فهرست مطالب

فصل اول: مقدمه ۱۹

۱-۱- تاریخچه ۱۹

۱-۲- تعریف ۲۰

۱-۳- وظایف ۲۱

۱-۳-۱- خارج کردن کنده های حفاری از داخل چاه ۲۱

۱-۳-۲- خنک کردن، روان کاری و نگهداری مته و تجهیزات حفاری ۲۲

۱-۳-۳- ایجاد پایداری در چاه ۲۳

۱-۳-٤- کنترل فشار سازند ۲٤

۱-۳-٥- معلق نگه داشتن خرده ها هنگام خاموش بودن پمپ ها ۲٥

۱-۳-٦- ترخیص شن و خرده های حفاری روی سرند لرزان ۲٥

۱-۳-۷- تحمل بخشی از وزن لوله‌های حفاری و لوله‌های جداری ۲٦

۱-۳-۸- به حداقل رسانیدن ضایعات وارد بر سازندهای مجاور چاه ۲٦

۱-۳-۹- انتقال توان هیدرولیک پمپ‌ها به مته ۲۷

۱-٤- زمین شناسی مناطق نفت خیز جنوب ۲۷

فصل دوم: انواع گل حفاری ۳۱

۲-۱- گل پایه روغنی ۳۲

۲-۱-۱- ترکیبات کلی انواع مختلف گل پایه روغنی ۳۲

۲-۱-۲- موارد استفاده از گل های پایه روغنی ۳۳

۲-۱-۳- معایب گل های پایه روغنی ۳٤

۲-۱-٤- طبقه بندی گل های پایه روغنی ۳٤

۲-۲- گل پایه گازی ۳٥

۲-۲-۱- معایب حفاری با گل پایه گازی ۳۵
۲-۲-۲- انواع حفاری توسط گل پایه گازی ۳۵
۲-۳- گل های پایه آبی ۳۶
۲-۳-۱- انواع فازهای گل پایه آبی ۳۷
۲-۳-۲- انواع گل های پایه آبی ۳۹
فصل سوم: افزودنی‌های گل حفاری ۴۱
۳-۱- عوامل کنترل کننده وزن ۴۲
۳-۲- عوامل کنترل کننده هرزروی جریان ۴۳
۳-۳- عوامل کنترل کننده فیلتراسیون ۴۴
۳-۴- گرانروکننده ها ۴۶
۳-۵- افزودنی های شوری ۴۶
۳-۶- افزودنی های کنترل خاصیت قلیایی گل ۴۷
۳-۷- پایدارکننده های شیل ۴۸
۳-۸- باکتری کش ۴۸
۳-۹- سورفاکتانت ۴۹
۳-۱۰- امولسیون کننده ۴۹
۳-۱۱- عوامل ترکننده ۵۰
۳-۱۲- کف سازها ۵۱
۳-۱۳- تینرها یا رقیق کننده ها ۵۱
۳-۱۴- روان سازها ۵۲
۳-۱۵- ممانعت کننده های خورندگی ۵۳
۳-۱۶- پلیمرها ۵۳
۳-۱۶-۱- انوع اصلی پلیمرهایی که به طور معمول در ترکیب گل حفاری به کار می روند ۵۳
۳-۱۶-۲- کاربرد پلیمرها ۵۶
۳-۱۶-۲-۱- گرانرو کردن گل ۵۶
۳-۱۶-۲-۲- پخش کردن بنتونیت ۵۶

۳-۱۶-۲-۳- فولوکولاسیون ۵۶
۳-۱۶-۲-٤- دی فولوکولاسیون ۵۶
۳-۱۶-۲-۵- کنترل فیلتراسیون ۵۶
۳-۱۶-۲-٦- پایداری شیل ۵۷
فصل چهارم: خواص فیزیکی گل حفاری ۶۱
٤-۱- تنش برشی(Shear Stress) و سرعت برشی(Shear Rate) ٦۲
٤-۲- وزن گل(Mud Weight) ٦٤
٤-۳- گرانروی یا ویسکوزیته(Viscosity) ٦۵
٤-۳-۱- گرانروی ظاهری(Apparent Viscosity) ٦٦
٤-۳-۲- گرانروی پلاستیکی(Plastic Viscosity) ٦٦
٤-٤- نقطه واروی یا لهیدگی(Yield Point) ٦٦
٤-۵- استحکام ژله ای (Gel Strength) ٦۸
٤-٦- هرزروی آب درون گل(Water Loss) ٦۹
٤-۷- مقاومت الکتریکی گل(Mud Resistivity) ۷٤
فصل پنجم: رس و نقش آن در گل حفاری ۷۵
۵-۱- کلوئید(Colloid) ۷٦
۵-۲- مونت موریلونایت(Montmorillonite) ۷۷
۵-۳- بنتونایت (Bentonite) ۷۸
۵-٤- اتصالات لایه های رسی ۸۰
۵-٤-۱- تجمع(Aggregation) ۸۰
۵-٤-۲- پراکندگی(Despersion) ۸۰
۵-٤-۳- لختگی(Flocculation) ۸۱
۵-٤-٤- رفع لختگی(Deflocculation) ۸۲
۵-۵- بازدهی رس ها(Yield of Clays) ۸۳
فصل ششم: سیستم گردش گل حفاری ۸۹
٦-۱- پمپ های گل ۹۰

