بسم الله الرحمن الرحيم

بنام خدا

اظهار نامه

اینجانب حامد منصوری (۸۸۸۸۶۸) دانشجوی رشته ی مهندسی شیمی گرایش فرآوری گاز دانشکده شمی، نفت و گاز اظهار می دارم که پایان نامه حاصل پژوهش خودم بوده و در جاهایی که از منابع دیگران استفاده کرده ام، نشانی دقیق و مشخصات کامل آن را نوشته ام. همچنین اظهار می دارم که تحقیق و موضوع پایان نامه ام تکراری نیست و تعهد می نمایم که بدون مجوز دانشگاه دستاوردهای آن را منتشر ننموده و یا در اختیار غیر قرار ندهم. کلیه حقوق این اثر مطابق با آیین نامه مالکیت فکری و معنوی متعلق به دانشگاه شیراز است.

نام و نام خانوادگی: حامد منصوری

تاریخ و امضاء: ۱۳۹۱/۴/۲۱

بنام خدا

تعیین مقدار بهینه ضریب "c" در فرمول سرعت سایش برای چاههای گازی میدان پارسیان

به کوشش

حامد منصوری

پایان نامه
ارائه شده به تحصیلات تکمیلی دانشگاه شیراز به عنوان بخشی
از فعالیت‌های تحصیلی لازم برای اخذ درجه کارشناسی ارشد

در رشته‌ی:

مهندسی شیمی

از دانشگاه شیراز

شیراز
جمهوری اسلامی ایران

ارزیابی کمیته ی پایان نامه، با درجه ی: عالی

دکتر فریدون اسماعیل زاده، دانشیار دانشکده مهندسی شیمی، نفت و گاز (رئیس کمیته) .....
دکتر داریوش مولا، استاد دانشکده مهندسی شیمی، نفت و گاز.....
دکتر نصیر مهرانبد، دانشیار دانشکده مهندسی شیمی، نفت و گاز.....
دکتر پیمان کشاورز، دانشیار بخش مهندسی شیمی، نفت و گاز .....

تیرماه ۱۳۹۱

تقدیم به :

همسر مهربانم که با حمایت و شکیبایی او این تحقیق با موفقیت به پایان رسید.

سپاسگزاری

هم اکنون که این رساله به پایان رسیده است، بر خود فرض میدانم از زحمات و پشتیبانی اساتید ارجمند آقایان دکتر اسماعیل زاده و دکتر مولا که در تمام مدت انجام این تحقیق مرا از راهنمائی های گران بهای خود بهره مند ساختند کمال تشکر را بنمایم. همینطور از همکاری بی دریغ شرکت نفت و گاز زاگرس جنوبی در طول مدت این تحقیق، کمال تقدیر و تشکر را دارم.

چکیده

تعیین مقدار بهینه ضریب "c" در فرمول سرعت سایش برای چاههای گازی میدان پارسیان

به کوشش

حامد منصوری

پدیده سایش در صنایع بالادستی نفت و گاز خصوصا در رشته تکمیلی چاهها، همواره یکی از چالش های جدی این صنعت بوده است. استاندارد API RP 14E سالها پیش بمنظور تامین حداقل های یک طراحی مطمئن، فرمولی را برای تعیین حداکثر سرعت مجاز سیال جهت جلوگیری از رخداد پدیده سایش و محافظت از تجهیزات ارائه داده است. تجارب و نتایج صنعتی نشان داده است که پیشنهادات این استاندارد برای تعیین ثابت c در فرمول ارائه شده، در بسیاری از موارد محافظه کارانه و در بعضی شرایط بدون در نظر گرفتن ملاحظات لازم است. انتخاب نادرست حد سرعت سایش در سیستم های جریانی منجر به محدود شدن توان تولیدی چاهها و یا از بین رفتن تجهیزات می شود. سرعت سایش به خصوصیات جریانی سیال، قطر و خصوصیات آلیاژی لوله و برای سیستم هایی که حاوی ذرات جامد است، به خصوصیات ذرات جامد نیز بستگی دارد. با توجه به هزینه های بالای حفاری در میادین گازی، تعیین و انتخاب بالاترین حد مجاز ثابت" C" در فرمول سرعت سایش در جهت افزایش تولید از میادین گازی میتواند منجر به کاهش تعداد چاههای حفر شده در میادین گازی و کاهش چشم گیر هزینه ها گردد.

