



بسمه تعالی

مقدمه

اهمیت و آشنایی با نحوه عملکرد و انتخاب صحیح مته های حفاری بر کسی پوشیده نمی باشد بطوریکه در طول تاریخ حفاری چاههای نفت، تکنولوژی ساخت مته های حفاری دارای پیشرفت زیادی نسبت به دیگر صنایع ساخت ابزار حفاری داشته است.

در طول تاریخ حفاری چاههای نفت، یکی از مهمترین مسائل و مشکلاتی که پیمانکاران حفاری با آن مواجه بوده اند، کمبود سرعت حفاری سنگ و مشکلات مربوط به آن بخصوص در اعماق پایین زمین بوده است بطوریکه کمبود سرعت حفاری در اعماق پایین منجر به افزایش هزینه های حفاره چاه می شد و همین امر باعث آن گردید، که این پیمانکاران دائم در حال تحقیق، بررسی و تولید نسل های جدید و پیشرفته مته های حفاری گردند مطالعات آماری در خصوص بررسی هزینه های حفاری یک چاه نشان می دهد که حدوداً ۷-۵٪ هزینه حفاره یک چاه نفت مربوط به مته های مورد استفاده در چاه دارد و در صورتی که مته های مورد استفاده بطور صحیح انتخاب و مورد استفاده قرار گیرند، میتوان زمان حفاری چاه را به نصف زمان پیش بینی کاهش داده و یک چاه را از نظر هزینه ها بطور کاملاً بهینه حفاری نمود.

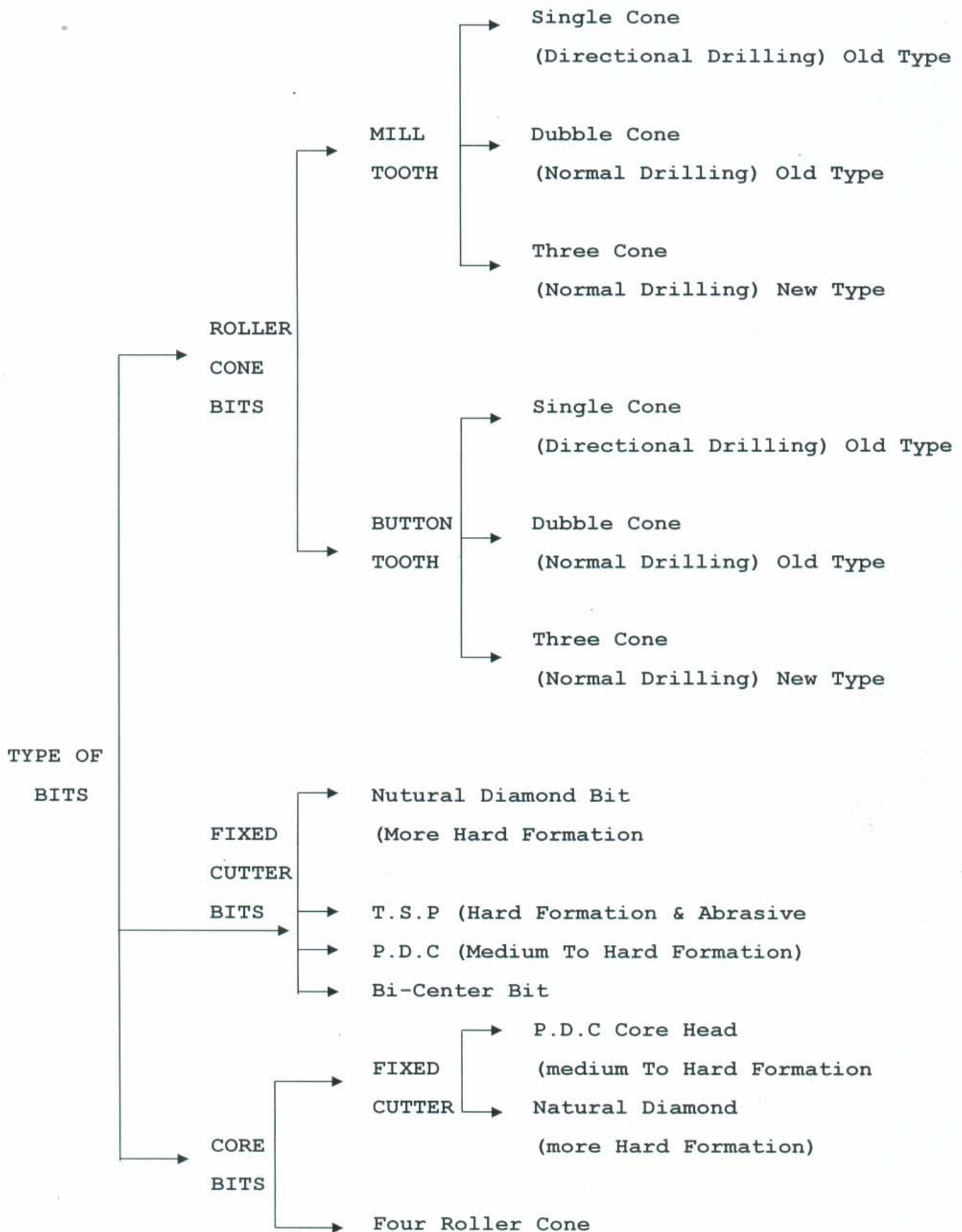
با توجه به اهمیت موضوع، لازم است کلیه افرادی که بنحوی در امور طراحی چاه و یا عملیات حفاری دخالت دارند علوم مربوط به روش انتخاب و استفاده صحیح مته های حفاری را فرا گرفته تا بتوانند از این وسیله که ابتدایی ترین و اولین ابزار بکار رفته در حفاره چاه است استفاده نمایند جزوه حاضر قدم کوچکی در جهت آشنایی و روش های بهینه بکارگیری مته های حفاری می باشد و امیدوارم که مورد استفاده کار آموزان و همکاران عزیز قرار گیرد.

با تشکر

عبدالمجید حیدری

اداره مهندسی - اداره کل حفاری

۲۰ فروردین ۱۳۸۵



مته BIT

مته حفاری اولین ابزاری است که جهت حفر چاههای نفت و گاز مورد استفاده قرار می گیرد. این وسیله در اثر چرخش رشته حفاری به حرکت در آمده و باعث سوراخ کردن زمین می شود. طیف وسیعی از مته های حفاری در صنعت مورد استفاده قرار می گیرند که به شرح آنها می پردازیم .

انواع مته های حفاری

مته های حفاری به دو گروه عمده مته های کاجی یا چرخشی (ROLLER CONE BIT) و مته های سایشی (FIXED CUTTER BITS) تقسیم می شوند ولی در کنار این دو گروه میتوان مته های مغزه گیری (CORE HEAD) را که در عملیات مغزه گیری چاه (CORING) مورد استفاده قرار گیرند، قرار داد.

۱. مته های کاجی ROLLER CONE BITS

- در این مته ها هنگام چرخش رشته حفاری، کاج های مته (CONES) حول محور خود به چرخش در آمده و سپس در اثر وزن اعمالی روی مته (W.O.B)، دندانه های مته در سنگ فرو رفته و باعث خرد شدن سنگ می شود. این گونه مته ها در طیف وسیعی تولید شده که به آنها مته های صخره ای (ROCK BITS) هم می گویند. مته های صخره ای به دو گروه عمده تقسیم می شوند.

الف) مته های دندانه فولادی MILL TOOTH BITS

مته های کاجی دندانه فولادی اولین مته هایی هستند که در حفاری یک چاه مورد استفاده قرار می گیرند. در این مته ها، دندانه های مته از جنس کاج مته بوده و کاج و دندانه ها بصورت یک تکه در عملیات تراشکاری، ساخته می شوند. سپس جهت افزایش مقاومت دندانه های مته، سطح آنها توسط پودر تنگستن کار باید رو سخت کاری (HARD FACING) می کنند. مته های کاجی دندانه فولادی ممکن است بر اساس شرایط کاربردی به شکل های زیر تولید شوند.

• مته های یک کاجه SINGLE CONE

•• مته های دو کاجه DUBBLE CONE

••• مته های سه کاجه THREE COME

•••• مته چهار کاجه FOUR CONE

ب: مته های دکمه ای (TUNGESTAN CARBIDE INSERT) BUTTON BIT

در این گروه از مته ها، دندانه های مته بصورت دکمه هایی از جنس تنگستن کار باید بوده که در سطح کاج مته، نصب می شوند. این نوع مته ها معمولاً در سازندهای نیمه سخت و سخت (اعماق پایین) مورد استفاده قرار می گیرند. این نوع از مته ها مانده مته های دندانه فولادی با توجه به نوع کاربردها به شکل های زیر وجود دارند.

SINGLE CONE	مته های یک کاجه	•
DUBBLE CONE	مته های دو کاجه	••
THREE CONE	مته های سه کاجه	•••
FOUR CONE	مته های چهار کاجه	••••

۲. مته های سایشی DRAG BIT (FIXED CUTTER BIT)

مته های سایشی (DRAG BIT) اولین نوع مته های قابل استفاده در صنعت حفاری بوده اند این مته ها دارای تیغه (BLADE) بوده و فاقد کاج (CONE) می باشند. مته های مذکور جهت حفاری طبقات نرم مورد استفاده قرار می گرفته اند. امروزه نوع پیشرفته مته های سایشی تحت نام FIXED CUTTER BITS در صنعت حفاری کاربرد بسیار زیادی دارند. این نوع مته (FIXED CUTTER) به انواع زیر تقسیم بندی می گردند.

NATURAL DIAMOND BIT	•
(POLYCRYSTALLINE DIAMOND COMPACT) PDC BIT	••
(TERMALLY STABLE PDC) T.S.P BIT	•••
BI- CENTER BIT	••••

مته های FIXED CUTTER بصورت یک تکه بوده و فاقد هر گونه قطعه متحرک (CONE) می باشند در این نوع مته ها، دانه های الماس طبیعی و یا مصنوعی بر روی سطح مته نصب می گردند.

۳. مته های مغزه گیری COREHEAD

این نوع مته ها جهت عملیات مغزه گیری از سازند مورد استفاده قرار می گیرند و به دو شکل زیر وجود دارند.

• FIXED CUTTER COREHEAD

•• ROLLER CONE COREHEAD

الف) FIXED CUTTER COREHEAD

این نوع مته های مغزه گیری بصورت یک تکه بوده و دانه های الماس مصنوعی و یا PDC بر سطح آن نصب شده است. امروزه معمولاً در کلیه عملیات مغزه گیری مته مغزه گیری PDC استفاده می شود.

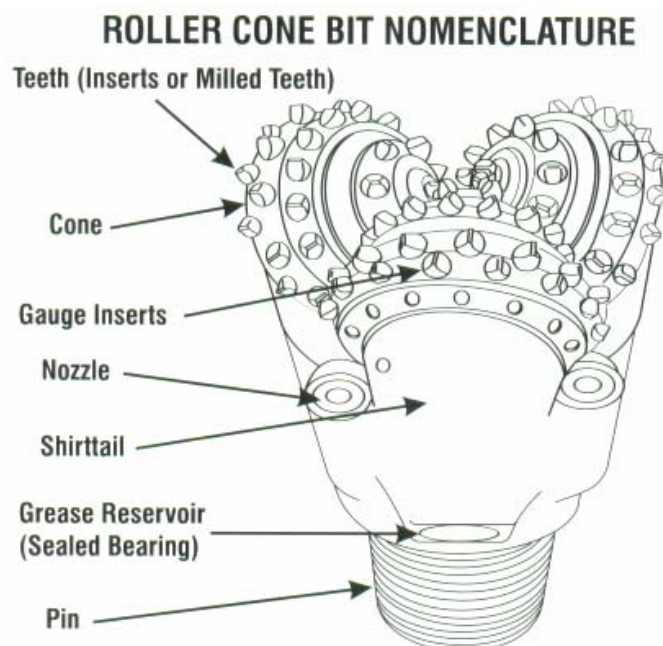
ب) ROLLER CONE COREHEAD

نسل اولیه و قدیمی مته های مغزه گیری مته های چهارکاجه می باشند در این نوع مته ها چهار کاج مته بصورت دو به دو روبروی هم قرار داشته و ضمن حفاری سازند، نمونه سازند بصورت مغزه (CORE) وارد مته می شود.

Roller Cone Bits: (Three Cone Bits)

یک مته از سه Leg که توسط عملیات جوشکاری به یکدیگر متصل شده‌اند، تشکیل شده است. قسمت‌های اصلی یک مته کاجی عبارتند از:

- 1) Cone
- 2) Shirttail
- 3) Shank (Pin)
- 4) Bearings (Sealed Or Open System)
- 5) Nozzle Ports
- 6) Tooth



:Bit Cone

قسمتی از مته را Cone گویند که بر سطح آن دندانه‌های مته قرار دارد و در قسمت داخل آن اجزاء لازم جهت چرخش Cone بر روی Pilot Pin جای می‌گیرد. در مته‌های دندانه فولادی، دندانه‌ها جزء اصلی Cone می‌باشد ولی در مته‌های دکمه‌ای (Tungsten Carbide Insert)، دندانه‌های مته بر سطح بیرونی Cone نصب شده‌اند. اگر مته را روی Pin قرار دهیم، بطوریکه هر سه Cone بطرف بالا قرار گیرند، می‌توان Cone‌ها را شماره‌گذاری نمود. Cone دارای Spear Point را Cone شماره یک می‌نامیم و سپس در صورتیکه در جهت حرکت عقربه ساعت چرخش کنیم مابقی Cone‌ها را به ترتیب Cone#2 و Cone#3 می‌نامیم.

:Shirttail

قسمت پایین Leg مته را که باعث محافظت Cone و مانع از خروج اجزاء Bearing از داخل Cone به بیرون می گردد، Shirttail می گویند.

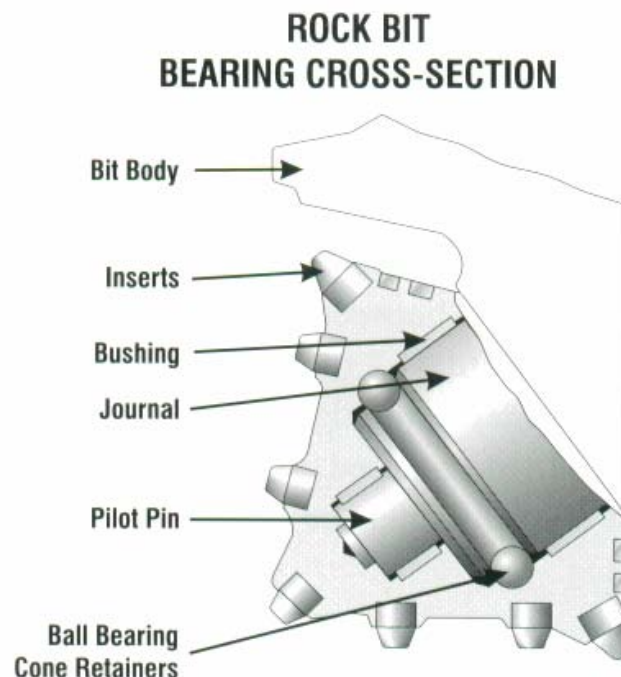
: shank

قسمت بالایی مته، که بر روی آن رزوه استاندارد وجود دارد و محل اتصال مته با لوله های حفاری می باشد، Shank نامیده می شود. در این قسمت، مشخصات هر مته نوشته شده است (Bit Size, Bit Type, Serial Number).

:Bearing

اجزایی که باعث چرخش Cone مته روی Pilot Pine می شود را بیرینگ گویند. بیرینگها به اشکال مختلف در مته وجود دارند.