٦-٢- لوله قائم و شیلنگ کلی ٩١
٦-٣- مته و فضای حلقوی ٩٢
٦-٤- خط برگشت، سرند لرزان و تانک های گل ٩٣
٦-٥- مخازن گل حفاری ٩٤
٦-٦- تصفیه گل حفاری ٩٧
فصل هفتم: ابزارآلات و روش‌های آزمایش گل حفاری ١٠٣
٧-١- اندازه گیری وزن گل ١٠٣
٧-٢- اندازه گیری گرانروی گل ١٠٥
٧-٣- اندازه گیری صافاب گل ١٠٩
٧-٤- اندازه گیری درصد شن گل ١١٣
٧-٥- اندازه گیری درصد مواد جامد و مایع (نفت و آب) گل ١١٥
٧-٦- اندازه گیری Ph و (غلظت یون هیدروژن) گل ١١٧
٧-٧- اندازه گیری مقاومت گل، صافاب و اندود گل ١٢٠
٧-٨- اندازه گیری امولسیون و پایداری ١٢٢
٧-٩- سایر ابزارآلات ١٢٣
فصل هشتم: آلودگی‌های گل حفاری ١٢٥
٨-٢- آلودگی ناشی از مواد جامد ١٢٦
٨-٢- آلودگی سیمان ١٢٧
٨-٣- آلودگی گچ ١٢٧
٨-٤- آلودگی آب دریا ١٢٨
٨-٥- آلودگی اکسیژن ١٢٨
٨-٦- آلودگی کربنات و بی کربنات ١٢٨
٨-٧- آلودگی گازهای اسیدی ١٢٩
فصل نهم: محاسبات گل حفاری ١٣١
٩-١- گرادیان فشار ١٣١
٩-٢- فشار هیدرواستاتیک ١٣١

۹-۳- وزن مخصوص ۱۳۲
۹-٤- چگالی معادل گردش گل ۱۳۲
۹-٥- حداکثر وزن مجاز گل ۱۳۳
۹-٦- خروجی پمپ ۱۳۳
۹-٦-۱- پمپ سه گانه ۱۳۳
۹-٦-۲- پمپ دوگانه ۱۳۳
۹-۷- سرعت گل در دالیز ۱۳۳
۹-۸- گنجایش ۱۳٤
۹-۹- رابطه بین فشار پمپ و ضربه آن ۱۳٥
۹-۱۰- افزایش وزن گل ۱۳٥
۹-۱۱- رقیق سازی ۱۳۷
۹-۱۲- ترکیب کردن سیالات مختلف با وزن های متفاوت ۱۳۷
۹-۱۳- تجزیه جامدات ۱۳۸
۹-۱٤- ساخت گل ۱۳۹
۹-۱٤-۱- تعیین مقدار مواد تشکیل دهنده گل پایه آبی- بنتونایتی ۱۳۹
۹-۱٤-۲- تعیین مقدار مواد تشکیل دهنده گل پایه آبی- روغنی ۱٤۰
منابع و مآخذ ۱٤۱
پیوست‌ها ۱٤۳
لغات و اصطلاحات گل حفاری ۲۰٥

فهرست اشکال و جداول

شکل ۱-۱- مهم ترین وظایف گل حفاری ۲۱
شکل ۱-۲- انتقال کنده‌ها از درون چاه به سطح زمین ۲۲
شکل ۱-۳- خنک کردن و روان کاری مته و رشته حفاری ۲۳
شکل ۱-٤- اندود شدن دیواره چاه به وسیله گل حفاری ۲٤
شکل ۱-۵- کنترل فشار سازند توسط گل حفاری ۲۵
شکل ۱-٦- جدا شدن کنده‌های حفاری توسط سرند لرزان ۲٦
شکل ۲-۱- طبقه بندی سیالات (گل های) حفاری ۳۱
شکل ۲-۲- نمونه های از ترکیب گل پایه روغنی ۳۳
شکل ۲-۳- نمونه های از ترکیب یک گل پایه آبی (در گل های ایدهال و بدون آلودگی، ماسه وجود ندارد) ۳۷
جدول ۳-۱- افزودنی های گل حفاری ٤۱
شکل ۳-۱- واکنش تشکیل پلیمر PHPA از مونومر ۵٤
شکل ۳-۲- ساختار سلولز ۵٤
شکل ۳-۳- ساختار کربوکسی متیل سلولز ۵۵
جدول ۱-۲- انواع و عملکرد پلیمرها در گل حفاری ۵۸
ادامه جدول ۱-۲- انواع و عملکرد پلیمرها در گل حفاری ۵۹
شکل ٤-۱- جریان ورقه ای (Laminar Flow) سیال حفاری درون فضای حلقوی ٦۲
شکل ٤-۲- نسبت تغییرات بین تنش برشی و سرعت برشی برای سیالات نیوتنی ٦۳
شکل ٤-۳- نسبت تغییرات بین تنش برشی و سرعت برشی برای سیالات غیرنیوتنی ٦۳
جدول ٤-۱- واحدهای گرانروی و تنش برشی ٦۵
شکل ٤-٤- کیفیت توزیع مایعات در داخل طبقه آب دار ۷۲

