مدیریت ماشین آلات ساخت
Managing Construction Equipment

استاد : دکتر وحید شاه حسینی

بیل مکانیکی

اهداف آموزشی

- تاریخچه بیل مکانیکی
- مشخصات و کاربردهای بیل مکانیکی
- محاسبه کارکرد بیل در عملیات خاکبرداری
- مدیریت بیل مکانیکی و ناوگان ماشین الات

تاریخچه بیل مکانیکی:

- بنابر اطلاعات موجود اولین بار در سال ۱۸۳۷ ویلیام اسمیت اوتیس وسیله مکانیکی برداشت و جابجایی خاک را در راه اهن ایالت ماساچست امریکا بکار برد.
- در این دستگاه ساده مکانیکی جام ساخته شده پر میشد و با چرخش ۹۰ درجه ای در سطح افق خاک را تخلیه می کرد. بلند کردن جام توسط نیروی بخار صورت می گرفت .
- در سال ۱۸۳۹ این اختراع به شماره ۱۰۸۹ و تحت عنوان "جرثقیل چاه برای خاکبرداری و حفاری در زمین "به ثبت رسید.
- اولین نمونه ثبت شده از تولید بیل های هیدرولیکی به سال ۱۸۸۲ باز می گردد که توسط شرکت ارمسترانگ در انگلستان انجام شد و بعد از آن در شرکتهای مختلف تولید بیل های هیدرولیکی رایج شد.

معرفی بیل مکانیکی و موارد استفاده

- بیل های مکانیکی و هیدرولیکی برای **گودبرداری** در خاک های نرم و سخت، سنگ های نرم و مواد غیرسنگی استفاده می گردد.
- بیل های مکانیکی می توانند انواع خاکها بجز صخره سنگها را حفر نمایند
- از بیل ها برای حفاری خاک به خصوص در اغلب زمین های خرده سنگی که حفاری آن توسط ماشین آلات دیگر راه سازی جز بولدزر عملی نیست، استفاده می شود.
- بیل قادر است علاوه بر حفاری، مواد حاصله را در داخل وسائل حمل مواد خاکی بار نماید. از این ماشین می توان برای بارکردن همه نوع مواد اعم از سنگی، شنی و رسی و غیره استفاده کرد.

تقسیم بندی بیل ها از لحاظ سیستم انتقال نیرو:

- مکانیکی کابلی

- مکانیکی هیدرولیکی

مزایای سیستم هیدرولیکی نسبت به سیستم کابل(مکانیکی)

1. سرعت عملکرد بیشتر و در نتیجه زمان سیکل کاری کوتاه تر
2. راندمان کاری بالاتر
3. سادگی و عملکرد آسان
4. دقت بیشتر در کنترل عملکرد

قابلیت های بیل مکانیکی

- حفاری
- شیارزنی
- لوله گذاری
- حمل قطعات با قلاب
- لایروبی
- خرد کردن بتن و سنگ
- جابه جایی مواد
- ایجاد گودال و چاله