- | | | |
|----|------------------------------------|-----------|
| A) | Roller-Ball-Roller (R.B.R) | Bit>9" |
| B) | Roller-Ball-Friction (R.B.F) | 6"<Bit<9" |
| C) | Friction-Ball-Friction (F.B.F) | Bit<6" |
| D) | Friction-Friction-Friction (F.F.F) | Bit <6" |



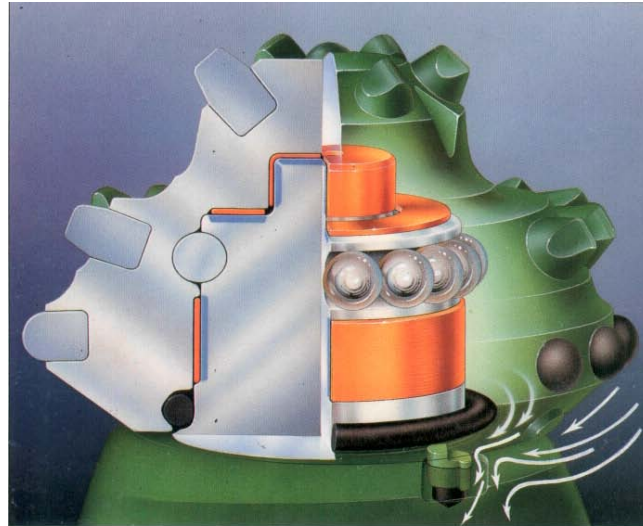
(A) در Cone هایی که بیرینگها بصورت R.B.R قرار داده شده باشند، در قسمت اصلی بیرینگ رولرها قرار دارند. در قسمت وسط بیرینگ، بال قرار دارد و در قسمت (Pilot Pin) Nose رولر قرار دارد. این نوع طراحی بیرینگها معمولاً جهت مته های با سایز بزرگتر از 9" یا 12-1/4" مورد استفاده قرار می گیرد و قابل استفاده جهت بیرینگهای با سیستم باز (Non Sealed) و همچنین بیرینگهای درزبندی شده (Sealed Bearing) می باشد.



(B) در Cone هایی که بیرینگها بصورت Roller-Ball-Friction (R-B-F) باشد، رولرها در قسمت اصلی بیرینگ (قسمت بیرونی Cone)، بال ها در قسمت وسط بیرینگ و Friction در قسمت جلوی Cone (Nose) قرار می گیرد، این حالت در مته های با سیستم Sealed Bearing و None Sealed Bearing قابل استفاده می باشد. اکثر بیرینگهای با سیستم باز از این نوع تشکیل شده اند.

(C) در Cone هایی که بیرینگها بصورت Friction-Ball-Friction (F.B.F) می باشند، در Friction در قسمت های Nose و بیرون بیرینگ قرار دارد و Ball در قسمت وسط Cone قرار می گیرد. این نوع بیرینگ را Journal Bearing می نامند و معمولاً در مته های سایز کوچک قابل استفاده می باشد و چنین مته هایی بصورت درزبندی شده می باشد.

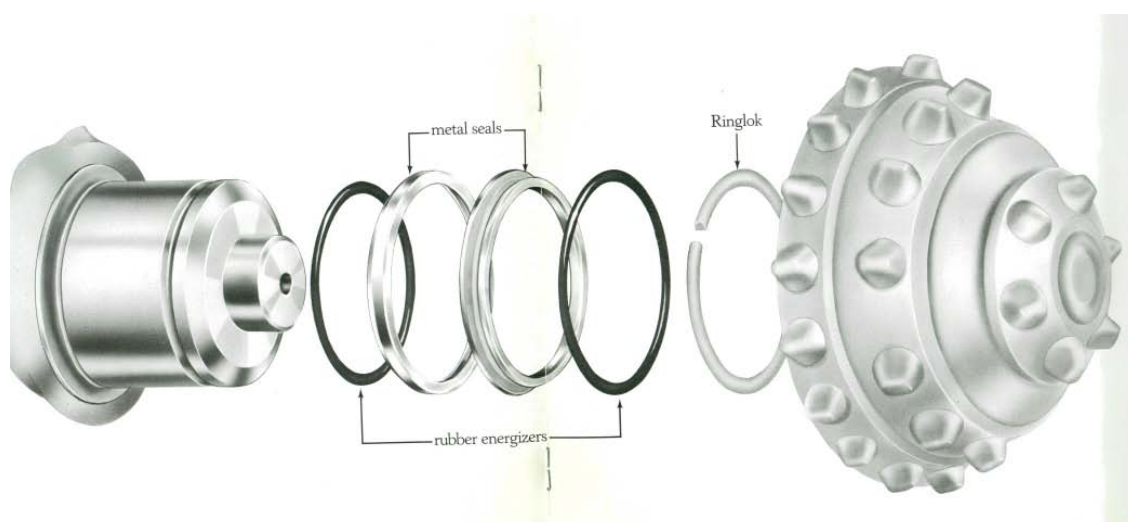
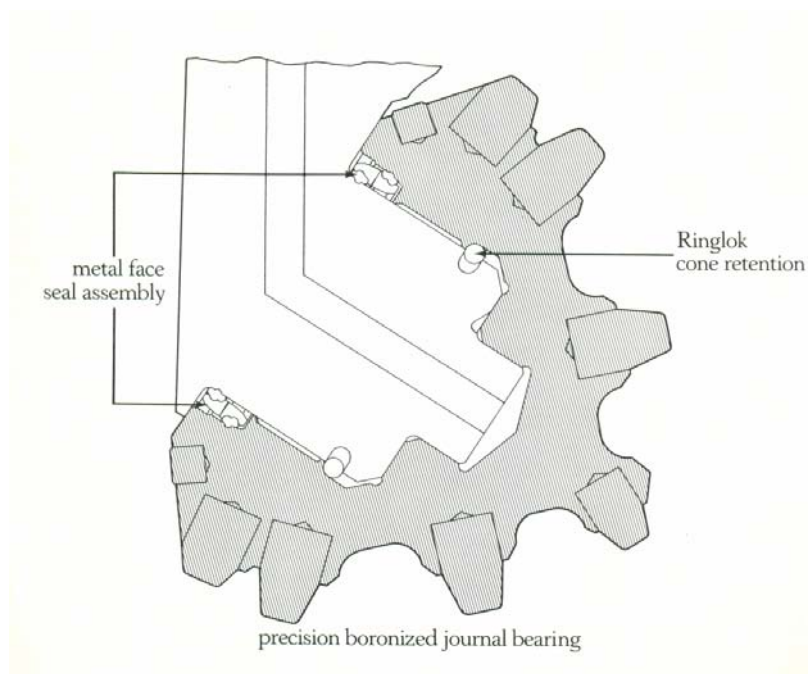
- قابل ذکر است که کلیه سیستم های بیرینگ که در آن ها بال مورد استفاده قرار می گیرد Ball Lock گفته می شوند. این بال ها جهت نگهداری Cone بر روی Pilot Pine مورد استفاده قرار می گیرند.



(D) اخیراً یک سری بیرینگ جهت مته های سایز کوچک بصورت (F.F.F) تولید می گردد که در این نوع مته ها، اتصال Cone به Pilot Pine از طریق Tread Ring انجام می گیرد. این نوع مته ها در گروه مته های Journal قرار دارند.



در بعضی از مته ها، اتصال Cone بر روی journal (pilot pine) توسط یک رینگ نگهدارنده صورت می گیرد. به این نوع بیرینگ ها، Ring Lock گفته می شود.



:Nozzle Ports

محل قرار گرفتن نازل در مته را Nozzle Port می گویند. چگونگی نصب نازل مته های شرکت های مختلف با یکدیگر متفاوت می باشد.

اتصال نازل بر روی مته ممکن است به یکی از سه روش زیر می باشد:

- (A) رزوه (نازل پیچی، شرکت اسمیت): این نوع نازل، در محل نصب نازل، پیچ می شود.
 - (B) میخ (Nail، شرکت سکوریته): این نوع نازل توسط میخ آلومینیومی در مقرر نازل نصب می گردد.
 - (C) رینگ نگهدارنده (Snap Ring، شرکت هیوز-ورال-چینی): این نوع نازل توسط رینگ نگهدارنده در محل نصب نازل نگهداشته می شود.
- نازل ممکن است دارای ارتفاع معمولی (Normal) و یا بصورت کشیده (Extend) باشد. هنگام حفاری در سازندهای چسبناک (Stick)، بکارگیری نازل نوع کشیده (Extended Nozzle) مناسب تر از نازل معمولی است.

:Bit Tooth

برآمدگی سطح بیرون Cone (کاج) را دندانهای مته می گوئیم.

در مته های دندان فولادی، این دندانها بصورت Uniform از جنس Cone می باشند ولی در مته های دارای دندانهای Tungsten Carbide این دندانها از جنس تنگستن کارباید بوده که در سطح Cone، توسط Press در محل هایی که قبلاً بر روی Cone بوجود آمده اند (Insert Pocket) تعبیه شده اند.

ارتفاع و شکل دندانهای مته با توجه به نوع سازند قابل حفاری، متغیر خواهد بود. مته های با دندان بلند برای حفاری سازند نرم مورد استفاده قرار می گیرند و با توجه به افزایش مقاومت استحکامی سازند، دندانهای مته کوتاه تر و تعداد آنها بر سطح کاج مته بیشتر می شود.

سیستم روانکاری یا تاقان ها Bearing Lubrication System:

همانگونه که قبلاً گفته شد بیرینگ مته های کاجی یا بصورت Open (Standard) و یا بصورت درزبندی (Sealed) می باشد.

- در مته های Standard Bearing، خنک شدن بیرینگ ها توسط گل حفاری انجام می گیرد و با توجه به اینکه این نوع بیرینگ ها در تماس مستقیم با سیال حفاری می باشند لذا دوام پذیری پایینی دارند.

از نظر تجربی این نوع بیرینگ ها بطور متوسط حدود ۶۰-۷۰ ساعت کارایی دارند و پس از آن غیرقابل استفاده می شوند. این نوع بیرینگ ها معمولاً در مته های سایز بزرگ مثل 26" و 17-1/2" که در Top Hole مورد استفاده قرار می گیرند تعبیه شده اند (در Top Hole وزن گل مورد استفاده کم است).

- در مته های Sealed Bearing، خنک شدن و روانکاری بیرینگ ها توسط موادی مانند گریس رقیق یا روغن مخصوص انجام می گیرد. در اینگونه مته ها، گل حفاری غیرقابل نفوذ به داخل بیرینگ ها می باشد و در صورتی که سیستم Sealing مربوط به بیرینگ ها خراب شود در آن صورت، گل حفاری به داخل بیرینگ ها نفوذ می کند و بیرینگ های مته از حالت Sealing خارج شده و بیرینگ ها به حالت Open System (Standard) تبدیل می شوند. در اینگونه مته ها به علت عدم ارتباط بیرینگ ها با مواد و ذرات جامد موجود در گل حفاری، بیرینگ ها دارای طول عمر زیادتری نسبت به بیرینگ های نوع Standard می باشند و در صورتی که پارامترهای صحیح روی مته اعمال شود، می توان تا حدود 200 ساعت با این مته ها حفاری نمود، البته میزان ساعت کارکرد مته با قطر مته و پارامترهای مکانیکی (W.O.B و RPM) اعمال شده روی مته، ارتباط مستقیم دارد.



قسمت های مهم و اساسی سیستم روانکاری بیرینگ ها عبارتند از:

Compensator cap	(۱) مجرا بند متعادل کننده
Rubber Compensator	(۲) لاستیک متعادل کننده
Grease reservoir (compensator can)	(۳) مخزن گریس
Connection Hole	(۴) لوله رابط
O- ring cap seal	(۵) درزگیر
Snap ring	(۶) رینگ نگهدارنده
Vent hole	(۷) سوراخ تخلیه

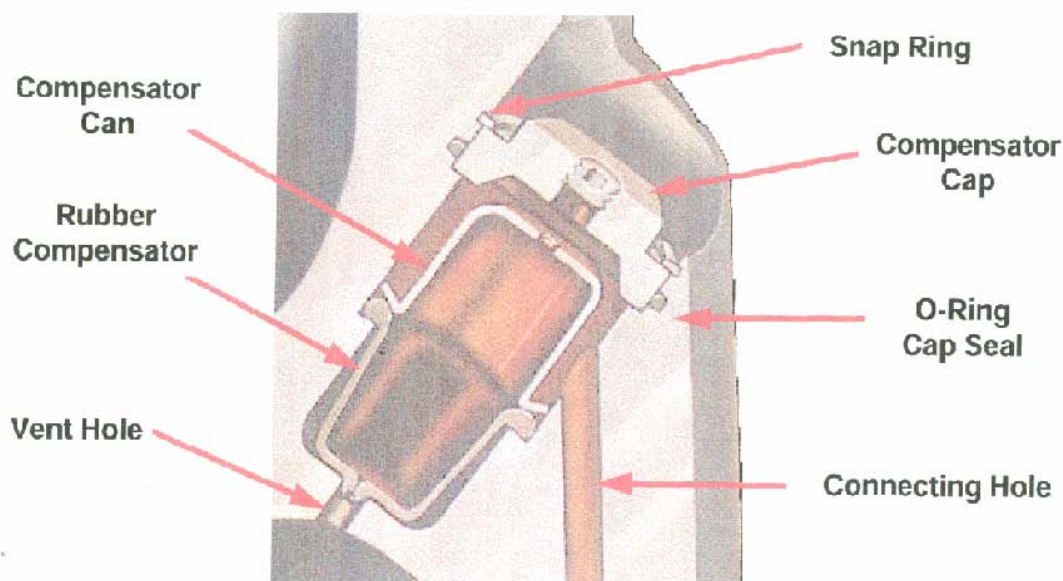
در سیستم های Sealed، گریس موجود در داخل بیرینگ همواره تحت فشار هیدرواستاتیک گل می باشد، گریس موجود ممکن است که در اثر حرکت بیرینگ ها و یا دمای گل درون چاه، افزایش

حجم پیدا کند، این افزایش حجم باعث پاره شدن و خرابی سیستم Sealing (O-Ring) بیرینگ ها می گردد لذا جهت جلوگیری از خراب شدن Sealing، از یک متعادل کننده لاستیکی (Compensator) که دارای خاصیت ارتجاعی (الاستیکی) بوده و در مقابل دما و فشار مقاوم است استفاده می گردد.

این Compensator همچون یک شیر یکطرفه (Check Valve) عمل می کند و در صورتیکه گریس داخل بیرینگ ها افزایش حجم زیادی پیدا کند، گریس اضافی از طریق این سوراخ موجود در قسمت پایین Rubber Compensator خارج می گردد و همین عامل باعث جلوگیری از پاره شدن O-Ring و محافظت سیستم Sealing بیرینگ ها خواهد شد.