شکل٤-٥- کیفیت توزیع مایعات در داخل طبقه نفت دار ٧٢
شکل٥-١- ساختار یک مولکول بنتونایت ٧٦
شکل٥-٢- ساختمان میکروسکوپی بنتونایت ٧٧
شکل٥-٣- تجسم فضایی اتصال چند مولکول پیروفیلیت به یکدیگر ٧٧
شکل٥-٤- مقایسه تبلور نسبی (بادکردن) مونت موریلونایت کلسیمی و سدیمی ٧٨
جدول٥-١- خلاصه ساختار و خواص رس های معدنی رایج ٧٩
جدول٥-٢- انواع تینرهای گل حفاری ٨٢
شکل٥-٥- انواع اتصالات لایه های رسی ٨٣
شکل٥-٦- نمودار بازدهی رس برای چندین نوع رس مختلف ٨٤
شکل٥-٩- پیش هیدراته شدن بنتونایت ٨٧
شکل٦-١- اجزای سیستم گردش گل حفاری ٩٠
شکل٦-٢- پمپ های دکل حفاری و موقعیت آن ها ٩١
شکل٦-٣- دو نما از لوله قائم و شیلنگ کلی (تصویر بالا سیستم RT و تصویر پایین سیستم TD) ٩٢
شکل٦-٤- مته و دالیز ٩٣
شکل٦-٥- خط برگشت، سرند لرزان و تانک های گل ٩٣
شکل٦-٦- چیدمان مخازن گل و ارتباط آن ها با یکدیگر و سایر تجهیزات سیستم گردش گل ٩٤
شکل٦-٧- انبار افزودنی های گل حفاری ٩٦
شکل٦-٨- چیدمان ساده ای از مخازن گل در اطراف دکل ٩٧
شکل ٦-٩- سرند لرزان ٩٨
شکل٦-١٠- شن زدا، ماسه زدا و رس زدا ٩٨
شکل٦-١١- تمیزکننده گل ٩٩
شکل٦-١٢- تانک شیمیایی و آخورک ٩٩
شکل٦-١٣- گاززدا ١٠٠
شکل٦-١٤- جداکننده گاز و گل ١٠١
شکل٧-١- ترازوی گل ١٠٤
شکل٧-٢- اجزای ترازوی گل ١٠٤

شکل۷-۳- قیف مارش ۱۰۶
شکل۷-٤- گرنروی سنج دوار ۱۰۷
شکل۷-۵- اجزای گرنروی سنج دوار ۱۰۸
شکل۷-٦- قطعه کنترل سرعت و نحوه عملکرد آن در گرانروی سنج دوار ۱۰۸
شکل۷-۸- اجزای فیلتر پرس API ۱۱۰
شکل۷-۹- اجزای فیلتر پرس HTHP ۱۱۱
شکل۷-۱۰- اندود گل نشسته روی کاغذ صافی ۱۱۲
شکل۷-۱۱- دستگاه اندازه گیری درصد شن گل حفاری ۱۱۳
شکل۷-۱۲- اجزای دستگاه اندازه گیری درصد شن گل حفاری ۱۱٤
شکل۷-۱۳- ریتورت ۱۱۵
شکل۷-۱٤- اجزای ریتورت ۱۱٦
شکل۷-۱۵- کاغذهای PH سنج ۱۱۸
شکل۷-۱٦- دستگاه PH سنج ۱۱۹
شکل۷-۱۷- اجزای دستگاه PH سنج ۱۱۹
شکل۷-۱۸- Resistivity meter ۱۲۱
شکل۷-۱۹- Emulsion stability Tester ۱۲۳
شکل۷-۲۰- ابزار وزن سنجی ۱۲۳
شکل۷-۲۱- ابزار مخلوط کردن ۱۲۳
جدول۸-۱- مقایسه مقدار رس موجود در خاک رس و سنگ های رسی ۱۲٦

فصل اول

مقدمه

۱-۱- تاریخچه

در طی عملیات حفاری چه در صنعت نفت و چه در صنعت معدن مهم ترین عوامل و فاکتورها در رسیدن به اهداف از پیش تعیین شده سیال(گل) حفاری می باشد؛ زیرا با توجه به خصوصیات فیزیکی و شیمیایی که هر یک از سیالات دارند به پیشرفت عملیات کمک شایانی می نماید. به عنوان مثال از طریق سیال می توان به نوع سازند زمین شناسی که در حال حفر شدن است پی برد و یا از بروز حوادث بسیار مخرب و خطرناک همچون فوران چاه جلوگیری نمود.