هدف از انجام این پروژه تعیین مقدار بهینه ثابت" C" در فرمول سرعت سایش برای منطقه گازی پارسیان با استفاده از داده های میدانی سرچاهی است. همچنین در این پژوهش بکمک آنالیز فاز آبی سیال جریانی و بازرسی تجهیزات سرچاهی به بررسی دقیق علل بروز تخریب ها و راهکارهای مقابله با آن پرداخته شده است.

کلمات کلیدی: سایش، خوردگی-سایش، لوله مغزی، کوپن، پروب مقاومتی، سرعت سایش، چاههای گازی، استاندارد API RP 14E

فهرست مطالب

فصل اول: مقدمه

۱-۱. پیشگفتار ۲
۱-۲. فرایند سایش در چاههای تولیدی نفت و گاز ۲
۱-۳. مکانیزم های سایش ۳
۱-۴. آسیب پذیری تجهیزات در برابر پدیده سایش ۳
۱-۵. جنس تجهیزات ۴
۱-۶. سایش ناشی از ماسه یا ریز ذرات ۵
۱-۶-۱. تولید ماسه و انتقال آن ۶
۱-۶-۲. اندازه، شکل و سختی ذرات جامد ۷
۱-۶-۳. سایش ناشی از ذرات جامد در زانویی ها ۸
۱-۶-۴. سایش ذرات جامد در اتصالات T شکل یکسر بسته ۹
۱-۷. سایش-خوردگی ۱۰
۱-۸. سایش ناشی از اصابت قطرات مایع ۱۱
۱-۹. کاویتاسیون ۱۲

فصل دوم: روشهای پایش، جلوگیری و مدیریت پدیده سایش

۲-۱. پیشگفتار ۱۵
۲-۲. تکنیکهای مدیریت سایش ۱۵
۲-۲-۱.کاهش دبی تولیدی ۱۵
۲-۲-۲. طراحی خط لوله ۱۵
۲-۲-۳. جداسازی و خذف ماسه از جریان ۱۵
۲-۳. دستور العمل و پیش بینی سایش ۱۶
۲-۳-۱. نصب پروبهای تشخیص دهنده ماسه(پروبهای سایشی) ۱۶
۲-۳-۲. ارزیابی ضخامت دیواره ۱۸

فصل سوم: روش های پیش بینی سایش و مروری بر تحقیقات صورت گرفته

۳-۱. پیشگفتار ۲۰
۳-۲. مروری بر مهمترین استانداردها در طراحی خطوط لوله و مدیریت سایش ۲۲
۳-۳. ابزار ها و مدل های پیش بینی سایش ۲۲
۳-۴. استاندارد *API RP 14E* ۲۳
۳-۴-۱. فرمول سرعت سایش *API 14E* از کجا آمده است؟ ۲۴
۳-۴-۱-۱. محدودیت افت فشار ثابت بوسیله رابطه برنولی ۲۴
۳-۴-۱-۲. محدودیت روی نرخ سایش ناشی از اصابت قطرات مایع ۲۵

۳-۴-۱-۳. محدودیت روی سرعت سیال بمنظور خودداری از ازبین رفتن لایه محافظ ۲۷
۳-۵. دیگر مدل های پیش بینی سایش ۲۷
۳-۶. مقایسه مدل های پیش بینی سایش در زانویی ها ۳۳

فصل چهارم: آنالیز شیمیایی محیط آبی
۲-۱. پیشگفتار ۳۹
۲-۲. آزمایش‌های شیمیایی جهت آنالیز آب همراه با گاز ۴۰
۲-۳. آزمایش‌های مربوط به اندازه‌گیری یون کلرید ۴۰
۲-۴. آزمایش‌های مربوط به اندازه‌گیری یون بی‌کربنات ۴۱
۲-۵. آزمایش‌های مربوط به اندازه‌گیری یون سولفات ۴۳
۲-۶. آزمایش‌های مربوط به اندازه‌گیری یون‌های فلزی آهن و منگنز توسط جذب اتمی ۴۵
۲-۷. آزمایش‌های مربوط به اندازه‌گیری pH ۴۸
۲-۸. بررسی دمای سیال ۴۸
۲-۹.بررسی خوردگی شیرین برای چاه‌ها ۴۹
۲-۱۰. بحث ۵۷
۲-۱۱. نتیجه‌گیری ۵۹