Lubrication System

- The Compensator

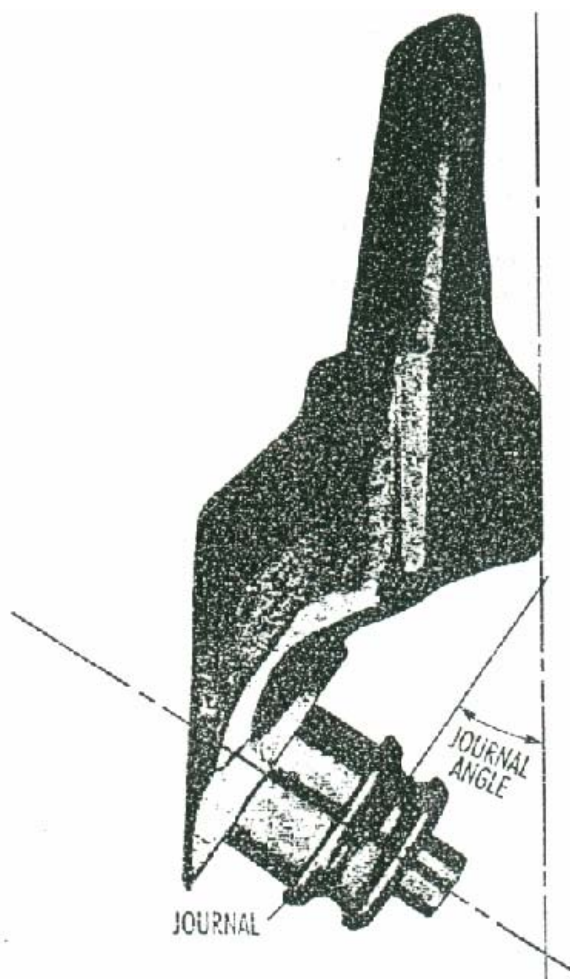


دو تعریف مهم و اساسی که در طراحی مته های کاجی Roller Cone از اهمیت بالایی برخوردار است به شرح زیر می باشد:

Journal Angel (زاویه محور):

محور مته (journal) قسمتی از ساختمان مته است که اجزاء بیرینگ و cone مته بر روی آن نصب گردیده و جزیی از leg مته می باشد. در طراحی مته های کاجی قطر محور مته باید بگونه ای باشد تا بتواند در برابر وزن اعمالی (weight on bit) مقاومت نموده و شکسته نشود. زاویه محور عبارتست از زاویه ای که از تقاطع خط عمود بر محور مته (journal) و خط قائم مرکز مته بدست می آید. زاویه محور بیانگر زاویه حرکت کاج های مته بطرف داخل یا بیرون مته است. مته های قابل استفاده برای سازند نرم دارای زاویه محور کمتری نسبت به مته های قابل استفاده در سازندهای متوسط و یا سخت می باشند.

معمولاً مته های قابل استفاده در سازند نرم دارای زاویه محور $\alpha = 33^\circ$ و مته های قابل استفاده در سازند سخت دارای زاویه محور $\alpha = 39^\circ$ می باشند. مابقی مته های کاجی قابل استفاده در سازند های مختلف دارای زاویه محور بین 33° تا 9° می باشند.



Offset Distance (برون مرکزی کاج):

در صورتیکه حرکت در جهت چرخش مته (Rotation) باشد آنرا Positive می گویند و در صورتیکه این حرکت در جهت خلاف حرکت مته باشد آنرا Negative می گویند.

در حالت Negative Offset، دندانهای مته بر روی سازند می لغزند و سرعت حفاری کاهش خواهد یافت، همچنین Cone های مته زودتر از حد معمول خراب خواهند شد.

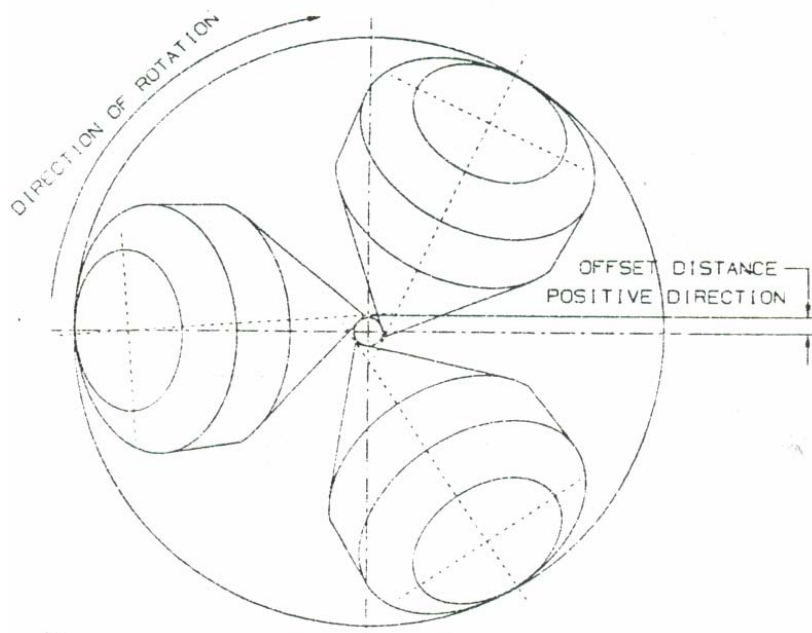
مته های کاجی دارای برون مرکزی (Cone Offset) مثبت می باشند یعنی انحراف کاج های مته از یکدیگر در جهت حرکت چرخش مته (Rotation) می باشد و بر این اساس گفته می شود مته های حفاری دارای Positive Offset می باشند.

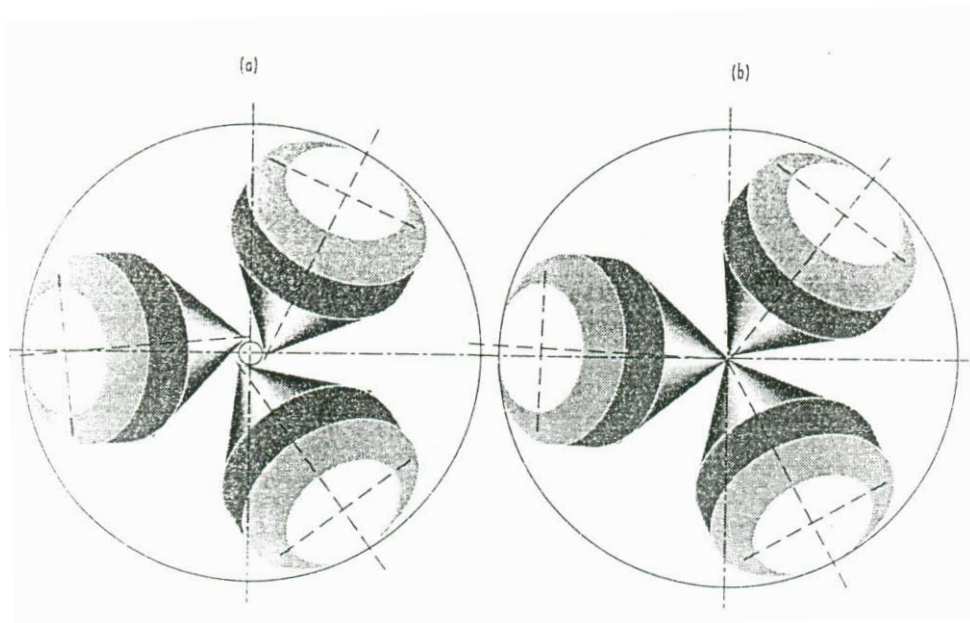
برون مرکزی کاج عبارتست از فاصله بین خط مرکزی مته و یک صفحه افقی که از میان خط مرکزی محور (journal) می گذرد.

مته های قابل استفاده در سازند نرم، دارای Cone Offset Distance بیشتری نسبت به مته های قابل استفاده در سخت سازند می باشند.

هر چه میزان Cone Offset مته بیشتر باشد، ارتفاع دندانهای مته بلندتر و درگیری آنها با سازند افزایش می یابد و برعکس با کاهش Cone Offset، ارتفاع دندانهای مته کوتاهتر و درگیری (خراشندگی) آنها با سازند کمتر خواهد شد و عمر دندانها افزایش می یابد.

بنابراین با افزایش cone offset سرعت حفاری افزایش یافته و در عوض سرعت فرسودگی دندانها نیز بیشتر می شود.

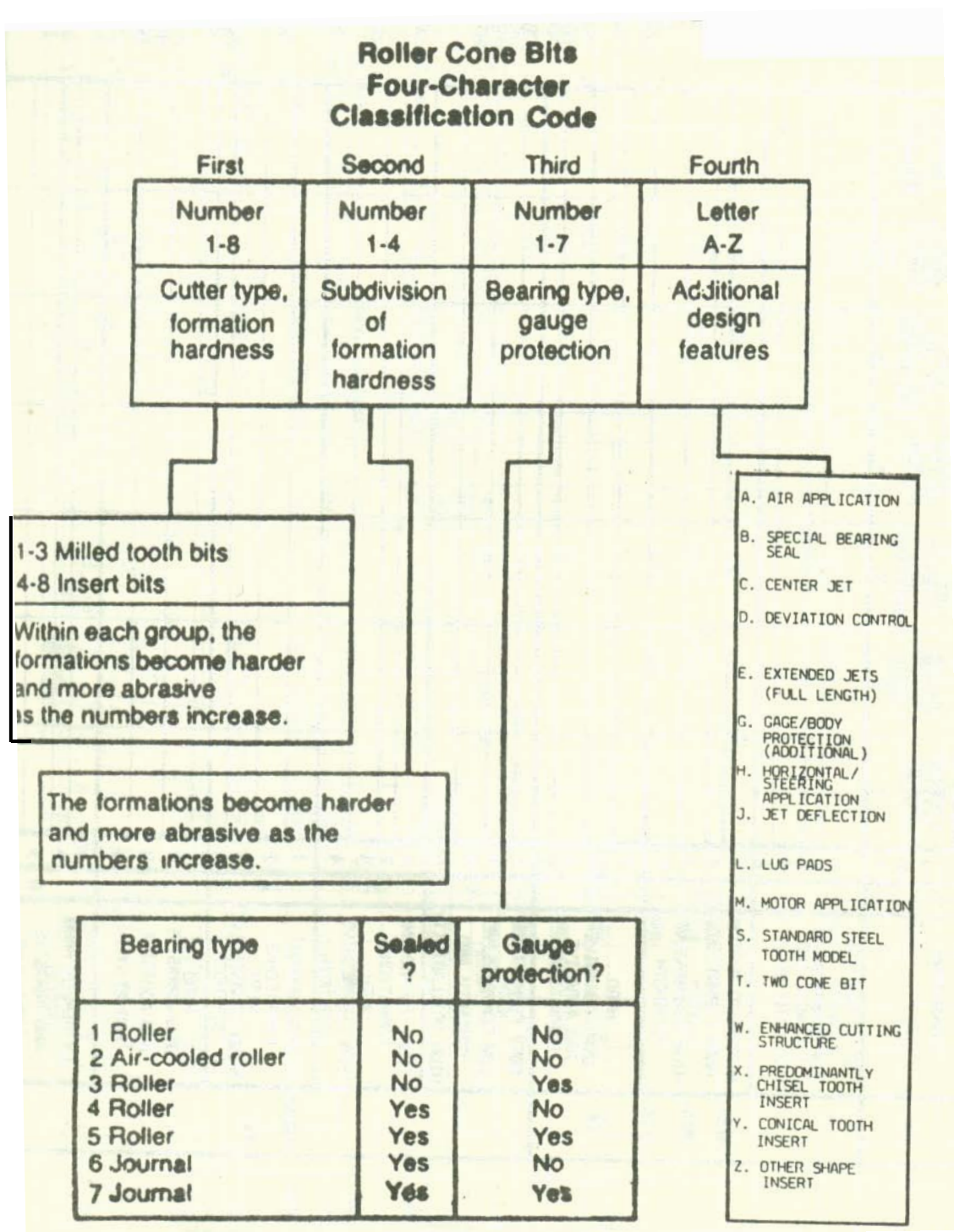




کدگذاری و طبقه‌بندی مته‌های کاجی:

The I.A.D.C Roller Bit Classification System
(I.A.D.C = International Association of Drilling Contractors)

انجمن پیمانکاران بین‌المللی حفاری جهت طبقه‌بندی مته‌های کاجی، روشی که شامل سه عدد و یک حرف است را ارائه نموده‌اند و بر این اساس جدول طبقه‌بندی مته‌های کاجی بوجود آمد
(I.A.D.C Chart)



با استفاده از این جدول می توان مته قابل استفاده در هر سازند را براساس نیاز انتخاب نموده و مورد استفاده قرار داد. حال به شرح روش فوق الذکر می پردازیم:

عدد اول:

اولین عدد جهت شناخت نوع دندانه های مته مورد استفاده قرار می گیرد و از 1 تا 8 قابل تغییر است. شماره 1 تا 3 جهت مته های دندانه فولادی (Mill Tooth) و شماره های 4 تا 8 جهت شناسایی مته های دکمه ایی (Insert Bits) بکار می رود. همچنین در مته های دندانه فولادی و دکمه ای با افزایش شماره، مته جهت سازند سخت تر و ساینده تر مورد استفاده قرار می گیرد. (با افزایش عدد، ارتفاع دندانه کوتاه تر و تعداد دندانه هایی که بر سطح Cone قرار می گیرند افزایش می یابد).

عدد دوم:

عدد دوم مربوط به مشخصه سازند است و از سازند نرم به سخت قابل تغییر است و از 1 تا 4 متغیر می باشد. عدد 1 در این گروه جهت سازند نرم و عدد 4 جهت سازند سخت است و اعداد 2, 3 مابین سازند نرم و سخت می باشند.

عدد سوم:

عدد سوم مشخص کننده وضعیت بیرینگها و پیرامون مته (Gage Area) را بیان می کند و از 1 تا 7 می باشد همچنین اعداد شماره های 8 و 9 در این گروه جهت اضافه نمودن مشخصه جدید مته ها در آینده در نظر گرفته شده است.

- 1) Standard Roller Bearing (R.B.R یا R.B.F)
- 2) Roller Bearing Aircold
- 3) Roller Bearing Gage Protection (R.B.R یا R.B.F)
- 4) Sealed Roller Bearing (R.B.R یا R.B.F)
- 5) Sealed Roller Bearing Gage Protected
- 6) Sealed Friction Bearing (Journal Bearing)
- 7) Sealed Friction Bearing-Gage Protected (Journal bearing)
- 8&9) for Feature

(A) بیرینگهای گروه 1 و 2 و 3، بصورت استاندارد بوده و خنک شدن بیرینگها توسط گل حفاری صورت می گیرد. Cutting حفاری شده به همراه گل حفاری، باعث فرسایش سریع بیرینگها گشته و عمر بیرینگها را پایین می آورند.

* بیرینگهای گروه 2 مخصوص مته های قابل استفاده جهت حفاری با هوا یا Foam طراحی شده و کاربرد دارند.

- (B) بیرینگ‌ها گروه 4 و 5 و 6 و 7 بصورت Sealed Bearing بوده که در این سیستم، خنک شدن بیرینگ‌ها توسط گریس داخل Cone انجام می‌شود و هیچ‌گونه ارتباطی بین بیرینگ‌ها و گل حفاری وجود ندارد و به همین سبب عمر بیرینگ‌ها افزایش داده می‌شود.
- (C) بیرینگ‌های گروه 3 و 5 و 7 دارای مشخصه Gage Protection و Shirttail Hard Facing می‌باشند.

عدد چهارم:

- این حروف بیانگر مشخصه خاص هر مته است که بصورت یک حرف بیان می‌شود.
- (A) Airapplication- این نوع مته مخصوص حفاری با هوا یا Foam می‌باشد.
- (B) Special Bearing Seal- این نوع مته دارای Bearing مخصوص بوده، مثلاً جهت RPM بالا طراحی شده است و یا ...