گل حفاری تاریخچه طولانی و گوناگونی از گذشته دور دارد اما به طور کلی در آغاز، چینی‌ها فهمیدند که گل دارای دو کاربرد مهم است. نخست این که آن چه در سازند وجود دارد را نرم می‌کند و دوم این که به بالا آوردن کنده‌ها از ته چاه کمک شایانی می‌کند. در سیستم‌هایی که تا سال ۱۸٤٦ و حتی پس از آن برای استخراج نفت از آب های جاری استفاده می‌شد، هنوز کسی از خواص گل حفاری اطلاعی نداشت. در سال ۱۸۹۰ چاپمن اشاره‌ای به این موضوع نمود که جریانی از آب و مقداری از مواد پلاستیکی می‌تواند شکلی خاص به دیواره چاه داده و آن را مستحکم تر نماید و این آغاز مهندسی مدرن در تاریخ گل حفاری بود. وی بعدها به یکی دیگر از کاربردهای گل حفاری دست یافت و آن عبارت بود از این که می‌توان توسط گل حفاری از

هرزروی آب به درون لایه‌های سازند جلوگیری نمود و نیز با استفاده از مواد خاصی دیواره چاه را اندود کرد.

گل حفاری ارتباط مستقیم با مشکلات حفاری دارند. اگر گل حفاری دارای خواص مورد نظر نباشد، نباید آن را مورد استفاده قرار داد. کارکرد سیستم گل حفاری در موفقیت عملیات حفاری سهم بسزایی دارد چرا که می‌توان آن را به عنوان مثالی مشابه دستگاه گردش خون در بدن انسان دانست که وظایف محوله به این سیستم در حفاری به همان مهمی وظایف سیستم گردش خون و خود خون در تداوم حیات انسان است.

۱-۲- تعریف

گل حفاری ترکیبی است از مواد شیمیایی معدنی و آلی که به شکل مایع ساخته می شود و در حفاری بکار گرفته می شود. این ترکیب از دو فاز جامد و مایع تشکیل می گردد که در فصل آینده به توضیح آن پرداخته خواهد شد.

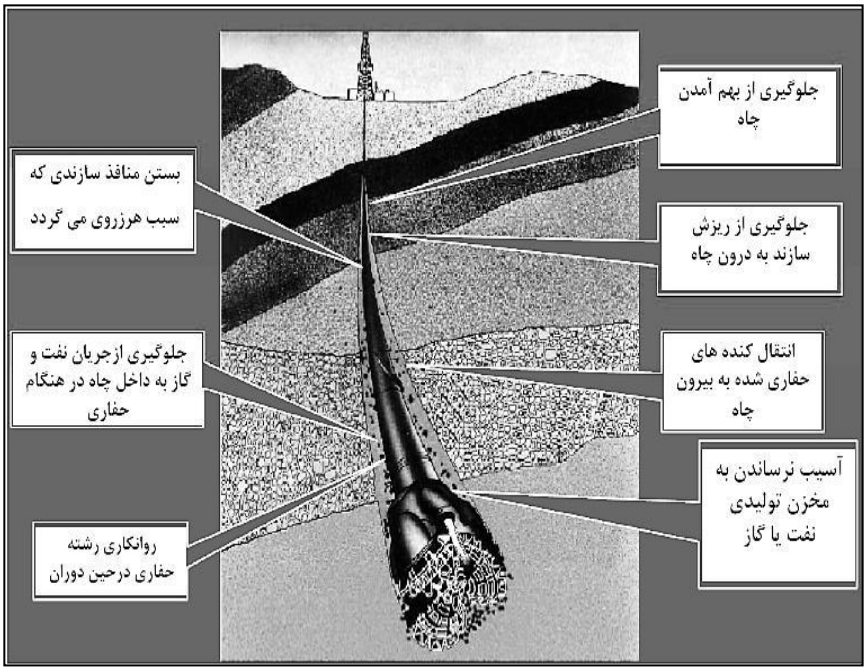
حفاری در ایران از ابتدا به وسیله گل های پایه آبی یا آب آغاز می گردد و با تغییر شرایط چاه از انواع دیگر گل ها استفاده می شود. به طور کلی سازند های حفاری ایران را می توان به گروه‌های زیر تقسیم بندی نمود:

الف- حوزه های با فشار بسیار کم و با شکستگی های زیاد مثل سازندهای جنوب شرقی ایران (زاگرس جنوبی).

ب- حوزه های با فشار کم مانند سازندها آغاجاری، میشان و قسمت فوقانی سازند گچساران.

ج- سازندهای با فشار زیاد مثل بخش های شش گانه سازند گچساران در این لایه ها از آب اشباع از نمک، نشاسته و مواد وزن افزا مثل باریت و فروبار استفاده می شود(گل سنگین) و PH این نوع گل هم در محدوده ۱۰ تا ۸/۵ متغیر است.

د- حوزه های نفتی یا گازی آسماری، آنوسین، بنگستان، کنگان، مزدوران، شوریجه و سایر سازندهای پایین تر که با گل های وزن کم و متوسط با جامدات نسبتا کم که در برخی موارد از گل های روغنی امولسیونی استفاده شده است.



