جزوه سیمان حفاری

مهندس رضا طهمورثی

تهیه کننده :

حمیدرضا شریفی ریگی

890385352

دانشگاه آزاد اسلامی واحد یاسوج ـــ ۱۳۹۱

تاریخچه

اولین بار سیمان توسط سنگ آهک کشف شد به این صورت که $caco_3$ (Limestone) را در کوره با دمای 900° پخته و آهک زنده را تولید کردند.

فرآیند شیمیایی آن به صورت زیر است

آهک زنده $\quad caco_3 \xrightarrow{900^{\circ}} cao + co_2$

آهک مرده $\quad cao + H_2o \rightarrow ca(OH)_2 + Q$

ساروج $\quad ca(OH)_2 + H_2O \rightarrow mortar$

آهک مرده : این نوع آهک فاقد استحکام و سختی بوده و برای ملات مناسب نیست.

ساروج (mortar): ملات بسیار سخت و با استحکام بوده که برای پیوند سنگ و آجر به کار می رود.

****نکته ۱*** : قبل از ساروج از مخلوط آب و خاک رس به عنوان ملات استفاده می شد که این نوع ملات ضعیف بوده و در حضور آب خاصیتش را از دست می دهد.

****نکته ۲*** : برای تولید ساروج باید آب آن گرفته شده و در کوره قرار گیرد تا ملات قوی تشکیل دهد.

ـــ سیمان پرتلند

مخلوطی از سنگ آهک (*Limestone*) و خاک رس (*Clay*) بوده که پس از پخته شدن به جسمی تبدیل می شود که به آن سیمان پرتلند گویند. این سیمان،سیمانی تحت فرآیند هیدرولیک می باشد یعنی با اضافه شدن آب استحکام بیشتری کسب می کند و هر چه در طول زمان به آن آب داده شود مقاومتش افزایش می یابد.

مواد تشکیل دهنده سیمان پرتلند :

مواد آهکی : سنگ آهک ــ گوش ماهی ــ *marl (oyster shell)*

مواد رسی : رس(*clay*) ــ شیل(*shale*)

1 ــ *سیمان پرتلند از چهار ترکیب درست شده است* :

$1\text{-}1\text{-}C_3S = Tri\ calcium\ silicate$

$2\text{-}1\text{-}\ C_2S = Di\ calcium\ silicate$

$3\text{-}1\text{-}\ C_3A = Tri\ calcium\ Aluminate$

$4\text{-}1\text{-}\ C_4AF = Tetra\ calcium\ Alumino\ Ferrite$

1ــ1 تری کلسیم سیلیکات

حدود ۴۵- ۶۵ درصد در ترکیب سیمان پرتلند را تشکیل داده و عامل استحکام سنگ سیمان در ۲۸ روز اول می باشد.

1ــ2 دی کلسیم سیلیکات

حدود ۲۵- ۳۵ درصد سیمان پرتلند را تشکیل داده به صورت شکلهای کریستالی مختلفی وجود دارد کندتر از بقیه متبلور می شود روی دوغاب سیمان اثر کمی دارد و در دراز مدت مقاومت سیمان را افزایش می دهد.

1ــ3 تری کلسیم آلومینات

زودتر از بقیه اجزا سیمان می بندد و وجود آن در سیمان سرعت بسته شدن دوغاب را افزایش می دهد به همین دلیل میزان درصد آن در سیمان بسیار کم بوده تا سیمان دیرتر سفت شود. همچنین اگر با آبهای خورنده(سولفاته) ترکیب شود سیمان منبسط شده و مقاومت سیمان را از بین می برد یا باعث از بین رفتن سنگ سیمان می شود.

1ــ4 تترا کلسیم آلومینوفریت

از تری کلسیم آلومینات توسط آهن در کوره های داغ بدست می آید خیلی کم متبلور شده و زمان بندش آن خیلی کم است رنگ سیمان به دلیل وجود این ترکیب است و همچنین روی خواص فیزیکی سیمان اثر کمی دارد.

*ــ اگر سیمانی که در حفاری استفاده می شود فقط دارای این چهار ترکیب باشد مناسب نیست چون زمان بندش آن کم است (یعنی زود سفت می شود) به همین خاطر در کارخانه به سیمان گچ اضافه می کنند تا زمان بندش افزایش یابد.

ـــ انواع سیمان برای چاههای حفاری

A
B
C

این سیمانها، سیمان ساختمانی بوده و برای چاههای با عمق کم استفاده می شود

D
E
F

این سیمانها دارای ترکیبات اکسیدی بوده و کند بند هستند

G
H

این سیمانها فاقد هرگونه افزودنی می باشد ، سیمانهای پایه صنعت نفـــت بوده

J

از این سیمان در چاههای عمیق و داغ استفاده می کنند

دلیل اختلاف سیمانها :

۱- ترکیب مواد خام ۲- میزان نرمی دانه های سیمان

۳- میزان و نوع افزودنی های سیمان

انواع سیمان چاههای نفت و گاز با توجه به مقاومتشان در برابر سولفاتها :

1 – Ordinay type (O) سیمان نوع معمولی

2 – Moderate sulfat resistante type (MSR) نوع کم مقاوم در برابر سولفاتها

3 – High sulfat resistante type (HSR) نوع پر مقاوم در برابر سولفاتها

ـــ درجه بندی API سیمانها

A) 0-6000 ft ____ (O)

سیمان نوع A برای چاههای که از سطح زمین تا عمق 6000 ft می باشد استفاده شده نیاز به خواص ویژه ندارد و فقط دارای خواص (O) می باشد.

B) 0-6000 ft ____ T<170˚F ____ MSR & HSR

سیمان نوع B برای چاههای که از سطح زمین تا عمق 6000 ft و یا دماهای زیر 170˚F استفاده شده و شرایط چاه نیاز به مقاومت متوسط تا زیاد در برابر سولفاتها دارد در دو نوع MSR و HSR تولید می شود زمان بندش دوغاب B از A بیشتر بوده یعنی سیمان دیرتر B از سیمان A سفت می شود و استحکام سنگ کمتر است.

C) 0-6000 ft ____ T<170˚F ____ MSR &HSR & O

سیمان نوع C برای چاههای که از سطح زمین تا عمق 6000 ft و یا دماهای زیر 170˚F استفاده شده و شرایط چاه نیاز به مقاومت زیاد در برابر سولفاتها دارد در سه نوع (MSR)، (HSR) و (O) تولید می شود.

D) 6000 – 10000 ft __ 170<T<230˚F __ P=3000 psi __ MSR & HSR

برای چاههای که عمق آن از 6000 ft تا10000 ft، که دمای آن در محدوده 170˚F تا 230˚F می باشد و فشار آن 3000 psi بوده استفاده می شود و در دو نوعMSR و HSR تولید می شود.

E) 10000 – 14000 ft__ 230<T<290˚F__ P=3000 psi__MSR & HSR

برای چاههای که عمق آن از 10000 ft تا 14000 ft، که دمای آن در محدوده 230˚F تا 290˚F می باشد و فشار آن 3000 psi بوده استفاده می شود و در دو نوع MSR و HSR تولید می شود.

F) 10000 - 16000 ft__ 230<T<320˚F __ P=3000 psi _ MSR & HSR

برای چاههای که عمق آن از 10000 ft تا 16000 ft، که دمای آن در محدوده 230˚F تا 320˚F می باشد و فشار آن 3000 psi بوده استفاده می شود و در دو نوع MSR و HSR تولید می شود.

G – H) 0 – 8000 ft ____ T<200˚F ____ MSR & HSR

این دو سیمان برای چاههای که از سطح زمین تا 8000 ft و دمای آن زیر 200˚F می باشد استفاده شده و در دو نوع MSR و HSR تولید می شود. این سیمانها خالص بوده و سیمان پایه صنعت نفت است که با افزودن ترکیبات به آن زمان بندشش را کم و زیاد می کنند.

J)12000-16000 ft__ 260<T<320˚F __ MSR & HSR

در چاههای با عمق 12000 ft تا 16000 ft که دمای آن بین 260˚ تا 320˚ استفاده می شود که این سیمان دارای ترکیب گچ می باشد و در دو نوع MSR و HSR ساخته می شود.

2 ـ انواع سیمان که بصورت موثر در سیمانکاری کاربرد دارد:

1 –2 Pozollan cmt

از سیمان پرتلند- پوزولان و دو درصد بنتونایت تشکیل شده این سیمان بسیار سبک و در عین حال با دوام می باشد از نظر قیمت بسیار ارزان بوده و برای سیمانکاری چاههای کم عمق استفاده می شود.

2 –2Gypsum cmt

از سیمان پرتلند و گچ می باشد مقاومت و استحکام اولیه زیادی دارد هنگام بندش متبلور می شود و در حضور آب منبسط شده و مقاومت خود را از دست می دهد. از هرز روی گل حفاری جلوگیری می کند.(فضاهای خالی در چاه را پر می کند)

3 –2Resin cmt

با مسدود کردن طبقات از هرز روی گل جلوگیری می کند هزینه تولید این سیمان زیاد می باشد.

4 –2Bentonite cmt

از بنتونایت تولید شده که نوعی خاک رس بوده رنگ آن زرد بوده ، 85 درصد ساختمان آن از یک کانی رسی به نام مونت موریلونیت تشکیل شده است و این سیمان مثل رسها در ترکیب با آب خاصیت چسبندگی پیدا می کند.

3 ــ ابزارهای مورد استفاده در سیمانکاری

1 -3 Cementing Head

2 -3 Shoe

3 -3 Collar

4 -3 Centralizer

5 -3 scratcher

6 -3 Cementing Basket

7 -3 Stop Collar

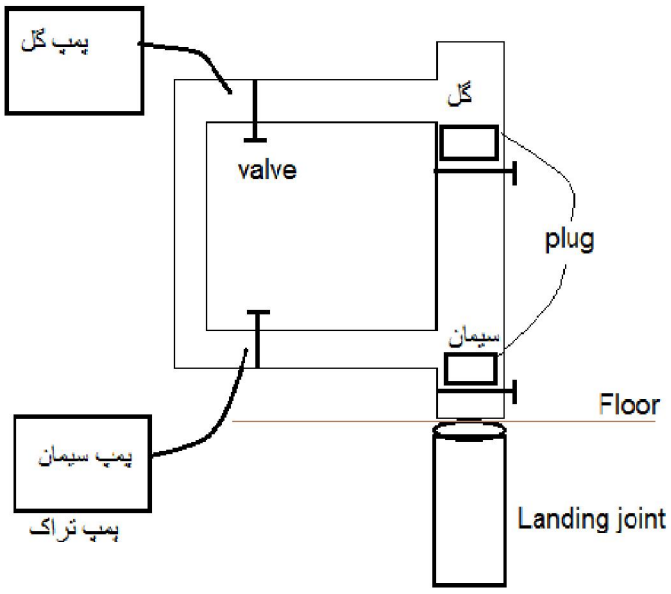
8 -3 Plugs

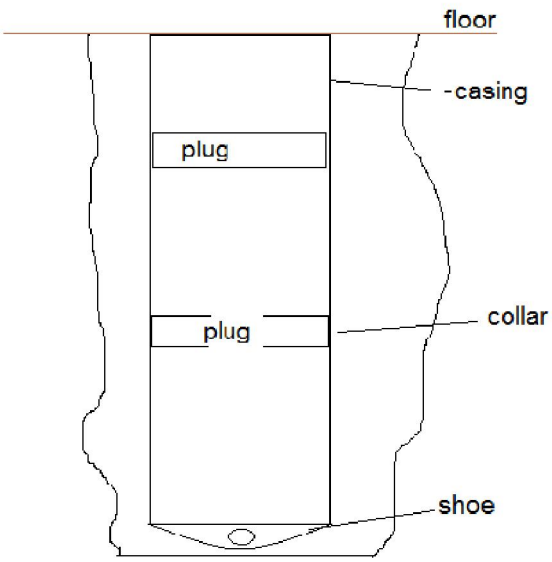
3 –1 Cementing Head (کلاهک سیمانکاری)

وسیله ای است که بر روی Landing joint وصل می شود از وظایف آن اینست که در مواقع مناسب دوغاب سیمان و گل را دریافت و به درون چاه پمپ می کند و همچنین محل نگه داری و رها کردن Plugها به درون Casing است.

