



دانشگاه آزاد اسلامی
واحد تهران جنوب
دانشکده تحصیلات تکمیلی

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد “M.Sc”
مهندسی شیمی - فرآیند

عنوان :

مدلسازی غشایی تصفیه آب همراه

استاد راهنما :

استاد مشاور:

نگارش :

فهرست مطالب

عنوان	شماره صفحه
چکیده	ب
فهرست مطالب	ت
چکیده	۱
مقدمه	۲
<u>فصل ۱</u>	
مقدمه ای بر تصفیه آب همراه	
۱. مقدمه	۴
۱.۱ سرچشمه آب همراه	۴
۱.۲ نسبت اجزای سازنده آب همراه	۵
۱.۳ تأثیر آب همراه روی محیط زیست	۶
۱.۴ مدیریت آب همراه و توافقات بین المللی	۶
<u>فصل ۲</u>	
۱. روشهای سنتی برای تصفیه آب همراه	
۱.۱ جداسازی بر مبنای گرانش- شناورسازی	۸
۱.۲ روشهای جداسازی گردشی (سیکلونی)	۸
۱.۳ تکنولوژی جداسازی بر مبنای فیلتراسیون	۹
۱.۴ رقابت های نوین در اداره آب همراه	۹
۲. مدیریت آب همراه از راه به حداقل رساندن تولید آن	
۲.۱ جداسازی زیر دریایی	۹
۲.۲ تکنولوژی درون چاهی	۱۰
۲.۳ روش های مسدود کردن آب	۱۰
۲.۴ ایجاد مسیر های انحرافی	۱۰
۳. پیشرفت های اخیر در تصفیه آب همراه	

فهرست مطالب

شماره صفحه	عنوان
۱۱	۳.۱ جداسازی توسط فیلتراسیون
۱۱	۳.۲ تصفیه آب توسط استخراج
۱۲	۳.۳ ازدیاد جداسازی نفت با استفاده از به هم پیوستگی (Coalescence)
۱۲	۳.۴ روش ها بر مبنای جذب توسط بستر جامد
<h3><u>فصل ۳</u></h3>	
<h4>فرایند غشایی</h4>	
۱۳	۱. تعریف و دسته بندی فرایند های غشایی
۱۸	۲. شیمی غشاء، ساختار و کاربردها
۱۸	۲.۱ فیلتر های ژرف در مقایسه با فیلترهای غربالی
۲۱	۲.۲ غشاهای میکرو متخلخل در مقایسه با غشاهای نامتقارن
۲۳	۲.۳ پلیمرهای استفاده شده در ساخت غشاها
۲۴	۲.۳.۱ پلی وینیلیدن فلوراید (PVDF)
۲۵	۳. رسوبگیری و تمیزکاری
۲۵	۳.۱ مشخصات رسوب
۲۵	۳.۱.۱ تغییر در خواص غشاء
۲۵	۳.۱.۲ تغییر در خواص خوراک
۲۵	۳.۱.۳ پلاریزاسیون غلظتی
۲۶	۳.۱.۳.۱ شار آب
۲۷	۳.۲ نتیجه رسوب

فهرست مطالب

شماره صفحه	عنوان
۲۸	۳.۳ فاکتورهای موثر بر رسوب
۲۸	۳.۳.۱ خواص غشاء
۲۸	۳.۳.۱.۱ آبدوستی
۳۰	۳.۳.۱.۲ توپوگرافی سطح
۳۱	۳.۳.۱.۳ تغییر روی غشاء
۳۲	۳.۳.۱.۴ اندازه حفره ها
۳۳	۳.۳.۱.۵ اصلاح سطح
۳۴	۳.۳.۲ خواص مواد حل شونده
۳۴	۳.۳.۲.۱ نمک ها
۳۵	۳.۳.۲.۲ pH
۳۶	۳.۳.۲.۳ چربی-روغن ها
۳۷	۳.۳.۲.۴ آنتی فوم
۳۸	۳.۳.۲.۵ مواد هیومیک
۳۸	۳.۳.۳ مهندسی فرایند
۳۸	۳.۳.۳.۱ دما
۳۹	۳.۳.۳.۲ سرعت جریان و تلاطم
۴۰	۳.۳.۳.۳ فشار
۴۱	۳.۳.۳.۴ فاکتورهای طراحی که روی شار موثرند
۴۳	۴. انتخاب غشا مناسب فرایند الترافیلتراسیون