شکل ۱ – ۱ – مهم ترین وظایف گل حفاری

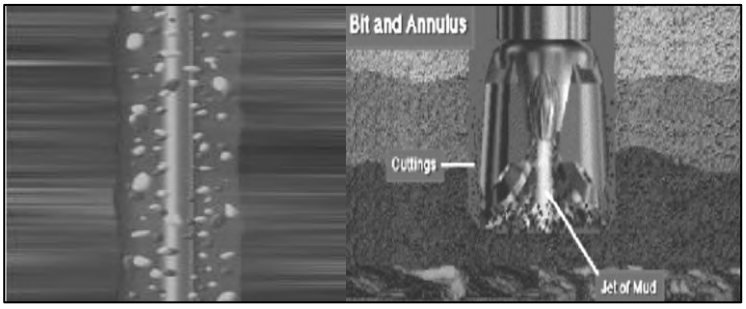
۱-۳- وظایف

اجرای وظایف محوله به گل حفاری در عملیات حفر چاه آن قدر مهم و اساسی است که نمی‌توان اهمیت آن ها را نادیده گرفت به همین دلیل باید در انتخاب و نگهداری و بکارگیری آن دقت لازم را انجام داد. یک گل حفاری مطلوب و کارساز و مورد نظر در یک حفاری موفقیت‌آمیز بایستی دارای توانایی ها و ویژگی‌های زیر باشد.

۱-۳-۱- خارج کردن کنده های حفاری از داخل چاه

تمیزکردن ته چاه از کنده‌های حفاری هنوز هم یکی از مهم ترین وظایف گل های حفاری به شمار می‌آید. گل وقتی که از جت‌های مته بیرون می‌آید به دلیل فوران شدیدی که دارد، سبب تمیز شدن ته چاه و لبه‌های مته شده و به این ترتیب هم طول عمر مته بیشتر می‌شود و هم سرعت و بازدهی حفاری را افزایش می‌دهد. گل همچنان که در فضای حلقوی بالا می‌رود، کنده‌های حفاری را با خود حمل کرده و آن ها را از ته چاه به سطح زمین می‌رساند. کنده‌ها

همزمان که به سوی سطح زمین در حرکت هستند تحت تأثیر نیروی جاذبه زمین نیز هستند و به همین دلیل پیوسته تمایل به سقوط و بازگشت مجدد به ته چاه را دارند. اگر سرعت صعود گل در فضای حلقوی بیش از سرعت سقوط کنده‌ها باشد، در این صورت می‌توان انتظار داشت که کنده‌ها به سطح زمین برسند. سرعت سقوط کنده‌ها و ذرات جامد گل از یک سو بستگی به شکل هندسی و وزن مخصوص آن ها و از سوی دیگر بستگی به گرانروی، خاصیت جنبش مولکولی، وزن و سرعت گل در فضای حلقوی دارد. توانایی گل در تمیز نگه داشتن ته چاه و انتقال کنده‌های حفاری به سطح زمین بستگی به عوامل متعددی دارد. مهم ترین عوامل مؤثر در انتقال کنده‌ها به سطح زمین، سرعت گل در دالیز(فضای حلقوی)، وزن گل و گرانروی گل است.



شکل۱-۲- انتقال کنده‌ها از درون چاه به سطح زمین

۱-۳-۲- خنک کردن، روان کاری و نگهداری مته و تجهیزات حفاری

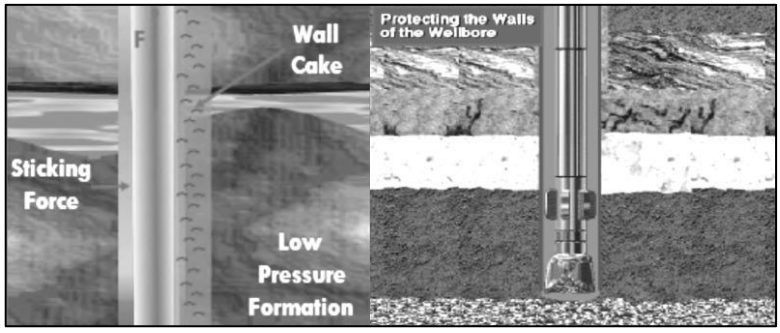
در محل مته و نیز در نقاطی از چاه که لوله حفاری با سازند تماس دارد، در اثر نیروی اصطکاک گرمایی فوق‌العاده زیادی تولید می‌شود، اگر این گرما سریعاً منتقل نشود مته می‌سوزد و لوله‌های حفاری در محل تماس شان با سازندها در اثر فرسایش شدید سوراخ می‌شوند. چون سازند نمی‌تواند این همه انرژی گرمایی را انتقال دهد، این وظیفه را گل به عهده دارد. گل همین طور که در چاه گردش می‌کند، حرارت‌های تولید شده در نقاط اصطکاک را جذب فاز مایع یا گاز خود می‌کند و وقتی که به سطح زمین می‌رسد، آن ها را در هوا رها می‌کند. به این ترتیب خود دوباره سرد شده و آماده رفتن به داخل چاه می‌شود.

گل حفاری تا اندازه بالایی باعث روان شدن مته و لوله‌های حفاری در چاه نیز می‌شود. رسی که در بیشتر گل های حفاری پایه آبی مصرف می‌شود علاوه بر سایر وظایف خود به عنوان یک روان کننده نیز عمل می‌کند. آغشتن گل حفاری به نفت یا مواد روان کننده دیگر، خاصیت روان کنندگی آن را افزایش می‌دهد و سبب کاهش گشتاور پیچشی روی مته و لوله حفاری می‌شود. با این همه اگر وزن روی مته بیش از اندازه زیاد باشد حتی بهترین گل حفاری آغشته به نفت هم نمی‌توانند جلوی فرسایش و خراب شدن یاتاقان های مته را بگیرند. در چنین شرایطی کاربرد روان کننده‌های فشار قوی می‌تواند در رفع مشکل مؤثر باشد.