Landing joint:

آخرین شاخه ای که در چاه رانده می شود.





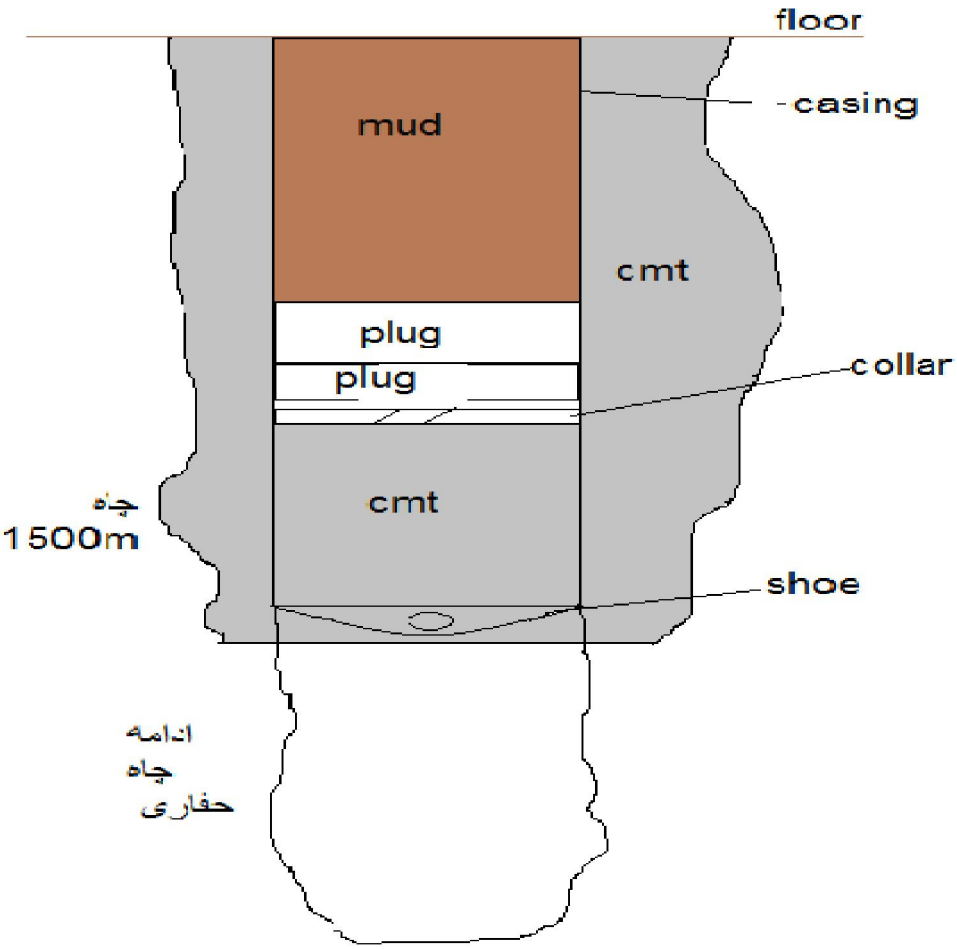
نکته ۳ : گل حفاری همیشه درون چاه می باشد حتی بدون وجود مته و لوله و... به این خاطر که با فشار هیدرواستاتیکی که ایجاد می کند از ورود سیالات به درون چاه و همچنین از احتراق و آتش سوزی جلوگیری کند.

نکته ۴ :

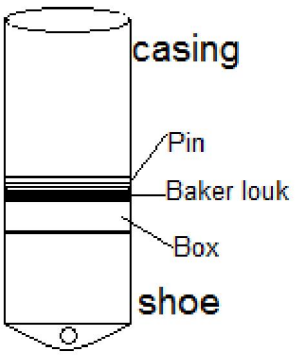
plug برای جلوگیری از آلوده شدن سیمان توسط گل حفاری استفاده می شود.

نکته ۵ :

plug از جنس فلز،سیمان و پلاستیک فشرده است برای اینکه راحت حفاری شود.



Shoe 2-3 (پاشنه، کفشک)



وسیله ای است که بر روی اولین شاخه جداری وصل می شود. وظیفه آن هدایت رشته حفاری به چاه است دماغه سهموی کفشک از جنس فلز (آلومینیم)، سنگ سیمان و یا پلاستیک فشرده است و به سادگی قابل حفاری می باشد که باعث می شود کفشک و به دنبال آن لوله های جداری موانع و برجستگی های داخل چاه را براحتی پشت سر گذاشته و پائین رود معمولا محل اتصال کفشکها را با اولین شاخه لوله ی جداری آغشته به چسب آهن (baker louk) کرده تا اتصال آنها کاملا محکم شود.

بدنه کفشک عموما از جنس لوله فولادی بدون درز است اما ساختمان داخلی آنها با هم فرق دارد و از این نظر می توان آنها را به چهار دسته تقسیم کرد:

1 – 4 Guide shoe

2 – 4 Float shoe

3 – 4 Automatic Fill up shoe

4 – 4 Differential Fill up shoe

4 - 1 Guide shoe (کفشک راهنما)

ساده ترین نوع کفشک است که وظیفه آن منحصرا هدایت لوله جداری به درون چاه است لوله هایی که این نوع کفشک را در سر خود دارند از بالا پر می شوند.

4 - 2 Float shoe (کفشک شناور)

این کفشکها علاوه بر هدایت لوله های جداری در خود شیر شناور یکطرفه دارد که کار یک شیر یکطرفه را انجام می دهد و از حرکت سیال از پائین به بالا جلوگیری می کند و از بالا پر می شود.

4 - 3 Automatic Fill up shoe (کفشک خودکار)

این کفشکها در سطح جانبی خود دارای چند جفت سوراخ می باشد که همین طور که در چاه پائین می روند و لوله های جداری را هدایت می مند به گل حفاری اجازه می دهد از طریق این سوراخ ها وارد لوله جداری شده و آنرا پر کند.

مکانیزم این کفشکها به گونه ای است که هر زمان لازم باشد می توان به وسیله ی گلوله که از بالا به داخل لوله ها انداخته می شود سوراخ ها را مسدود کرد.

4 - 4 Differential Fill up shoe (کفشک دیفرانسیلی)

این کفشکها نیز مانند دسته سوم همین طور که پائین می روند و لویه های جداری را هدایت می کنند به گل حفاری هم اجازه می دهند که از طریق آنها لوله ها پر شود ولی مکانیزم آنها با کفشک خودکار فرق می کند این کفشکها دارای یک شیر پیستونی حساس به فشار هیدرواستاتیک هستند که با بالا و پائین شدن متناوب به گل اجازه ی ورود به داخل لوله ها را می دهد.

***نکته ۶** : کفشک دیفرانسیلی و خودکار با انداختن بار (فشار) یکطرفه می شوند و مزیتی که کفشکها دارند اینست که زمان فرستادن گل به چاه را کاهش می دهند.

3-3 Collar (طوقه ، حلقه)

از نظر ساختمان داخلی و طرز عمل شبیه کفشکها هستند تنها در شکل ظاهر با آنها تفاوت دارند کفشکها در پائین بدنه خود دارای دماغه سهموی شکل از جنس فلز، سیمان و پلاستیک هستند در حالی که Collarها دارای پینی (pin) از جنس فولاد می باشند که برای پیچیده شدن در Box یک لوله جداری طراحی و ساخته شده است.

اگر عمق چاه کمتر از 6000 ft باشد یک شاخه بکار می بریم

If Depth < 6000 ft 1 jt

اگر عمق چاه بیشتر از 6000 ft باشد دو شاخه بکار می بریم

If Depth > 6000 ft 2 jt

5– انواع Collar

1 –5 Float collar

2 –5 Automatic Fill up collar

3 –5 Differential Fill up collar

4 –5 Buffle collar

5 –5 Stage cementing collar

1–5 Float colla

دارای یک شیر شناور می باشد که علاوه بر متوقف ساختن plugها مانع از حرکت سیال از پائین به بالا می باشد.

5 - 3 و2 Automatic & Differential Fill up collar

علاوه بر متوقف ساختن plugها کار پر کردن لوله های جداری را همزمان با پائین رفتن آنها انجام می دهد.