فصل پنجم: شبیه سازی رایانه‌ای کاهنده های جریان در چاههای تحت آزمایش

۵-۱. مشخص کردن حرکت سیال ۶۲
۵-۲. شیه سازی حرکت سیال به کمک نرم‌افزار فلونت ۶۳
۵-۲-۱. گام‌ها حل مسأله ۶۴
۵-۲-۲. مش‌بندی ۶۵
۵-۲-۳. انتخاب فرمول‌های حل معادله ۶۷
۵-۲-۴. انتخاب معادلات پایه ۶۷
۵-۲-۵. انتخاب یک مدل آشفتگی ۶۸
۵-۲-۶. مشخص کردن خواص ماده ۶۹
۵-۲-۷. تعیین شرایط مرزی ۶۹
۵-۳. نتیجه‌گیری ۸۱

فصل ششم: تعیین مقدار بهینه ضریب c در فرمول سایش API RP14E در میدان پارسیان
۶-۱. پیشگفتار ۸۴
۶-۲. مشخصات میدان گازی پارسیان ۸۴
۶-۳. نحوه داده گیری از چاهها ۸۸
۶-۳-۱جمع آوری داده ها ۹۱
۶-۴. پایش خوردگی بکمک اندازه گیری میزان یون آهن و منگنز ۹۳
۶-۵. بحث و نتیجه گیری ۹۸

۶-۵-۱. انتخاب بازدارنده مناسب ۹۸
۶-۵-۲. مقایسه نرخ خوردگی کوپن ها و پروبها ۹۹
۶-۵-۳. انتخاب بهترین و بهینه ترین ضریب c ۱۰۰
۶-۵-۴. بازرسی چشمی و تحلیل تخریب های صورت گرفته ۱۰۰

فصل هفتم: اطلس عیوب

۷-۱. پیشگفتار ۱۰۳
۷-۲. تخریب‌های مکانیکی ۱۰۳
۷-۳. تخریب‌های خوردگی ۱۰۴
۷-۴. مشاهده آسیب‌های بوجود آمده در تجهیزات ۱۰۷
۷-۴-۱. مشاهدات آسیب‌های چک‌ولو ۱۰۷
۷-۴-۲. اسیدشویی، برش و تهیه تصاویر از تخریب‌های موجود بر روی فلنج ۱۱۷
۷-۴-۳. مشاهدات آسیب‌های لوله ۱۲۴
۷-۵. بحث ۱۲۶
۷-۶. نتیجه گیری ۱۲۸

فصل هشتم: ارائه راهکارهای کنترل تخریب

۸-۱. روش‌های کنترل خوردگی ۱۳۱
۸-۱-۱. جلوگیری از خوردگی با تغییر نوع فلز ۱۳۱
۸-۱-۲. طراحی مناسب ۱۳۱
۸-۱-۳. حفاظت فلزات با اصلاح محیط خورنده ۱۳۱
۸-۱-۳-۱. حذف عوامل خورنده از محیط ۱۳۲
۸-۱-۳-۲. افزایش مواد بازدارنده ۱۳۲
۸-۱-۴. حفاظت فلزات با تغییر مقدار پتانسیل فلز نسبت به محیط خورنده ۱۳۲
۸-۱-۵. جلوگیری از خوردگی به روش پوشش‌دهی به سطح ۱۳۲
۸-۱-۶. راه‌حل‌های تکمیلی ۱۳۳
۸-۲. روش‌های کنترل تخریب‌های مکانیکی ۱۳۴
۸-۲-۱. طراحی و انتخاب ماده متناسب با نوع کارایی و شرایط کاری ۱۳۵
۸-۲-۲. بهبود ساختار مواد از طریق عملیات حرارتی ۱۳۵
۸-۲-۳. استفاده از پوشش دهی مناسب جهت بالا بردن مقاومت مکانیکی قطعه ۱۳۶
۸-۲-۴. حذف و یا کاهش عوامل مکانیکی مخرب از طریق اعمال تغییر در طراحی فرآیند ۱۳۷

فصل نهم: نتیجه‌گیری

۹-۱. نتیجه‌گیری مشاهدات تخریب‌ها و آزمایش‌های انجام گرفته ۱۳۹
۹-۲. راهکارهای مقابله با ایجاد تخریب
۱۴۱