شکل ۱-۳- خنک کردن و روان کاری مته و رشته حفاری

۱-۳-۳- ایجاد پایداری در چاه

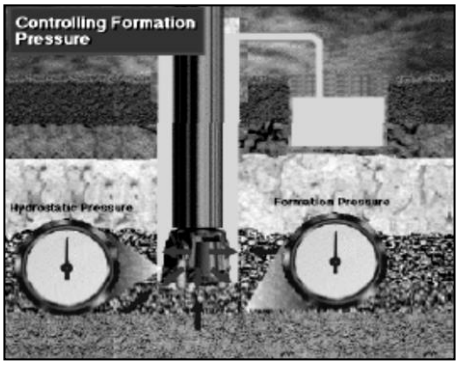
یک گل حفاری خوب باید بتواند دیواره چاه را حتی اگر بافتی سست و نامنسجم داشته باشد به وسیله یک لایه نازک و غیرقابل نفوذ طوری اندود کند که هم جلوی هرز رفتن گل و صافاب آن به داخل سازند را بگیرد و هم به پایداری و تحکیم سنگ های سازنده دیواره چاه کمک کند و مانع ریزش آن ها به داخل چاه گردد. گاه لازم است که گل را به وسیله مواد کنترل کننده صافاب گل درمان کرد تا کیفیت اندود از نظر نفوذ ناپذیری بهبود پیدا کند و صافاب گل کاهش یابد.



شکل۱-۴- اندود شدن دیواره چاه به وسیله گل حفاری

۱-۳-٤- کنترل فشار سازند

در حین حفاری ممکن است با سازندهایی روبرو شویم که محتوی آب، نفت یا گاز با فشار بسیار زیاد باشد. کنترل این فشارهای زیر زمینی به عهده گل حفاری است. یکی از خواص فیزیکی گل ایجاد فشار ستون سیال(هیدرواستاتیک) در چاه است. مقدار این فشار بستگی به وزن گل و عمق چاه دارد. با تنظیم مناسب وزن گل به وسیله مواد وزن‌افزا، می‌توان مقدار فشار ستون سیال را طوری تنظیم کرد که درست مساوی فشار سازند باشد و بتوان آن را کنترل کرد. اختلاف فشار گل و سازند را اختلاف فشار می‌گویند. بدیهی است که اگر این اختلاف فشار مثبت باشد یعنی اگر فشار هیدرواستاتیک از فشار سازند بیشتر باشد، خطر شکستن دیواره چاه و به دنبال آن گم شدن گل در سازند وجود دارد و چنانچه اختلاف فشار منفی باشد یعنی فشار هیدرواستاتیک از فشار سازند کمتر باشد، خطر جریان یافتن چاه و احتمال فوران آن پیش می‌آید.



شکل۱-۵- کنترل فشار سازند توسط گل حفاری

۱-۳-۵- معلق نگه داشتن خرده ها هنگام خاموش بودن پمپ ها

در حین عملیات حفاری گاهی ممکن است بنا به دلایلی ناچار شویم که پمپ‌های گل را خاموش کرده و عملیات را متوقف کنیم. زمان این توقف بسته به دلیل آن ممکن است چند دقیقه باشد و یا چند ساعت و حتی چند روز باشد. به هر حال در عرض این توقف که گل از گردش باز ایستاده است، کنده‌ها و ذرات جامد موجود در آن می‌توانند در چاه ته نشین شده، مته و بخش بزرگی از لوله‌های حفاری را در زیر خود مدفون سازد و ادامه حفاری را غیرممکن یا دست کم بسیار مشکل سازد. لیکن اگر گل به اندازه کافی وزن و گرانروی و بندش مولکولی و نیروی استحکام ژلاتینی داشته باشد، آن گاه می‌توان انتظار داشت که گل در تمام طول مدت سکون، شن و سایر ذرات جامد حفاری شده را در خود معلق نگه داشته و هر یک رادر محل خود قفل کرده و تا گردش مجدد، مانع ته نشین شدن آن ها شود.

۱-۳-٦- ترخیص شن و خرده های حفاری روی سرند لرزان

یک گل حفاری خوب باید همیشه به گونه‌ای باشد که وقتی از چاه بیرون می‌آید و روی توری های سرند لرزان ریخته می‌شود، کنده‌های حفاری و شن‌ها بتوانند به راحتی از آن جدا شوند تا مجدداً به داخل چاه بازنگردد. ترخیص شن روی توری های سرند لرزان حائز اهمیت بسیار است. زیرا شن فوق‌العاده خاصیت فرسایندگی داشته و اگر از محیط گل خارج نشود و مجدداً وارد پمپ ها شود، سبب فرسودگی شدید و سریع قطعات آن ها و اتصالات لوله‌ها می‌گردد. درصد شن در گل حفاری را محتوای شن گویند و به ویژه در هنگام حفاری

سازندهای شنی باید پیوسته و با فاصله بسیار کم اندازه‌گیری شود و این درصد هرگز نباید از دو درصد تجاوز کند.