4–5 Buffle collar (طوقه بازدارنده)

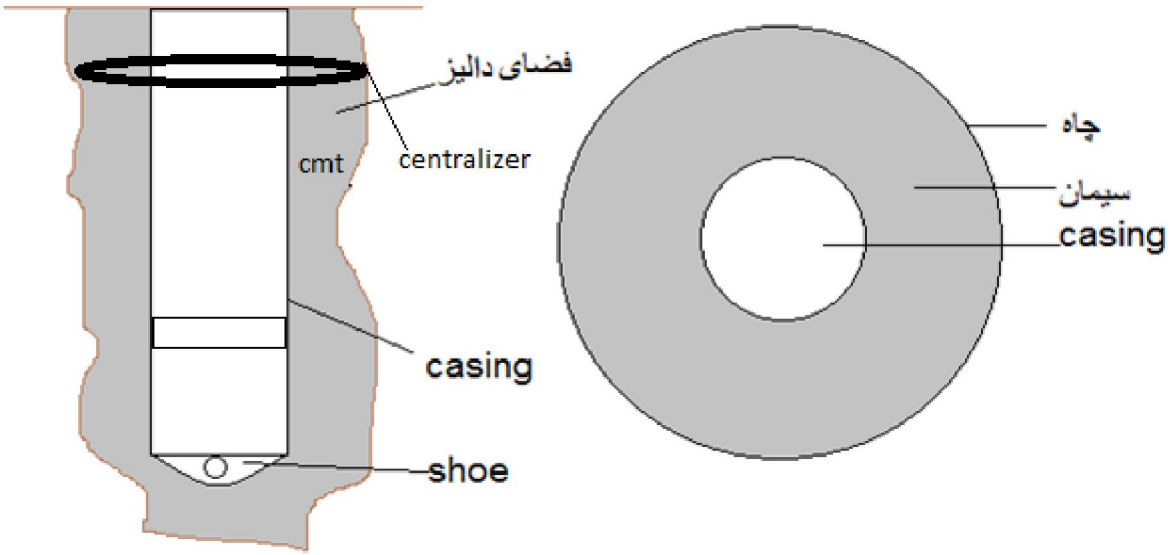
این collar که ساده ترین نوع collar بوده وظیفه ی آن فقط مسدود کردن مسیر plugها است

4–5 Stage cementing collar (سیمانکاری چند مرحله ای)

مخصوص سیمانکاری های چند مرحله ای هستند و محل نصب آنها روی رشته ی لوله های جداری بستگی به شرایط چاه لخت (چاهی که فاقد casing است) دارد، معمولا آن را کمی بالاتر از سازندهای ضعیف و شکننده چاه که امکان گم شدن دوغاب سیمان در آنها زیاد است قرار می گیرد.

4–3 centralizer

وسیله ای است که دور لوله جداری بسته می شود. لوله جداری را در مرکز چاه نگه می دارد و به دوغاب سیمان این امکان را می دهد که دالیز چاه را به طور یکسان پر نموده و غلافی از سنگ سیمان به دور لوله ها به وجود آورد و از هر سو ضخامت یکسان و ثابت داشته باشد.

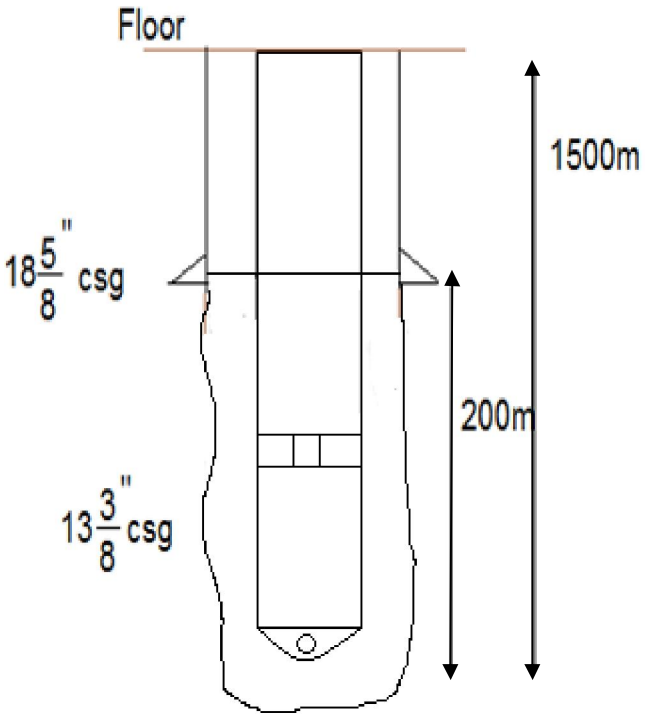


6– انواع Centralizer

1 – 6 Flexible or Spring Bow centralizer

2 – 6 Rigid centralizer

Flexible or Spring Bow centralizer 1- 6



برای سنتر کردن casing درون فضای خالی جداره گذاری نشده در پائین نصب می شود.

Rigid centralizer 2- 6

این نوع دارای لبه هایی به شکل U می باشد و برای در مرکز قرار دادن casing در فضای خالی که قبلا جداره گذاری شده نصب می شود.

3–5 Scratcher (خراشنده)

این قطعه به منظور برداشتن لایه Mud Cake (کیک گل) از روی دیواره چاه استفاده می شود زدودن Mud Cake از روی دیواره چاه سبب پیوند محکم بین سازند و سیمان می شود.

3-6 Cementing Basket (سبد سیمانکاری)

بستن این قطعه به دور casing از هدر رفتن سیمان دز سازندهای ضعیف جلوگیری می کند.

3–7 Stop Collar

وسیله ای است فلزی و حلقوی که وقتی روی casing نصب شود جلوی حرکت عمودی centralizer و scratcher را می گیرد.

3 –8 Plug (مسدود کننده)

مسدود کننده ها جهت جلوگیری از آلوده شدن سیمان به وسیله گل، درون casing فرستاده می شوند در اصل مسدود کننده قطعه ای است آلومینیمیا پوشش پلاستیکی که براحتی قابل حفاری با مته می باشد پوشش پلاستیکی آن بصورت پره هایی است که سبب تمیز شدن دیواره داخلی casing از گل و سیمان می شود.

7– انواع Plug

1 –7 Top Plug

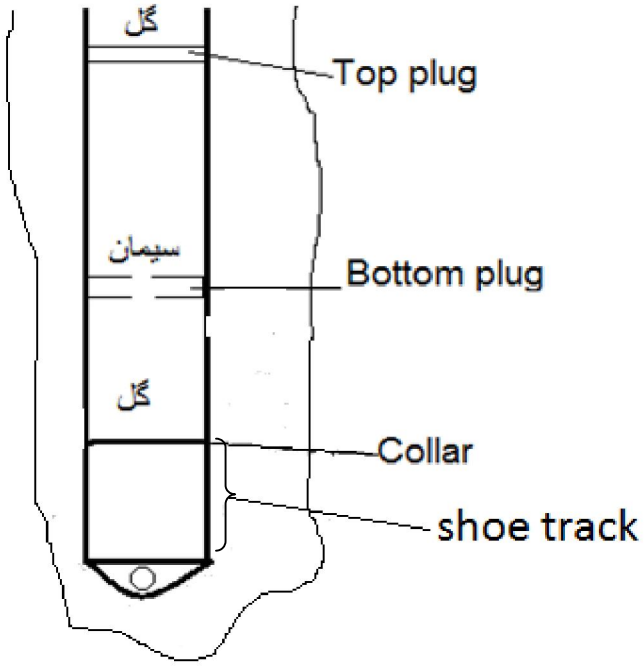
2 –7 Bottom Plug

*نکته ۷ : Bottom plug دارای دیافراگم است که با فشار پاره می شود اما Top plug فاقد دیافراگم است.

*نکته ۸ : زمانی که Top plug درون casing بر روی Bottom plug قرار گرفت پایان عملیات سیمانکاری است.

: Shoe track

فاصله بین Shoe و Collar می باشد.



8 ــ خصوصیات سیمان

8–1 استحکام یا مقاومت استحکامی (compressive strength)

8–2 زمان نیم بندش (Thickening time)

8–3 مقدار فیلتراسیون (Filteration)

8–4 مقاومت در برابر سولفاتها

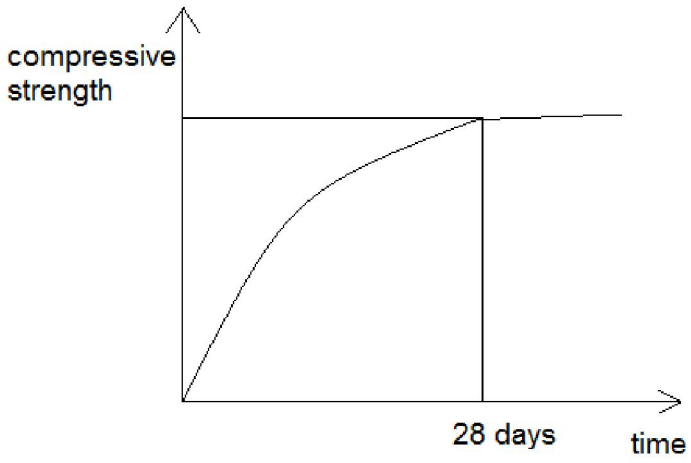
8–5 تراوایی سیمان

8–6 وزن دوغاب سیمان

8–1 استحکام یا مقاومت استحکامی (compressive strength)

یکی از خواص فیزیکی سیمان که از نظر صنعت حفاری چاه نفت حائز اهمیت بسیار است استحکام سنگ سیمان یا کانکریت حاصل از دوغاب سیمان است. دوغاب سیمان پس از ساخته شدن به تدریج که نیم بند می شود تا به بندش کامل برسد استحکام می یابد توسعه استحکام سنگ سیمان با بندش کامل دوغاب سیمان پایان نمی گیرد بلکه ماهها و حتی سالها بعد از آن ادامه دارد و همچنان قوس صعودی را طی می کند.

ــ سرعت توسعه ی اسستحکام سنگ سیمان ظرف ۲۸ روز اول بسیار زیاد است ولی بعد از آن بسیار کند می شود و بتدریج به سوی مقدار ثابتی طبق نمودار پیش می رود این در حالتی است که عوامل فیزیکی و شیمیایی روی سنگ سیمان تاثیر نگذارد.



ــ دو نوع استحکام داریم:

الف) استحکام تراکمی compressive strenght

حداکثر فشاری که سنگ سیمان می تواند زیر تراکم تحمل کند قبل از آنکه شکسته شود.

ب) استحکام کششی tensile strenght

حداکثر فشاری که سنگ سیمان می تواند زیر کشش تحمل کند قبل از آنکه شکسته شود.

8–2 زمان نیم بندش (Thickening time)

عبارتست از مدت زمانی که در طول آن سیمان می تواند پمپ شود و به پشت لوله جداری فرستاده شود یا اینکه دوغاب سیمان در این زمان قابل پمپ کردن باشد بنابراین زمان نیم بندش سیمان باید بقدری باشد که :

۱) دوغاب سیمان را مخلوط کرد

۲) دوغاب سیمان را به پشت رشته جداری پمپ کرد

۳) دوغاب سیمان را از داخل رشته جداری جابجا کرد تا به نقطه مورد نظر برسد.

ـــ بنابراین زمان نیم بندش هر عملیات خاص سیمانکاری به دقت انتخاب می شود به طوری که:

الف) دوغاب سیمان هنگام پمپ کردن بسته نشود

ب) دوغاب سیمان برای مدت طولانی در محل باقی نماند به طوری که احتمال مخلوط شدن آن با سیال سازند یا سیالات دیگر زیاد شود

پ) زمان انتظار برای بسته شدن سیمان خیلی زیاد نباشد (Wait on cement)

8–3 مقدار فیلتراسیون (Filteration)

عمل بندش سیمان نتیجه ترکیب شدن پودر سیمان با آب است اگر این آب قبل از رسیدن سیمان به منطقه مورد نظر و قبل از بسته شدن آن از دست برود این پدیده می تواند زمان نیم بندش سیمان را کاهش دهد و نیز سازندهای حساس به آب را تحت تاثیر قرار دهد، بنابراین مقدار فیلتراسیون بستگی به نوع عملیات سیمانکاری و نوع دوغاب سیمان دارد.

