

تعریف: ترشوندگی یک سیستم مخزنی (سنگ - سیال) بعنوان توانایی یک سیال در حضور دیگر سیالیت برای پخش شدن روی سطح سنگ و ترکردن آن تعریف **اهمیت مطالعه:** نوع و میزان ترشوندگی سنگ مخزن یکی از پارامترهای بسیار مهم در مهندسی مخازن است چرا که شناخت نوع و میزان ترشوندگی نسبی یک می تواند به افزایش بازیابی نفت از مخزن کمک کرده و نیز از خسارت به مخزن در هنگام حفاری جلوگیری نماید.

چگونگی تعیین نوع و میزان ترشوندگی

برای تعیین نوع و میزان ترشوندگی سنگ مخزن، روشهای عملی متنوعی وجود دارد که در ذیل از نظر خواهند گذشت. در اینجا به یک روش نظری بسنده می **Contact Angle Method**

در یک سیستم (سنگ، نفت و آب)، زاویه تماس با لحاظ مقادیر انرژیهای سطحی در قانون Young محاسبه می گردد

σ_{ow} انرژی سطح مشترک موجود بین جامد و نفت — σ_{os} انرژی سطح مشترک موجود بین جامد و آب — σ_{ws} انرژی سطح مشترک موجود بین آب و نفت

Water Wet Reservoir Rock: زمانی که θ_c از 90 درجه کمتر باشد، سطح ترجیحا بوسیله آب، تر می شود. (σ_{ws} کمتر از σ_{ow} می باشد)
Oil Wet Reservoir Rock: زمانی که θ_c از 90 درجه بیشتر باشد، سطح ترجیحا بوسیله نفت، تر می شود. (σ_{ws} بیشتر از σ_{ow} می باشد)

نکته

آبدوستی مطلق تحت زاویه صفر درجه و آبرانی مطلق تحت زاویه 180 درجه بدست میآید (بندرت اتفاق می افتد) و اغلب سطوح بصورت نسبی آبران با آبدوست هستند.

نکته

- بطور کلی سنگ مخزنهای با جنس *Carbonate* و *Sandstone* قبل از تماس با نفت خام دارای ویژگی یک سنگ مخزن *Water - Wet* می باشند اما بعد از برخورد با عناصر تشکیل دهنده نفت خام (عناصر قطبی یا آسفالتین هایی که از نفت خام بر روی سطوح کانی رسوب می کند) به سنگ مخزنهای *Oil - Wet* مبدل می گردند.

- در سنگ مخزن *Water - Wet* (دارای یک فیلم نازک آب بر روی سطح سنگ)، حرکت نفت از بین *Grains* از سهولت بیشتری برخوردار است، بنابراین هر گونه رفتاری که ترشوندگی سازند را از *Water - Wet* به *Oil - Wet* تغییر دهد می تواند بعنوان لطمه ای در جهت کاهش تولید نفت بحساب آید.

پیش از آغاز بحث **نکته**
جهت تعیین نوع روش مورد استفاده - روش مذکور - نتایج باید اثرات - نتایج نباید به - نتایج باید هم

Quantitative Methods

Amott

ویژگیها

- از متدهای جذب و جانشینی نیرویی برای اندازه گیری میانگین ترشوندگی یک مخزن استفاده می شود

- بدین شکل که ابتدا یک نمونه مغزه را از نفت اشباع می نمایند و آنگاه با آزمایش، میزان توانایی آب به خارج نمودن نفت از مغزه را بررسی می نمایند. در مرحله بعد مغزه با آب اشباع می گردد و آنگاه به مطالعه میزان توانایی نفت به خارج نمودن آب از مغزه می پردازند.

سپس با قراردادن حجمهای بدست آمده فوق از جمله (حجم نفت خارج شده توسط آب) در فرمول، شاخص ترشوندگی را محاسبه می کنند.

- آزمایش کاملا تجربی است

محدودیت

انجام آزمایش در دما و فشارهای مخزن مشکل است

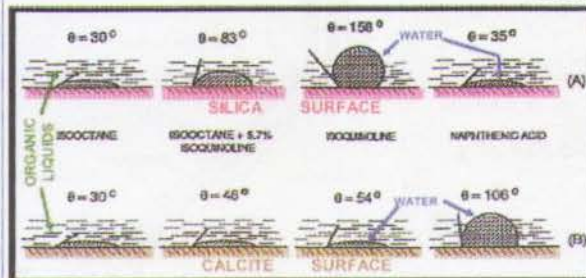
Contact Angle

انواع روشهای عملی

- روش تصویری - روش متداول در سیستمهای سه فازی (گاز مایع جامد) و یا (مایع مایع جامد)
- روش جاذبه ای *Wilhelmy*
- روش صعود مویکسی
- روش قطره چسبیده *Sessile Drop*

فاکتورهای مؤثر

- ترکیب نفت خام
- خواص الکتریکی سطح (PH و نمک محتوای آب)
- سطح سنگ
- زیری و ناهمگونی سطح سنگ
- اثرات دینامیکی
- فشار و دما



نکته

روشن زاویه تماس بهترین روش در زمانهای زیر می باشد:

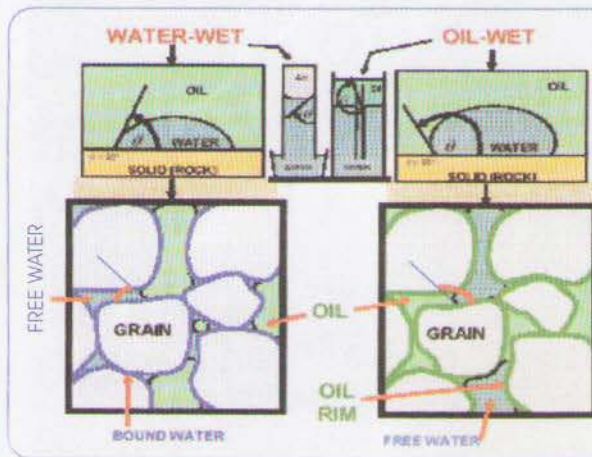
- استفاده از سیالیت خالص
- استفاده از مغزه های مصنوعی
- زیرا در شرایط فوق احتمال وجود سورفاکتانتها و یا دیگر ترکیباتی که ممکن است ترشوندگی را تغییر دهند وجود ندارد

محدودیتها

- در عمل در یک محیط متخلخل اندازه گیری زاویه تماس به دلایل زیر مشکل است
- شکل گوناگون حفرات
- مینرالوژی
- انواع مختلفی از ناخالصیها
- به همین علت سطح سنگ می بایستی با دقت صیقل داده شود و اندازه گیریها را در صورت امکان باید بر روی سطح طبیعی کلیواژ بلور انجام داد

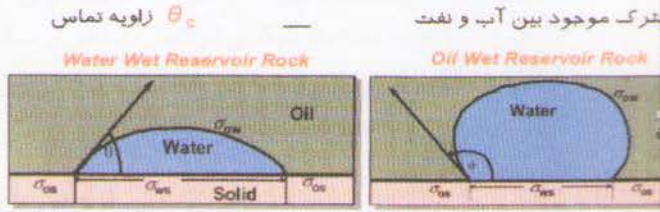
- زاویه تماس را نمی توان به سنگ مخزن نسبت داد زیرا تنها بر روی یک بلور کانی اندازه گیری می شود در حالیکه یک مخزن می تواند حاوی بسیاری از مواد تشکیل دهنده ناهمگن باشد

- نداشتن اطلاعات در مورد حضور یا عدم حضور مواد آبی پوشاننده سنگهای مخزن بنابراین برای موفقیت مینبایست تا تمامی این مواد توسط فرایند تمیز کاری از مغزه خارج شوند



شود و بر دو نوع است: (Water Wet - Oil Wet)
 (سیستم سنگ - سیالات مخزن) و یا (سنگ - افزودنیهای شیمیایی گل حفاری)

$$\cos \theta_c = (\delta_{ow} - \delta_{ws}) / \delta_{ow} \quad (\text{Young})$$



Reservoir Rock Wettability Measuring Methods

ع به عنوان فوق، توجه به نکته زیر اهمیت دارد
 ان ترشوندگی سنگ مخزن، توجه به شرایط زیر در آزمایشگاه الرامی است:
 نباید به خصوصیات سطحی سنگ خسارتی وارد سازد
 ادر به تفکیک کامل محدوده ترشوندگی باشد
 مکنی های ریز سنگ را در نظر داشته باشد
 های نظیر نفوذپذیری و ویسکوزیته سیال بستگی داشته باشد، بجز در مواردی که تمایز پارامترها ممکن باشد
 به یک نمونه مغزه معین و هم بین مغزه های مختلف دارای خصوصیات یکسان و تکرارپذیر باشد

Qualitative Methods

- روش جذب
- روش آنالیز میکروسکوپی
- فلوتاسیون
- منحنی های نفوذپذیری نسبی
- منحنی های فشار موئین
- روش موئینگی سنجی
- نسبتهای نفوذپذیری - اشباع
- لاکهای مخزن
- رزونانس مغناطیسی هسته ای
- جذب رنگی

Amott - USBM

ویژگی
 نوعی از روش USBM که اجازه محاسبه شاخصهای Amott و USBM را می دهد
مزیتهای نسبت به Amott
 - تجزیه و تحلیل روش USBM به دلیل تغییرات اشباعی که در فشار موئینگی صفر رخ می دهد بهبود یافته است
 - شاخص Amott نیز محاسبه می گردد

USBM (United States Bureau Of Mines)

ویژگی
 روش USBM یا (روش سانتیفریوژ) بر اساس ارتباط بین به مرطوب کردن و مساحتیهای زیر منحنی های فشار یکنی - میانگین درجه اشباع آب، پایه ریزی شده است
 دو ناحیه زیر منحنی های فشار موئینگی آب - نفت که از روش سانتیفریوژ بدست آمده، استفاده می کند
مزیتهای نسبت به Amott
 - ساسیت در تعیین ترشوندگی در نزدیکی نقاط خنثی متغی از ویسکوزیته
نقصها
 - بخش ترشوندگی USBM فقط می تواند نمونه های با رزه محدود را اندازه گیری کند
محدودیتها
 - تمییز ترشوندگی سیستم (Mixed or Fractional)
 - اندازه گیری زاویه تماس، ترشوندگی سطوح به نوصی را اندازه گیری می کند در حالی که روشهای Amott USBM ترشوندگی میانگین یک مغزه را اندازه گیری

۲۵
 شماره ۱۳ - مرداد ماه ۱۳۸۳