کاربرد ها

- حفر کانال

کاربرد ها

- خاکبرداری

کاربردها

- تخریب

کاربردها

- گودبرداری

کاربردها

- بارگیری

کاربردها

- برش با ادوات هیدرولیکی

کاربرد ها

- جابه جایی ضایعات

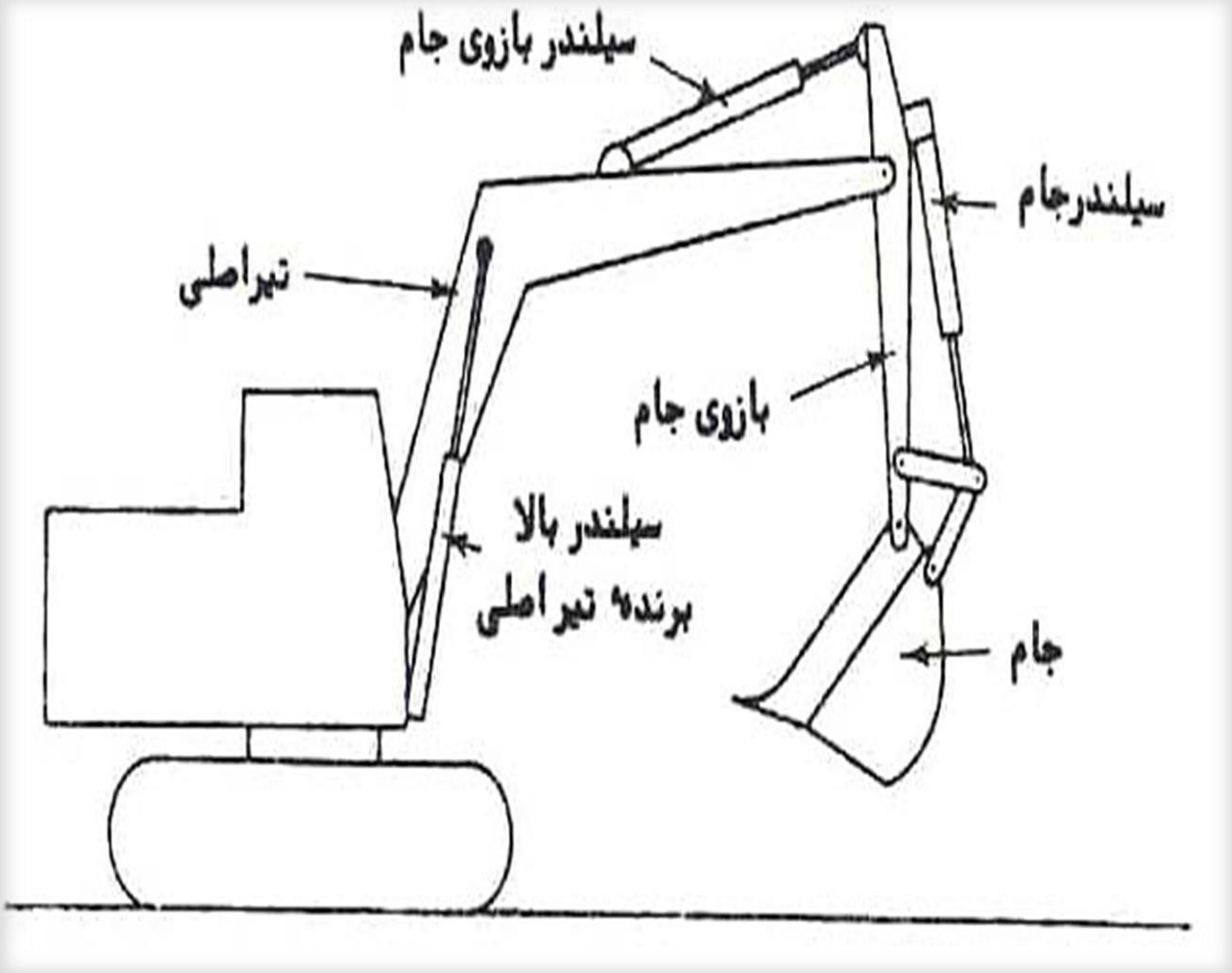
دیگر کاربردها

- محوطه سازی
- شن پاشی بر روی خاک
- شیب بندی و ایجاد کانالها
- لوله گذاری و پوشاندن روی لوله ها و کانال ها
- کندن و شیار زنی بر روی بتن و آسفالت
- تعمیر کانال های آب رو
- نصب منهول
- لایروبی کانال ها و خندق

دیگر کاربردها

- بریدن قطعات مانند تیرآهن و مفتول
- کندن و خردکردن صخره ها
- بازکردن مسیر و ایجاد دسترسی توسط تیغه جلو
- پخش کردن مواد خاکی و ایجاد شیب مناسب
- انتقال مواد به کنار جاده برای کارهای دیگر
- برف روبی
- تمیزکاری جاده ها و معابر

قسمت های تشکیل دهنده بیل



- تیر اصلی
- بازوی جام
- جام (باکت)
- شاسی یا بدنه

تیر اصلی :

- ابتدای قسمت تیرک اصلی دارای یک انحنا یا به اصطلاح گردن غازی می باشد که این انحنا به سمت زمین است. ممکن است بعضی بیلها دارای دو انحنا باشند.
- وجود چنین شکلی در قسمت تیرک اصلی یک بیل سه دلیل دارد:

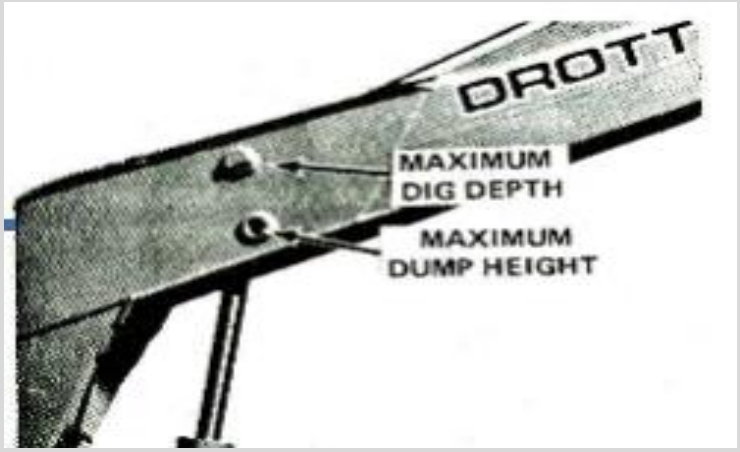
✓ باعث افزایش فضای بین تیرک اصلی و قسمت کنترل به منظور سهولت نزدیک شدن این دو به یکدیگر می گردد.

✓ جلوگیری از حفر بیش از حد توسط جام

✓ ارائه امکان دید بهتر جلو توسط راننده

اتصالات تیرک اصلی :

- پایه تیرک اصلی بصورت مفصلی دو یا سه فوت عقب تر از لبه ماشین متصل شده است.
- در بیل های هیدرولیکی ممکن است یک، دو یا سه سیلندر برای حرکت قسمت تیرک اصلی وجود داشته باشد اگر یک یا سه سیلندر وجود داشت لوله های پیستون به زیر سطح تیرک اصلی مفصل می شوند و اگر دوسیلندر وجود داشت معمولا در دو گوشه متصل می شوند روی هر تیرک اصلی دو سوراخ برای نصب شدن به قسمتهای دیگر وجود دارد سوراخ بالایی برای بدست آوردن حفاری ماکزیم می باشد.



بازوی جام

- در بیل های هیدرولیکی قسمت شاخه یا بازوی جام بصورت مفصلی به تیرک اصلی متصل می شود و در انتها دیگر بوسیله سیلندر های هیدرولیکی به جام متصل می شود.
- اتصال سیلندر هیدرولیکی بازوی جام به تیر اصلی بیشتر به قسمت بالا نزدیک است.
- نسبت این دو قسمت در مدلهای مختلف بسیار تفاوت دارد. این نسبت باعث تفاوت در نیروی وارد بر ماشین خواهد شد.
- اهرمهای متصل به ناخنک های جام وقتی در امتداد بازوی جام قرار می گیرند، از نسبت ۱به۴ تا ۱به ۸ متفاوت است.این نسبت باعث می شود که سرعت مانورجام ۴ تا ۸ برابر سریع تر از پیستونی که با نیروی ۱/۴ و ۱/۸کار می کنند حرکت خواهد کرد