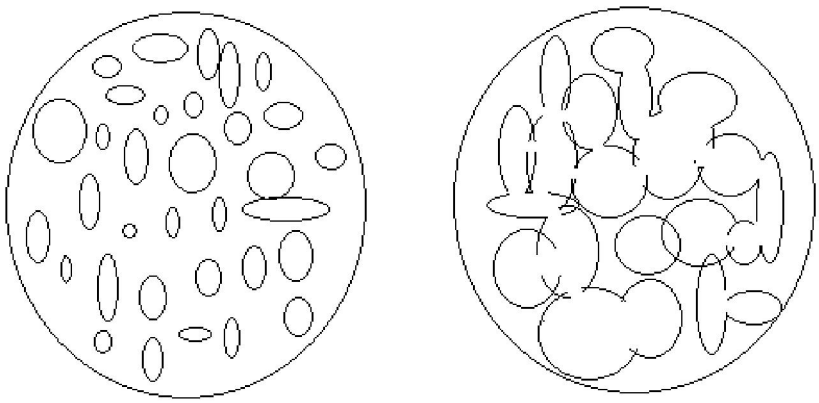
8–4 مقاومت در برابر سولفاتها

آب موجود در سازند معمولا دارای ترکیباتی است که می تواند باعث خرابی اطراف لوله جداری شود دو ترکیبی که معمولا در سیال سازند وجود دارند و می توانند باعث خرابی سیمان شوند عبارتند از سولفات سدیم و سولفات منیزیم این ترکیبات می توانند با آهک و C_3S واکنش دهند و باعث بوجود آمدن کریستال شوند، این کریستالها بزرگ می شوند و باعث بوجود آمدن و گسترش

ترکهایی در سیمان بسته شده شوند، بنابراین با کاهش C_3S در پودر سیمان می توان باعث افزایش مقاومت سولفاتها شود.درصد C_3S در سیمانهای دارای مقاومت بالا در برابر سولفاتها حدود 3 % پیشنهاد می شود.

8–5 تراوایی سیمان premiability

تراوایی دوغاب سیمان پس از سفت یا سخت شدن آن معمولا بسیار پائین است ولی اگر دئغاب سیمان هنگام بندش با سیالی مثل گاز مورد تهاجم قرار گیرد ممکن است کانالهایی با تراوایی ۵ تا ۱۰ دارسی به وجود آید،این مقدار تراوایی بسیار زیاد است و می تواند باعث مهاجرت گاز یا سیالات دیگر به سطح یا قسمتهای مختلف چاه شود و مشکلات عدیده ای را رقم زند (مشکلاتی نظیر خوردگی لوله ها بوسیله آبهای سولفاته ، از بین رفتن سیمان و نفوذ سیالات به داخل لوله جداری در محل اتصال Pin و Box).



نمونه از تراوایی دو سنگ با تخلخل و نفوذپذیری متفاوت

8–6 وزن دوغاب سیمان Cement wight

خیلی از مواقع وزنهای استاندارد دوغاب خالص سیمان به راحتی قابل استفاده نیستند، برای مثال یک سازند دارای مقاومت پائین نمی تواند فشار دوغابی به وزن 15 PPG را تحمل کند و ممکن است این دوغاب باعث شکستن آن شود به همین دلیل می توان با استفاده از آب یا برخی افزودنی خاص وزن دوغاب سیمان را تغییر داد و مقدار مورد نظر رساند.

9 ــ اهداف سیمانکاری

9– 1 محافظت از لوله جداری در جلوگیری از روان شدن گل حفاری به خارج از چاه و ضربه های ناشی از حفاری سازندهای پائین تر

9– 2 جلوگیری از حرکت سیال بین سازندهای مختلف و نیز نفوذ به درون چاه، به این ترتیب از آلوده شدن هیدروکربنهای ارزشمند توسط آبهای معدنی زیر زمینی ممانعت می کند.

9– 3 کاهش فشار غیر نرمال طبقات و زونهای (Zone) ظریف شیلی و رسی.

9– 4 دوام بیشتر لوله جداری با جلوگیری از خرده شدن لوله توسط آبهای معدنی زیر زمین.

9– 5 جلوگیری از فوران احتمالی مقاطع پر فشار چاه با بندش سریع.

9– 6 مسدود نمودن مقاطع ظریف و شکننده.

10 ــ افزودنی های سیمان

سیمان چاه های نفت و گاز وقتی از کارخانه بیرون می آیند دارای خواص فیزیکی و شیمیایی معین و محدودی می باشند و غالبا نمی توان آنها را به همان صورت که هستند با آب مخلوط کرد و چاه را با دوغاب حاصل سیمان کاری نمود زیرا چاه های نفت و گاز در مقاطع مختلف از نظر دما،فشار،نفوذ پذیری، بافت دیواره و.... شرایط کاملا متفاوتی را از خود بروز می دهند و هیچ دوغاب خالصی از نظر خواص فیزیکی مثل وزن،استحکام،زمان بندش و...نمی تواند آنقدر متنوع ساخته شود که خود را به تنهایی با همه ی این شرایط سازگاری دهد اینجا است که لازم می شود برخی مواد شیمیایی را برای تقویت خواص فیزیکی دوغاب و ایجاد توانایی ها ی مشخص در آن به سیمان یا به آب یا به هر دوی آنها افزود تا دوغاب سیمان حاصل بتواند شرایط فوق را تحمل کند و قابلیت سیمان کاری همه ی مقاطع چاه را پیدا کند این گونه مواد شیمیایی را افزودنی های سیمان می گویند.

11 ــ انواع افزودنی

11-1 chemical addatives: افزودنی های شیمیایی افزودنی هایی هستند که با غلظت اندک معمولا زیر 4 % منشا تاثیرات قابل ملاحضه ای روی سیمان دارند.

11-2 physical addatives: افزودنی هایی که تاثیرات کلوئیدی آنها بیشتر از تاثیرات شیمیایی آنهاست معمولا در غلظت های بسیار زیاد به سیمان اضافه می شوند.

12 ــ افزودنی های سیمان بر حسب وظیفه ای که دارند عبارتند از:

1-12 افزایه های کنترل کننده وزن

2-12 افزایه های زمان بندش

3-12 افزایه های کنترل هرز روی سیمان

4-12 افزایه های کنترل فیلتراسیون

5-12 افزایه های کنترل ویسکوزیته دوغاب سیمان

1-12 افزایه های کنترل کننده وزن :

وزن دوغاب سیمان باید به اندازه کافی بالا باشد تا از جریان سیال سازند پُر فشار به درون چاه جلوگیری شود و از طرف دیگر باعث ایجاد شکاف در سازندهای ضعیف نشود

13 ــ افزایه های افزایش وزن دوغاب :

Hematite 1-13 (هماتیت) : اکسید آهن قرمز رنگ با وزن مخصوص 5.02 که وزن دوغاب سیمان را تا 19 ppg می تواند بالا ببرد.

Ilmenite 2-13: یک کانی سیاه رنگ متشکل از آهن، تیتانیوم و اکسیژن با وزن مخصوص 4.67 که تاثیر بسیار کمی روی مقاومت سیمان دارد.

Barite 3-13 (باریت): وزن دوغاب سیمان را تا 19 ppg بالا می برد.

Sand 4-13 (ماسه): وزن مخصوص آن 2.63 می باشد و به عنوان مواد وزن افزا اضافه می شود.

14ــ افزایه های کاهش وزن دوغاب :

1-14Bentonite : از بنتونایت علاوه بر پایین آوردن وزن دوغاب برای پایین آوردن هزینه دوغاب استفاده می شود اما درصد بنتونایت با عث کاهش مقاومت سیمان و زمان بندش آن می شود به عنوان مثال اگر 12 % بنتونایت با سیمان کلاس G مخلوط شود وزن آن را از 58 به 12.6 ppg کاهش می دهد.

2-14 Gil sonile : یک کانی آسفالتی غیر سبک با وزن مخصوص 1.07 که وزن دوغاب سیمان را کاهش می دهد.

3-14 Pozzolan : یک ماده سیلیسی با منشأ آذرین است در صورتی که این ماده به نسبت 50-50 با سیمان و 2 درصد بنتونایت مخلوط شود دوغابی با وزن مخصوص 1.6 تولید می کند.

2-12 افزایه های زمان بندش :

معمولا لازم است زمان بندش دوغاب سیمان کم یا زیاد شود به مواد مورد استفاده جهت کاهش زمان بندش سیمان شتاب دهنده یا Accelerator و به مواد مورد استفاده جهت افزایش زمان بندش سیمان کند کننده یا Retarder گفته می شود.

15ــ شتاب دهنده های زمان بندش

1-15 کلرید کلسیم $cacl_2$: این ماده در غلظت زیر 4 % وزنی به سیمان اضافه می شود و در چاه هایی استفاده می شود که دمای آنها زیر 125 ˚F باشد.

2-15 کلرید سدیم $Nacl_2$: در غلظت های پایین به عنوان شتاب دهنده عمل می کند و برای سیمانهایی که هیچ بنتونایتی ندارند مقدار کارایی آن max0.5% است.

3-15 سیلیکات کلسیم $casio_2$: این ماده در غلظت های زیر 7 % وزنی به عنوان شتاب دهنده استفاده می شود.

16 ــ کند کننده های زمان بندش

1-16 کلسیم سولفونیت

2-16 کلسیم- سدیم لیگنو سولفونیت

3-16 سدیم تترا بورات (Borax)

4-16 کربوکسی متیل هیدروکسی اتیل سلولز (CMHEC)

12-3 افزایه های کنترل هرز روی سیمان

برای جلوگیری از هرز روی سیمان در سازندهای ضعیف و شکاف دار از مواد زیر استفاده می کنیم:

1- فیبری Fibrous 2- پوست گردو Walanut shells

3- مواد نایلونی Nylon Fiber4 4- خاک اره Shedded woodbark

12-4 افزایه های کنترل فیلتراسیون

فیلتراسیون: خاصیتی از سیمان است که از هدر رفت آب سیمان جلوگیری می کند.

معمولی ترین افزودنی های سیمان جهت کنترل فیلتراسیون سیمان عبارتند از:

1-پلیمرهای آبی 2- کربوکسی متیل هیدروکسی اتیل سلولز 3- بنتونایت 4- کائوچو (Latex)

12-5 افزایه های کنترل ویسکوزیته دوغاب سیمان

دوغاب سیمان در حالت عادی ویسکوزیته بالایی دارد و بهتر است ویسکوزیته ی آن را به دلایل زیر پائین آوریم :

۱) ویسکوزیته بالا نیاز به فشار پمپاژ بالایی دارد.

۲) دوغاب با ویسکوزیته بالا افت فشار بیشتری در Casing ایجاد می کند.