-فهرست منابع ۱۴۳
-چکیده به زبان انگلیسی ۱۴۹

فهرست جدول ها

جدول۳-۱ : سرعت حدی اندازه گیری شده در آزمایشات اصابت قطرات آب ۲۶
جدول۴-۱: مقدار ماده تیترانت مصرفی جهت تیتر کردن و غلظت یون کلرید در... ۴۱
جدول۴-۲: مقدار ماده تیترانت جهت تیتر کردن و غلظت یون بی کربنات در نمونه های... ۴۲
جدول۴-۳: میزان جذب برای نمونه های استاندارد ۴۴
جدول ۴-۴: میزان جذب و غلظت سولفات در آب همراه با گاز چاه ها ۴۴
جدول۴-۵: میزان جذب و غلظت یون های فلزی آهن برای نمونه های آب همراه با گاز ۴۷
جدول۴-۶: مقادیر pH برای آب همراه با گاز چاه ها ۴۸
جدول ۴-۷. دمای سیال چاه‌های گازی منطقه پارسیان ۴۹
جدول ۴-۸: میزان یون های مختلف در نمونه های آب همراه با گاز آزمایش شده ۵۹
جدول ۴-۹ : رتبه بندی چاه ها بر اساس مقادیر اندازه گیری شده یون های مختلف و pH ۵۹
جدول ۵-۱: داده‌های مربوط به خواص ماده مورد استفاده در شبیه‌سازی ۶۹
جدول ۵-۲: داده های مربوط به شرایط مرزی فشار ورودی و خروجی مورد... ۷۰
جدول ۵-۳: داده‌های مورد استفاده در شبیه‌سازی به تفکیک چاه ۷۱
جدول ۵-۴: اطلاعات مربوط به چاه‌های مورد مطالعه به همراه بیشترین سرعت در... ۸۱
جدول ۶-۱: اطلاعات مخزنی میادین چهار گانه پارسیان ۸۷
جدول۶-۲: ترکیبات گازی چهار میدان ۸۷
جدول ۶-۳ نرخ تولید یون های آهن و منگنز ۹۴
جدول۶-۴: اطلاعات مربوط به چاهها برای هر دو مرحله آزمایش سایشی ۹۵
جدول۶-۵: نتایج کوپن و پروبها در مرحله اول آزمایش با بازدارنده PL385 ۹۶
جدول۶-۶: نتایج کوپن و پروبها در مرحله دوم آزمایش با بازدارنده E901 ۹۷
جدول۶-۷: میانگین نرخ خوردگی در مرحله اول آزمایش ۹۸
جدول۶-۸: میانگین نرخ خوردگی در مرحله دوم آزمایش ۹۸