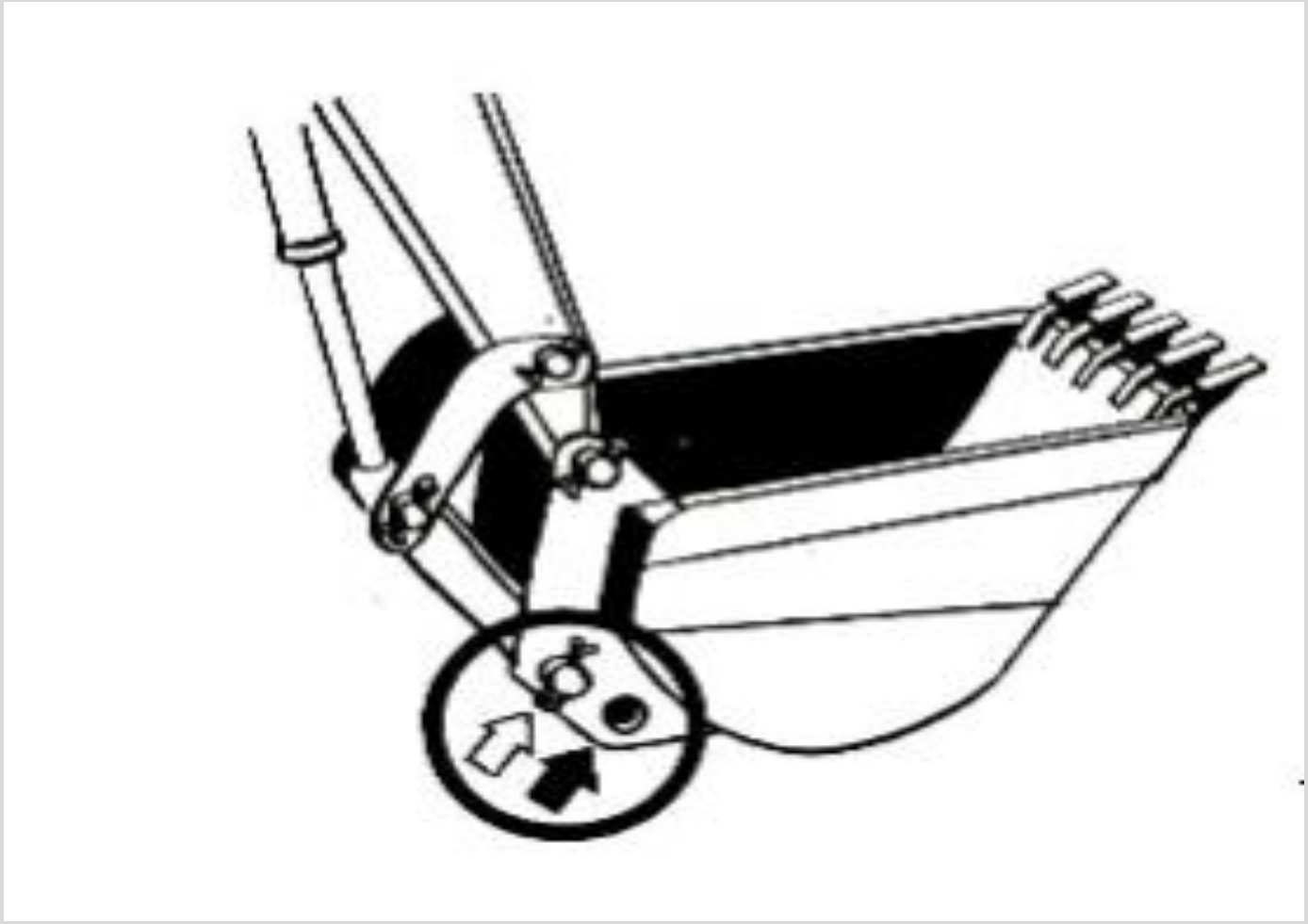
قسمت جام

- در بیل های هیدرولیکی قسمت جام بوسیله دو جفت اهرم به بازوی جام بیل متصل می شود. یکی از این اهرمها دارای سیلندر هیدرولیکی می باشد.
- سیلندر هیدرولیکی متصل به جام باعث می شود که جام یک حرکت دورانی زیاد در حدود ۱۳۶ تا ۱۷۳ درجه را انجام دهد.
- در صورت عدم وجود این سیلندر هیدرولیکی این حرکت دورانی میسر نبود
- همچنین این سیلندر باعث می شود که جام به بازوی جام برخورد نکند.

ناخنک جام

- وقتی که سیلندر باز می‌شود ناخنک های جام جمع می‌شوند و هنگامی که سیلندر بسته می شود ناخنک های جام باز خواهند شد.
- دو جفت سوراخ برای متصل شدن سیلندر هیدرولیکی به جام تعبیه شده است همانند سوراخهایی که روی بازوی جام وجود داشت یک جفت ازآنها برای حفر کردن سریع تر و حرکت راحت تر و دیگری برای حفر با قدرت بیشتر و عمیق تر می باشد وانتخاب این دو بستگی به نوع عملیات و خود راننده دارد.
- معمولا آن جفت سوراخ هایی که به دندانه های جام نزدیکتر است قدرت بیشتری تولید خواهدکرد.

شکل جام:



متعلقات (OPTION)

- باکت های مختلف با کاربردهای گوناگون
- باکت مخصوص لایروبی
- چنگک مخصوص چوب
- چنگک چند شاخه
- مته حفاری
- چکش هیدرولیکی (پیکور)
- تیغه جلوبرنده خاک (بلید جلو)
- قیچی هیدرولیکی