- (C) Center Jet- متهایی با این مشخصه در قسمت مرکز مته دارای سوراخ (نازل) می باشد. مته های بزرگ که جهت سازندهای نرم، چسبناک و یا جهت حفاری با هوا (Foam) مورد استفاده قرار می گیرند جهت داشتن هیدرولیک بهتر و تمیز شدن مته از کنده های حفاری بصورت C.J مورد استفاده قرار می گیرند. معمولاً مته هایی که بصورت Extended Nozzle تولید می شوند دارای نازل بصورت C.J می باشند.
- (D) Deviation Control- این مته جهت کاهش انحراف چاه مورد استفاده قرار می گیرد. دندانه های این مته بگونه ای ساخته شده اند تا میزان انحراف چاه را به حداقل برسانند.
- (E) Extended Jets- اساساً مته های دارای جت نازل کشیده شده (E.JT) در سازندهای نرم و چسبناک مورد استفاده قرار می گیرند و این عمل باعث اعمال انرژی بیشتر از طریق سیال خروجی از نازل به سازند زیر مته خواهد گردید و همچنین خارج نمودن کنده های زیر مته بهتر انجام می گیرد.
- (G) Gage/Body Protection- مته هایی که دارای حرف G می باشند، مقاومت قسمت Gage و Shirttail آنها افزایش داده شده است. Gage مته توسط دکمه های تنگستن کار باید و Shirttail مته توسط پودر تنگستن کار باید و یا دکمه های تنگستن کار باید مقاوم گردیده که جهت مصارف ویژه از قبیل حفاری چاه های Directional بکار می روند.
- (H) Horizontal/steering- مته های با مشخصه مذکور جهت چاه های افقی و یا تحت کنترل بکار می روند.
- (J) Jet Deflection
- (L) Lug Pads- این مته ها دارای Pad فولادی که در آن دکمه های تنگستن کار باید بکار رفته است می باشند و جهت حفاری سازندهای ساینده (Abrasive) و یا چاه های Directional مناسب می باشند.
- (M) Motor Application- این مته بصورت ویژه جهت حفاری با موتور درون چاهی می باشند.
- (S) Standard Steel Tooth Model
- (T) Two- Cone Bits- استفاده از این مته ها در حال حاضر منسوخ شده است ولی در قدیم این نوع مته جهت حفاری چاه های Directional مورد استفاده قرار گرفته می شد.
- (W) (Enhanced Cutting Structure) -

- (X)** Predominantly Chisel Tooth Insert - دندانه های مته (دکمه ای) بصورت قلمی شکل می باشند. این نوع دندانه ها در گروه مته های دکمه ای جهت سازند نرم کاربرد دارند.
- (Y)** Conical Tooth Insert - دکمه های مته (دندانه ها) بصورت کله قندی بوده و این نوع مته جهت سازند سخت بکار می رود.
- (Z)** -Other Shape Insert
- *** در جدول طبقه بندی مته ها، نوع مته نوشته شده هر شرکت با نام تجاری آن ارائه شده است.

مثال -۱:

- مشخصات مته ای با $IADC=134E$ به قرار زیر می باشد:
- با توجه به اینکه حروف (E) در سمت راست اعداد قرار دارد مته از نوع Rock Bit است.
- (1)** مته دندانه فولادی است (Mill Tooth)
- (3)** مته جهت طبقات نرم مورد استفاده قرار می گیرد.
- (4)** مته دارای بیرینگ های روانکاری است (Sealed Bearing).
- (E)** این مته دارای جت کشیده است (Extended Jet).

مثال -۲:

- مشخصات مته ای با $IADC=517X$ به قرار زیر است:
- (5)** مته از نوع دکمه ای (Button Bits) می باشد.
- (1)** مته جهت طبقات نرم طراحی شده است.
- (7)** مته دارای بیرینگ های روانکاری اصطحاک کی (Journal Bearing) می باشند.
- (X)** دندانه های بصورت قلمی شکل است.

Mill Tooth Bits**مته های دندان فولادی**

متداولترین نوع مته های فولادی، مته های سه کاجه (Tri-Cone) می باشند که در Top Hole جهت حفاری سازندهای نرم و چسبنده (Sticky) و متوسط در حفره های 26" و 17.5" در مناطق نفتخیز مورد استفاده قرار می گیرند.

در حفره 17.5" این مته ها جهت حفاری سازندهای MN و GS.7 مورد استفاده قرار می گیرند ولی بطور استثناء در بعضی از میادین از قبیل کوپال- مارون- سیامکان- گلخاری و بعضی میادین خاص، این مته ها جای خود را به مته های PDC داده اند و در این میادین استفاده از مته های PDC نسبت به مته های Rock Bit مقرون به صرفه تر است.

در مته های Mill Tooth، دندانها جزئی از کاج مته می باشند که سطح دندانها توسط لایه Tungsten Carbide روکش شده اند تا از فرسایش سریع دندانها جلوگیری بعمل آید. مته های Mill Tooth از لحاظ کاربرد در سازند نرم، متوسط و سخت دارای مشخصات زیر می باشند.

مته دندان فولادی نرم سازند:

- دندانها بلند، نسبتاً باریک و بفاصله زیاد از همدیگر قرار دارند.
 - کاجها دارای برون مرکزی (Offset Distance) زیاد می باشند.
 - کاجها و بیرینگها کوچک هستند (به دلیل بلندی دندانها)
 - دارای (Interruption) برش جانبی زیاد جهت عبور سیالات در لابلای دندانها و جلوگیری از تداخل دندانها می باشند.
 - زاویه ژورنال در این مته ها، حداقل می باشد (Journal Angle).
 - عمل کندن سازند، کندن/ خراشیدن است (Gouging/Scraping).
- با توجه به طول بلند دندان مته های فوق (نرم سازند)، مقدار وزن قابل اعمالی روی این مته ها نسبتاً کم است و در صورتیکه وزن اعمالی بیش از حد مجاز باشد، دندانهای مته شکسته خواهند شد.

مته دندان فولادی سخت سازند:

- دندانها کوتاه و نزدیک به همدیگر قرار دارند.
- دارای کاجهای قوی و بیرینگهای قوی هستند.
- کاجها دارای برون مرکزی کم یا فاقد بروی مرکزی هستند (Offset Distance).
- کاجها دارای زاویه ژورنال زیاد می باشند (Journal Angel).

- عمل کندن بصورت متلاشی کردن/ خرد کردن است (Chipping-Crushing) با توجه به طول دندانه ها و مقاومت بیرینگ ها در مته های سخت سازند مقدار وزن اعمالی روی این مته ها زیاد می باشد.
- مشخصات مته های دندانه فولادی مخصوص سازند متوسط، بین مته های نرم سازند و سخت سازند می باشند.

Tungsten Carbide Insert**مته های دکمه ای (T.C.I)**

مته های دکمه ای، مجموعه وسیعی از مته های کاجی را تشکیل می دهند و همانگونه که در جدول I.A.D.C مشاهده می شود گروه های (سطرهای) 4 و 5 و 6 و 7 و 8 جدول مربوط به مته های دکمه ای می باشند. در این مته ها، دکمه های تنگستن کارباید درون کاج توسط دستگاه پرس تحت فشار بالا قرار داده می شوند. با توجه به سختی تنگستن کارباید، طول عمر این مته ها بالاتر از مته های Mill Tooth می باشد و برای سازندهای سخت (چرت- کوارتز- ماسه سنگ- لایمستون) مناسب بوده و مورد استفاده قرار می گیرند.

* در هنگام استفاده از این مته ها، جهت افزایش طول عمر دندانه ها، میزان وزن روی مته (W.O.B) را زیاد و دور میز دوار (R.P.M) را حداقل در نظر می گیرند تا از شکستگی دندانه ها جلوگیری بعمل آید.

یکی از خواص مهم در مته های کاجی M.T و T.C.I، عامل Interfit یا Intermesh می باشد. این عامل باعث تمیز شدن کاج ها و دندانه ها می شود. دندانه های هر کاج طوری طراحی شده اند که ضمن چرخش، کاج مقابل را تمیز می کنند در واقع دندانه ها یا دکمه ها در لابلای همدیگر حرکت می کند بدون آنکه با همدیگر تداخل پیدا کنند.

عمل کردن مته ها T.C.I همانند مته های سخت سازند، ضربه زدن و متلاشی کردن سنگ است.

Bit Selection

انتخاب مته

انتخاب مته مناسب جهت حفاری حفره از عوامل بسیار مهمی است که می تواند هزینه حفر یک چاه را تا حد قابل توجهی کاهش دهد و در حالی که هزینه مربوط به مته، 3-8% کل هزینه حفر یک چاه را شامل می شود ولی همین درصد پایین مته می تواند زمان تکمیل یک چاه را به کمتر از نصف زمان قابل انتظار کاهش دهد.

در انتخاب یک مته، عوامل مهم زیر مؤثر می باشند:

- مشخصات سازندی (Formation Information)
- مشخصات مته (Bit Information)
- مشخصات دکل حفاری (Rig Information)
- هزینه حفاری حفره (هر متر از چاه) (Drilling Cost Per Meter)

مشخصات سازندی

خواص سازند اگرچه غیر قابل تغییر است ولی نقش اساسی در سرعت حفاری حفره بازی می کند با شناخت صحیح خواص سازند قبل از حفاری، می توان یک برنامه بسیار مناسب و صحیح جهت حفر چاه طراحی نمود. خواص سازندی که در انتخاب مته مؤثر می باشند عبارتند از:

- (A) مقاومت تراکمی (Compressive Strength)
- (B) خاصیت الاستیسیته سنگ (Elasticity)
- (C) ساینده گی سنگ (Abrasion)
- (D) (Overburden Pressure)
- (E) تخلخل و تراوایی سنگ (Porosity And Permeability)
- (F) فشار تخلخل (Pore Pressure)
- (G) چسبندگی سازند (Stickiness)

خواص مورد نظر فوق را می توان از طریق اطلاعات چاههای مجاور که به روش های زیر بدست آمده اند تعیین نمود.

- سن و نام سازند-MUD Logs
- نمودار چاه از قبیل، (Sonic Neutron log, Gamma ray, Resistivity)
- Drilling Record
- Stratigraphic Cross Section-Core Analyses

با تعیین خواص سازندی می توان سازندها را به صورت زیر طبقه بندی نموده و با استفاده از جدول I.A.D.C مته ها، مته مناسب را جهت حفاری سازند انتخاب نمود.

Soft Formation	- سازند نرم
Medium Soft Formation	- سازند نرم متوسط
Medium Hard Formation	- سازند سخت متوسط
Hard Formation	- سازند سخت

بر اساس قوانین عمومی، مته های دندانه بلند جهت حفاری سازندهای نرم و مته های دندانه کوتاه جهت سازندهای سخت مورد استفاده قرار می گیرند. در سازندهای بسیار سخت مانند چرت که میزان سرعت حفاری مته های دندانه ایی کم است و از نظر اقتصادی مقرون به صرفه نمی باشد نباید

از مته های PDC استفاده نمود زیرا کاترهای PDC به سرعت شکسته می شوند و مته از بین می رود و باید این لایه ها را توسط مته های دکمه ایی دندانه کوتاه (سخت سازند) حفاری نمود.

Bit Information

مشخصات مته:

مته های Fixecutter و Roller Cone جهت حفاری محدوده وسیعی از سازندها طراحی و استفاده می گردند و بر این اساس جدول مربوط به I.A.D.C راهنمای خوبی جهت انتخاب مته مناسب می باشد. اساساً در سازندهای سطحی (Top Hole) که سازند نرم و نامستحکم می باشد از مته های Rock Bits که دارای دندانه های بلند می باشند استفاده می گردد هر جا که استفاده از مته های Rock Bit مقرون به صرفه نباشد، از مته های PDC استفاده می گردد. همچنین استفاده از گزارش مته های استفاده شده در چاههای مشابه (Offset Well) راهنمای بسیار خوبی جهت انتخاب مته مناسب جهت چاههای بعدی می باشند.

Rig Capacity:

توانایی دکل حفاری:

توانایی های دکل از عوامل مهمی می باشند که در انتخاب مته، بخصوص مته های PDC حائز اهمیت می باشند و بایستی که دکل را بگونه ای مجهز نمود که بتواند دبی مورد نیاز مته، وزن مناسب روی مته، سرعت میز دوار مناسب با مته را تأمین نماید و با تأمین پارامترهای بهینه مکانیکی و هیدرولیکی و انتخاب مته مناسب، می توان سرعت حفاری را تا حد زیادی افزایش داد.

اقتصاد مته های حفاری (Bit Economic)

Drilling Cost Per Meter (\$/M)

هزینه حفاری حفاره:

در انتخاب مته، مسائل اقتصادی از اهمیت زیادی برخوردار می باشند که این مورد از طریق محاسبه هزینه حفاری هر متر از چاه (C) و با استفاده از فرمول Cost Per Meter انجام می پذیرد. با استفاده از فرمول زیر می توان هزینه حفاری هر متر از حفاره را محاسبه نمود.

$$C = \frac{R * (T + t) + B}{F}$$

C = Drilling Cost Per Meter (\$/M)

R = Rig Operating Cost Per Hour (\$/H)

T = Drilling Time (Hour)

t = Trip Time (Hour)

B = Bit Cost (\$)

F = Meterage Drilling (M)

مثال:

حفاره "17-1/2" یک چاه از عمق 188 تا 1326 متری توسط مته نوع W111 حفاری گردیده است. مته فوق الذکر 1138 متر از حفاره فوق الذکر را در مدت 58 ساعت حفاری نمود. در صورتیکه قیمت این مته 4000 دلار باشد، با توجه به مقادیر زیر، هزینه حفاری هر متر از حفاره "17-1/2" را حساب کنید.

$$[\text{Trip Time} = 300 \text{ (mtr/hr)}]$$

حل:

$$C = \frac{R * (T + t) + B}{F}$$

$$B = 4000 \text{ ($)}$$

$$F = 1138 \text{ (MT)}$$

$$T = 58 \text{ (HR)}$$

$$R = 20000 \text{ \$/DAY} \implies \frac{20000}{24} = 833 \text{ (\$/HR)}$$

$$t = (188 + 1326) \div 300 = 5 \text{ (HR)}$$

$$C = \frac{833 * (58 + 5) + 4000}{1138} \sim 50 \text{ (\$/MT)}$$

همچنین با توجه به اینکه د رهنگام بکارگیری یک مته در چاه ابتدا هزینه حفاری چاه (C) حداقل مقدار بوده و به تدریج که با فرسوده شدن مته و کاهش سرعت حفاری، هزینه حفر چاه (C) شروع به افزایش می نماید لذا با محاسبه دائم مقدار هزینه حفاری در طول عملکرد یک مته می توان تشخیص داد که چه موقع تعویض مته درون چاه از نظر اقتصادی مقرون به صرفه می باشد. یک مهندس ناظر حفاری قادر خواهد بود که با بکارگیری فرمول های ارائه شده در این قسمت و استفاده از اطلاعات بدست آمده از مته های استفاده شده در چاههای مجاور (Off Set Wells) مقدار سرعت حفاری (R.O.P) و متراژ حفاری (F) قابل قبول یک مته ارسال شده در چاه را با استفاده از فرمول نقطه سربه سری (Break - Even Point) محاسبه نمود.

ب) محاسبه سرعت حفاری با استفاده از رابطه break-even point

$$R_{op} = \frac{R}{[C_1 - (R * t + B_2) / F_2]}$$

ROP= break-even penetration rate (Mt/HR)

R= rig operating cost (\$/hr)

C₁= offset cost per meter (\$)

t= trip time for new

B₂= new bit cost (\$)

F₂= assumed new bit meterage (MT)

با استفاده از فرمول فوق می توان مقدار سرعت حفاری بهینه یک مته را با توجه به سرعت حفاری مته های استفاده شده در چاه مشابه بدست آورد و جهت استفاده از فرمول فوق لازم است که هزینه حفاری هر متر از حفره چاه مشابه را در اختیار داشته باشیم. نحوه استفاده فرمول فوق در مثال زیر مشخص می شود.

مثال:

می خواهیم حفره ۱۲-۱/۴ یک چاه را از عمق ۲۰۰۰ تا ۲۸۰۰ متری توسط یکعدد مته PDC حفاری کنیم. در صورتیکه هزینه حفاری هر متر از حفره ۱۲-۱/۴ چاه مشابه، ۲۵۰ دلار باشد و با توجه به مفروضات زیر، مقدار سرعت حفاری (ROP) سربه سری توسط مته PDC را محاسبه نمایید.

Bit cost= 50000 (\$)

Trip time= 300 (MT/hr)

Rig operating cost= 20000 (\$/DAY)

$$R_{op} = \frac{R}{[C_1 - (Rt + B_2) / F_2]}$$

$$R = 20000 \text{ } (\$/\text{Day}) \rightarrow \frac{20000}{24} = 883 \text{ } (\$/\text{hr})$$

$$C_1 = 250 \text{ } (\$/\text{MT})$$

$$T = (2000 + 2800) \div 300 = 16$$

$$B_2 = 50000 \text{ } (\$)$$

$$F_2 = 2800 - 2000 = 800 \text{ } (\text{MT})$$

$$ROP = \frac{883}{[250 - 883 * 16 + 500000] / 800} = 5.2 \text{ } (\text{MT}/\text{hr})$$

در صورتیکه مته فوق الذکر دارای راندمان 5.2 متر در ساعت باشد، هزینه حفاری توسط مته جدید نسبت به چاه مجاور برابر می باشد و در صورتیکه راندمان این مته کمتر از 5.2 متر در ساعت باشد، استفاده از آن مته جدید مقرون به صرفه نمی باشد.