کلسیم لیگنو سولفونایت و کلرید سدیم معمول ترین افزایه هایی هستند که جهت کنترل ویسکوزیته دوغاب سیمان مورد استفاده قرار می گیرند.

17ـ انواع سیمان کاری چاه های نفت و گاز

1 –17 - Primary Cementing *سیمانکاری اولیه*

2 –17 - Secondary Cementing *سیمانکاری ثانویه*

Primary Cementing -1-17

1-1-17 سیمانکاری یک مرحله ای لوله های جداری

2-1-17 سیمانکاری چند مرحله ای

3-1-17 سیمانکاری لوله آستری (Liner)

نکته : Casing از ته چاه تا سطح زمین قرار می گیرد اما Liner در سطح قرار نمی گیرد.

1-17ـ سیمانکاری اولیه (Primary Cementing)

عبارتست از سیمانکاری لوله های جداری یا لوله های آستری هنگام حفاری یک چاه سیمانکاری لوله های جداری یا آستری طوری انجام می شود که سیال موجود در سازندهای تراوا امکان حرکت از یک سازند به سازند دیگر را نداشته باشند. راندن لوله های جداری یا آستری به اعماق زیاد و سیمانکاری آنها نیاز به طراحی دقیق و مهندسی دارد.

1-1-17 سیمانکاری یک مرحله ای لوله های جداری

پس از فرستادن شدن لوله های جداری به داخل چاه این رشته توسط Elevator(بالابر) به صورت شناور در داخل چاه نگه داشته می شود و در همین حال Head سیمانکاری به بالای رشته جداری متصل می شود.این وسیله می تواند از یک طرف به رشته جداری و از طرف دیگر توسط یک لوله به پمپ سیمانکاری که بر روی یک تراک قرار گرفته است متصل شود، دوغاب سیمان در تراک سیمانکاری آماده می شود (به این ترتیب که سیمان خشک از طریق بونکرهای مخصوص که در نزدیکی دکل قرار دارد از یک طرف و آب مخلوط شده با افزایه های مورد نظر از طرف دیگر به داخل تراک سیمانکاری فرستاده شود و پس از مخلوط شدن وارد پمپ سیمان می شود) پمپ سیمان که روی تراک سیمانکاری قرار گرفته است یک پمپ رفت و برگشتی Triplex با کارکرد یک طرفه است، که قادر است سیمان را با فشار بالا و دبی پائین به داخل رشته جداری بفرستد. بنابراین دوغاب سیمان در محل دکل آماده می شود و توسط پمپ سیمان به داخل Headسیمانکاری دارای دو ضامن است که می توانند دو قطعه ی لاستیکی مخصوص به نام پلاگ بالایی و پائینی را در خود نگه دارد. هنگامی که دوغاب سیمان به Head سیمانکاری رسید با کشیدن یکی از ضامنهای مذکور پلاگ پائینی رها می شود به طوری که در یک طرف آن گل حفاری و در طرف دیگر آن سیمان حفاری قرار می گیرد و از مخلوط شدن این دو جلوگیری می کند، پس از آن حجم سیمان مورد نظر به داخل چاه پمپ می شود و سپس پلاگ بالایی رها می شود بنابراین دوغاب سیمان بین پلاگ بالایی و پائینی محصور

و با سیال حفاری ارتباط پیدا نمی کند. به دنبال این عملیات گل حفاری به داخل لوله جداری پمپ می شود که باعث می شود پلاگ بالایی و پائینی کنند و در نهایت پلاگ پائینی بر روی Collar قرار گیرد در این موقع فشار پمپ کمی افزایش می یابد با افزایش فشار بین 200-400 psi دیافراگمی که در وسط پلاگ پائینی قرار دارد پاره شده و سیمان به پشت لوله جداری فرستاده می شود. قبل از پمپ کردن دوغاب سیمان و در جلوی سیمان سیالی به نام Spacer (سیال حائل) به داخل لوله ها فرستاده می شود Spacer معمولا 20-10 بشکه پمپ می شود که ممکن است آب نمک باشد و از مخلوط شدن دوغاب سیمان با سیال حفاری در داخل دالیز جلوگیری می کند، بنابراین هنگامی که دوغاب سیمان از پلاگ پائینی عبور می کند در جلوی آن Spacer قرار دارد و باعث خروجسیال حفاری از فضای دالیز می شود. هنگامی که پلاگ بالایی بر روی پلاگ پائینی که بر روی Collar قرار دارد نشست فشار پمپ به صورت کاملا محسوس و ناگهانی افزایش می یابد پلاگ بالایی دارای دیافراگم نیست بنابراین سیال بالای آن دیگر نمی تواند به داخل دالیز راه یابد، در این هنگام معمولا پمپ ها خاموش می شوند و فشار موجود بر روی Headسیمانکاری ترخیص می شود همچنین شیر یک طرفه موجود در داخل Collar از برگشت سیمان به داخل لوله ی جداری جلوگیری می کند. معمولا برای جابجا کردن سیمان به پشت لوله ی جداری از سیال حفاری سبک استفاده می شود.

2-1-17 سیمانکاری چند مرحله ای

معمولا هنگام سیمانکاری رشته های جداری با طول زیاد استفاده می شود به دلایل زیر قابل کاربرد است:

۱ – کاهش فشار پمپ سیمان هنگام انجام عملیات سیمانکاری.

۲ – کاهش فشار هیدرواستاتیک ستون سیال پشت لوله جداری جهت جلوگیری از ایجاد شکست در سازندهای ضعیف.

۳ – جلوگیری از آلودگی سیمان.

۴ – سیمانکاری موثر پاشنه جداری (Shoe) قبلی به لوله جداری جدید.

18 ــ روشهای انجام سیمانکاری چند مرحله ای عبارتند از:

1-18 سیمانکاری معمول دو مرحله ای

2-18 سیمانکاری پیوسته دو مرحله ای

3-18 سیمانکاری سه مرحله ای

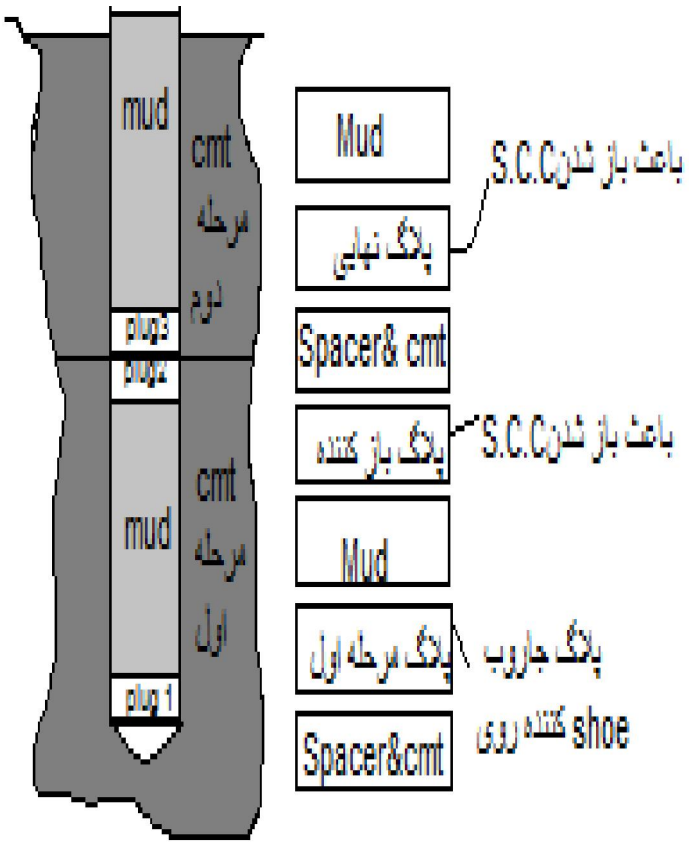
1-18 سیمانکاری معمول دو مرحله ای :

علاوه بر تجهیزات سیمانکاری متداول نیاز به Collarسیمانکاری چند مرحله ای

(Stage Cementing Collar) و یکسری پلاگ دارد.Collar سیمانکاری چند مرحله ای در یک نقطه ی میانی رشته جداری یا نزدیکی نقطه ای که قرار است سیمان بالایی و پائینی آن نقطه از هم جدا شوند قرار داده می شود.Collarسیمانکاری چند مرحله ای وسیله ای است دارای خروجی هایی به طرف دالیز که این خروجیها با اعمال فشار قابل باز و بسته شدن هستند.

سیمانکاری قسمت پائین لوله ی جداری به همان روش متداول سیمانکاری توضیح داده شده در بخش سیمانکاری اولیه انجام می شود، با این تفاوت که قبل از پمپ کردن Spacer و دوغاب دیگر پلاگ پائینی رها نمی شودهنگام فرستادن دوغاب سیمان و Spacer مربوط به سیمانکاری قسمت پائین رشته جداری Collarسیمانکاری چند مرحله ای بسته می شود پس از پمپ کردن حجم مورد نظر Spacer و دوغاب سیمان یک پلاگ لاستیکی مشابه پلاگ بالایی در سیمانکاری یک مرحله ای از Haed سیمانکاری رها می شود و سپس این پلاگ با فشار سیال حفاری به طرف پائین فرستاده می شود این پلاگ طوری طراحی شده است که براحتی و بدون باز کردن Collarسیمانکاری چند مرحله ای می توان از آن عبور کند این پلاگ به طرف پائین حرکت می کند و نهایتا در روی Collar می نشیند در این زمان فشار پمپ به صورت ناگهانی و محسوس افزایش می یابد که این نکته دال بر رسیدن پلاگ بر روی Collar می باشد پس از آن که سیمانکاری مرحله اول به اتمام رسید وسیله ای مخروطی شکل به نام ***Bomb باز کننده*** از بالا به داخل لوله های جداری رها می شود این وسیله تحت وزن خود به طرف پائین حرکت می کند تا اینکه در نشین منگاهی در Collarسیمانکاری چند مرحله ای تعبیه شده است، قرار می گیرد. دراین زمان می توان با پمپ کردن یک سیال فشار اعمال شده در پشت ***Bomb باز کننده*** را افزایش داد تا اینکه این فشار باعث بریده شدن یکسری پین های برشی و باز شدن خروجی Collarسیمانکاری چند مرحله ای شود توجه داشته باشید که این عملیات می تواند بلافاصله پس از انجام سیمانکاری مرحله ای اول یا بعد از بندش سیمان مرحله ی اول انجام شود در حالت دوم باید دقت کرد که ارتفاع سیمان اطراف لوله ی جداری از Collarسیمانکاری چند مرحله ای بالاتر نیاید پس از باز شدن Collarسیمانکاری چند مرحله ای می توان با انجام یک گردش گل سیال مورد نظر را در فضای داخل و خارج لوله های جداری جایگزین کرد سپس Spacer و دوغاب سیمان مورد نظر ساخته شده و باز هم بدون پلاگ پائینی به داخل چاه پمپ می شود پس از پمپ شدن حجم سیمان مورد نیاز پلاگ موسوم به پلاگ بالایی Closing plug رها می شود که این پلاگ علاوه بر جارو کردن سیمان و فرستادن آن به پشت لوله ی جداری هنگامی که به Collar سیمانکاری چند مرحله ای رسید می تواند با فشاری حدوداً برابر با 1500 psi باعث بریده شدن یکسری دیگر پین های برشی و بسته شدن این Collar شود.