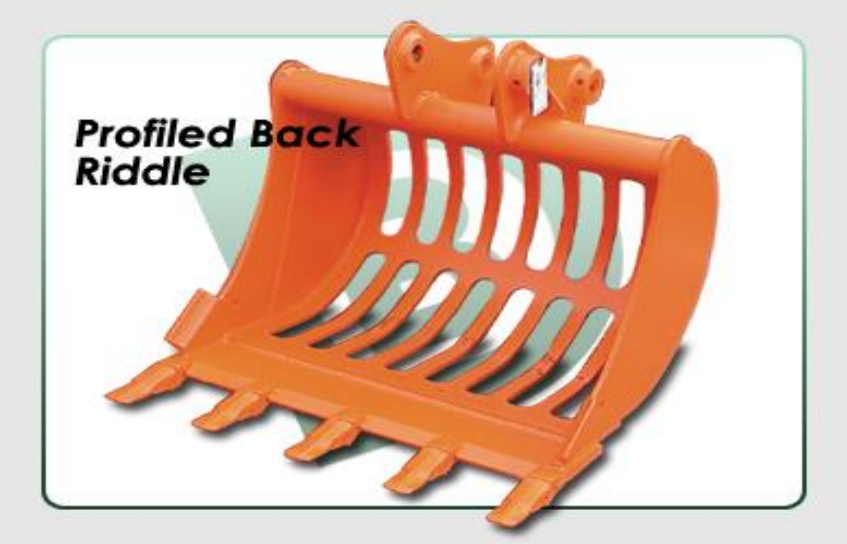
اجزا و قطعات بیل مکانیکی

جام

اجزا و قطعات بیل مکانیکی(ادامه)

جام –ویژه حفر کانالهای ذوزنقه ای

اجزا و قطعات بیل مکانیکی(ادامه)



جام مخصوص جمع آوری سنگ و کلوخ

اجزا و قطعات بیل مکانیکی(ادامه)

اجزا و قطعات بیل مکانیکی(ادامه)

انواع رایج بیل :

بیل ها را می توان از چند لحاظ تقسیم بندی کرد:

تقسیم بندی بیل ها از لحاظ نوع شاسی که بر روی آن سوار می شوند:

1. بیل های نوع چرخ زنجیری
2. بیل های نوع چرخ لاستیکی
3. بیل های کامیونی

بیل چرخ زنجیری

مزایا و معایب سه مدل به شرح زیر می باشد:

الف) نوع چرخ زنجیری:

1. به سبب زیاد بودن سطح اتکای زنجیر با زمین به راحتی می تواند در زمین های سست استقرار یافته و کار انجام دهد به همین جهت برای کار در زمین های نرم که ظرفیت بارگذاری آنها از ۰.۴۳ تا ۰.۸۲ کیلوگرم بر سانتی متر مربع است ساخته می شود .
2. دنده هایی که روی زنجیر انها پیش بینی شده سطح زمین های سنگی را شیار داده و استقرار و ثبات ماشین را برای انجام عملیات سخت سنگبرداری ممکن می سازد.
3. در راه های موقت با شیب زیاد (حدودا۴۰ درصد) نیز قادر به حرکت می باشند .

ادامه...

4. در مقایسه با انواع دیگر در عملیات های خاکی با ثبات ترین و صلب ترین انها است.
5. سرعت حرکت آنها کم و در حدود ۱.۵ تا ۳.۵کیلومتر در ساعت می باشد .
6. برای انتقال آنها به کارگاه بایداز تریلر استفاده نمود.
7. در قالب عملیات خاکی به صرفه تر از انواع دیگراست .
8. حداکثر جابه جایی برای این نوع تا ۵۰۰ متر قابل قبول است.

چرخ لاستیکی

چرخ لاستیکی

- سرعت حرکت آن با توجه به قدرت موتورشان محدود بوده و در حدود ۱۰تا ۱۲.۵ کیلومتر در ساعت است در انواع جدید آنها نیز سرعت به ۴۰ کیلومتر در ساعت نیز می رسد .
- مسافت بیشتری را نسبت به زنجیری می تواند برود.
- برای انجام عملیات باید از جک استفاده کند.
- قیمت آن نسبت به زنجیری گران تر و از کامیونی ارزان تر می باشد.
- برای عملیات سنگین مناسب نیستند .

ج) نوع کامیونی :

1. اتاق راننده از اتاق متصدی بیل جدا می باشد.
2. کامیون آن دارای قدرت زیادی است که قادر است با سرعت ۶۰ کیلومتر در ساعت حرکت کند.
3. دراغلب موارد که عملیات مورد نظر ترکیبی از دو عمل بلند کردن و انتقال می باشد به کار می رود .
4. مخارج بهره برداری از آن به علت احتیاج به راننده وهمچنین متصدی بیل زیادتر از انواع دیگر است .

البته امروزه نوع کامیونی این ماشین زیاد استفاده نمی شود

تقسیم بندی بیل ها از لحاظ نوع حفاری :