شکل ۱-۶- جدا شدن کنده‌های حفاری توسط سرند لرزان

۱-۳-۷- تحمل بخشی از وزن لوله‌های حفاری و لوله‌های جداری

هر چه حفاری عمیق‌تر شود، وزن لوله‌های حفاری و لوله‌های جداری که باید در چاه وارد شوند بیشتر شده و فشار وارد بر دستگاه های نگهدارنده آن ها در روی دکل نیز افزایش پیدا می‌کند. از آنجایی که لوله‌ها در چاه ناچار در دکل قرار خواهند گرفت پس تحت تأثیر خاصیت شناورسازی گل به اندازه وزن گل هم حجم شان از وزن آن ها کاسته خواهد شد. این کاهش وزن لوله‌ها که توسط گل تحمل می‌شود به نفع جرثقیل‌هایی است که در روی دکل، لوله‌ها را آویزان نگه داشته است. بدیهی است که هر چه وزن گل زیادتر شود لوله‌ها سبک‌تر می‌شود یا به عبارت دیگر وزن ظاهری آن ها کمتر می‌شود.

۱-۳-۸- به حداقل رسانیدن ضایعات وارد بر سازندهای مجاور چاه

به منظور حفاظت از سازندها، تثبیت کلیه خواص گل حفاری در سطحی مطلوب، یک ضرورت است. با این همه گاه باید خواص گل را فدا کرد تا در عوض اطلاعات کافی پیرامون سازند حفاری شده بدست آورد. به عنوان مثال، نمک اگر چه گل را منقلب کرده و صافات آن را افزایش می‌دهد لیکن اگر قرار است در چاه نمودار الکتریکی گرفته شود، برای دریافت نتایج

صحیح از این دستگاه باید مقاومت گل را کنترل کرد و این امر با افزودن نمک به گل میسر است.

همچنین افزودن نفت به گل اگر چه کارآیی و ضریب تولید چاه را بهتر می‌کند، لیکن همین نفت، در کار زمین شناسی اختلال ایجاد می‌کند و باید از مصرف آن در گل حفاری خودداری و صرفه نظر کرد.

۱-۳-۹- انتقال توان هیدرولیک پمپ‌ها به مته

گل حفاری محیط پیوسته‌ای است که توان تولید شده در پمپ‌ها را به نوک مته منتقل می‌کند و ضمن این کار، بخشی از این توان را به صورت حرارت در بخش های مختلف مسیر حرکت خود از دست می‌دهد. بنابراین، همه توان تولید شده در پمپ‌ها به مته نمی‌رسد؛ بلکه فقط قسمتی از آن به نام توان مفید به مته می‌رسد و در آنجا مصرف می‌شود. در هنگام برنامه‌ریزی برای تهیه یک گل حفاری به هیدرولیک آن باید توجه کافی نمود. این بدان معنی است که سرعت گردش گل و خواص فیزیکی آن و همچنین نوع ذرات جامد معلق در گل و درصد آن‌ها را طوری باید در نظر گرفت که از کل توان پمپ‌ها فقط اندکی به صورت گرما تلف شود و بیشتر آن در مته و برای تمیز کردن ته چاه مصرف شود.

۱-٤- زمین شناسی مناطق نفت خیز جنوب

سازندهایی که در مناطق نفت خیز جنوب حفاری می شوند به ترتیب از بالا به پایین عبارت اند از:

- **سازند بختیاری:** این سازند متشکل از کنگلومرای چرتی و سنگ های سلیسی و ماسه سنگ‌های دانه درشت سیلیسی است. این سازند در کوهستان های زاگرس قابل مشاهده است ولی در دشت خوزستان از بین رفته است. حفاری در این سازند معمولا با آب و مته های دندانه بلند صورت می گیرد.

- **سازند آغاجاری:** این سازند حاوی مارن های قرمز، ماسه سنگ های آهکی، مارن های خاکستری رنگ و گاهی لایه های نازک آهک می باشد که معمولا با آب و به وسیله مته های

دندانه بلند حفاری می گردد. با وجود بزرگی قطر دهانه چاه در این سازند بیشترین متراژ حفاری نسبت به زمان بدست می آید.

- **سازند میشان:** این سازند از مارن های خاکستری و آهک های مارنی تشکیل شده است.

✍ معمولا سازند های بختیاری،آغاجاری، میشان و بخش هفتم سازند گچساران جزء سازند های کم فشار هستند. به طور کلی آب شیرین و گاهی محلول آب نمک به عنوان گل استفاده می شود و مقدار PH گل برای جلوگیری از خورندگی اکسیژن موجود در آب باید بین ۱۰ تا ۱۱ باشد. از آن جایی که این سازندها کم فشار هستند از گل با وزن حدود pcf ۷۵ استفاده می کنند.

- **سازند گچساران:** این سازند شامل انیدریت($CaSO_4$)، نمک طعام، مارن های خاکستری و قرمز، طبقات نازکی از آهک و شیل های بیتومین دار می باشد. مشکلات حفاری در این سازند فراوان و گاهی غیر قابل پیش بینی می باشد. این سازند از ۷ بخش تشکیل شده است که بالاترین بخش آن بخش هفتم آن است و جزء منطقه کم فشار محسوب می شود.