2-18 سیمانکاری پیوسته دو مرحله ای



مشابه سیمانکاری معمول دو مرحله ای می باشد با این تفاوت که سیمانکاری قسمت بالایی و نیز قسمت پائینی لوله جداری به طور همزمان انجام می شود در این روش ابتدا حجم Spacer و دوغاب سیمان مورد نظر برای سیمانکاری قسمت پائین لوله جداری به داخل رشته جداری پمپ می شود و دنبال آن پلاگ جاروب کننده (پلاگ مرحله ی اول) رها می شود سپس حجمی از سیال حفاری برابر با حجم لوله های جداری از روی کفشک شناور(Float shoe) تا Collarسیمانکاری چند مرحله ای به داخل رشته جداری پمپ می شود.سپس پلاگ باز کننده که قادر خواهد بود Collarسیمانکاری چند مرحله ای را باز کند رها می شود،و به دنبال آن Spacer و سیمان مورد نظر جهت سیمانکاری قسمت بالایی لوله جداری به داخل رشته جداری پمپ می شود حال همزمان با رسیدن پائین ترین پلاگ بر روی کفشک شناور و فرستاده شدن دوغاب سیمان مرحله ی اول به پشت لوله های جداری پلاگ باز کننده بر روی Collarسیمانکاری چند مرحله ای خواهد نشست و باعث باز شدن آن خواهد شد به دنبال دوغاب سیمان مرحله ی دوم پلاگ نهایی رها می شود و این پلاگ با سیال حفاری به پائین فرستاده می شود که رسیدن این پلاگ بر روی Collarسیمانکاری چند مرحله ای باعث اتمام سیمانکاری می شود.

3-18 سیمانکاری سه مرحله ای

مشابه سیمانکاری دو مرحله ای انجام می شود در این روش از دو Collarسیمانکاری چند مرحله ای در دو نقطه از لوله های جداری استفاده می شود به این ترتیب به روش گفته شده در روش سیمانکاری دو مرحله ای ابتدا قسمت پائین لوله های جداری سپس قسمت میانی و در نهایت قسمت بالایی آنها سیمانکاری می شود.

3-1-17 سیمانکاری لوله آستری (Liner)

Liner نوعی رشته جداری است که تا سطح ادامه پیدا نمی کند بنابراین Liner توسط نوعی سیلیپس از انتهای رشته جداری قبلی آویزان می شود Liner توسط رشته حفاری به داخل چاه فرستاده می شود، سیمانکاری آن نیز توسط رشته جداری انجام می شود عملیات راندن و سیمانکاری کردن Liner از پیچیده ترین عملیاتهای حفاری به شمار می رود در این عملیات باید دقت فراوانی به خرج داده شود تا لوله ی آستری به درستی در مکان مورد نظر خود قرار گیرد و نشت بندی بین Liner و Casing قبلی به خوبی انجام شود.

19 - تجهیزات استفاده شده در یک رشته ی آستری

1-19 کفشک شناور(Float shoe)

Landing Collar 2-19

Liner Hanger 3-19

1-19 کفشک شناور (Float shoe)

این وسیله که در پائین ترین قسمت رشته آستری قرار می گیرد ترکیبی از کفشک راهنما(Guide shoe) و طوقه شناور (Float collar) می باشد.

Landing Collar 2-19

وسیله ای شبیه به Float collar با این تفاوت که شیر یک طرفه در آن وجود ندارد و فقط جهت نشستن پلاگ های سیمانکاری بر روی آن استفاده می شود.

Liner Hanger 3-19

وسیله ای مخصوصی است که در بالاترین قسمت Liner قرار می گیرد و دارای این قابلیت است که از بالا به لوله های حفاری متصل شود این وسیله می تواند به صورت هیدرولیکی(با چرخش) یا مکانیکی(با اعمال وزن) فعال شود و باعث آویزان شدن لوله های آستری از قسمت پائین رشته جداری می شود همچنین قسمت بالایی Liner Hanger را که به نام Setting tools شناخته می شود می توان

از رشته آستری جدا کرد و بدین ترتیب پس از قرار گرفتن رشته آستری در محل مورد نظر می توان رشته حفاری را از رشته آستری جدا کرد و از چاه بیرون کشید.

بنابراین عملیات راندن و سیمانکاری رشته آستری به شرح زیر می باشد:

رشته آستری همانند رشته جداری به داخل چاه فرستاده می شود پس از آن به Liner Hanger متصل می شود به لوله های حفاری با اتصال به Liner Hanger باعث پائین رفتن رشته آستری در داخل چاه می شود با رسیدن رشته آستری به محل مورد نظر، Liner Hanger فعال می شود و باعث آویزان شدن رشته آستری از رشته جداری قبلی می شود معمولا بیت این دو رشته 60 تا 120 متر هم پوشانی وجود دارد پس از آن Head سیمانکاری به لوله های حفاری متصل می شود که در آن پلاگی به نام Pump down plug قرار می گیرد. پس از پمپ کردن Spacer و دوغاب سیمان مورد نظر این پلاگ که قطر خارجی آن برابر با قطر داخلی لوله های حفاری است رها می شود و باعث جدایش بین دوغاب سیمان و سیال حفاری جابجا کننده این دوغاب می شود. دوغاب سیمان و Pump down plug با استفاده از سیال حفاری به طرف پائین فرستاده می شوند تا اینکه این پلاگ به liner Hanger می رسد و با پلاگ دیگری به نام Wiper plug که از قبل در Setting tools تعبیه شده است جفت می شود که این عمل با افزایش فشار در سطح مشخص خواهد شد با این فشار دو پلاگ تشکیل یک پلاگ می دهند و هر دو با هم به طرف پائین حرکت می کنند تا اینکه بر روی Landing Collar می نشیند فشارافزایش می یابد) در این زمان دوغاب سیمان به پشت لوله آستری فرستاده شده است. در این هنگام Head سیمانکاری باز می شود و لوله های حفاری به همراه Setting tools از لوله آستری جدا می شوند. پس با گردش گل معکوس سیمان اضافی که احتمالا وارد فضای حلقوی بین لوله های حفاری و لوله های جداری قبلی شده است بر طرف می شود و لوله های حفاری به آرامی از چاه بیرون کشیده می شوند این مراحل باید فورا پس از اتمام سیمانکاری انجام شود وگرنه در صورتی که حجم سیمان اضافه، اضافی باشد سیمان اضافه در اطراف لوله های حفاری بسته خواهد شد و باعث مشکلات جدی بعدی خواهد شد اگر بنا باشد گردش گل معکوس انجام نشود باید حجم سیمان اضافه کم باشد به طوری که بتوان بعد از انجام سیمانکاری به راحتی آن را حفاری کرد. حجم سیمان اضافه باید کاملا به دقت محاسبه شود چون اگر حجم سیمان اضافه باشد باعث مشکلاتی هنگام بر طرف کردن آن ایجاد می شود اگر حجم سیمان اضافه خیلی کم در نظر گرفته شود ممکن است باعث عدم آب بندی مناسب بین رشته آستری و رشته جداری قبلی شود در صورت عدم نشت بندی مناسب بین رشته آستری و رشته جداری قبلی باید دوباره طول مناسبی از رشته های آستری طی عملیات ویژه ای ب بالای لوله آستری قبلی اضافه شود و پشت آن سیمانکاری شود که به این قسمت رشته آستری Tie back گفته می شود.

2-17 سیمانکاری ثانویه (Secondary Cementing)

1-2-17 سیمانکاری تزریقی (Cement Squeezing)

2-2-17 عملیات کور کردن (Plug Back Cementing)

A) متروکه کردن چاه (Abandonment the well)

B) عملیات Side track

C) مسدود کردن لایه ی آبدار (Plug aquifer Layer)

D) سیمانکاری مجدد (Re-Cementing)

سیمانکاری ثانویه : آن دسته از عملیات سیمانکاری است که از سیمان به عنوان وسیله ای برای بهبود یا تعمیر وضعیت یک چاه استفاده می کنند.

1-2-17 سیمانکاری تزریقی

هنگامی که چاه در چندین لایه تکمیل شده باشد و گاز به لایه ی بالایی نفوذ کند جهت ادامه ی تولید از لایه های پائینی در شبکه های لایه ی گاز گرفته سیمان تزریق می کنند همچنین جهت متروکه کردن لایه هایی که تولید ندارند یا کامل کردن سیمانکاری اولیه لوله های جداری سیمان تزریق می کنند.

2-2-17 عملیات کور کردن

a) متروکه کردن چاه (Abandonment the well):

در برخی چاه ها که تولید یا تعمیر آنها اقتصادی نباشد با نصب چندین مسدود کننده در فواصل عمقی خاص چاه را مسدود و متروکه می کنند.

b) عملیات Side track:

وقتی چاهی از حفره ی اصلی منحرف شود یا مانعی در چاه بیفتد که امکان تعمیر،بازیابی و حفاری آن وجود نداشته باشد حفره ی مذکور را با سیمان مسدود کرده و از اعماق بالاتر با باز کردن پنجره در جداری (Casing) یا آستری (Liner) حفره ی جدیدی را حفاری می کنند.

c) مسدود کردن لایه ی آبدار (Plug aquifer Layer):

هنگامی که لایه های تولیدی پائین چاه دچار مشکل تولید آب می گردند یا وقتی حفاری چاه اتمام یافته باشد و بخواهیم لایه های شیلی و یر تولیدی پائینی را مسدود کنیم با ریختن سیمان از ورود آب یا مشکلات شیل های ریزشی جلوگیری می کند.

d) سیمانکاری مجدد (Re-Cementing):

هنگامی که سیمانکاری اولیه به صورت مطلوب انجام نشده باشد جهت تکمیل سیمانکاری آنرا مجددا سیمان می کنند.

20 ــ محاسبات سیمانکاری Cementing Calculation

وزن : W_1 - W_2 - W_3 . . . . . (lf_s)

وزن مخصوص : $D_1 – D_2 – D_3$ . . . . . (Pcf)

SW (slurry water)

۱) چه مقدار آب (ft^3) لازم است تا با مخلوط فوق ترکیب شود و دوغابی با وزن مخصوص SW بدست آید؟

۲) حجم دوغاب حاصل بر حسب ft^3 چقدر خواهد شد؟

W: وزن (lfs) D: وزن مخصوص (Pcf) V: حجم (ft^3)

$$D = \frac{W}{V}$$

فرض: مقدار آب لازم برابر X فوت مکعب باشد، از طرفی چون 1 ft^3 آب وزنی برابر 62.4 (lfs) وزن X فوت مکعب آب برابر با 62.4X پوند است.