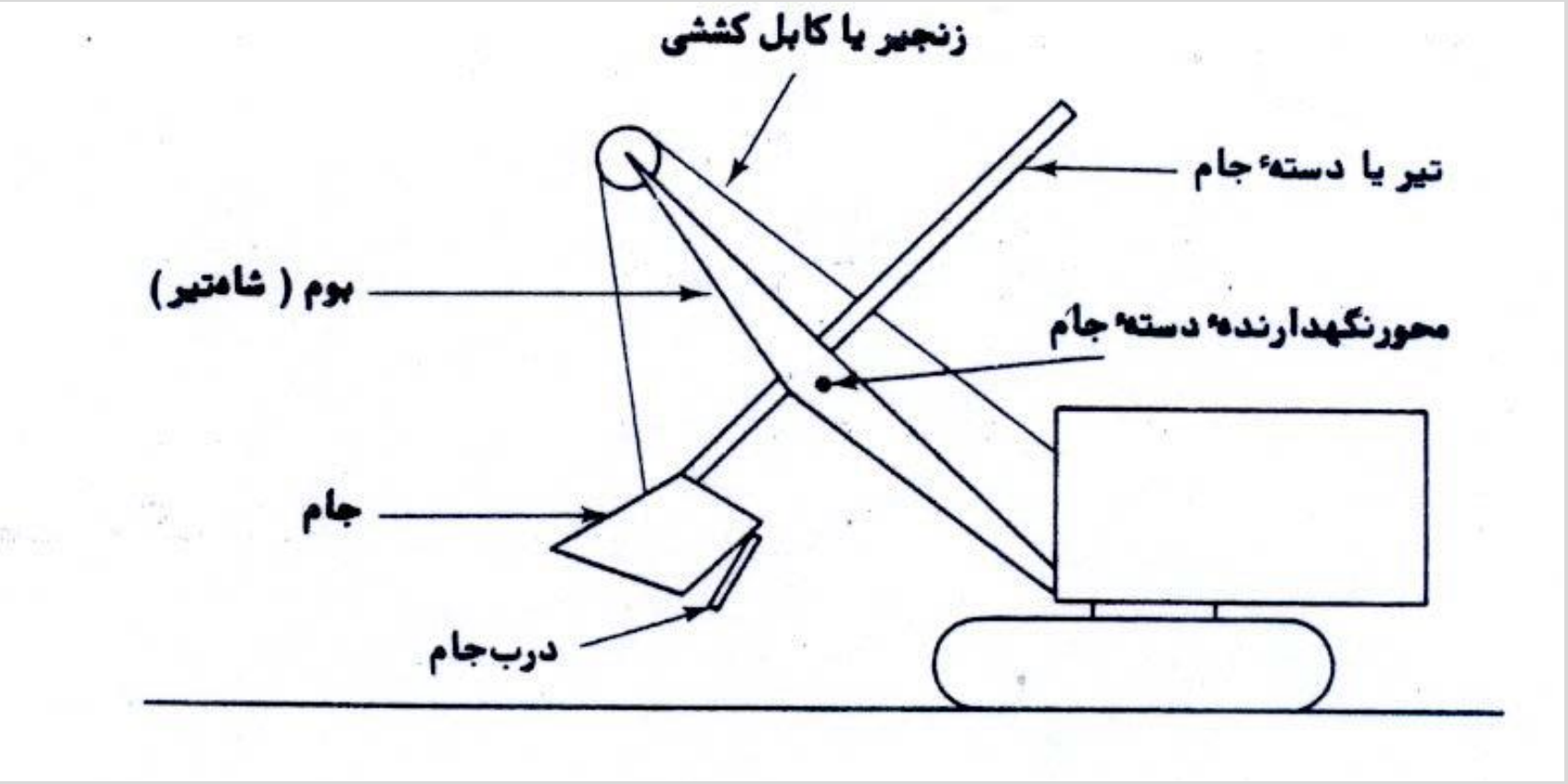
1. بیل جام جلو(front shovel)
2. بیل جام معکوس(Back Hoe)

بیل جام جلو:

- بیل جام جلو برای حفاری بالای سطح زمین و بارگیری کامیون ها مورد استفاده قرار می گیرد.
- بیل های جام جلو برای حفاری سخت در بالای سطح ماشین می باشند که قادر هستند فشار قابل توجهی به جام خود وارد کنند.
- مصالحی که حفاری می شوند باید در حالت قرضه عمودی باشند. به عبارت دیگر به صورت عمودی به سطح زمین قرار بگیرند
- بازو و جام حدود یک سوم وزن کل ماشین را دارند بنابراین با در نظر گرفتن وزن مصالح در جام این ماشین ها به نحوی طراحی می شوند که تعادل خود را حفظ کنند. معمولا این ماشین ها دارای چرخ زنجیری می باشند و سرعت آنها بسیار کم است.