(ج) محاسبه متراژ قابل حفاری با استفاده از رابطه break-even meterage

$$F = \frac{Rt + B_2}{C_1 - R / ROP_2}$$

$$F = \text{break-even meterage (MT)}$$

$$R = \text{rig operation cost } (\$/\text{hr})$$

$$T = \text{trip time (hr)}$$

$$B_2 = \text{new bit cost } (\$)$$

$$C_1 = \text{offset cost per meter } (\$/\text{MT})$$

$$Rop_2 = \text{Assumed Rop (MT/HR)}$$

با استفاده از فرمول فوق می توان متراژ قابل حفاری بهینه را با توجه به سرعت حفاری که برای مته مورد استفاده در نظر گرفته ایم نسبت به مته های استفاده شده در چاه مشابه بدست آورد. جهت استفاده از فرمول فوق باید هزینه حفاری هر متر از چاه مشابه را در اختیار داشته باشیم.

مثال:

در صورتیکه مته PDC استفاده شده مثال قبل دارای متوسط سرعت حفاری ۶ متر در ساعت باشد، با توجه به فرضیات مثال قبل، حداقل متراژ قابل قبول (متراژ سربه سر) حفاری توسط مته PDC نسبت به چاه مشابه را محاسبه نمایید.

$$R = 883 \text{ (\$/hr)}$$

$$T = 16 \text{ (hr)}$$

$$B_2 = 50000 \text{ (\$)}$$

$$C_1 = 250 \text{ (\$/MT)}$$

$$R_{op2} = 6 \text{ (MT/hr)}$$

$$F = \frac{(883 * 16) + 50000}{250 - (883/6)} = 624(MT)$$

در صورتیکه مته PDC، ۶۲۴ متر از چاه را با متوسط ۶ متر در ساعت حفاری کند، هزینه حفاری این چاه معادل چاه مشابه (Offset Well) که مورد مقایسه قرار گرفته، خواهد بود.

Rock Bit Evaluation

بررسی فنی مته های کاجی:

یکی از مهمترین عوامل که می تواند هزینه حفر چاه را تا حد زیادی پایین آورد، ارزیابی صحیح و دقیق مته های استفاده شده در چاه های مجاور می باشد بطوریکه می توان از این اطلاعات جهت انتخاب صحیح مته بعدی نتیجه گیری نمود. هنگامی که یک مته فرسوده از چاه خارج می شود و مورد بررسی فنی قرار می گیرد می تواند به سؤالات زیادی پاسخ دهد که آیا از توانایی مته تا حد قابل قبول استفاده شده است. اگر نه، چه عواملی را باید در مته جدید در نظر گرفت تا بتوان از مته بهترین استفاده را نمود.

در گذشته ارزیابی مته ها به روش 8-1 (T.B.G) انجام می گرفت. این روش فقط برای مته های Roller Bearing قابل استفاده بود و در مورد مته های Fixed Cutter، درصد فرسودگی مته را اعلام می نمودند. امروزه روش جدید و استاندارد توسط I.A.D.C بوجود آمد که هم برای مته های کاجی و هم مته های Fixed Cutter قابل استفاده است که به شرح هر دو روش خواهیم پرداخت ولی باید گفت که عمده ترین فواید بررسی و ارزیابی مته های فرسوده عبارتند از:

- ۱- انتخاب مته بعدی با دید بهتری انجام می گیرد.
- ۲- انتخاب پارامترهای بهتر جهت کارایی مته.
- ۳- تصمیم گیری بهتر جهت زمان بالا کشیدن مته و تعویض آن.
- ۴- ارائه گزارش نحوه عملکرد مته های فرسوده به سازندگان مته جهت بهبود و رفع اشکالات موجود.

Dull Grading (T.B.G) 1-8 بررسی فنی و درجه بندی مته های کاجی به روش

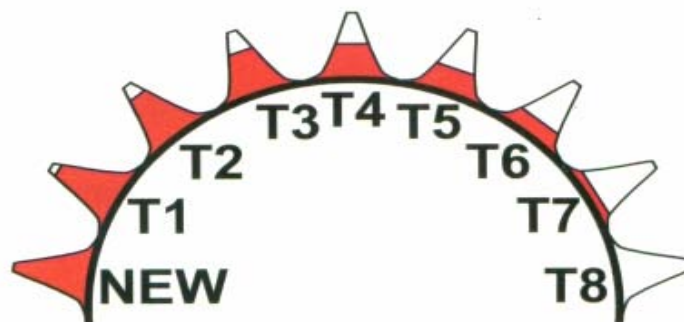
روش 1-8 یا T.B.G در واقع وضعیت دندانها، بیرینگها و قطر مته را ارزیابی می کند. همچنین می توان در کنار قطر مته از یک سری علائم مشخص بعنوان اطلاعات اضافی (Remarks) استفاده نمود.

Tooth Dull Grading**۱- درجه بندی دندانها یا دکمه ها**

جهت ارزیابی دندانها از روش 1-8 استفاده می شود بدین صورت که اگر بلندی یک دندان را کامل یا نو در نظر بگیریم نمره این دندان یا دکمه صفر است و اگر بر اثر کار نصف آن ساییده یا شکسته شود نمره آن 4 است و اگر 3/4 دندان ساییده یا شکسته شود نمره آن 6 است و اگر تمام دندان ساییده یا شکسته شود نمره آن 8 است و بصورت T1, T4, T6 یا T8 نوشته می شود. اگر دندانهای مته شکسته یا ساییده یا ترک برداشته شود با علائم مخصوص آن را نشان می دهیم مثلاً 80% BT یعنی 80 درصد دندانها شکسته است. این روش هم برای مته های دکمه ای و هم مته های فولادی قابل اجراء است.

STEEL TOOTH BITS — A measure of lost tooth height.

0 - no loss of tooth height
8 - total loss of tooth height



INSERT BITS — A measure of combined cutting structure reduction due to lost, worn and/or broken inserts/teeth..

0 - no loss of cutting structure
8 - total loss of cutting structure

Bearing Dull Grading

۲- درجه بندی بیرینگها

ارزیابی بیرینگها یا یاتاقانهای یک مته نیز به روش 1/8 صورت می گیرد. ارزیابی بیرینگها بصورت زیر می باشد.

GRADING	
(B1)	1/8 عمر بیرینگها از بین رفته (کاجهای مته به راحتی می چرخد)
(B2)	1/4 عمر بیرینگها از بین رفته (کاجهای مته محکم و لقی ندارند)
(B3)	3/8 عمر بیرینگها از بین رفته (کاجهای مته لقی جزئی دارند)
(B4)	1/2 عمر بیرینگها از بین رفته (کاجهای مته لقی هستند)
(B5)	5/8 عمر بیرینگها از بین رفته (کاجهای مته کاملاً لقی هستند و بیرینگها دیده می شوند)
(B6)	3/4 عمر بیرینگها از بین رفته (کاجهای مته کاملاً جا باز کرده و بیرینگها در حال ریختن و یا در چاه ریخته شده اند)
(B7)	7/8 عمر بیرینگها از بین رفته (همه رولرها و بالها از داخل کاج بیرون ریخته و کاج فقط به محور آن گیر کرده است)
B8	کاج مته در چاه مانده است یا اینکه کاج مته قفل شده است (CONE LOCKED)

یک نکته را بایستی در نظر گرفت و آن اینکه، مته های SEALED BEARING دارای درزگیر هستند (SEALED)، که اگر این درزگیر پاره شود و گل حفاری به داخل کاجها

سرایت کند همانند مته های استاندارد (NON sealed bearing) می باشند و فرسودگی و خرابی بیرینگها همانند مته های معمولی بررسی می شود. یک روش دیگر در مورد مته های SEALED BEARING، بررسی وضعیت بیرینگهای آن از نظر SEALING است که ممکن است به یکی از سه وضعیت زیر در آید:

SEALED EFFECTIVE	(E) درزگیر آن سالم است
SEALED FAILED	(F) درزگیر آن معیوب است
NOT ABLE TO GRADE	(N) درزگیر آن مورد تردید است

البته می توان در مورد مته های SEALED BEARING فقط از سه حرف فوق استفاده نمود و در مورد مته های NON sealed از روش 1/8 استفاده کرد.

Gage measuring

۳- اندازه گیری قطر مته:

اندازه گیری صحیح قطر مته از موارد مهم ارزیابی مته استفاده شده در یک چاه می باشد، بطوری که اگر مته ای بعد از استفاده قطر آن کم یا ساییده شود (UNDER GAGE) زنگ خطری است که

اولاً" ممکن است که سازندبا نوع مته هم خوانی نداشته باشد (سازند ساینده باشد ABRASIVE). ثانیاً" مته بعدی با احتیاط پایین برده شود که در عمق حفاری شده، مته گیر نیفتد و به این مته صدمه وارد نگردد (مخصوصاً" مته PDC).

روش اندازه گیری قطر مته به دو صورت امکان پذیر است و در هنگام اندازه گیری قطر مته از GAGE RING استاندارد شده توسط API استفاده گردد.

- روش اول: در این روش مته را در وسط گیج رینگ قرار داده بطوریکه از سه طرف فاصله بین کاج مته (gage point) و گیج رینگ به یک فاصله باشد سپس اندازه به دست آمده را دو برابر می کنیم (در ۲ ضرب می کنیم). این روش بخاطر مشکلات مربوط به قرار دادن مته در وسط گیج رینگ منسوخ شده و بیشتر از روش دوم استفاده می شود.
- روش دوم: در این روش مته را در گیج رینگ قرار داده بطوریکه دو کاج آن از قسمت gage point به گیج رینگ چسبیده باشند و قسمت gage point کاج سوم را اندازه گیری می کنیم و فاصله به دست آمده را در ۲/۳ ضرب می کنیم.

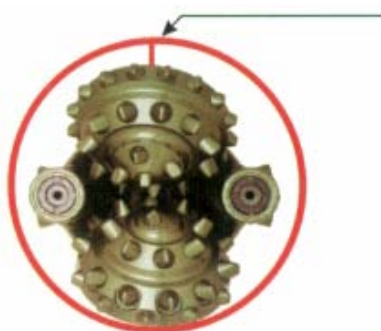


Measured Distance

3 Cone Bits

**AMOUNT OUT OF GAGE =
MEASURED DISTANCE X
2/3**

- جهت اندازه گیری قطر مته های دو کاجه، مته را در گیج رینگ قرار داده بطوریکه، یک کاج از قسمت Gage point به گیج رینگ چسبیده باشد و سپس فاصله بین گیج رینگ و کاج دیگر مته را اندازه گیری می نماییم و بصورت ضربی از ۱/۱۶ می نویسیم.



Measured Distance

2 Cone Bits

**AMOUNT OUT OF GAGE =
MEASURED DISTANCE**

هرگاه مته ای اندازه گیری شد و قطر آن کم نشده باشد مته INGAGE است (I) و اگر قطر آن کم شده باشد OUT OF GAGE است (O) که مقدار آن در کنار حرف (O) نوشته می شود. میزان کاهش قطر مته به صورت ضربی از ۱/۱۶ نوشته شود. ۱/۱۶ و ۲/۱۶ و ۳/۱۶ و....

مثالهایی از روش استفاده TBG در ارزیابی مته های کاجی (Tri CONE)

T7 B4 I (۱)

$T7 = 7/8$ از ارتفاع دندانها از بین رفته است.
 $B4 = 4/8 (1/2)$ بیرینگها فرسوده شده است (کاج های مته لق هستند)
 $I =$ قطر مته تغییر نکرده است.

T4 B5I.BSP (۲)

$T4 = 4/8 (1/2)$ دندانها ساییده شده اند.
 $B5 =$ بیرینگها داخل کاج دیده می شوند.
 $I =$ قطر مته تغییر نکرده است.
 • BSP (BROKEN SPEAR POINT) دماغه مته شکسته شده است .
توجه: spear point روی کاج شماره یک مته قرار دارد و هرگاه شکسته شود، مته توانایی حفاری سازند را نخواهد داشت.

T3 B I (SE) (۳)

• در مورد مته های sealed Bearing ، اگر قسمت sealing سالم باشد بیرینگها انیاز به بررسی به روش $1/8$ ندارد و می توانم مته بالا را به این روش تفسیر نمود .
 $T3 = 3/8$ دندانها فرسوده شده اند و بیرینگها و قسمت sealing سالم است.
 $I =$ قطر مته تغییر نکرده است.
 $B (SE) =$ بیرینگ مته سالم بوده و SEALING آن سالم است.

T6 B4 O 1/8 (LKC 1) (۴)

- $3/4$ دندانها از بین رفته اند.
- $1/2$ عمر بیرینگها زایل شده (کاج های مته لق هستند)
- قطر مته $1/8$ " کم شده است. ($4/32$ ")
- کاج شماره یک قفل شده است .

بررسی فرسودگی مته های کاجی به روش هشت رقمی (روش جدید)

با توجه به آنکه روش T.B.G جهت بررسی فرسودگی مته های کاجی نمی تواند تمام مشخصات واقعی مته را بیان نماید بر این اساس سیستم ارزیابی مته ها به روش جدید (هشت رقمی) توسط انجمن مهندسين نفت آمریکا ارائه گردید.

این روش نشأت گرفته از همان روش قدیمی (TBG) می باشد.

روش ارائه شده توسط IADC شامل هشت ستون می باشد که هر ستون بیان کننده نوع و محل خاصی از فرسودگی در مته است .

System Structure

T				B	G	REMARKS	
1	2	3	4	5	6	7	8
CUTTING STRUCTURE				B	G	REMARKS	
Inner Rows (I)	Outer Rows (O)	Dull Char. (D)	Location (L)	Brng. Seal (B)	Gauge 1/16 (G)	Other Dull (O)	Reason Pulled (R)

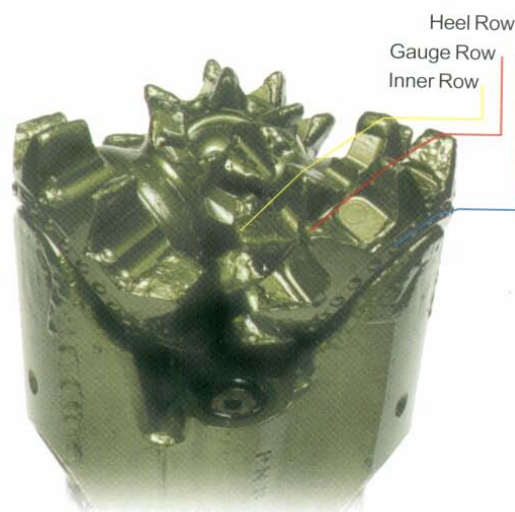
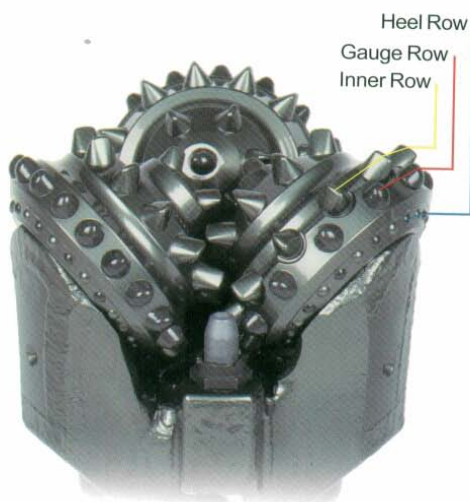
ستون شماره 1: INNER ROWS (I)

این ستون جهت منظور نمودن میزان فرسودگی دندانه های قسمت داخلی مته که با کف چاه درگیر می باشند اختصاص دارد و حدوداً "2/3 کل دندانه های مته را شامل می شود . در این ستون عددی بین 0 تا 8 مورد استفاده قرار می گیرد و به نسبت فرسایش دندانه های قسمت داخلی مته، اعداد بین 0 تا 8 قرار داده می شود.