فهرست مطالب

شماره صفحه

عنوان

۴۳	۴.۱ مقدمه
۴۴	۴.۲ انتخاب غشاء و راهکار افزایش بازدهی آن در فرایند آلترافیلتراسیون آب همراه
۴۵	۴.۳ اصلاح ویژگی آبدوستی غشاء
۴۶	۴.۳.۱ آماده سازی غشاهای PES/پلورنیک F127
۴۷	۴.۳.۲ مشخص کردن و توصیف غشای PES/F127
۴۸	۴.۳.۳ عملکرد جداسازی غشا برای محلول امولسیون آب/روغن
۴۹	۵. احیای غشا در تصفیه پساب نفتی و راهکار ازدیاد شار در خلال فرایند UF
۵۰	۵.۱ مقدمه
۵۰	۵.۲ ازدیاد شار با تزریق گاز به غشا آلترافیلتراسیون پساب نفتی جریان متقاطع
۵۰	۵.۲.۱ وابستگی فشار به شار تراوا
۵۱	۵.۲.۲ اثر تزریق گاز
۵۲	۵.۲.۳ نتایج

فصل ۴

مدلسازی فرایند غشایی

۵۶	۱. چکیده
۵۶	۲. مقدمه
۵۷	۳. فیلتراسیون غشایی
۶۶	۴. آنالیز داده ها

فهرست مطالب

شماره صفحه	عنوان
۷۱	۵. مدل سازی تصفیه فرایند UF آب همراه
۷۳	۵.۱ ناحیه ای که توسط فشار کنترل می شود:
۷۷	۵.۱.۱ پلاریزاسیون غلظتی
۷۹	۵.۲ مدل انتقال جرم (تئوری فیلم)
۸۰	۵.۳ مدل مقاومتی
۸۲	۵.۳.۱ مقاومت غشا R_m
۸۲	۵.۳.۲ انسداد حفره ها $R_p(z)$ و تشکیل لایه کیک $R_c(z)$
۸۲	۵.۳.۳ رسوبگیری ^۱ $R_{sc}(z)$ و پلاریزاسیون غلظتی $R_{cp}(z)$
۸۴	۵.۴ مدل فشار اسمزی برای برای شار محدود شده
۸۶	۶. مدل سازی داده های آزمایشگاهی بر اساس مدل رسوبی
۸۹	۷. پیش بینی شار تراوا با استفاده مدل های هر میا
۹۱	۷.۲.۱ تجزیه و تحلیل انسداد استاندارد حفره
۹۲	۷.۲.۲ آنالیز انسداد کامل حفره
۹۳	۷.۲.۳ آنالیز انسداد میانی حفره ها
۹۴	۷.۲.۴ آنالیز تشکیل کیک
۹۵	۷.۲.۵ مدل ترکیبی

فصل ۵

ارزیابی مدل

فهرست مطالب

شماره صفحه	عنوان
۹۷	۱. ارزیابی مدل‌سازی تصفیه فرایند UF آب همراه
۹۹	۲. ارزیابی مدل‌سازی رسوب غشا
۹۹	۲.۱ مشخصات تراوا
	فصل ۶
۱۰۳	نتایج