دسته بندی از لحاظ نوع حفاری

- بیل با جام جلو

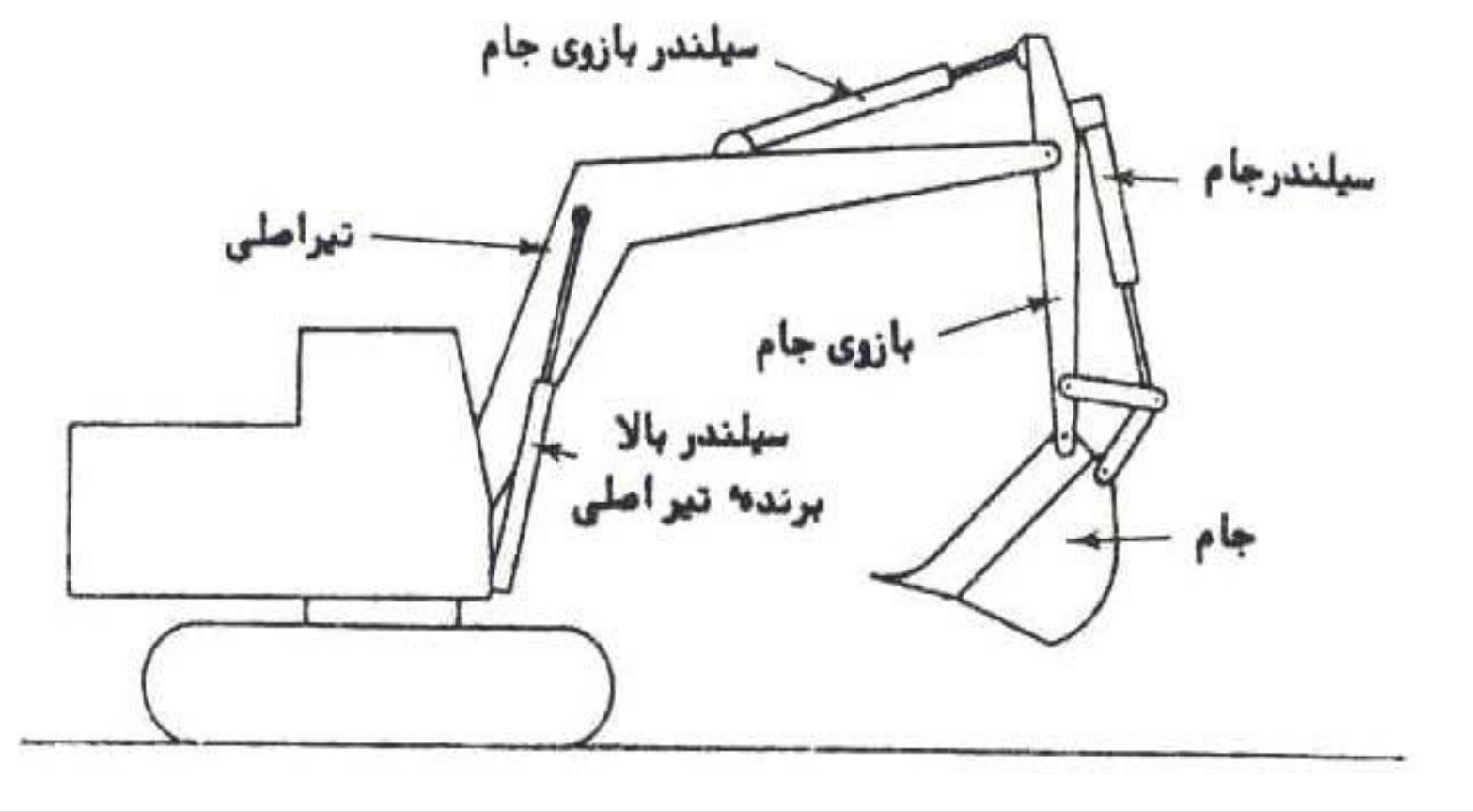


بیل جام معکوس:

- بیل جام معکوس برای حفاری در زیر زمین استفاده می شود.
- این ماشین برای حفاری ترانشه، زیر زمین، پی و در مواردی که فضای کار محدود است مناسب می باشد.
- در بعضی از انواع، تا عمق ۸ متری زیر ماشین قابل حفاری است.
- عمل حفاری با کشیده شدن بازوی جام به طرف ماشین انجام می شود.

دسته بندی از لحاظ نوع حفاری

- بیل با جام معکوس



مراحل عملیات خاکبرداری توسط بیل :

- عملیات خاکبرداری توسط بیل در چهار مرحله به شرح زیر انجام می شود:

الف)قراردادن جام در محل موادخاکی

ب) پر کردن جام بوسیله کشیدن یا فشار دادن آن در داخل مواد خاکی

ج)خارج کردن و بالا کشیدن جام و چرخش تا محل تخلیه

د) تخلیه مواد کنده شده در کامیون و آماده شدن برای تجدید عملیات

چرخه تولید بیل هیدرولیکی

عوامل موثر برتولید بیل هیدرولیکی

- نوع مصالح
- ارتفاع برشی
- زاویه چرخش
- مهارت اپراتور
- وضعیت ماشین
- اندازه کامیون ها

بیل هیدرولیکی

ظرفیت جام:

- ظرفیت سطح تراز: مصالح تا سطح لبه جام
- ظرفیت انباشته: مصالح با شیب در ارتفاع بیش از لبه

فاکتور پر شدن:
یک ضریب برای تصحیح میزان ظرفیت انباشته با توجه به نوع خاک مختلف خاک

مصالح	فاکتور پر شدن(٪)
خاک ، رس	100-110
مخلوط سنگ و خاک	105-115
سنگ- به خوب منفجر شده	100-110
سنگ – به خوبی منفجر نشده	85-110
شیل- ماسه سنگ	85-100

بیل هیدرولیکی

اثر ارتفاع برش در بازده:

۱-اگر ارتفاع کم باشد:

- افزایش تعداد عبور جام
- پر کردن قسمتی از جام

۲-اگر ارتفاع زیاد باشد:

- کاهش عمق نفوذ جام
- خاکبرداری ازقسمت بالا و سپس حفاری از کف
- حفاری کل عمق و پخش خاک اضافی

ارتفاع بهینه حفاری:
ارتفاع عمودی یک جبهه حفاری که به جام امکان می دهد بدون اعمال فشار زیاد با بالا بردن پر شود. بین ۳۰ تا ۵۰ درصد ارتفاع حفاری اسمی.

$$\text{درصد ارتفاع بهینه} = \frac{\text{ارتفاع واقعی حفاری}}{\text{ارتفاع بهینه}}$$