فهرست شکل ها و تصاویر

شکل۱-۱: مسیر حرکت ذرات جامد با اندازه های مختلف درون یک زانویی ۸
شکل ۱-۲: حفره های ایجاد شده در جریان مخلوط آب، دی اکسید کربن و ماسه(۶) ۱۱
شکل۳-۱: ارزیابی سرعت سایش در سیستم های تولیدی نفت و گاز ۲۱
شکل ۳-۲ : رابطه بین α و $F(\alpha)$ که توسط Huser و Kvernvold برای مواد هادی... ۲۹
شکل ۳-۳: مقایسه مدل های پیش بینی سایش در یک زانویی ۲ اینچ در جریان ماسه-متان ۳۴
شکل ۳-۴: مقایسه مدل های پیش بینی سایش در یک زانویی ۲ اینچ در جریان ماسه-مایع ۳۵
شکل ۳-۵: مقایسه مدل های پیش بینی سایش در یک زانویی ۲ اینچ برای جریان ماسه-هوا ۳۶
شکل۴-۱: نمودار کالیبراسیون برای جذب در غلظت های مختلف یون سولفات ۴۴
شکل۴-۲: منحنی کالیبراسیون جهت اندازه‌گیری یون فلزی آهن در نمونه‌های آب... ۴۶
شکل۴-۳: منحنی کالیبراسیون جهت اندازه‌گیری یون فلزی آهن نمونه‌های آب... ۴۶
شکل۴-۴: منحنی کالیبراسیون برای اندازه گیری یون فلزی منگنز در نمونه های... ۴۷
شکل ۵-۱: نمودار تکرارهای انجام شده برای حل مساله ۶۳
شکل ۵-۲: مش‌بندی چک‌ولو طراحی شده برای انجام شبیه‌سازی ۶۶
شکل ۵-۳: شرایط مرزی انتخاب شده برای حل مساله ۷۰
شکل ۵-۴: نتیجه شبیه‌سازی برای کسر حجمی فاز آب در چاه شماره ۳ ۷۲
شکل ۵-۵: نتیجه شبیه‌سازی برای مسیر حرکت ذرات فاز آب در چاه شماره ۳ ۷۳
شکل ۵-۶: نتیجه شبیه‌سازی برای کسر حجمی فاز آب در چاه شماره ۴ ۷۴
شکل ۵-۷: نتیجه شبیه‌سازی برای مسیر حرکت ذرات فاز آب در چاه شماره ۴ ۷۵
شکل ۵-۸: نتیجه شبیه‌سازی برای کسر حجمی فاز آب در چاه شماره ۹ ۷۶
شکل ۵-۹: نتیجه شبیه‌سازی برای مسیر حرکت ذرات فاز آب در چاه شماره ۹ ۷۷
شکل ۵-۱۰: نتیجه شبیه‌سازی برای کسر حجمی فاز آب در چاه شماره ۱۱ ۷۸
شکل ۵-۱۱: نتیجه شبیه‌سازی برای مسیر حرکت ذرات فاز آب در چاه شماره ۱۱ ۷۹
شکل ۵-۱۲: نتیجه شبیه‌سازی برای کسر حجمی فاز آب در چاه شماره ۱۲ ۸۰
شکل ۵-۱۳: نتیجه شبیه‌سازی برای مسیر حرکت ذرات فاز آب در چاه شماره ۱۲ ۸۱
شکل۶-۱: موقعیت۱۴ حلقه چاه روی مخزن هما ۸۴
شکل۶-۲: موقعیت۸ حلقه چاه روی مخزن شانول ۸۵
شکل۶-۳: موقعیت۷ حلقه چاه روی مخزن وراوی ۸۶
شکل ۶-۴ محل نصب ادوات پایش خوردگی-سایش، نازل های تزریق و شیر نمونه گیری... ۸۹
شکل۶-۵: محل نصب ادوات پایش در ورودی مراکز جمع آوری گاز ۹۰
شکل ۶-۶ کوپن های رایج پایش خوردگی در صنایع نفت و گاز ۹۱
شکل۶-۷: نمودار نسبت سرعت واقعی به سرعت سایش برای چاههای تحت آزمایش ۹۶
شکل ۶-۸: نمودار نرخ خوردگی کوپن و پروبها در مرحله اول آزماش(بازدارنده PL385) ۹۹
شکل ۶-۹: نمودار نرخ خوردگی کوپن و پروبها در مرحله اول آزمایش(بازدارنده E901) ۱۰۰
شکل ۷-۱: تصویر شماتیک چک‌ولو و آسیب‌های مشاهده شده است ۱۰۸

