واژه‌ی تضمین جریان را در ارتباط با مشکل توسعه اولین میدان نفتی داخل دریا در عمق کمتر از 400 متر در حوضه کامپاس[5] مطرح کرد [2].

[1] Scales
[2] Biofouling
[3] Flow Assurance
[4] Petrobras
[5] Campos