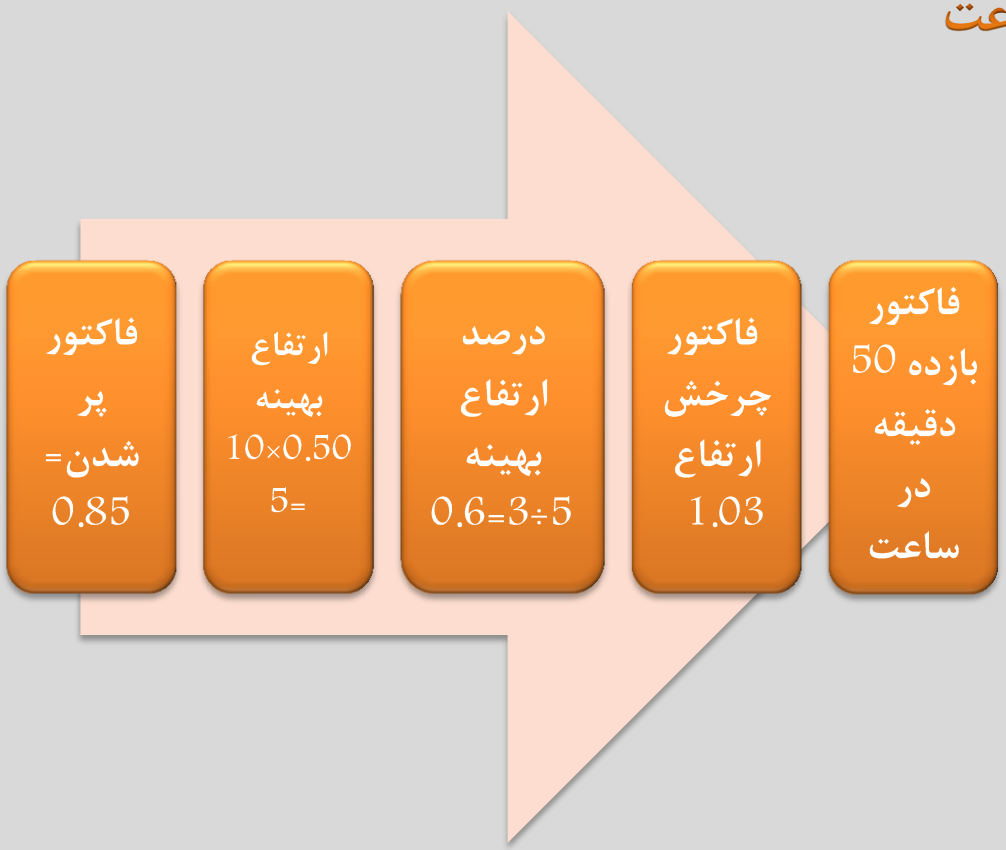
جدول فاکتور چرخش – ارتفاع

درصد عمق بهینه	زاویه چرخش			
	45	60	90	120
40	0.93	0.89	0.80	0.72
60	1.1	1.03	0.91	0.81
100	1.26	1.16	1.00	0.88
120	1.2	1.11	0.97	0.86

بیل هیدرولیکی

محاسبه تولید :

بیل هیدرولیکی به ظرفیت انباشته ۴ متر مکعب – مصالح صخره نامطلوب منفجر شده–ارتفاع ۳ متر–ارتفاع حداکثر اسمی ۱۰ متر–زاویه چرخش ۶۰ درجه– زمان چرخه ۲۱ ثانیه–بازده ۵۰ دقیقه در ساعت



$$\frac{3600\times4\times0.85\times1.03}{21}\times\frac{5}{6}=500.3$$

عملکرد ماشین آلات در انواع خاک و سنگ :

- بیل ها قادر به گود برداری در تمام انواع خاک ها به جز سنگ های صخره ای می باشند.
- در صورت وجود سنگ های صخره ای در محل پروژه ابتدا باید این سنگ ها را منفجر کرده و سپس عملیات خاکبرداری توسط بیل را اغاز کرد.
- برای حمل سنگ های منفجر شده باید از بیلی با ظرفیت جام بیل و عمق بهینه حفاری مطابق جدول بعد استفاده نمود.

عملکرد در انواع خاک

ظرفیت جام بیل	۱/۹۱	۱/۵۳	۱/۳۴	۱/۱۵	۰/۹۶	۰/۷۶	۰/۵۷
نوع خاک	عمق بهینه حفاری(بر حسب متر)						
رس ماسه ای سبک	۲/۵۶	۱/۳۸	۲/۲۶	۲/۱۳	۱/۹۵	۱/۸۳	۱/۶۴
ماسه و شن	۲/۵۶	۲/۳۸	۲/۳	۲/۳	۱/۹۸	۱/۸۳	۱/۶۲
خاک های معمولی	۳/۴۱	۳/۱	۲/۹۶	۲/۸	۲/۵۹	۲/۳۸	۲/۰۷
رس سفت و سخت	۴/۱	۳/۷۲	۳/۵	۳/۲۶	۲/۹۹	۲/۷۴	۲/۴۴
صخره ای خوب منفجر شده	۴/۱	۳/۷۲	۳/۵	۳/۲۶	۲/۹۹	۲/۷۴	۲/۴۴
رس مرطوب و چسبناک	۴/۱	۳/۷۵	۳/۵	۳/۲۶	۲/۹۵	۲/۷۴	۲/۴۴
صخره ای خوب منفجر نشده	۴/۱	۳/۷۲	۳/۵	۳/۲۶	۲/۹۵	۲/۷۴	۱/۷۴

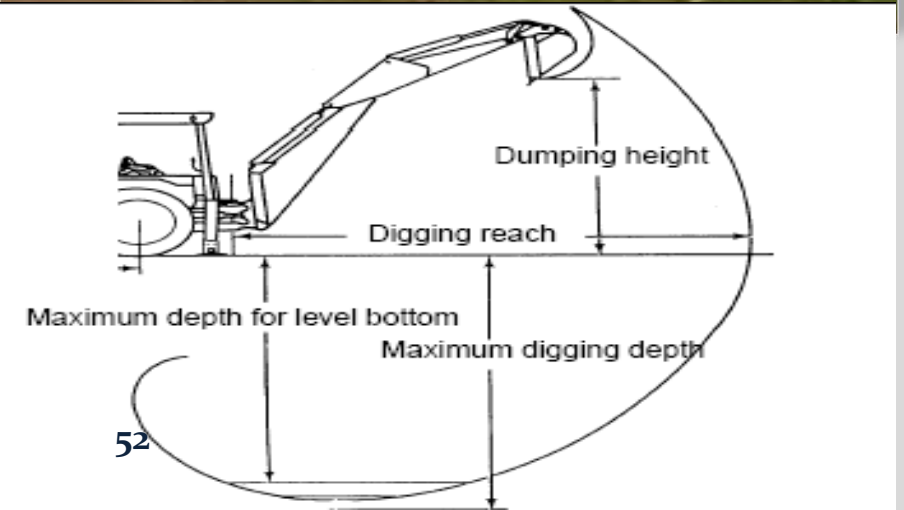
بیل جام معکوس

- حفاری زیر سطح زمین،ترانشه،زیر زمین،پی
- حفاری آسان ⟸ جام پهن
- حفاری سخت ⟸ جام با عرض کم