شکل ۷-۲: ناحیه قرمز رنگ منطقه ورودی چک‌ولو نشان می دهد ۱۰۹
شکل ۷-۳: تصویر شماتیک چک‌ولو ۱۰۹
شکل۷-۴: ورودی چک، حفره‌های کوچک همراه با خوردگی موضعی. ۱۰۹
شکل ۷-۵: ورودی چک، شیارهای ایجاد شده در جهت حرکت سیال ۱۱۰
شکل ۷-۶: ناحیه قرمز رنگ منطقه تخریب شده را در خروجی چک‌ولو نشان می دهد ۱۱۱
شکل ۷-۷: تصویر شماتیک چک‌ولو ۱۱۱
شکل ۷-۸: فلش‌های سیاه رنگ تخریب‌ها را در خروجی چک‌ولو نشان می دهد ۱۱۱
شکل ۷-۹: حفره‌های با ابعاد متفاوت در خروجی چک‌ولو ۱۱۲
شکل ۷-۱۰: تخریب های موضعی به شکل شیار هایی در جهت جریان به همراه... ۱۱۲
شکل ۷-۱۱: حفره های کروی بسیار بزرگ در خروجی چک‌ولو ۱۱۳
شکل ۷-۱۲: حفره های جهت‌دار در خروجی چک‌ولو ۱۱۳
شکل ۷-۱۳: ناحیه قرمز رنگ منطقه تخریب شده را در خروجی چک‌ولو نشان می دهد ۱۱۵
شکل ۷-۱۴: تصویر شماتیک چک‌ولو ۱۱۵
شکل ۷-۱۵ حفره‌های بوجود آمده در محل اتصال چک‌ولو و لوله ۱۱۵
شکل ۷-۱۶: تصویر شماتیک فلنج و تخریب‌های مشاهده شده در آن ۱۱۶
شکل ۷-۱۷: ناحیه قرمز رنگ منطقه تخریب شده را در وروردی فلنج نشان می‌دهد ۱۱۷
شکل ۷-۱۸: تصویر شماتیک فلنج ۱۱۷
شکل ۷-۱۹: تخریب بوجود آمده در محل اتصال چک ولو با فلنج ۱۱۷
شکل ۷-۲۰: تصویر استریو از تخریب‌های بوجود آمده در کادر سیاه رنگ ۱۱۸
شکل ۷-۲۱: تصویر استریو تخریب موجود بر روی فلنج ۱۱۹
شکل ۷-۲۲: تصویر تخریب موجود بر روی فلنج که تخریب‌ها با ظاهر نعل اسبی را نشان می‌دهد ۱۲۰
شکل ۷-۲۳: تصویر استریو از مقطع تخریب های بوجود آمده در کادر سیاه رنگ ۱۲۱
شکل ۷-۲۴: تخریب سطح فلنج در محل اتصال به چک‌ولو ۱۲۲
شکل ۷-۲۵: تصویر شماتیک لوله ۱۲۴
شکل ۷-۲۶: ناحیه نارنجی رنگ منطقه تخریب شده لوله را نشان می‌دهد ۱۲۵
شکل ۷-۲۷: تصویر شماتیک لوله ۱۲۵
شکل ۷-۲۸: سطح تخریب شده لوله. کنده شدن ماده ۱۲۵
شکل۷-۲۹: تصویر تخریب ناشی از برخورد ذرات پرانرژی با پره توربین ۱۲۷
شکل ۷-۳۰: تصویر تخریب ناشی از برخورد ذرات پرانرژی با پره توربین ۱۲۷
شکل ۷-۳۱: تخریب ایمپیگمنت ایجاد شده بر روی قطعه‌ای از آلیاژ API 5CT L80 13 Cr ۱۲۸

فصل اول

مقدمه

۱-۱. پیشگفتار:

صنایع نفت و گاز خصوصا صنایع بالادستی همواره با معضل پدیده سایش مواجه بوده است. پدیده سایش در جاههای که دارای سرعت جریان بالا و یا همراه با ذرات جامد معلق در سیال تولیدی باشد، بسیار محتمل است. هر ساله هزینه های زیادی جهت پایش، جلوگیری و کنترل این پدیده در صنایع مختلف مخصوصا صنایع نفت و گاز صرف می شود. در بعضی از قسمتها امکان تعویض سریع و آسان بخش های آسیب دیده در اثر سایش وجود ندارد و لذا در صورت رخداد سایش در این قسمتها، هزینه های هنگفتی بهمراه خواهد داشت از جمله این قسمتها می توان به لوله های مغزی چاههای نفت و گاز اشاره کرد. در طراحی تاسیسات بهره برداری نفت و گاز همواره از یک معیار و استاندارد مشخص استفاده می گردد. از معروفترین این استاندارد ها می توان به API RP 14E اشاره کرد. در این استاندارد جهت طراحی اولیه شبکه خطوط لوله و تاسیسات بهره برداری، پیشنهاداتی ارائه شده است. امروزه پس از گذشت سالها از پیدایش استاندارد API RP 14E، ناکار آمدی آن خصوصا زمانی که سیال جریانی همراه با ذرات جامد(ماسه)باشد، بر همگان مشخص شده است و لذا تحقیقات زیادی جهت ارائه فرمولی جایگزین و یا اصلاح ثابت C در استاندارد API 14E بمنظور پیش بینی دقیقتر پدیده سایش صورت گرفته است. در این فصل به بررسی ابعاد پدیده سایش و مکانیزم های آن پرداخته شده است.