وزن کل دوغاب =62.4 X + W_1 + W_2 + W_3 + ... = 62.4 X + $\sum W$

حجم کل دوغاب=X + $\frac{W_1}{D_1}$ + $\frac{W_2}{D_2}$ + $\frac{W_3}{D_3}$ + ... = X + $\sum \frac{W}{D}$

$$SW = \frac{62.4\ X + \sum W}{X + \sum \frac{W}{D}}$$

مقدار آب لازم (ft^3)

$$\overset{X=?}{\Longrightarrow} X = \frac{\sum W - SW * \sum \frac{W}{D}}{SW - 62.4}$$

مقدار حجم کل دوغاب را با جایگذاری در رابطه 2 بدست می آوریم یا از رابطه زیر

حجم کل دوغاب = $\frac{\sum W - SW * \sum \frac{W}{D}}{SW - 62.4}$

مثال: مخلوطی با کامپوزیشن زیر ساخته شده است؟

مواد	Lfs	مقدار وزن مخصوص Pcf
Class A cmt	110	196
Bentonite	20	156
Retarder (HR-7)	0.8	81

مطلوب است:

۱- محاسبه ی مقدار آب لازم برحسب ft^3/bbl برای ترکیب کردن با مخلوط فوق به منظور تهیه ی دوغابی به وزن مخصوص 90 pcf.

۲- محاسبه ی حجم دوغاب برحسب ft^3/bbl. SW=90 pcf

1)

$$X = \frac{\sum W - SW * \sum \frac{W}{D}}{SW - 62.4} = \frac{(110+20+0.8) - 90*(\frac{110}{196}+\frac{20}{156}+\frac{0.8}{81})}{90-62.4} = 2.4588\ ft^3$$

1 bbl = 5.615 ft^3

$$2.4588\ ft^3 * \frac{1\ bbl}{5.615\ ft^3} = 0.4378$$

2)

راه حل اول)

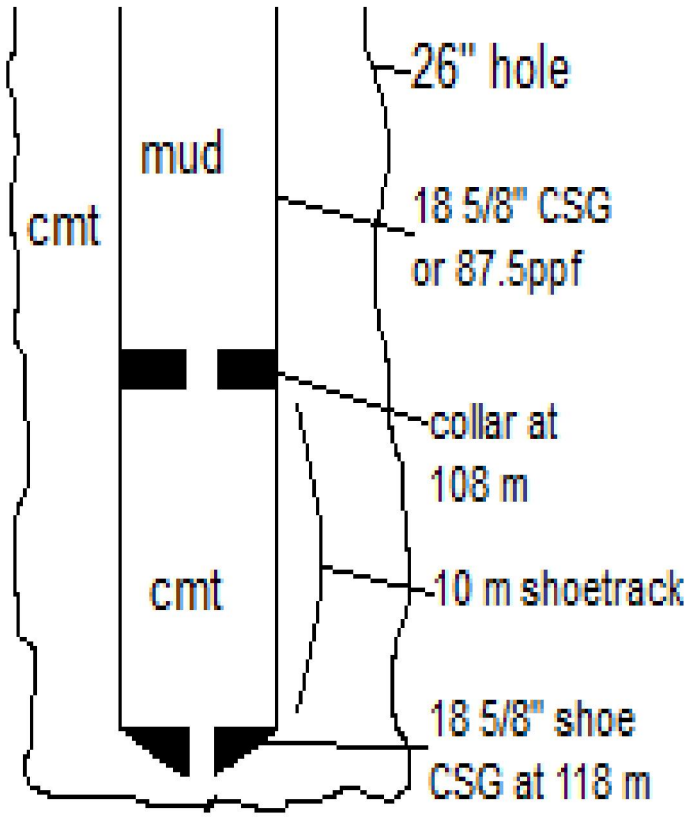
حجم دوغاب= $X + \sum \frac{W}{D} = 2.4588 + \left(\frac{110}{196} + \frac{20}{156} + \frac{0.8}{81}\right) = 3.1381\ ft^3$

$$3.1381\ ft^3 \times \frac{1\ bbl}{5.615\ ft^3} = 0.5588\ bbl$$

راه حل دوم)

حجم کل دوغاب = $\frac{\sum W - 62.4 \times \sum \frac{W}{D}}{SW - 62.4} = \frac{(110+20+0.8) - 62.4 \times (\frac{110}{196}+\frac{20}{156}+\frac{0.8}{81})}{90-62.4} = 3.1381 ft^3$

$$3.3181\ ft^3 \times \frac{1\ bbl}{5.615\ ft^3} = 0.5588\ bbl$$



سیمانکاری پشت جداری " $18\frac{5}{8}$:

عمق چاه :

مثال: برای پر کردن فضای حلقوی پشت کیسینگ "$18\frac{5}{8}$ به وسیله ی دوغابی به وزن SW=115 pcf از کلاس A تهران چه مقدار آب،سیمان و کلسیم کلراید لازم است؟ کفشک در عمق 18 متری نشانده شده است.

درصد	مواد	وزن لازم LBS	وزن مخصوص pcf
——	API class A cmt	110	196
2%	$Cacl_2$	2.2	123

۱) محاسبه ی آب

$$X = \frac{\sum W - SW \times \sum \frac{W}{D}}{SW - 62.4} = \frac{(110+2.2) - 115 \times \left(\frac{110}{196} + \frac{2.2}{123}\right)}{115 - 62.4} = 0.8670\ ft^3$$

$$= 0.1544\ bbl$$

۲) محاسبه حجم دوغاب

$$\text{yeild}=X = \sum \frac{W}{D} = 0.8670 + \left(\frac{110}{196} + \frac{2.2}{123}\right) = 1.4461 ft^3 = 0.2576\ bbl$$

۳) محاسبه حجم دوغاب لازم برای فضای پشت جداری:

$$\text{دالیزحجم} = \frac{D_{hole}^2 - OD_{CSG}^2}{1029.4} = \frac{26^2 - 18.625^2}{1029.4} \times 3.281 \times 118 = 123.77\ bbl$$

$$shoe\ track = \frac{ID^2}{1029.5} = \frac{17.755^2}{1029.4} \times 3.281 \times 10 = 10.046\ bbl$$

نکته:فضای داخل "casing 18 5/8 همیشه مقدار سیمان اضافه را % 75 حجم سیمان کل در نظر می گیریم.

123.77 × 1.75= 216.59 bbl

Total=216.59 + 10.046 = 226.644 bbl

نکته: مقدار حجم سیمان shoe همیشه ثابت می باشد و سیمان اضافی ندارد.

4) محاسبه ی مقدار سیمان، آب و $cacl_2$ لازم:

$$0.2576\ bbl \rightarrow \frac{110\ lbs\ \ cmt}{\frac{2.2\ lbs\ \ cacl_2}{0.1544\ bbl\ water}}$$

$$0.2576\ bbl \rightarrow 110\ \ lbs\ cmt$$

cmt= 96782 Lbs

$$226.644\ bbl \rightarrow\ ?\ \ lbs\text{cmt}$$

$$0.2576\ bbl \rightarrow\ \ 2.2\ lbs\ Cacl_2$$

$Cacl_2$=1936 lbs

$$226.644\ bbl \rightarrow\ ?\ \ \ lbs\ Cacl_2$$

$$0.2576\ bbl \rightarrow\ \ .1544\ bbl$$

Water=136 bbl

$$226.644\ bbl \rightarrow\ ?\ \ bbl\ water$$

5) محاسبه displace (جابجایی) دوغاب سیمان:

$$displace = \frac{ID^2}{1029.4}$$

$$displace = \frac{17.755^2}{1029.4} \times 3.281 \times (118 - 10) = 110.5\ bbl$$

6) محاسبه pumping time و displace time دوغاب سیمان:

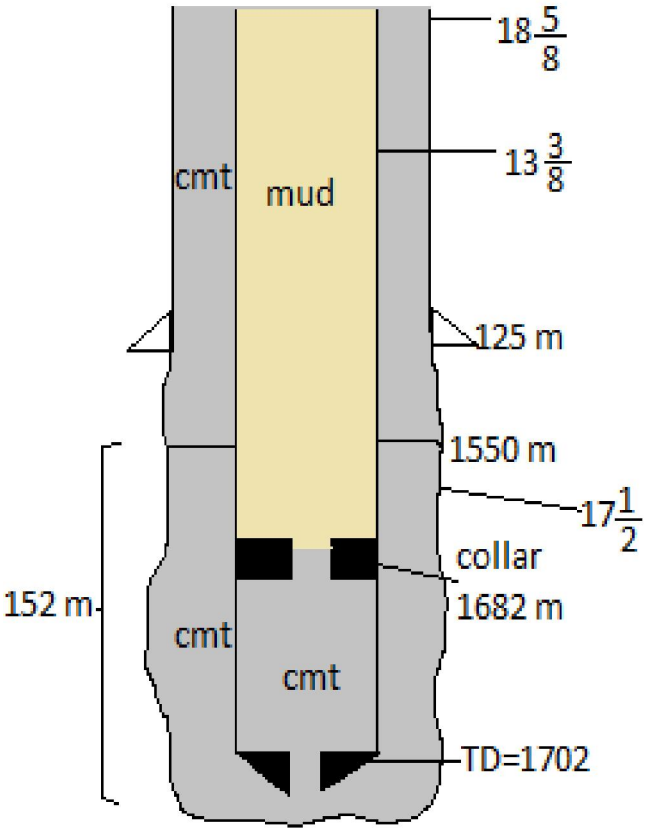
فرض:سرعت پمپ دوغاب سیمان را 10 دقیقه در بشکه در نظر می گیریم.

$$pumping\ time = \frac{226.644}{10} = 22.7\ min$$

$$displace\ time = \frac{110.5}{10} = 11\ min$$

Total time=22.7+11=33.7×50%=50.4

سیمانکاری رشته جداری "$13\frac{3}{8}$:



برای این جداری دو نوع سیمانکاری استفاده می کنیم:

سیمانکاری قسمت بالایی بین دو casing که از سیمان ناخالص استفاده می کنیم.

سیمانکاری قسمت پایین بین چاه و casing که از سیمان خالص استفاده می کنیم.