ستون شماره 2: OUTER ROWS (O)

این ستون جهت منظور نمودن میزان فرسودگی دندان‌های قسمت بیرونی مته (Gage row) که با دیواره چاه درگیر هستند اختصاص دارد و حدوداً $1/3$ کل دندان‌های مته را شامل می‌شود. در این ستون همچون ستون شماره یک، عدد یک رقمی بین 0 تا 8 مورد استفاده قرار می‌گیرد. عدد 0 جهت دندان‌های کاملاً سالم و عدد 8 جهت دندان‌های کاملاً فرسوده استفاده می‌شود. و اعداد 0 تا 8 با توجه به مقدار فرسودگی دندان‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند. شکل شماره... نمونه ارزیابی دندان‌های مته را نشان می‌دهد.

Identifying TCI and Milled Tooth Bit Rows



ستون شماره 3 : DULL CHARACTERISTIC (D)

این ستون بیان کننده مهمترین فرسودگی مته می باشد که توسط دو حرف نوشته می شود. در یک مته ممکن است چندین نوع فرسودگی وجود داشته باشد که شاخص ترین و با اهمیت ترین فرسودگی در این ستون نوشته می شود.

*BC-Broken Core	۱- شکستگی کاجها
BT- Broken Teeth Cutters	۲- شکستگی دندانها
BU-balled Up	۳- گلی شدن مته
*CC-Cracked Cone	۴- ترک برداشتن کاجها
*CD- Cone Dragged	۵- کشیدگی کاجها
CI- Cone Interference	۶- تداخل کاجها
CR- Cored	۷- مغزه گیری
CT- chipped Teeth	۸- خرد و ریز شدن دندانها
ER -Erosion	۹- فرسایش
FC- Flat Crested Wear	۱۰- پهن شدن و فرسایش دندانها
HC- Heat Checking	۱۱- اثر گرمایی
JD- Junk Damage	۱۲- صدمه بخاطر جانک
*LC- Lost Cone	۱۳- از دست دادن کاجها
LN- Lost Nozzle	۱۴- از دست دادن نازلها
LT- lost Teeth Cutters	۱۵- از دست دادن دندانها
OC- Off Center Wear	۱۶- فرسایش برون مرکزی
PB- Pinched Bit	۱۷- فشردگی بدنه، کاج
PN- Plugged Nozzle	۱۸- پلاگ شدن نازلها
RG- Rounded Gauge	۱۹- فرسایش اطراف مته
RO- Ring Out	۲۰- رینگ زدن یا حلقه زدن مته
SD- Shirttail Damage	۲۱- صدمه دیدن قسمت دامن
SS- Self Sharpening Wear	۲۲- فرسایش قسمت خودتیز شونده
TR- Tracking	۲۳- ترک خوردن
WO- Wash Out On Bit	۲۴- واش اوت
WT- Worn Teeth Cutters	۲۵- فرسایش دندانها
NO- No Dull No Other Wear	۲۶- هیچگونه فرسایشی انجام نشد.
* Show Cone # Or # S Under Location (L) 4	

ستون شماره 4 : LOCATION (L)

این ستون جهت مشخص نمودن محل فرسودگی دندانهای فرسوده قید شده در ستون شماره 3 مورد استفاده قرار می گیرد. در این ستون یک حرف بصورت تنها و یا همراه یک عدد مورد استفاده قرار میگیرد. اعداد و حرف های مورد استفاده در این ستون به شرح زیر می باشند:

Gage Row:(G) - دندانهای بیرونی که با دیواره چاه در تماس می باشند.

Nose Row:(N) - دندانهای قسمت داخلی (دماغ مته)

Middle Row:(M) - دندانهای بین ردیف داخل و ردیف بیرونی مته قرار دارند.

All Row:(A) - کل دندانهای مته را شامل می شوند.

(1): کاج شماره یک (این کاج دارای Spear Point است)

(2): کاج شماره دو

(3): کاج شماره سه

ستون شماره 5 : Bearing seals (B)

این ستون جهت بررسی وضعیت یاتاقانها (بیرینگها) مورد استفاده قرار می گیرد و ممکن است یک عدد بین 0 تا 8 و یا حرف (E-F-N) مورد استفاده قرار گیرد.

اگر بیرینگها از نوع استاندارد باشند، عدد بین 0 تا 8 جهت ارزیابی وضعیت بیرینگها در این ستون قرار داده می شود. اگر بیرینگها از نوع درزبندی شده (Sealed Bearing) باشند از حرف های E، F یا N استفاده می شود. اگر مته از نوع Fixed Cutter باشد فقط حرف (x) در این ستون قرار می دهیم.

EFFECT seal(E): درزگیر یاتاقان سالم است.

FAILD seal(F): درزگیر یاتاقان معیوب شده است.

NOTABLE TO grade(N): نمی توان یاتاقان مته را ارزیابی نمود.

ستون شماره 6 : gage (G)

این ستون جهت بیان فرسودگی قطر مته در قسمت gage مورد استفاده قرار می گیرد. در صورتی که قطر مته تغییر نکرده باشد از حرف I (in gage) استفاده می شود. در صورتیکه قطر مته کاهش یافته باشد، میزان کاهش قطر مته بصورت کسر 1/16 بیان می شود. جهت اندازه گیری قطر مته از گیج رینگ استاندارد (API) استفاده می شود طبق جدول زیر:

بر اساس مقررات API، گیج رینگ قابل استفاده برای مته های کاجی با مته های PDC متفاوت بوده و هنگام بررسی قطر مته ها باید از گیج رینگ مناسب استفاده نمود.

in gage (I): قطر مته تغییر نکرده است

out of gage (O): قطر مته کم شده است

API tolerances for fixed cutter and roller cone bits

Nominal Bit Size (in.)	Fixed Cutter	Roller Cone
6 3/4 and smaller	-0.015 to +0.00	-0.0 to +1/32
6 25/32 including 9	-0.020 to +0.00	-0.0 to +1/32
9 1/32 including 13 3/4	-0.030 to +0.00	-0.0 to +1/32
13 25/32 including 17 1/2	-0.045 to +0.00	-0.0 to +1/16
17 17/32 and larger	-0.063 to +0.00	-0.0 to +3/32

ستون شماره 7 : OTHER DULL CHARACTERISTICS (O)

این ستون، همچون ستون شماره 3 جهت بیان نمودن فرسودگی دندانهای مته مورد استفاده قرار می گیرد. در صورتیکه چندین نوع مشخصه فرسودگی در یک مته وجود داشته باشد، اصلی ترین مشخصه را در ستون شماره 3 و مشخصه دیگر را که دارای اهمیت کمتری می باشد در ستون شماره 7 وارد می نماییم.

ستون شماره 8 : REASON PULLED

این ستون، بیانگر دلیل خروج مته از چاه می باشد و توسط کدهای دو یا سه حرفی تکمیل می شود. کدهای قابل استفاده در این ستون تحت لیست شماره آورده شده اند.

BHA- Change Bottom Hole Assembly	۱- تعمیرات در لوله های حفاری
DMF- Down Hole Motor Failure	۲- اشکال در موتور درون چاهی
DSF- Drilling String Failure	۳- اشکال در لوله های حفاری
DST- Drill Stem Test	۴- لایه آزمایی
DTF- Down Hole Tool Failure	۵- اشکال در وسایل درون چاهی
LOG- Run Logs	۶- راندن نمودارگیری
CM- Condition Mud	۷- بهسازی گل
CP- Core Point	۸- مغزه گیری
DP- Drilling Plug	۹- پلاگ شدن لوله ها
FM- Formation Change	۱۰- تغییرات سازند
HP- Hole Problems	۱۱- مشکلات چاه
HP- Hours On Bit	۱۲- ساعات مته
PP- Pump Pressure	۱۳- فشار پمپ
PR- Penetration Rate	۱۴- میزان حفاری

<u>Drilling Bit Engineering</u>	<u>مهندسی مته های حفاری</u>
RIG- Rig Repairs	۱۵- تعمیرات دکل
TD- Total Depth Casing	۱۶- عمق نهایی یا عمق جداری
TQ- Torque	۱۷- گشتاور
TW- Twist Off	۱۸- بریدن لوله ها
WC- Weather Conditions	۱۹- وضعیت جوی (فورس ماژور)
LIH- Left In Hole	۲۰- مانده در چاه

مته های دندانه ثابت FIXED CUTTER BITS

بطور کلی مته های fixed cutter به سه گروه جداگانه تقسیم بندی می شوند:

Natural Diamond Bits (1	
(POLYCRYSTALLINE DIAMOND COMPACT)	P.D.C BITS (2
(THERMALLY STABLE PDC)	... T.S.P BITS (3

ساختمان مته های دندانه ثابت

کلیه مته های Fixed Cutter بصورت یک تکه بوده و فاقد قسمت های متحرک می باشند. بدنه مته ممکن از جنس فولاد و یا تنگستن کار باید (MATRIX) ساخته شود. مته های تولیدی با بدنه فولاد (Stell Body Bit) دارای مقاومت زیادی در برابر ضربه و نیروی اعمالی به تیغه ها (Blade) می باشند ولی مقاومت فولاد در برابر سایش (Errosion) ناشی از گل خروجی از مته کم است و بالعکس، مته های با بدنه تنگستن کار باید (Matrix Body) دارای مقاومت زیادی در برابر سایش (Erosion) داشته ولی مقاومت آن در برابر ضربه و نیروی اعمالی بر تیغه ها (BLADE) کم تر از مته های با بدنه استیل است. عمل کندن زمین توسط مته های Fixed Cutter بصورت خراشیدن (Shearing) می باشد

به همین خاطر مقاومت برشی سنگ نسبت به مقاومت تراکمی آن دارای اهمیت بیشتری می باشد زیرا که بایستی کاترهای مته بتوانند بر مقاومت برشی سنگ غلبه نموده و آنرا ببرند و بر این اساس حفاری با این مته ها نسبت به مته های کاجی به وزن روی مته (W.O.B) کمتری احتیاج است.

مته های با بدنه فولادی STEEL BODY BITS

جهت تولید این نوع مته، از دستگاههای تراش تمام اتوماتیک (C.N.C) استفاده می گردد. ابتدا یک تکه فولاد توسط عملیات آهنگری (FORGING) به شکل اولیه مته مورد نظر در می آید و سپس در دستگاه تراش CNC قرار داده می شود و طبق برنامه کامپیوتری که از قبل به دستگاه CNC داده شده است، بدنه مته PDC به شکل مورد نظر تراش داده می شود. سپس کاترهای PDC بر روی BLADES (باله ها) تحت شرایط خاصی نصب می گردند.

در این نوع مته ها، جهت افزایش مقاومت سطحی استیل در برابر سایش ناشی از جریان گل خروجی از نازل های مته، سطح BLADE توسط پودر تنگستن کار باید رو سخت کاری (HARD FACING) می شود.

قابل ذکر است که مته های با بدنه استیل توانایی تحمل نیروهای فشاری و کششی را بسیار بهتر از مته های ماتریکس تحمل می کنند و بر این اساس مته های با BLADE بلند را از جنس استیل می سازند.

MATRIX BODY BITS مته های با بدنه ماتریکس

مته های با بدنه ماتریکس در فرآیند ریخته گری، مخلوطی از ذرات ریز تنگستن کارباید به همراه تکه هایی از فلز کبالت (CO) که منجر به نفوذ بین ذرات تنگستن کارباید شده و باعث چسبیدن ذرات تنگستن کارباید به یکدیگر می گردد. همچنین در داخل پودر تنگستن کارباید از یک STEEL BLANK استفاده می شود

STEEL BLANK در داخل پودر تنگستن کارباید، باعث افزایش مقاومت بدنه ماتریکس در برابر نیروهای فشاری و کششی به بدنه مته خواهد شد.

مته های MATRIX BODY در برابر سایش (ERROSION) بسیار مقاوم هستند و اغلب جهت حفاری در شرایط گل دارای ذرات جامد (SOLID) زیاد و یا هنگامی که احتیاج به جریان گل زیاد (G.P.M) و یا در جایی که قرار است مته به مدت طولانی در چاه بماند مورد استفاده قرار می گیرد.

WELDING OF THE PIN

از آنجائیکه مته های STEEL BODY بصورت یک تکه ساخته می شوند، لذا بر روی آنها عملیات جوشکاری صورت نمی گیرد و PIN مته بصورت یک تکه و همزمان با بدنه مته، ماشین کاری شده و نوع رزوه API بر روی آن ماشین کاری می شود.

در مته های با بدنه ماتریکس یک قطعه فلزی بنام STEEL BLANK در داخل ماتریکس (پودر تنگستن کارباید) قرار دارد و قسمتی از STEEL BLANK از ماتریکس بیرون می باشد. (محل اتصال PIN فلزی به بدنه ماتریکس)

در این مته ها، PIN از جنس استیل ابتدا ساخته شده و سپس به STEEL BLANK جوش داده می شود و سپس محل جوش کاری شده، ماشین کاری می گردد. قابل ذکر است که عملیات جوشکاری و ماشین کاری قسمت PIN مته، پس از نصب کاترهای PDC بر روی مته انجام می گیرد. (آخرین مرحله ساخت مته PDC)

HARDFACING رو سخت کاری

همانگونه که قبلاً گفته شد مته های با بدنه استیل نسبت به مته با بدنه ماتریکس دارای مقاومت سایشی کمتری می باشند به همین دلیل در مته های با بدنه استیل جهت افزایش مقاومت بدنه مته در برابر سایش (EROSION) قسمت هایی از بدنه مته که بیشتر از سایر قسمت های مته در

معرض سایش قرار دارند، توسط پودر تنگستن کار باید رو سخت کاری می شوند و به این فرآیند HARDFACING می گویند.

در فرآیند HARDFACING، محل های مورد نظر را توسط پوشش هایی از مواد مقاوم در برابر سایش توسط مواد خاصی پوشش می دهند. معمولاً پودر تنگستن کار باید، اصلی ترین ماده مورد استفاده در عملیات HARDFACING می باشند.

عملیات HARDFACING را قبل از نصب کاترهای PDC بر روی بدنه مته، انجام می دهند زیرا دمای زیاد در عملیات HARDFACING باعث صدمه زدن به کاترهای PDC می گردد. در فرآیند HARDFACING، ابتدا محل کاترها بر روی BLADES توسط PLUG هایی پر می شود. سپس بدنه مته را پیش گرم می کنند و بعد پودر تنگستن کار باید را بر روی محل هایی که باید سخت کاری شوند می پاشند در هنگام عملیات HARDFACING، دمای محل تا 3000 درجه سانتی گراد بالا می رود. پس از پایان عملیات HARDFACING، جای کاترها تمیز می گردد و سپس کاتر PDC در محل های موجود بر روی BLADES نصب می گردند.

نصب کاتر PDC بر روی مته های FIXED CUTTER

بطور کلی دو روش عمده جهت نصب کاترهای PDC بر روی بدنه مته وجود دارد این روش ها عبارتند از:

الف) روش TERFERENCE FITTING

این روش فقط جهت مته های STEEL BODY قابل استفاده می باشد. در این روش ابتدا سوراخ هایی جهت نصب کاتر بر روی BLADE ها توسط عملیات ماشین کاری بوجود می آید. سپس Blade تا دمای مورد نظر گرم می شود. (گرم باعث انبساط فلز می گردد). سپس کاترها توسط دستگاه پرس با فشار به درون سوراخ های از قبل بوجود آمده بر روی BLADE نصب می گردند و آنگاه ضمن سرد شدن بدنه مته، این سوراخ ها منقبض شده و باعث گرفتن کاترها می شوند.