۱-۲. فرایند سایش در چاههای تولیدی نفت و گاز

همراه با چاه های تولیدی هیدروکربن ترکیبات چند فازی پیچیده ای تولید می شود که عبارتند از:

۱) هیدرو کربن های مایع مثل نفت ،مایعات گازی و بیتومن
۲) هیدروکربن های جامد مثل واکس ها و هیدرات ها
۳) هیدروکربن های گازی (گاز طبیعی)
۴) گاز های غیر هیدرو کربنی مثل هیدروژن سولفید، کربن دی اکسید و نیتروژن
۵) آب نمک
۶) ماسه و ذرات جامد غیر هیدروکربنی

اطاعات زیادی در رابطه با معضل سایش در تاسیسات نفت و گاز منتشر شده است. تجربه قبلی در NEL نشان می دهد که شرکت های بهره برداری تمایل چندانی به انتشار اطلاعات در مورد مشکلات تاسیسات خود ندارد بنابراین آنچه که در مورد معضلات تجربه شده سایش منتشر شده است تمام ابعاد صنعت نفت را در بر نمی گیرد.

دلیل دیگر برای نبود آمار و اطلاعات طبقه بندی شده در مورد سایش را شاید بتوان در پیچیدگی فرایند سایش جستجو کرد مکانیزم پیچیده پدیده سایش امکان نتیجه گیری کلاسیک و طبقه بندی شده بر پایه آمار را به صورت میدانی مشکل می کند.

۱-۳. مکانیزم های سایش

مکانیزم های بالقوه ای که می تواند سبب بروز پدیده سایش به طور چشم گیر گردد عبارت اند از:

۱) سایش ناشی از ذرات جامد particulate erosion
۲) سایش ناشی از برخورد ذرات مایع droplet erosion
۳) سایش-خوردگی erosion-corrosion
۴) پدیده کاویتاسیون cavitation

بطور کلی منبع اصلی ایجاد سایش در سیستم نفت و گاز، ناشی از وجود ذرات جامد (ماسه) در جریان سیال عبوری است اما بحرحال دیگر مکانیزم ها نیز در شرایط خاص، نقش تاثیر گذار در پدیده سایش دارند.
در ادامه علاوه بر مرور سایش در زانویی ها در سیستم های تولی هیدروکربن، به تجهیزاتی که بیشتر در معرض سایش قرار دارند و همچنین تاثیر جنس ماده بکار رفته در تجهیزات بر روی سایش پرداخته میشود سپس مکانیزم های مختلف سایش بتفصیل بررسی میشود.

۱-۴. آسیب پذیری تجهیزات در برابر پدیده سایش
در خصوص آسیب هایی که پدیده سایش به چاههای نفتی وارد می آورد، آقای venkatesh تحقیقات خوبی انجام داده است[۱]. بدون توجه به مکانیزم سایش، قسمتهای از سیستم های تولید هیدروکربن که در شرایط زیر قرار دارند، مستعد سایش هستند

۱) تغییر ناگهانی جهت حرکت سیال
۲) سرعت جریان بالا(نرخ تولید حجمی بالا)
۳) سرعت جریان بالا(ایجاد مانع در مسیر جریان)

اجزای از خط لوله که در بالادست جریان و قبل از تفکیکگرها قرار دارند در معرض مخلوطی از جریان چند فازی شامل گاز، مایع و جامد هستند لذا این قسمتها بیشتر از اجزاء دیگر تحت

تاثیر سایش ناشی از ذرات جامد، سایش-خوردگی و سایش ناشی از برخورد ذرات مایع خواهند بود.
آسیب پذیری تجهیزات در مقابل سایش تا حد زیادی به طراحی و شرایط عملیاتی وابسته است. بهر حال تجربیات بدست آمده نشان داده است که تجهیزات زیر بترتیب آسیب پذیری بیشتری در مقابل سایش دارند

۱. کاهنده های جریان(ماسوره ها)
۲. جاههایی از خط لوله که بصورت ناگهانی قطر آن کاهش میابد
۳. شیرهای نیمه بسته (throttle) ، شیرهای یکطرفه و شیرهای که full bore نیستند
۴. زانویی با شعاع استاندارد
۵. سر جوشهایی که به درون لوله راه یافته اند و قسمتهایی از لوله که در محل اتصال به فلنج، بطور کامل تطابق ندارد
۶. زانویی با شعاع زیاد
۷. کاهنده ها (reducer)
۸. اتصالات T-شکل و اتصالات مسدود شده (blind tees)
۹. لوله های مستقیم

۱-۵. جنس تجهیزات
نوع متریال نقش اساسی در رفتار سایشی فلز بازی میکند. بطور کلی متریالی که در مقابل یک نوع از مکانیزم های سایشی از خود مقاومت نشان میدهد در مقابل دیگر مکانیزم ها نیز مقاوم است.

