بافه بند[1] تراکتوری
طراحی و ساخت شاسی و دستگاه رانش

منصور بهروزی لار

دانشیار گروه مهندسی ماشین های کشاورزی دانشگاه تهران

تاریخ پذیرش مقاله ۷۵/۳/۳۰

خلاصه

بافه بند خودگردان ماشینی است که در برداشت گندم و جو در مزارع کوچک ایران و دنیا کاربرد زیادی دارد. آمار نشان می دهد که ۱۱۴۰۰ دستگاه از این ماشین ها در سال ۱۳۷۱ در مزارع ایران وجود داشته اند . اگر بخواهیم حتی دو سوم از ۲۲۰۹۰۰۰ هکتار سطح زیر کشت گندم و جو آبی و دیم که اینک با دست برداشت می شود، با این ماشین برداشت گردد، با جمع موجودی به ۳۰۰۰۰ دستگاه نیاز خواهد بود. اگر عمر مفید هر ماشین را ٦ سال درنظر بگیریم تولید سالیانه ای برابر ۵۰۰۰ ولی در ٦ سال اول ، ۱۰۰۰۰ دستگاه لازم می شود.

این ماشینهابهرحال کاستیهایی دارند ودرایران به سبب پائین‌بودن فن شناختی کشاورزان ،مشکلات بیشتری را ایجاب می کنند.گرانی نسبی قیمت،انتقال ارتعاش زیادماشین به‌راننده،فقدان کلاچ ایمنی،امکان واژگونی در دیمزارها از اهم این موارد هستند.

بافه بندهای خودگردان متشکل از دو بخش ،دماغه و ماشین خودگردان است ، که حدود نیمی از قیمت ماشین به بخش دوم آن اختصاص دارد. بنابراین اگر فقط دماغه به تراکتور بسته شود و با عنایت به اینکه تراکتور در بیشتر روستاها قابل دسترس می باشد، مزایای فراوانی عاید خواهد شد از جمله :

۱ – کاهش قیمت ماشین به کمتر از نصف و نتیجتا" کاستن از هزینه تولید

۲ – کاهش خروج ارز

۳ – کاهش ارتعاشات منتقله به بدن راننده و تقلیل خستگی جسمی و ضایعه های ناشی از آن

۴ – افزایش عملکرد نسبی ماشین

۵ – دارا بودن کلاچ ایمنی برای مصون ماندن ماشین از صدمات احتمالی در برخورد با موانع

٦ – کم شدن احتمال واژگونی ماشین

ماشینی با نام بافه بند تراکتوری طراحی و ساخته شد و نمونه ای از آن در مزرعه آزمایش گردید که اهداف شش گانه فوق الذکر را برآورده می سازد.

محاسبات فنی اندامهای مختلف ماشین شامل اتصال سه نقطه ،شاسی اتصال سه نقطه ، شاسی اتصال دماغه به اتصال سه نقطه ،محورها ،سیستم رانش و کلاچ ایمنی بعمل آمد.

آزمون مزرعه ای ماشین مورد بحث این نوشتار ،نشان داد که طرح آن از هر نظر کامل و موفق آمیز است. اشکالاتی جزئی که در بخش "آزمون مزرعه ای و نتیجه‌گیری" به آن اشاره شده اند براحتی قابل رفع بوده و اثری در محاسبات طراحی و ساختار کلی ماشین نخواهند داشت .