فهرست مطالب

شماره صفحه	عنوان
۱۰۵	علائم
۱۰۶	منابع
۱۰۷	چکیده انگلیسی
۱۰۸	پیوست

فهرست جدول ها

شماره صفحه	عنوان
	فصل ۱
	فصل ۲
	فصل ۳
۱۴	جدول ۱: مشخصات فرایند های غشایی
۲۴	جدول ۲: زیر لیستی از موادی که در ساخت غشاء استفاده می شود.
۳۰	جدول ۳: زاویه تماس برای مواد غشایی
۴۵	جدول ۴: فرمول محلول ریخته گری
	فصل ۴
۶۱	جدول ۱: پارامترهای برای طراحی ماژول غشا
۶۸	جدول ۲: مشخصات غشاها
۶۸	جدول ۳: فاکتورها و سطح های انتخاب شده.
۶۸	جدول ۴: شرایط آزمایش
۸۶	جدول ۵: مقاومت ذاتی سه غشا استفاده شده
۸۸	جدول ۶: نتایج آزمایش های شار بر حسب زمان.
۹۰	جدول ۷: خلاصه ای از معادله های مشخصه برای قوانین فیلتراسیون فشار ثابت
	فصل ۵
۹۹	جدول ۱: نتایج آنالیز خوراک و تراوا
۹۹	جدول ۲: مقایسه R^2 برای مدل های هر میا
۱۰۰	جدول ۳: مقایسه بین پیش بینی مدل ها و نتایج آزمایشگاهی بعد از ۹۰ دقیقه

فهرست نمودارها و شکل ها

شماره صفحه

عنوان

فصل ۱

- شکل ۱: نمونه ای از پروفیل تولید در یک میدان نفتی
- شکل ۲: تزریق مجدد آب جداشده از نفت در یک تاسیسات فراساحل

فصل ۲

- شکل ۱: نمای شماتیکی از یک هیدرو سیکلون
- شکل ۲: یک واحد زیر دریایی بهره برداری نیمه صنعتی
- شکل ۳: مثال تصویری از چاه های انحرافی

فصل ۳

- شکل ۱: محدوده مفید فرایندهای گوناگون جداسازی
- شکل ۲: فرایندهایی با نیرو محرکه فشار به همراه مشخصات جداسازی شان.
- شکل ۳: مقایسه فیلتراسیون و فیلتراسیون غشایی
- شکل ۴: چند مثال از جداسازی اجزای حل شده توسط فرایندهای غشایی
- شکل ۵: اصول اولیه عملیات فرایند غشایی
- شکل ۶: دسته بندی فیلترها
- شکل ۷: نمای شماتیکی از فیلتر ژرف،
- شکل ۸: نمایی از یک فیلتر چند مرحله ای ژرف
- شکل ۹: نمایی از فیلترهای غربالی که ذرات باقیمانده روی سطح شان جمع شده است.
- شکل ۱۰: مقایسه بین فیلتر ژرف و فیلتر غربالی.
- شکل ۱۱: نمایی از یک غشاء میکرو متخلخل حفره ای.
- شکل ۱۲: نمای شماتیکی از یک غشاء غیر متقارن (پوسته ای).
- شکل ۱۳: نمایی از سطح مقطع یک غشاء غیر متقارن پلی سولفون.
- شکل ۱۴: غشاء پلی وینیلیدن فلوراید
- شکل ۱۵: نمونه ای از الگوی رسوب گیری که در فرایند UF آب پنیبر مشاهده شده است.