در سیستم های تولید نفت و گاز تقریبا تمامی تجهیزات از فلزات چکش خوار که آلیاژ قالب آنها استیل است، ساخته میشوند. البته موادی از جنس پلاستیک ها و ترکیبات مشابه آنها نیز در ساخت تجهیزات کاربرد دارند.
در سیستم های که پدیده سایش یک معضل اساسی است، استفاده از مواد مقاوم در برابر سایش مثل کربید تنگستن توصیه میشود.
در این بخش بطور مختصر به چگونگی رفتار مواد ختلف در محیط های در معرض سایش، پرداخته میشود.

فلزات هادی و مواد مرسوم دیگر

استیل ها و دیگر فلزات و همچنین پلاستیک ها بطور کلی خصوصیات سایشی هادی از خود نشان میدهند. سایش ناشی از ذرات جامد در فلزات هادی در ابتدا توسط فرایندی که micromachinig نامیده میشود، آغاز میشود در این فرایند در اثر برخورد جامد به سطح فلز در یک زاویه برخورد معین، مقداری از فلز در محل برخورد با ذرات از سطح آن جدا میشود. هر چه زاویه برخورد ذرات به سطح فلز موثرتر باشد، ذرات تمایل به دگرگون کردن سطح فلز دارند در این حالت مقدار زیادی از سطح فلز جدا نمیشود.
ارتباط بین جنس فلز و مکانیزم های برخورد ذرات مایع و همچنین سایش ناشی از کاویتاسیون بعلت پیچیدگی موضوع، بخوبی توسط محققین توسعه داده نشده است.
سختی مواد اولین فاکتور کنترل کننده سایش برای فلزات هادی است. در حالت کلی مواد استیل نسبت به دیگر فلزات نرمتر دارای سختی بیشتری هستند البته استیل های گوناگون از درجه سختی مختلفی برخوردار هستند. موضوع بحث بر انگیز این است که آیا تفاوت در درجه سختی میتواند بتنهایی منشا تفاوت در رفتار سایشی استیل ها باشد یا خیر؟
Haugen و همکاران[۲] پیشنهاد دادند که برای سرعت های برخورد کمتر از ۱۰۰متر به ثانیه تفاوت در گرید استیل ها نمی تواند باعث تفاوت در رفتار سایشی آنها گردد.
بطور کلی پلاستیکها و کمپوزیتها مقاومت کمتری نسبت فلزات دارند اگر چه لاستیک ها و بعضی از پلیمر ها در مقابل سایش ناشی از ذرات جامد کاملا مقاوم هستند زیرا این گونه مواد میتوانند انرژی جنبشی ذرات برخورد کننده را جذب و خنثی کنند

مواد ویژه مقاوم در برابر سایش

در کاهنده های جریان و دیگر تجهیزات آسیب پذیر در مقابل سایش، از مواد ویژه ای مثل کربید تنگستن، انواع پوشش ها و سرامیک ها استفاده میشود. این مواد عموما بسیار سخت و شکننده هستند. رفتار سایش مواد شکننده بسیار متفاوت است.بر خورد ذرات به سطح این گونه مواد سبب ایجاد کاف میشود و صدمات سایش بصورت خطی در امتداد زاویه برخورد گسترش میابد. در صورتی که ذرات بصورت عمودی بسطح مواد شکننده برخورد کنند، شکاف ایجاد شده عمیق تر و سایش گسترده تر خواهد بود.
بسیاری از این مواد از مقاومت سایشی بالاتری نسبت به استیل ها برخوردار هستند. در بعضی مواقع زیر لایه های این مواد در اثر اصابت ذرات جامد و یا مایع کارائی خود را از دست داده و در ادامه کل پوشش بسرعت در برابر سایش ناتوان میگردد.

۱-۶. سایش ناشی از ماسه یا ریز ذرات