1 - Mower Binder

مقدمه

برداشت گندم و جو در مزارع کوچک در بیشتر کشورهای جهان و در ایران با بافه بند انجام می گیرد. آمار(۴) نشان می دهد که در سال ۱۳۷۱ بالغ بر ۱۱۴۰۰ دستگاه بافه بند خود گردان در مزارع ایران وجود داشته است . آمار همین منبع همچنین نشان می دهد که محصول حدود ۲۲ % از ۲۲۲۴۰۹۹ هکتار گندم آبی ایران ، ۴۸% از ۳۹۶۸۵۶۰ هکتار گندم دیم ،۲۹ % از ۸۳۳۶۸۸ هکتار جو آبی ایران و مجموعا" حدود ۳۱۲۳۰۰۰ هکتار ، با خرمنکوب کوبیده می شود. برداشت این سطح یا با دست برداشت شده یا با بافه بند. اگر کارکرد یک بافه بند را ۲ هکتار در روز برآورد نموده و ۴۰ روز در سال ، سالانه ۹۱۲۰۰۰ هکتار با بافه بند برداشت شده است . اگر قرار باشد که ۲۲۰۹۰۰۰ هکتار بقیه نیز با این ماشین برداشت گردد، به ۲۷۶۱۲ دستگاه دیگر نیازمند خواهیم بود که با تعداد موجود به ۳۹۰۰۰ دستگاه بالغ می گردد. اگر فرض کنیم که فقط ۳۰۰۰۰ دستگاه مورد نیاز باشد (قسمتی از سطوح زیر کشت یعنی حدود ۷۲۰۰۰۰ هکتار به دلایلی برداشت نشود) و اگر عمر مفید هر بافه بند را ۶ سال بگیریم تولید سالانه ای برابر ۵۰۰۰ دستگاه ولی در ۶ سال اول برابر ۱۰۰۰۰ دستگاه لازم است .

بافه بندهای موجود در ایران عموما" از نوع BCS ساخت کشور ایتالیاست که در دو نوع ساخته می شود. یکی مناسب غلات پا بلند (معمولا" آبی) است و دیگری برای غلات کوتاه (معمولا" دیم) این دو را در ایران اصطلاحا" ماشین پا بلند و پا کوتاه می نامند که در ایران مونتاژ و یا قسمت هایی از آنها ساخته می شوند. بافه بندهای نوع دوم بخصوص در دیمزارها که ساقه ها کوتاه هستند ، کاربرد بیشتری دارند.تمامی این ماشین های از نوع خودگردان هستند. ماشین را ممکن است متشکل از دو قسمت مجزا دانست : ۱ - دماغه (Header) و ۲ - ماشین خود گردان . دماغه در جلو ماشین خود گردان قرار گرفته و توسط سیستم هیدرولیک ماشین ، بالا و پائین می رود. یک موتور ۹/۳ کیلووات (۱۲/۵ اسب بخار) حرکت پیشروی ماشین، سیستم هیدرولیک و حرکت دماغه را تامین می نماید. حدود نیمی از قیمت کل وسیله به این قسمت اخیر یعنی ماشین خود گردان تعلق می گیرد، که اگر دماغه به تراکتور متصل گردد، و با توجه به اینکه تراکتور در بیشتر روستاها قابل دسترس است بهمین تناسب از خروج ارز جلوگیری می گردد.

از چند سال قبل کوشش هایی در جهت تراکتوری کردن بافه بند در ایران صورت گرفته است . عده ای دماغه را به جلو تراکتورو بعضی دیگر به عقب تراکتور سوار کرده اند. در این تلاش معدودی موفق و بعضی ناموفق بوده اند . حتی آنهایی که توفیق یافته اند، اشکالاتی را تجربه نموده‌اند. مشکل کارکردن در مزرعه و گرانی یا سنگینی نسبی ماشین در مزرعه ، از آن جمله اند.

برای اتصال دماغه به تراکتور ، باید شاسی و مکانیزم هایی طراحی و ساخته می شد که بتوان دماغه را با کمترین تغییر فیزیکی به هر نوع تراکتور رایج در ایران سوار نمود. تراکتورهای رایج در ایران به ترتیب فراوانی عبارتند از یونیورسال ۶۵۰ ،مسی فرگوسن ۲۸۵،یونیورسال ۴۴۵ و جاندیر ۳۱۴۰ (۴). ماشینی را که بدین ترتیب ساخته شود، می توان بافه بند تراکتوری نامید.