ب) روش BRAZING

در مته های MATRIX BODY، محل نصب کاتر بر روی BLADE ها (CUTTER POCKET) توسط قالب گرافیتی بوجود می آید. این حفره ها با دقت بسیار زیادی در هنگام ریخته گری ماتریکس بوجود می آیند. به علت شکنندگی زیاد ماتریکس، نمی توان کاترها را توسط پرس (روش قبلی) در داخل ماتریکس نصب کرد و لذا همه کاترها توسط فرآیند BRAZING (جوشکاری کاتر به ماتریکس) در داخل POCKETS نصب می گردند. این روش (BRAZING) برای هر دو نوع مته (STEEL BODY و MATRIX) قابل اجراء است.

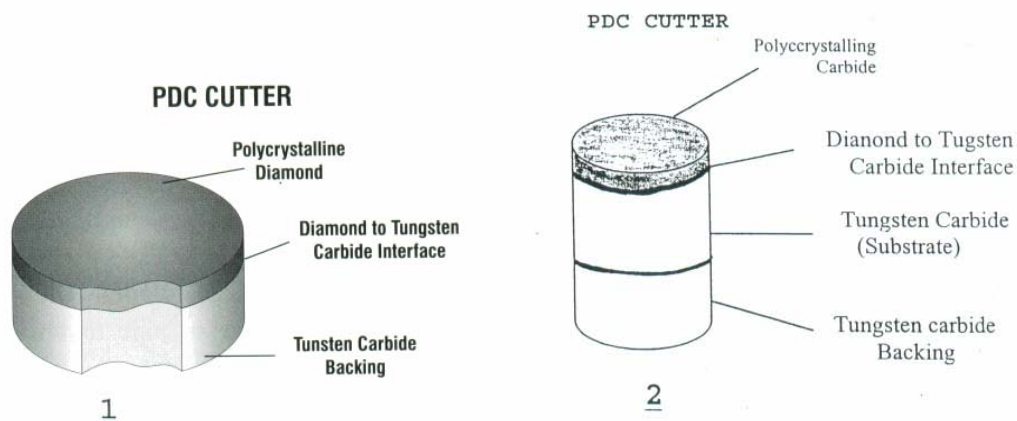
در روش نصب کاتر به طریق BRAZING، ابتدا کاتر و محل نصب آن به دقت تمیز می گردد سپس یک ورق نازک از آلیاژ کبالت بین کاترو POCKET قرار می گیرد و بعد کاتر را به روش مکانیکی در محل خود نگه می دارند. آنگاه مته به داخل کوره قرار داده می شود و دمای کوره تا حدود 700 درجه سانتی گراد افزایش داده می شود در این دما آلیاژ کبالت باعث چسبیدن کاتر به POCKET می گردد. سپس مته به آرامی خنک شده و عملیات BRAZING به پایان می رسد.

تکنولوژی تولید کاترهای PDC (POLYCRYSTALLINE DIAMOND COMPACT)

برای اولین بار کاترهای PDC (الماس مصنوعی) در سال ۱۹۵۰ از ترکیب کربن و کبالت (بعنوان کاتالیست) تحت دمای حداکثر 1500°C و فشار 1,500,000 (PSI) توسط شرکت جنرال الکتریک آمریکا تولید گردید.

اساساً یک کاتر PDC متشکل از یک لایه نازک الماس مصنوعی و یک قطعه تنگستن کارباید (Substrate) می باشد. تنگستن کارباید بعنوان پایه نگهدارنده لایه الماس مصنوعی بکار می رود.

کاترهای PDC تولیدی بعضی از کارخانجات بصورت ۳ تکه بوده که شامل لایه الماس مصنوعی، یک لایه تنگستن کارباید (Substrate) و یک تکه تنگستن کارباید است که در بدنه مته قرار داده می شود. کاترهای PDC تولیدی بعضی از کارخانجات تولید کاتر PDC بصورت ۲ تکه بوده که شامل لایه الماس مصنوعی و تنگستن کارباید (Substrate) می باشند. فرآیند تولید کاتر PDC به نوع تکنولوژی شرکت های سازنده بستگی دارد (اشکال شماره ۱ و ۲).

**فرآیند تولید کاترهای PDC :**

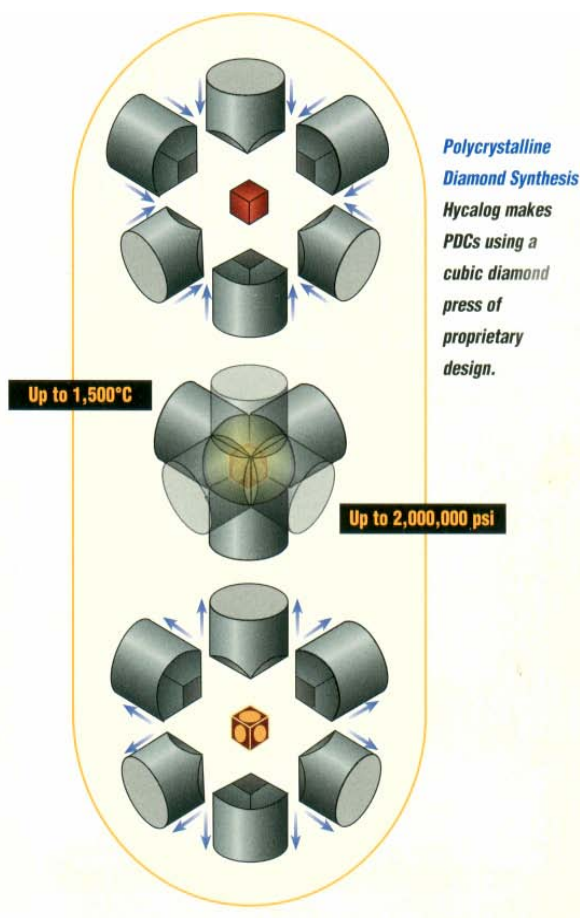
ابتدا تحت شرایط خاصی کربن و کبالت در دمای 1500°C و فشار 1,500,000 تا 2,000,000 (PSI) تشکیل ذرات ریز الماس مصنوعی (Diamond Grain) را می دهد که اندازه این ذرات در نوع کاتر تولیدی بسیار حائز اهمیت است. آنگاه مقدار مشخصی از ذرات الماس مصنوعی را درون یک ظرف استوانه ایی فلزی از جنس زیرکونیوم یا مولیبدن (بدلیل نقطه ذوب بالا) ریخته و بعد تنگستن کارباید (Substrate) را روی ذرات فوق در ظرف فلزی قرار می دهند. سپس ظرف را که حاوی ذرات الماس مصنوعی و Substrate است به طریق مکانیکی درزبندی (SEAL) می کنند. اطراف این ظرف با یک لایه استوانه ایی از جنس نمک پوشانده شده و مجموعه ظرف و لایه نمکی، داخل یک مکعب از جنس گرافیت بنام Prophlite قرارداده میشود.

در فرآیند تولید کارترهای PDC ممکن است چندین کاتر با هم در یک مرحله تولید شوند. تعداد این کاترها به اندازه کاتر تولیدی بستگی دارد. ظرف گرافیتی فوق، خاصیت آنرا دارد که فشار اعمال

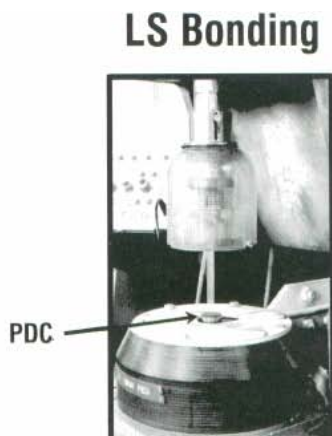
شده (PSI) 2,000,000 از اطراف را به طور یکنواخت به اجزاء داخل آن (ظرف و لایه نمکی) اعمال نماید. مکعب گرافیتی درون دستگاهی بنام Cubicdiamond Press قرار داده می شود سپس در آن دستگاه فشار تا 2,000,000 (PSI) و دما تا 1,500 °C اعمال و تحت این شرایط پودر diamond graine به PDC تبدیل می گردد (مدت زمان لازم جهت تولید کاتر P.D.C در دستگاه Cubicdiamond Press حدوداً پنج دقیقه می باشد). شکل شماره (۳)

نقش کبالت در فرآیند فوق علاوه بر کاتالیزور، ایجاد Bonding بین Substrat و Tungstencarbide و ذرات الماس (Diamondgraine) می باشد پس از آنکه فرآیند Cubic Diamond Press به اتمام رسید. ظرف گرافیتی را از داخل دستگاه Cubicdiamond Press

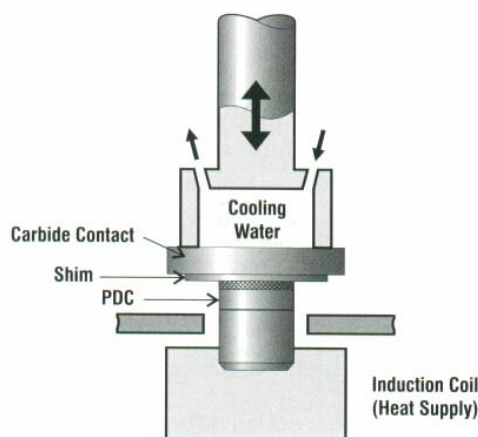
خارج و توسط چکش آنرا می شکنند و سپس قطعه تحت فشار (استوانه فلزی از جنس مولیبدن) را از آن خارج نموده و توسط دستگاه آنرا تمیز می کنند. قطعه فوق شامل لایه الماس مصنوعی (PDC) چسبیده به تنگستن کارباید (SUBSTRATE) میباشد. در شرکت هایکالوگ قطعه تولید شده فوق را مجدداً تحت فرآیند حرارتی خاصی توسط دستگاه به یک تکه تنگستن کارباید می چسبانند. این نوع اتصال را L.S.B (LONG SUBSTRATE BONDING) می گویند. در این مرحله است که یک کاتر بنام PDC تولید میگردد. مرحله L.S.B در تولید یک کاتر PDC برای کاهش هزینه تولید کاتر PDC از اهمیت خاصی برخوردار است.



دمای مورد استفاده در این مرحله جهت اتصال دو قطعه تنگستن کارباید حداکثر تا 1000°C افزایش داده می شود، در حالی که PDC در دمای بالاتر از 700°C آسیب خواهد دید، لذا جهت جلوگیری از هرگونه صدمه به PDC در فرآیند L.S.B، سطح PDC توسط آب در حال چرخش، خنک می شود (اشکال شماره ۴ و ۵).



5

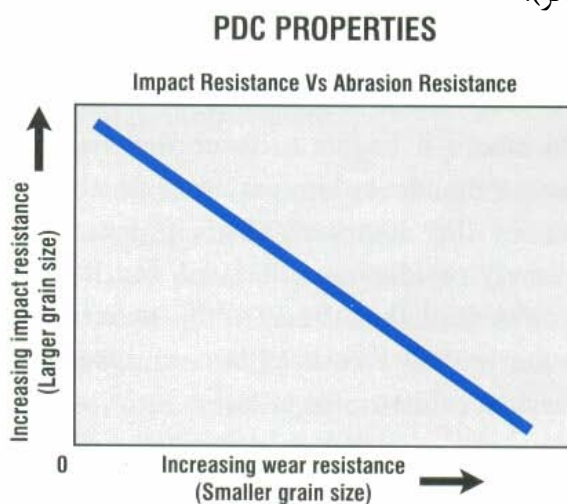


4

دو خاصیت مهم و اساسی که یک کاتر PDC تولید شده باید دارا باشد عبارتند از:

۱- IMPACT RESISTANCE (مقاومت ضربه ای کاتر).

۲- ABRASION RESISTANCE (مقاومت سایشی کاتر).



نمودار-A

دو خاصیت فوق به اندازه قطر ذرات الماس (DIAMOND GRAINE) وابسته میباشند. هر چه اندازه ذرات الماس بزرگتر باشد، کاتر PDC تولیدی دارای مقاومت ضربه ای بیشتر و مقاومت سایشی کمتری خواهد بود، و بالعکس، هر چه اندازه ذرات الماس کوچکتر باشد، کاتر PDC تولیدی دارای مقاومت ضربه ای کمتر و مقاومت سایشی بیشتری خواهد بود. این مورد در نمودار A- نشان داده شده است.

TERMAL STABILITY OF PDC**مقاومت حرارتی کاتر PDC**

وجود کبالت در الماس مصنوعی باعث می شود تا کاترها الماس مصنوعی (PDC) دارای مقاومت حرارتی کمتری نسبت به ذرات الماس طبیعی باشند. هنگامی که کاتر PDC گرم می شود، کبالت موجود در ساختمان مولکولی PDC شروع به افزایش حجم می کند، هنگامی که دما به 700 درجه سانتیگراد می رسد میزان افزایش حجم کبالت به اندازه ای خواهد بود که باعث ایجاد فشار بین پیوند های ذرات الماس-الماس (DIMOND GRITE) خواهد گردید و نتیجه آن ایجاد شکستگی در کاتر PDC خواهد شد بنابراین لازم است که کاترهای PDC در مقابل دمایی که منجر به ایجاد شکستگی بین پیوندهای الماس می گردد و محافظت شود.

(T.S.P) THERMALLY STABLE POLYCRYSTALLINE DIAMOND

به دلیل وجود محدودیت مقاومت حرارتی کاترهای PDC، سازندگان این کاترها بر آن شدند تا محصولی را تولید کنند که مقاومت حرارتی بیشتری از کاترهای PDC داشته باشد. این محصول بنام T.S.P تولید گردید و سپس در صنعت حفاری مورد استفاده قرار گرفت. دو روش عمده جهت تولید این کاترها وجود دارد که به شرح زیر می باشند:

-A شستشوی الماس (LEACHED DIAMOND)

در فرآیند تولید الماس مصنوعی، پس از خروج الماس مصنوعی تولید شده، توسط اسید تصفیه می گردد و در این تصفیه، کبالت موجود در الماس مصنوعی خارج می گردد و نتیجه آن تولید کاتری است که تحمل حرارت را تا 1150 درجه سانتیگراد را دارا می باشد. الماس مصنوعی (PDC) قابلیت تحمل گرما را تا 700 دارا است.

-B SILICON ID CARB BINDER

یکی دیگر از روش های تولید کاتر T.S.P، استفاده از سیلیکون کار باید در روش شبیه به تولید کاترهای PDC است. در این روش دانه های ریز الماس (DIAMOND GRITE) با SILICON CARBIDE در کوره (CUBIC PRESS) قرار داده می شوند و سیلیکون کار باید به عنوان فاز چسبنده ذرات الماس مورد استفاده قرار می گیرد.

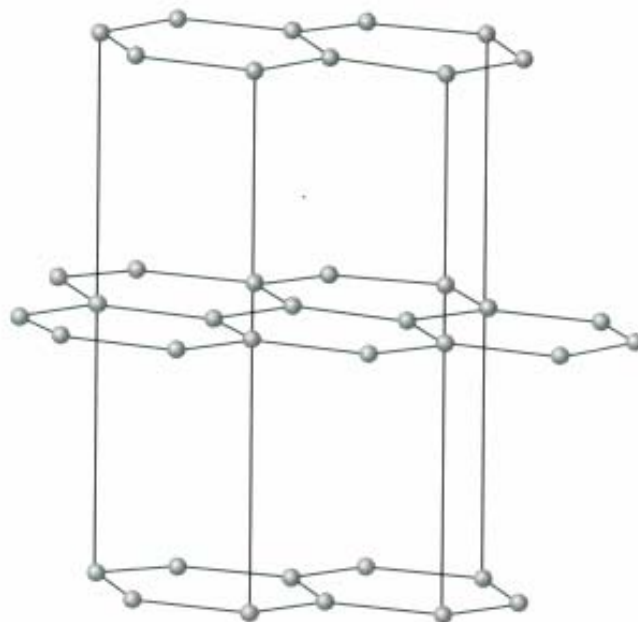
استفاده از سیلیکون کار باید به دلیل کم بودن ضریب انبساط حرارتی آن نسبت به کبالت است. کاتر تولید شده قابلیت تحمل حرارت را تا 1150 OC دارا است. متأسفانه این نوع کاتر (TSP) تولید شده در هر دو روش خاصیت چسبندگی به TUNGESTAN SUBSTRATE را ندارد و همچون دانه های الماس طبیعی باید بطور مستقیم در داخل ماتریکس مته قرار داده شود.