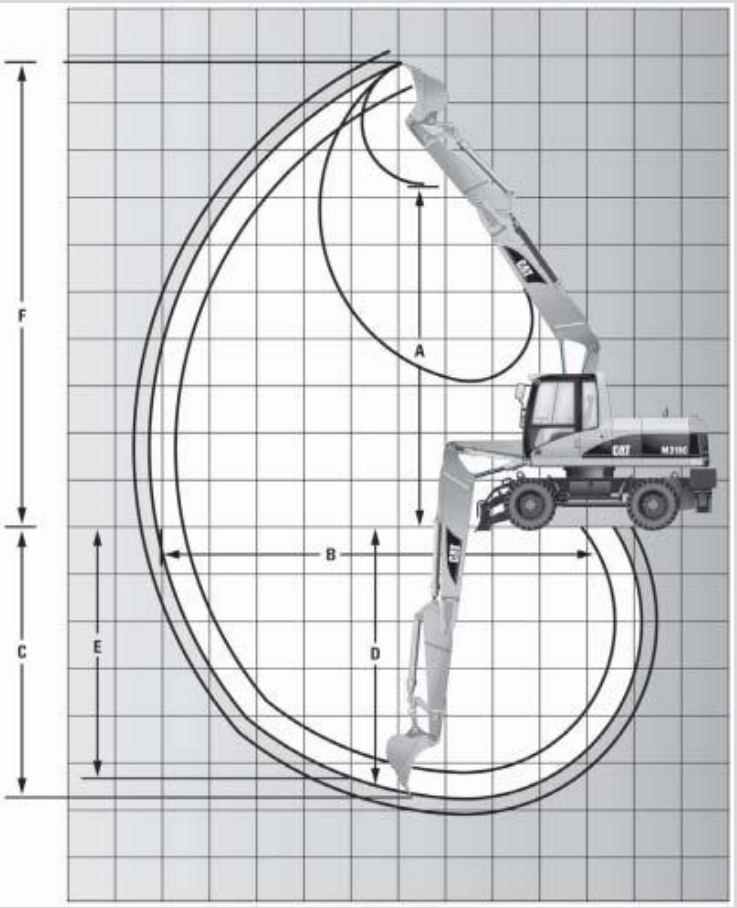
بیل جام معکوس

تولید بیل جام معکوس

- مشابه تولید بیل جام جلو
- تابع نوع مصالح، اندازه و نوع جام
- عمق بهینه بین ۳۰ تا ۶۰ درصد حداکثر عمق
- جدول حداکثر عمق برشی بر حسب اندازه جام
- جدول مدت چرخه حفاری



کج بیل



کج بیل

- برای حفاریهای پایینتر از سطح مناسبتر است.
- برای کانال زنی و لوله گذاری و...کارآیی دارد.
- در بسیاری از موارد عرض جام ازظرفیت آن مهم تر است ،گستردگی جام از نظر ابعاد (عرض وعمق) بیشتر است.

مدیریت اجرایی عملیات

روش خاکبرداری در عمقهای مختلف متفاوت است، به این صورت که اگر عمق های خاکبرداری زیاد باشد اپراتور ممکن است کارهای زیر را انجام دهد:

۱.عمق نفوذ لبه جام بیل در جبهه خاک را برای پرکردن جام بکاهد تا با یک حرکت انرا پر کند.

۲. شروع حرکت جام را از نقطه ای بالاتراز سطح کف گودال شروع نموده و بعدا قسمت باقیمانده را خاکبرداری کند.

۳. جام را در تمام طول حرکت بدهد و بگذارد که خاک اضافی به کف گودال بریزد وبعدا آن را جمع آوری کند.

در تمام طول کار باید موارد زیر را در نظر گرفت:

1. بررسی محل عملیات: باید اطلاعات کامل ازموقعیت محل پروژه و تسهیلات عمومی از نظر امکانات دسترسی به کارگاه و انتقال افراد و ابزار کار در دست باشد و جود راه آسفالت،راه آهن،فرودگاه و بندر باید مورد بررسی قرار گیرد و همچنین باید از مصالح وافراد در محل مطلع بود .
2. وضع زمین محل: وضع پستی و بلندی زمین،نوع و جنس لایه های زمین،نفوذ پذیری خاک، اطلاعات مربوط به سفره اب زیرزمینی و امکانات زهکشی و هدایت آبهای زیر زمینی به بیرون از کارگاه باید به دقت بررسی شود و برای تمام انها تدابیر لازم گرفته شود .
3. اب و هوای محل: دانستن شرایط آب و هوا و مطالعه آمار هواشناسی کاملا ضروری است تا بر اساس آنها بتوان طوری برنامه ریزی نمود که در شرایط مساعد جوی با ازدیاد نیروی اجرایی حجم عملیات را حتی الامکان بالا برد.

ادامه...

4. مدت اجرای عملیات:با توجه به مدت اجرای عملیات بسیار مهم و ضروری است زیرا برنامه ریزی و تعیین نیروی اجرایی لازم و مناسب و پیش بینی موارد اضطراری در کار بر اساس ان باید انجام شود
5. استفاده ازمنابع محلی: دراکثر پروژه ها استفاده از منابع محلی باعث می شود تا پروژه در موعد مقرر به پایان برسد
6. نقشه های تاسیسات موجود زیر زمینی: قبل از اجرای هر گونه عملیات باید از وجود تاسیسات زیر زمینی از قبیل لوله های آب و گاز وغیره در محل آگاه بود

ادامه...

7. با جام نباید به سطوح سخت ضربه وارد کرد.
8. محوطه مناسب برای عملیات حفاری وجود داشته باشد.
9. زاویه گردش در حد امکان کم باشد.
10. برای حفر گودال از طرفین شروع می کنند تا با افزایش عمق ،عرض کانال کم نشود.

کارخانجات سازنده

در جهان کارخانجات متعددی بیل مکانیکی تولید می نمایند که مهمترین انها عبارتند از :

- شرکت کاترپیلار
- شرکت کوماتسو
- شرکت هیتاچی
- شرکت هیوندای
- شرکت ایسوزو
- شرکت ولوو
- شرکت اطلس
- شرکت هپکو

خلاصه مباحث

- تاریخچه بیل مکانیکی
- معرفی انواع بیل‌های مکانیکی
- مشخصات بیل مکانیکی
- کاربردهای مختلف بیل مکانیکی
- نحوه محاسبه کارکرد بیل مکانیکی
- مدیریت بیل مکانیکی و ناوگان ماشین الات