فهرست نمودارها و شکل ها

شماره صفحه	عنوان
۲۸	شکل ۱۶: رسوب غشاء UF توسط محلول ۰.۱٪ BSA در pH ۵ و 100 kPa، 25°C. همه غشاهای پلی سولفون
۲۹	شکل ۱۷: زاویه تماس
۳۱	شکل ۱۸: ساختار سطح غشاء RO پلی اتر آمین.
۳۲	شکل ۱۹: ساختار سطح غشاء RO کامپوزیتی فیلم نازک بر مبنای پلی آمید
۳۲	شکل ۲۰: فرایند UF رنگ کاتدی PPG با ماژول استاندارد Romicon XM-50 و ماژول فیبر توخالی CXM.
۳۳	شکل ۲۱: تاثیر اندازه حفره های غشاء بر شار. سمت چپ: شار لحظه ای نسبت به زمان.
۳۳	شکل ۲۲: تاثیر اندازه حفره ها بر رسوب غشاء.
۳۴	شکل ۲۳: مکانیسم رسوب غشاء توسط ذرات، شکل تاثیر حفرات در رابطه با اندازه ذرات را نشان می دهد.
۳۵	شکل ۲۴: رسوب در غشاء UF توسط نمک های موجود در شیر.
۳۶	شکل ۲۵: نمونه ای از الگوی رسوب در فرایند UF
۳۷	شکل ۲۶: تاثیر نمک روی شار آب پنیر.
۳۸	شکل ۲۷: ساختار غشاهای پلیمری مختلف در مقایسه با ساختار روغن و آب
۳۸	شکل ۲۸: مقایسه بین عملکرد ماژول غشاء حلزونی و ماژول غشاء دیسک چرخشی.
۴۰	شکل ۲۹: رسوب روی غشاء UF توسط آب پنیر.
۴۱	شکل ۳۰: رسوبگیری توسط ذرات با اندازه های مختلف.
۴۲	شکل ۳۱: روش های افزایش شار.
۴۵	شکل ۳۲: سطح مقطع غشا پلورنیک PES/F127 با نسبت های متفاوت
۴۶	شکل ۳۳: زاویه تماس پلورنیک PES/F127 تحت شرایط مختلف به عنوان تابعی از میزان پلورنیک F127.
۴۷	شکل ۳۴: شار وابسته به زمان برای غشاهای پلورنیک PES/F127 در فرایند UF.
۴۹	شکل ۳۵: شار تراوا به عنوان تابعی از فشار TMP در خلال فرایند UF امولسیون ۵ درصد حجمی آب/نفت.
۵۰	شکل ۳۶: تزریق گاز نیتروژن روی شار امولسیون آب/نفت روی غشا UF تحت TMP 1bar
۵۲	شکل ۳۷: مدل تئوری فیلم
۵۳	شکل ۳۸: نمودار شار بر حسب TMP

فصل ۴

۵۷	شکل ۱ الف: نمایی از غشای لوله ای
۵۷	شکل ۱ ب: نمایی از غشا لوله ای که برای فرایند UF طراحی شده است.