الماس طبیعی NATURAL DIAMOND

کربن در طبیعت به دو شکل پایدار وجود دارد: 1) گرافیت 2) الماس. خصوصیات این دو شکل متفاوت کربن بسیار با هم متفاوت می باشد که در زیر به شرح هر کدام می پردازیم.

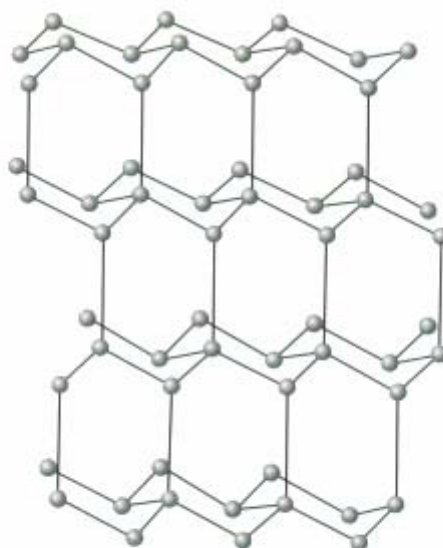
مشخصات گرافیت

-گرافیت نرم و سیاه رنگ است و از الماس بسیار سبکتر است. گرافیت نسبت به الماس در درجات حرارتی خیلی بالا ذوب می شود (تقریباً در 4200). بلورهای گرافیت را می توان به صورت ورقه های بسیار نازک در آورد. انجام دادن این عمل به اندازه ای ساده است که وقتی گرافیت را بین انگشتان لمس می کنیم احساس لطافت و نرمی می شود. این خصوصیت بدین علت است که در بلور گرافیت اتمهای کربن به صورت قشرهای مسطح قرار گرفته اند. اتصال اتمهای هر قشر به یکدیگر محکم است ولیکن نیروهای اتصال بین قشرها ضعیف می باشد. این است که بلور گرافیت بین قشرها به سهولت شکسته می شود. مقایسه اشکال آرایشی اتمها در گرافیت و الماس نشان می دهد که این دو ساختمان به هم ارتباط نزدیک دارند، در هر قشر گرافیت هر گاه اتمهای کربن را یک در میان بالای سطح این قشر بیاوریم و اتمهای دیگر را پایین سطح این قشر ببریم، و سپس قشرها را قدری به هم فشرده کنیم، ساختمان الماس نتیجه می شود.

**ATOMIC STRUCTURE OF GRAPHITE**

مشخصات الماس

الماس سخت ترین جسم شناخته شده در طبیعت است. الماس بی اندازه شکننده است و در اثر ضربه بطور نامنظم به قطعات زیادی شکسته می شود این خصوصیتها منعکس کننده ساختمان بلور الماس است. هر اتم کربن در این بلور چهار الکترون ظرفیت خود را با چهار اتم کربن دیگر که آن را بطور چهار وجهی احاطه کرده اند به اشتراک می گذارد. این ساختمان بطور نامحدود ادامه دارد و تنها در سطح بلور ختم می شود.



ATOMIC STRUCTURE OF DIAMOND

وقتی الماس خالص بطرز خاصی برش و صیقل داده می شود، نور را به صورت دسته های رنگین منعکس می کند به این جهت و بواسطه دوام آن الماس خالص به عنوان یک گوهر پر ارزش و گرانبه‌بکار می‌رود نمونه های ناخالص الماس اغلب سیاه رنگ هستند و ارزش زینتی ندارند ولی در صنعت، بخصوص صنعت حفاری کاربرد اساسی دارند.

الماس به شدت سخت، هادی حرارت و برخلاف گرافیت، این جسم عایق الکتریکی بسیار خوبی است همانگونه که قبلاً گفته شد الماس و گرافیت دو شکل پایدار کربن در شرایط محیطی می باشند با این تفاوت که الماس طی گذشت سالیان بسیار متمادی در اعماق زمین تحت شرایط فشاری و گرمایی بسیار بالایی بوجود آمده است و همین امر باعث آن گردیده است که مقدار بسیار زیادی انرژی درون این جسم با ارزش نهفته باشد و بر این اساس در صورتی که الماس تا حدوداً 1300 درجه سانتیگراد در دمای محیط حرارت داده شود به سرعت به گرافیت تبدیل می شود (شکل پایدار کربن در دمای محیط). در مجموع در صورتی که الماس تا 800 درجه سانتیگراد در حضور اکسیژن حرارت داده شود، خواهد سوخت مهمترین منابع الماس دنیا در آفریقا، روسیه، استرالیا و چین می باشند.

راهنمای عملیاتی بکار گیری مته های PDC۱۱-۱- تعویض و نصب نازل Nozzle installation & Removal

در هنگام نصب یا تعویض نازل های تنگستن کار باید مراقبتهای ویژه ای در نظر گرفته شود، چرا که نازل های استیل قابلیت بسیار سفت شدن را دارند، در حالیکه نازل های تنگستن کار باید در مقابل سفت شدن زیاد خاصیت شکنندگی دارند. همچنین برخلاف مقاومت زیاد در مقابل خوردگی، در مقابل ضربه بسیار شکننده اند. سفت کردن بسیار زیاد نازل موجب نشت مایع حفاری از اطراف نازل و در نهایت موجب افتادن نازل در حین حفاری می شود.

۱۱-۱-۱ نصب نازل:

الف- مطمئن شوید که O-ring در جای مناسب خودش قرار دارد و threads (روژه ها) تمیز هستند. اگر O-ring در جای خودش نیست، یک عدد O-RING سالم در شیار زیر threads نازل قرار دهید. مطمئن شوید که O-ring کاملاً درون شیار خود قرار گرفته است.

ب- نازل را بوسیله دست در جای نازل بطور مناسب قرار دهید، آنرا فشار داده تا در مکان مناسب خودش بنشیند.

ج- نازل را مجدداً بیرون آورده و در حدود 5 قطره از چسب Loctite دور آخرین thread بریزید.

د- مجدداً آن را بوسیله دست در سوراخ نازل قرار دهید و آن را فشار داده تا کاملاً در جای مناسب خودش بنشیند.

ه- اکنون نازل را بوسیله آچار (مخصوص) محکم کنید. (در هنگام بستن نازل، فقط به اندازه نیروی دست، آنرا سفت کنید و از بکارگیری ابزاری همچون لوله، جهت اعمال نیروی بیشتر از حد لزوم به نازل جدا پرهیز نمائید)

و- بستن باید در جهت حرکت عقربه های ساعت باشد. توجه کنید که هم خط بودن (در امتداد بودن) آچار و نازل جهت جلوگیری از شکستگی و ترک شیارهای نازل بسیار اساسی و مهم است (نیروی یکنواخت).

۲-۱-۱۱- تعویض نازل:

دقت لازم باید در هنگام تعویض نازل هم در نظر گرفته شود. مطمئن شوید که آچار ابتدا در شیارهای نازل بدرستی نشسته است و سپس در خلاف جهت عقربه های ساعت به آن Torque وارد سازید. از هر گونه ضربه زدن به نازل جلوگیری کنید.

• دقت کنید:

- الف- هرگونه ذرات حفاری و یا خورده های حفاری را از اطراف سطح نازل تمیز سازید.
- ب- بوسیله آچار نازل، در خلاف جهت عقربه های ساعت torque مناسب اعمال کنید.
- ج- اگر نازل در مقابل باز شدن مقاومت کرد، ضربه ای اندک با پشت دست به آچار وارد کنید.

۲-۱۱- بستن مته جهت شروع حفاری Bit make-up

همچنان که می دانید Breaker مته جهت مناسب بسته شدن لازم است و Breaker مته های PDC با مته های roller cone متفاوت است.

• روش اساسی برای بستن مته های PDC بصورت زیر توصیه می شود:

- الف- مطمئن شوید که دهانه چاه پوشیده شده و مته روی قطعه چوبی یا لاستیکی گذاشته شده است.
- ب- مته را وسط rotary table پوشیده شده بگذارید. سپس pin مته را گریسکاری نمایید. بخاطر داشته باشید که Breaker روی مته سوار باشد. اکنون آرام آرام pin مته را درون BOX لوله بچرخانید تا کمی سفت شود.
- ج- Stand بلند کنید و پوشش rotary table را بردارید، مته را آرام پائین ببرید تا Breaker درون Bushing بنشیند.
- د- وقتی که rotary table را قفل می کنید، طرف باز Breaker به سمت Draw work نباشد. در غیر اینصورت قسمت gauge مته در هنگام استفاده از آچار ممکن است صدمه ببیند.
- ه- حتماً از torque مناسب جهت بستن و سفت کردن مته استفاده شود. میزان torque مورد نیاز هر مته به نوع رزوه آن بستگی دارد.

۱۱-۳- راهنمائیهای ایمنی General Safe Guidelines

این راهنمائی ها و روش ها بصورت اختیاری و برای عمر بیشتر مته و بهبود کارائی آن بکار گرفته می شود.

- الف- در هنگام trip out هرگونه نقطه تنگ شدگی باید ream شود.
- ب- استفاده از صافی ها (Screen) داخل لوله های حفاری برای حفاری با مته PDC (بخصوص نازل کوچک) حتما" توصیه می شود. ولی برای نازل های بزرگ هم توصیه می شود.

۱۱-۴- شروع حفاری با مته PDC: Starting a PDC bit

الف- عبور از میان BOP:

در هنگام عبور از میان BOP باید دقت لازم بکار برده شود و مته به آرامی پائین برده شود. عدم دقت در هنگام عبور از BOP ، ممکن است باعث صدمه زدن به کاترهای مته گردد.

ب- عبور از میان حفره چاه (run in hole):

- چاه با لوله جداری: هنگام عبور از میان حفره چاه در نقاط لوله Conductor یا Liner به آرامی پائین روید، چرا که موجب خسارت به قسمت gauge مته خواهد شد. بعلاوه هنگام رسیدن به نقاط تغییر قطر داخلی لوله های جداری نیز باید با احتیاط عمل کرد.
- چاه حفره باز: در این قسمت هرگونه تنگی چاه در نظر گرفته شود. بیاد داشته باشید که مته PDC آمادگی بیشتری جهت stuck شدن نسبت به مته roller cone در نقاط تنگ دارد.

ج- گشاد کردن چاه (reaming):

گشاد کردن چاه ممکن است از حدود ۲۰ متری از ته چاه جهت مطمئن شدن از تنگ نبودن پائین چاه و یا تمیز کردن آن لازم باشد. این عملیات نباید با بیشتر از (500 lbs/ inch.bit dia) وزن روی مته و سرعت دورانی در حدود 40-60 (rpm) باشد و ماکزیمم پمپاژ باید اعمال گردد.

اگر مدت زمان reaming بیشتر از دو ساعت است، مته roller cone پیشنهاد می شود، چرا که این عمل بر روی قسمت های gauge مته خسارت وارد آورده و موجب under gauge شدن مته و حفره می شود.

۵-۱۱- تطابق شکل کف چاه با شکل مته جدید (Bit Break-in):

این مطلب بدینصورت بیان می شود که شکل کف چاه، باقیمانده از مته قبلی با شکل مته جدید تطابق ندارد. بنابراین مته جدید ابتدا باید شکل قدیمی کف چاه را حفاری نماید و آن را مطابق با شکل خود بسازد.

- با استفاده از rotary table

- الف- اندکی مانده با کف چاه، پمپ ها را با حداکثر دبی و مته را با سرعت دورانی 60-80 (rpm) بچرخانید.
 - ب- چند تراولیه را با وزن روی مته (500 LBS/inch.bit dia) حفاری کنید.
 - ج- این پارامترها باید حداقل برای حفاری طول مته ثابت نگه داشته شود. (حداکثر یک متر)
 - د- وقتی مته بخوبی شکل جدید کف چاه را با شکل خود تطابق داد آنگاه وزن روی مته را به مقدار مورد نظر و دلخواه برسانید. توجه داشته باشید که سازندهای سخت به مدت زمان بیشتری جهت تطابق خود با شکل مته جدید نیاز دارند.
 - ه- اکنون می تواند سرعت دورانی را به مقدار دلخواه خود افزایش دهید.
- سازندهای نرم به افزایش سرعت دورانی بهتر جواب می دهند. ولی سازندهای سخت به افزایش وزن روی مته بهتر جواب می دهند.

- با استفاده از MOTOR:

مته را با نصف پمپاژ مورد نیاز حفاری پائین ببرید. همزمان، وزن روی مته و پمپاژ را در لحظه شروع حفاری و تماس با سازند افزایش دهید. توجه کنید که در سازندهای خیلی نرم استفاده از پمپاژ جهت جلوگیری از Bit Balling توصیه می شود.

۶-۱۱- بهینه کردن حفاری در سازندهای مختلف:

الف - سازندهای نرم:

در این سازندها مته با حداکثر پمپاژ، حفاری بهتری انجام می دهد، چرا که تمیز سازی مته در این سازندها بسیار مهم است.

ب - سازندهای نرم و متوسط:

در این سازندها حداکثر پمپاژ هم جهت تمیز سازی و هم جهت خنک کردن بیشتر مته بکار برده می شود.

ج - سازندهای متوسط و سخت:

در این سازندها حداکثر پمپاژ جهت خنک کردن مته و اندازه های آن بیشتر مورد استفاده قرار می گیرد.

۷-۱۱- آزمایش جهت بدست آوردن پارامترهای مؤثر حفاری

(Drill-Off Test):

پس از انجام مرحله Bit Break- in، پارامترهای حفاری باید به صورت مؤثر اعمال شود. توجه کنید که سازندهای نرم به افزایش سرعت دورانی (rpm) بهتر جواب می دهد ولی سازندهای سخت به افزایش وزن روی مته بهتر پاسخ می دهند.

۱- سرعت دورانی را 100 (rpm) ثابت کنید وزن روی مته را حدود 15000 - 14000 پوند تنظیم نمایید. برای مدت 5 دقیقه سرعت حفاری را یادداشت کنید.

۲- اکنون با ثابت بودن سرعت دورانی وزن روی مته را برای مدت 5 دقیقه دیگر به مقدار 5000 پوند افزایش دهید. سرعت حفاری را یادداشت کنید.

۳- افزایش های 5000 پوندی وزن روی مته در سرعت ثابت 100 rpm به مدت 5 دقیقه را تا چند مرحله ادامه دهید.

۴- اکنون از میان مراحل متغیر وزن روی مته، آن وزنی را انتخاب کنید که بیشترین سرعت حفاری در مدت 5 دقیقه را داده است.

۵- وزن روی مته را از بهترین مقدار بدست آمده از مرحله 4 ثابت نگه داشته و سرعت دورانی را 5 دقیقه روی 120 rpm تنظیم نمایید. سرعت حفاری را یادداشت کنید.

۶- با ثابت نگه داشتن وزن روی مته از مرحله 4، برای زمانهای متوالی 5 دقیقه ای سرعت دورانی را به مقدار های 20 rpm اضافه نمائید و سرعت حفاری را یادداشت نمائید.

۷- حال بهترین سرعت دورانی را که بیشترین سرعت حفاری را داده است و بهترین وزن روی مته را انتخاب نمایید و بعنوان پارامترهای موثر اعمال کنید