مواد	مقدار مواد لازم(W=lbs)	وزن مخصوص (D=pcf)
Cmt class A	110	196
Bentonite	17.6	156
Salt	3.3	169
Retarder	0.55	102
Water	124.51	62.4

۱) محاسبه آب

$$X = \frac{\sum W - SW \times \sum \frac{W}{D}}{SW - 62.4} = \frac{(110+17.6+3.3+0.55) - 95 \times \left(\frac{110}{196} + \frac{17.6}{156} + \frac{3.3}{169} + \frac{0.55}{102}\right)}{95 - 62.4} = 1.9954\ ft^3$$

$$= 0.3554\ bbl$$

۲) محاسبه حجم دوغاب

$$\text{yeild}=X = \sum \frac{W}{D} = 1.9954 + \left(\frac{110}{196} + \frac{2.2}{123} + \frac{3.3}{169} + \frac{0.55}{102}\right) = 2.6944\ ft^3 =$$

$$=0.4800\ bbl$$

۳) محاسبه حجم دوغاب سیمان لازم برای فضای بین دو جداری "$13\frac{3}{8}$ و "$18\frac{5}{8}$،سیمان ناخالص:

$$\text{حجم دالیز}1 = \frac{ID^2_{18\frac{5}{8}} - OD^2_{13\frac{3}{8}}}{1029.4}$$

$$\text{حجم دالیز}1 = \frac{18.625^2 - 13.375^2}{1029.4} \times 3.281 \times 125 \times 120\% = 65.20\ bbl$$

$$\text{حجم دالیز}2 = \frac{ID^2_{hole} - OD^2_{13\frac{3}{8}}}{1029.4}$$

$$\text{حجم دالیز}2 = \frac{17.5^2 - 13.375^2}{1029.4} \times 3.281 \times (1702 - 152 - 125) \times 200\% =$$

$$= 1156.53\ bbl$$

Total = 65.20 + 1156.53 = 1221.73 bbl

4) محاسبه ی مقدار سیمان، آب و Bentonite و Retarder و Salt لازم:

$$0.4800 \text{ bbl} \rightarrow \frac{\frac{110\ lbs\ \ cmt}{17\ .6\ lbs\ \ Bentonite}}{\frac{0.3554\ bbl\ water}{3.3\ lbs\ Salt}}{0.55\ lbs\ Retarder}$$

0.4800 bbl $\rightarrow$ $110\ \ lbs\ cmt$

cmt= 279980 Lbs÷110=2546 ss

1221.73 bbl $\rightarrow$? lbs cmt

0.4800 bbl $\rightarrow$ $17.6\ lbs\ Bentonite$

$Bentonite$ =44797 lbs÷55=815 ss

1221.73 bbl $\rightarrow$? $lbs\ Bentonite$

0.4800 bbl $\rightarrow$ $3.3\ lbs\ Salt$

Salt=8400 lbs÷55=153 ss

1221.73 bbl $\rightarrow$? $lbs\ Salt$

0.4800 bbl → 0.55 $lbs\ Retarder$

$Retarder$ =1400 lbs÷50=28 ss

1221.73 bbl → ? $lbs\ Retarder$

0.4800 bbl → 0.3554 $bbl\ Water$

$Water$ =905 bbl

1221.73 bbl → ? $bbl\ Water$

5) سیمانکاری قسمت پایین بین چاه و " $13\frac{3}{8}$ Casing با سیمان خالص:

Cmt+Water SW=115 pcf

6) محاسبه آب

$$X = \frac{\sum W - SW \times \sum \frac{W}{D}}{SW - 62.4} = \frac{(110) - 115 \times \left(\frac{110}{196}\right)}{115 - 62.4} = 0.8642\ ft^3 = 0.1539\ bbl$$

7) محاسبه حجم دوغاب

yeild=$X = \sum \frac{W}{D} = 0.8642 + \left(\frac{110}{196}\right) = 1.4254\ ft^3 = 0.2539\ bbl$

$$\text{حجم دالیز} = \frac{ID_{hole}^2 - OD_{13\frac{3}{8}}^2}{1029.4}$$

$$\text{حجم دالیز} = \frac{17.5^2 - 13.375^2}{1029.4} \times 3.281 \times 152 \times 200\% = 123.36\ bbl$$

$$shoe\ track = \frac{ID^2}{1029.5} = \frac{12.415^2}{1029.4} \times 3.281 \times 20 = 9.82\ bbl$$

Total=123.36+9.82=133.20 bbl

0.2539 bbl → $\frac{110\ lbs\ cmt}{0.1539\ bbl\ water}$

0.2539 bbl → $110\ lbs\ cmt$

cmt= 57708 Lbs÷110=525 ss

133.20 bbl → ? lbs cmt

0.2539 bbl → $0.1539\ bbl\ Water$

$Water$ = 80.7 bbl

133.20 bbl → ? $bbl\ Water$

8) محاسبه displace (جابجایی) دوغاب سیمان:

$$displace = \frac{ID^2}{1029.4}$$

$$displace = \frac{12.415^2}{1029.4} \times 3.281 \times 1682 = 826\ bbl$$

9) محاسبه pump time و displace time دوغاب سیمان :

فرض: سرعت پمپ را 15 دقیقه در بشکه در نظر می گیریم:

$$pumping\ time = \frac{1221.73}{15} = 81.4\ min$$

$$pumping\ time = \frac{133.20}{15} = 8.88\ min$$

$$displace\ time = \frac{826}{15} = 55.1\ min$$

Total time = 81.4 + 8.88 + 55.1 = 145.38 × 50% = 218.07

10)محاسبه کل مواد لازم برای سیمانکاری:

Cmt = 2546 + 525 = 3071 ss

Bentonite = 815 ss

Salt = 153 ss

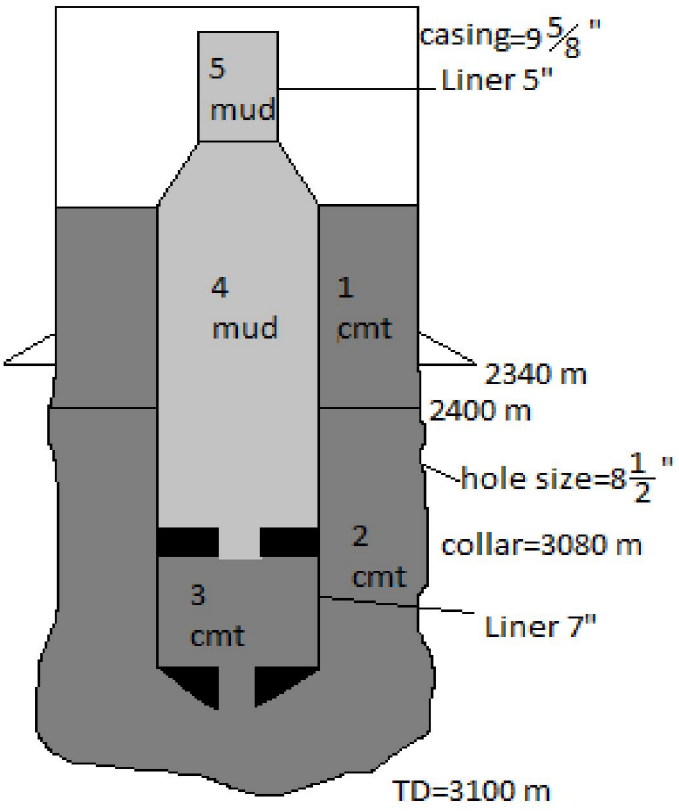
Retarder = 28 ss

Water = 905 + 80.7 = 985.7 bbl

نکته: سیمانکاری رشته جداری "$9\frac{5}{8}$ دقیقا مثل رشته جداری "$13\frac{3}{8}$ می باشد و hole size=$12\frac{1}{4}$ است.

سیمانکاری رشته آستری(Liner) "7 :

برای سیمانکاری دالیز پشت رشته آستری "7 به وسیله دوغابی به وزن 115 pcf چه مقدار سیمان ،آب و D-19 لازم است؟



7"=ID=6.184"

$9\frac{5}{8}" = ID = 8.535"$

5"=ID=4.276"

Hole size=8.5"

مواد	مقدار مواد لازم (W=lbs)	وزن مخصوص (D=pcf)
Cmt class E	94	196
D-19	0.3	76

1) محاسبه آب

$$X = \frac{\sum W - SW \times \sum \frac{W}{D}}{SW - 62.4} = \frac{(94+0.3) - 115 \times \left(\frac{94}{196} + \frac{0.3}{7\ 6}\right)}{115 - 62.4} = 0.7356\ ft^3 = 0.1310\ bbl$$

2) محاسبه حجم دوغاب

$$\text{yeild}=X = \sum \frac{W}{D} = 0.7356 + \left(\frac{94}{196} + \frac{0.3}{76}\right) = 1.2191\ ft^3 = 0.2171\ bbl$$

3) محاسبه حجم دوغاب سیمان لازم برای فضای "$9\frac{5}{8}$ casing و "Liner 7 :

$$\text{حجم دالیز}1 = \frac{ID^2_{9\frac{5}{8}} - OD^2_7}{1029.4}$$

$$\text{حجم دالیز}1 = \frac{8.535^2 - 7^2}{1029.4} \times 3.281 \times (2400 - 2340) \times 120\% = 5.472\ bbl$$

$$\text{حجم دالیز}2 = \frac{D^2_{hole} - OD^2_7}{1029.4}$$

$$\text{حجم دالیز}2 = \frac{8.5^2 - 7^2}{1029.4} \times 3.281 \times (3100 - 2400) \times 200\% = 103.746\ bbl$$

$$Shoe\ track = \frac{ID^2_7}{1029.4}$$

$$Shoe\ track = \frac{6.184^2}{1029.4} \times 3.281 \times (3100 - 3080) = 2.438\ bbl$$

Total Volume=5.472+103.746+2.438=111.656 bbl

$$0.2171\ bbl \rightarrow \frac{94\ lbs\ cmt}{\frac{0.3\ lbs\ D-19}{0.1310\ bbl\ water}}$$

0.2171 bbl → $94\ lbs\ cmt$

cmt= 48345 Lbs÷110=439 ss

111.656 bbl → ? lbs cmt

0.2171 bbl → $0.3\ lbs\ D-19$

D-19= 154.29 Lbs

111.656 bbl → ? lbs D-19

0.2171 bbl → $0.1310\ bbl\ water$

water= 67.37 bbl

111.656 bbl → ? $bbl\ water$

4) محاسبه displace دوغاب سیمان :

$$displace\ 1 = \frac{ID_7^2}{1029.4}$$

$$displace\ 1 = \frac{6.184^2}{1029.4} \times 3.281 \times (3080 - 2340) = 90.197\ bbl$$

$$displace\ 2 = \frac{ID_5^2}{1029.4}$$

$$displace\ 2 = \frac{4.276^2}{1029.4} \times 3.281 \times 2340 = 136.36\ bbl$$

Total displace =90.197+136.36=226.557 bbl

5) محاسبه *pumping time* و *displace time* دوغاب سیمان :

فرض: سرعت پمپ را *10* دقیقه در بشکه در نظر می گیریم:

$$pumping\ time = \frac{111.656}{10} = 11.2\ min$$

$$displace\ time = \frac{226.557}{10} = 23\ min$$

Total time = 11.2 + 23 = 34.2 × 50% = 52.5 min