فهرست نمودارها و شکل ها

شماره صفحه	عنوان
۵۸	شکل ۲ الف: نمایی از یک غشا فیبر توخالی
۵۸	شکل ۲ب: غشا فیبر توخالی که در فرایند RO به کار می رود.
۵۹	شکل ۳: نمایی از یک غشا صفحه ای-قالبی
۵۹	شکل (۴): شماتیکی از ماژول حلزونی
۶۰	شکل (۵): وسایل استفاده شده در ساخت ماژول غشا
۶۲	شکل ۶: اثر فشار روی شار غشا UF.
۶۴	شکل ۷: نمای شماتیک مکانیسم مسدود شدن، (a). انسداد حفره کامل، (b) انسداد استاندارد، (c) انسداد میانی (d) تشکیل لایه کیک
۶۶	شکل ۸: نمای از GE Sepa™ CF II Med/High Foulant System (GE, YCFHFSYS01)
۶۷	شکل ۹: نمای از دیاگرام تجهیزات آزمایشگاهی
۷۰	شکل ۱۰: نمایی از پروفیل سرعت و غلظت در یک لایه مرزی توسعه یافته.
۷۱	شکل ۱۱: پروفیل غلظت در خلال یک فرایند غشایی دفع کامل یا جزئی ماده حل شونده.
۷۳	شکل ۱۲: شماتیکی از غشا غیر متقارن UF
۷۴	شکل ۱۳: تفاوت بین فیلتراسیون غشایی انتها بسته و جریان متقاطع.
۷۵	شکل ۱۴: رابط کلی بین پارامترهای عملیاتی و شار
۷۶	شکل ۱۵: نمایی از پدیده CP در فرایند UF ماکرومولکول های حل شده.
۷۷	شکل ۱۶: تاثیر TMP روی شار (بالا) و ارتفاع لایه دفع شده روی سطح غشا (پایین).
۸۲	شکل ۱۷: نمایی از رسوب روی غشا UF.
۸۵	شکل ۱۸ الف: نمودار شار بر حسب فشار برای دبی جریان ۱/۹ LPM
۸۶	شکل ۱۸ ب: نمودار شار بر حسب فشار برای دبی جریان ۳/۸ LPM
۸۷	شکل ۱۹ الف: رابطه Rg و فشار در دبی جریان خوراک ۱/۹ LPM
۸۷	شکل ۱۹ ب: رابطه Rg و فشار در دبی جریان خوراک ۳/۸ LPM
۸۹	شکل ۲۰: منحنی رسوب برای مجموعه آزمایش انجام شده.
۹۱	شکل ۲۱: شار تراوای پیش بینی شده برای مدل انسداد استاندارد حفره
۹۲	شکل ۲۲: شار تراوای پیش بینی شده برای انسداد کامل حفره
۹۲	شکل ۲۳: شار تراوای پیش بینی شده برای انسداد میانی حفره ها
۹۳	شکل ۲۴: شار تراوای پیش بینی شده برای مدل تشکیل کیک
۹۴	شکل ۲۵: شار تراوای پیش بینی شده برای مدل ترکیبی

فهرست نمودارها و شکل ها

شماره صفحه

عنوان

فصل ۵

۹۶

شکل ۱: نمودار شار بر حسب زمان، دو اثر CP و رسوب نشان داده شده است.

چکیده

آب معمولاً همراه با نفت در مخازن نفتی یافت می شود. علاوه بر آن، یک لایه آبدۀ که در نتیجه بالاتر بودن چگالی آب نسبت به نفت در یک لایه جداگانه ای در زیر یا حاشیه مخزن نفتی قرار گرفته، وجود دارد. آبی که به طور طبیعی در مخزن وجود دارد. بعد از آنکه استخراج نفت و گاز در طول زمان انجام شد، آب لایه های آبدۀ به چاه های تولیدی می رسد و تولید آب شروع می شود. برشهای آب خروجی از نفت در طول زمان و استخراج هر چه بیشتر از چاه های نفتی ویا گازی افزایش می یابد. تا آن جا که تولید نفت از میادین متوقف می شود، محتوای نفت خروجی چاه می تواند به کمتر از دو درصد و آب به نود و هشت درصد برسد. مشکل بزرگ ایجاد شده تصفیه این پساب نفتی جهت رساندن استاندارد لازم به منظور دور ریز به دریا و در شرایط بهتر آماده کردن این آب به منظور تزریق مجدد به چاهها از طریق واحدهای تزریق آب موجود با مشخصات تعیین شده است.

لذا به منظور تصفیه این پساب سه غشا تجاری موجود از جنس¹ PVDF از سه شرکت سازنده مختلف مورد بررسی قرار گرفته شده است همچنین اثر دبی جریان و² TMP مورد بررسی قرار گرفته شده است.

در این کار از مدل های هرمیا [۲] به منظور بررسی مکانیسم های رسوب در آلترافیلتراسیون آب همراه بهره گرفته شده است و نتیجه آن نشان می دهد که مدل تشکیل لایه کیک و انسداد حفره میانی و همچنین مدل انسداد استاندارد حفره به ترتیب از مدل های دیگر سازگاری بیشتری با رسوب ایجاد شده روی غشاها نشان می دهند و در نتیجه مدل ترکیبی با داده های آزمایشگاهی بهترین تطبیق را دارد.

¹ Polyvinylidene fluoride

² Transmembrane pressure