بافه بندهای خود گردان علاوه بر گرانی نسبی ،مشکلات زیر را نیز دارا هستند:

۱ - ارتعاش نسبتا" زیاد ماشین در حال کار که می تواند ناراحتی های فیزیکی به ستون فقرات راننده وارد آورد،مضافا" که خستگی آفرین نیز می باشد.

۲ - وجود خرده کاه در فضا در هنگام برداشت سبب گرفتگی فیلتر هوا شده که بسبب عدم رعایت اصول سرویس و نگهداری درست توسط کاربران ، به خرابی زودرس موتور می انجامد.

۳ - سرعت پیشروی و عملکرد نسبتا" پائین آن

۴ - امکان واژگونی نسبی آن در دیمزارها

هدف :

طراحی و ساخت شاسی و مکانیزم هایی که بدانوسیله دماغه بافه بند به تراکتور متصل گردد. چنین ماشینی که آن را بافه بند تراکتوری می نامیم مزایای زیر را خواهد داشت :

۱ - کاهش هزینه تولید کشاورز .

۲ - کاهش خروج ارز

۳ - کاهش ارتعاش منتقله از ماشین به بدن راننده

۴ - سرعت پیشروی وعملکرد نسبی بیشتر

۵ - کاستن از صدمات احتمالی وارد به ماشین (با تجهیز آن به کلاچ ایمنی)

۶ - فقدان سایر کاستی هایی که برای بافه بند خودگردان در پایانه

مقدمه بر شمرده شد.

طراحی اندام های بافه بند تراکتوری

ماشین بنحوی باید طراحی می شد که ۱ - بر تراکتور سوار شده ۲ - از محور توانده نیرو بگیرد ۳ - مجهز به کلاچ ایمنی بوده و ۴ - برای حمل و نقل به پشت تراکتور برگردد. برای برآورد این منظور ها طرحی در نظر گرفته شد که در شکل ۱ نشان داده شده است.

مشخصاتی که از دماغه بافه بند (شکل ۲) و از بافه بند خودگردان که برای طراحی مورد نظر قرار گرفتند بشرح زیر می باشند:

وزن دماغه ۱۴۰ کیلوگرم (۱۳۷۲N)