* بخش هفتم: این بخش شامل انیدریت، مارن های خاکستری و آهک های رسی است. این بخش کم فشار بوده و مشخصات حفاری آن مانند سازند های آغاجاری و میشان است.

* بخش ششم: این بخش شامل انیدریت، مارن های قرمز و خاکستری و همچنین نمک است. سر این بخش مترادف است با آغاز منطقه منطقه پر فشار؛ به همین علت ۱ تا ۲ متری قاعده بخش هفتم به عنوان نقطه جداره گذاری(Casing point) انتخاب می شود. بدین ترتیب زون های کم فشار بالایی از زون های پر فشار پایینی مجزا می شوند.

* بخش پنجم: این بخش شامل انیدریت و مارن های خاکستری و نمک می باشد.

* بخش چهارم: این بخش شامل نمک، مارن های خاکستری وانیدریت می باشد. از مشخصات عمده این بخش فوران آب نمک و تنگ شدگی چاه می باشد.

* بخش سوم: این بخش شامل مارن های خاکستری، انیدریت و گاهی لایه های نازکی از نمک می باشد. این بخش به علت در بر داشتن لایه های مارن ضخیم موجب بروز مشکلات فراوانی در حین عملیات حفاری می باشد.

* بخش دوم: این بخش کاملا شامل نمک می باشد ولی در آن انیدریت و مارن نیز یافت می‌شود.

* بخش اول: این بخش شامل انیدریت، مارن و آهک به صورت متناوب می باشد. این بخش به عنوان پوش سنگ(Cap rock) سازند آسماری شناخته می شود. این بخش به عنوان آخرین بخش از سازند گچساران محسوب می شود.

- بهترین نوع مته برای حفاری سازند گچساران از بخش ششم تا پوش سنگ مته الماسه می باشد. مته های دندانه دار به سختی قادر به حفاری این سازند هستند. البته مته‌های PDC نیز پیشرفت خوبی را در حفاری این سازند نشان داده اند.
- سازند گچساران به دلایلی چون سنگ شناسی و متشکل بودن از نمک، مارن، و همچنین دارا بودن زون های پر فشار از آب می بایستی با گل سنگین جهت جلوگیری از فوران چاه و اشباع از نمک برای جلوگیری از حل شدن نمک در گل و ایجاد غار در دیواره چاه، حفاری شود. وزن گل در حفاری این سازند در حدود pcf ۱٤۰ می باشد. PH گل در این سازند را بین ۹ تا ۱۰ نگه می دارند.

- **سازند آسماری**: این سازند که مخزن اصلی نفت محسوب می شود، اکثرا شامل آهک(Limestone) و دولومیت بوده ولی در میدان اهواز بخش ماسه سنگی نیز در آسماری توسعه یافته است. آسماری را معمولا با مته های دندانه کوتاه و دکمه ای و حتی مته های الماسی حفاری می کنند. گل حفاری مورد استفاده در این سازند وزنی حدود pcf ۷۵ دارد.

- **سازند پابده و گورپی**: این دو سازند به ترتیب در زیر سازند آسماری قرار دارند و حاوی شیل های آهکی می باشند. مشکلات عمده حفاری در این سازند ها جذب آب توسط شیل ها، تنگ شدگی چاه و گیر کردن لوله های حفاری می باشد.

- **سازند های گروه بنگستان**: گروه بنگستان در خوزستان شامل سازندهای ایلام و سروک می باشد که معمولا از آهک های رسی تشکیل شده اند و از نظر تخلخل ضعیف تر از سازند آسماری می باشند. گل های به کار برده شده معمولا آب نمک و یا امولسیون گازوییل و آب بود و وزن آن ها کمتر از pcf ۷۵ می باشد. به کارگیری مته های الماسه در این سازندها با موفقیت همراه نبوده است.

- **سازندهای کژدمی**: این سازند از شیل و شیل های آهکی تشکیل شده است. از دیدگاه حفاری این سازند گاهی حاوی فشارهای غیر عادی زیاد است و گاهی با ایجاد تند شدگی چاه همراه است.
- **سازندهای گروه خامی**: این گروه شامل سازندهای داریان(آهکی)، گدوان(شیلی)، فهلیان (آهکی)، هیث (انیدریت) و سورمه (کربناته) می باشد.
- **سازند گرو**: این سازند که تماما از شیل و شیل های آهکی سیاه رنگ تشکیل شده است به علت تورق شیل ها معمولا دیواره چاه بسیار ناپایدار می باشد.
- **سازندهای گروه کازرون**: این گروه شامل سازندهای نیریز و دشتک می باشد. سازند نیریز عمدتا از دولومیت و آهک تشکیل شده ولی سازند دشتک شامل انیدریت، دولومیت و مقادیری شیل آهکی است. سازند دشتک مهم ترین پوش سنگ مخازن عظیم گازی خاور میانه محسوب می شود.
- **سازند گروه دهرم**: این گروه شامل سازندهای کنگان، دالان و فرقان می باشد.گروه دهرم به طور کلی دارای خواص مخزنی است و در پاره ای از میدان های حاوی گازی پر فشار است؛ مانند مخزن پارس جنوبی که احتیاج به استفاده از گل هایی با وزن بیشتر از pcf ۱۰۰ می باشد.