فاصله تقریبی مرکز ثقل دماغه تا محل اتصال ۶۴۰mm

فاصله افقی بین دو بازوی چپ و راست دماغه ۱۴۶۰mm

بالاترین ارتفاع برش محصول ۴۰۰mm

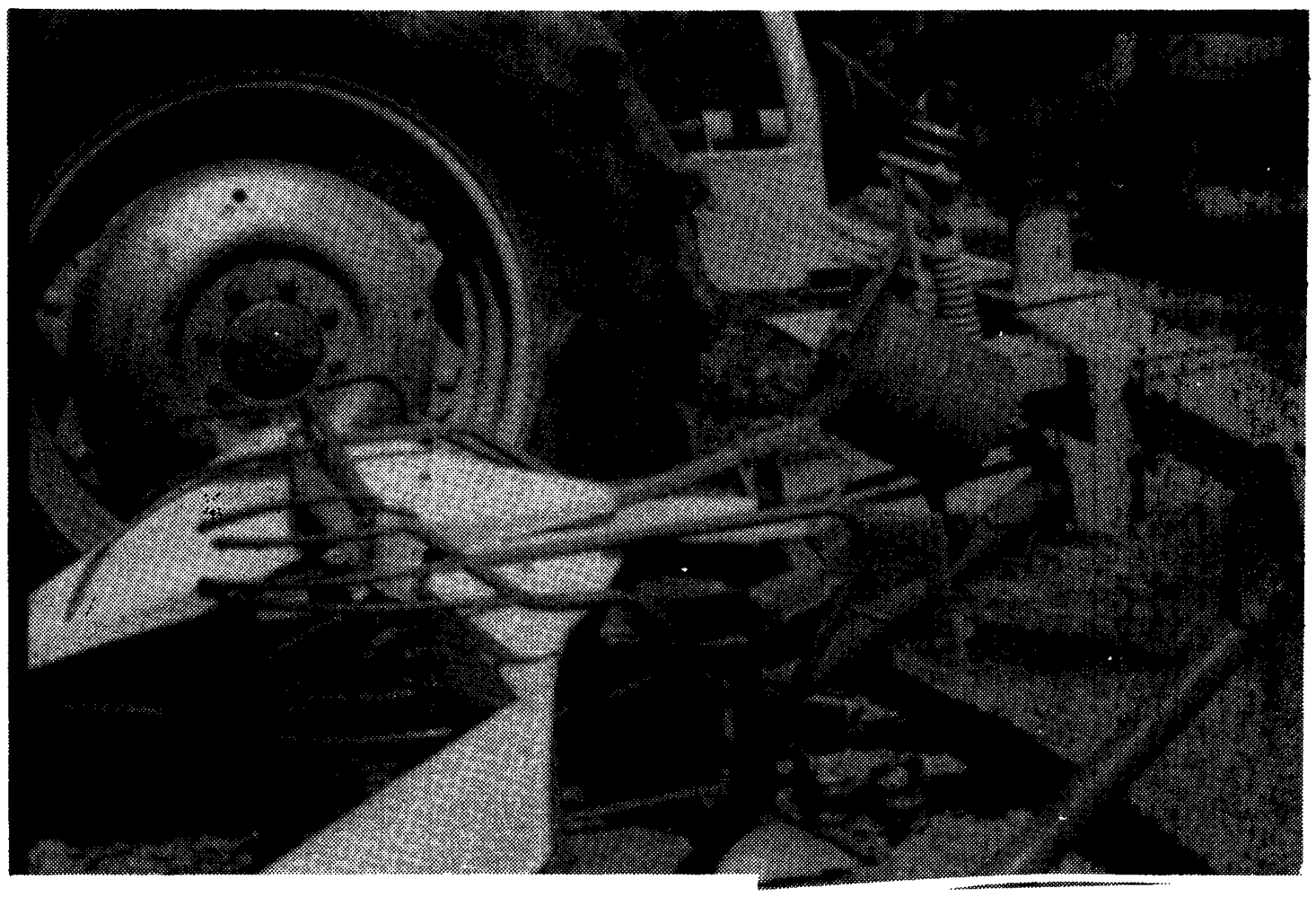
سرعت دورانی چرخ تسمه روی دماغه ۵۴۰rpm

عرض شانه برش ۱۴۰۰mm

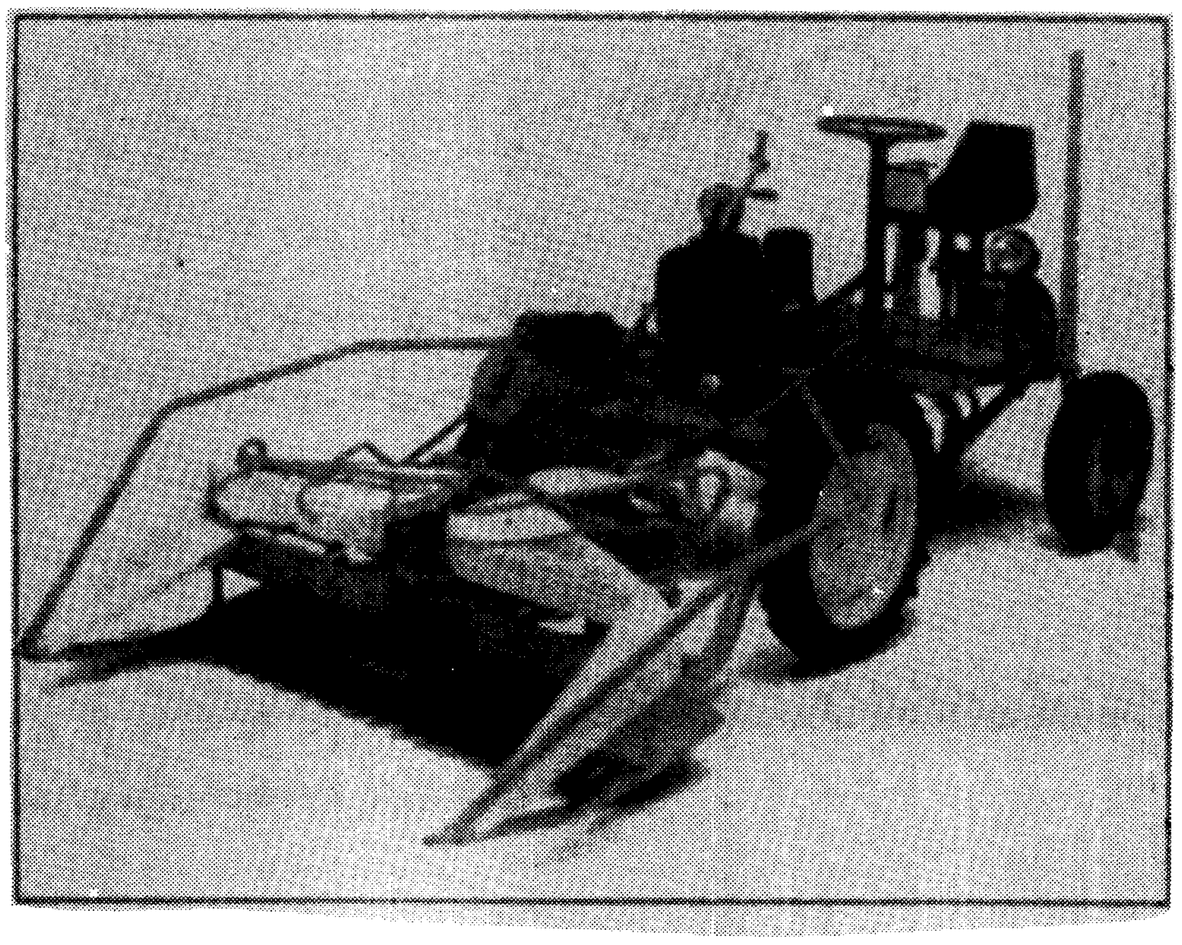
توان موتور ۱۲/۵ اسب بخار (۹/۳ کیلووات)

دور موتور هنگام کار ۱۰۱۰ rpm

نسبت قطر چرخ تسمه موتوربه قطر چرخ تسمه دماغه ۰/۵۳۳



شکل ۱ - طرح بافه بند تراکتوری



شکل ۲ - ویژگی‌های بافه بند خودگردان از دیدگاه طراحی بافه بند تراکتوری

قبل از شروع طراحی بهرحال می بایست تراکتوری در نظر گرفته می شد تا ماشین بر آن الگو گردد. تراکتور یونیورسال با تعداد ۱۲۲۱۲۹ دستگاه (۴) از کل حدود ۲۲۰۰۰۰ دستگاه تراکتورهای موجود ،حائز اکثریت است ، لذا این تراکتور بعنوان واحدتوان دهنده درنظرگرفته شد. ویژگی های این تراکتور (شکل ۳) از دیدگاه طراحی بافه بند تراکتوری بشرح زیرند:

- فاصله دیواره خارجی چرخ های عقب تراکتور یونیورسال ۶۵۰ بطور معمول ۲۰۵۰mm است ولی می توان از ۱۳۷۰mm تا ۲۳۵۰mm تغییر داد.
- فاصله عمودی محور تواندهی از سطح زمین ۶۷۵mm
- فاصله افقی و عمودی محل اتصال ساق وسط تا محل اتصال بازوی پایینی به تراکتور ، به ترتیب ۱۸۰mm و ۳۰۵mm
- بیشترین طول ساق وسط ۷۶۰mm
- فاصله بازوی پائینی از سطح زمین ۶۰۰mm(بازو در وضعیت افقی)
- طول وسط قرقری بازوی پائینی تا محل اتصال به تراکتور ۹۰۰mm
- قطر قرقری ساق های وسط و پائین ۲۵/۴mm

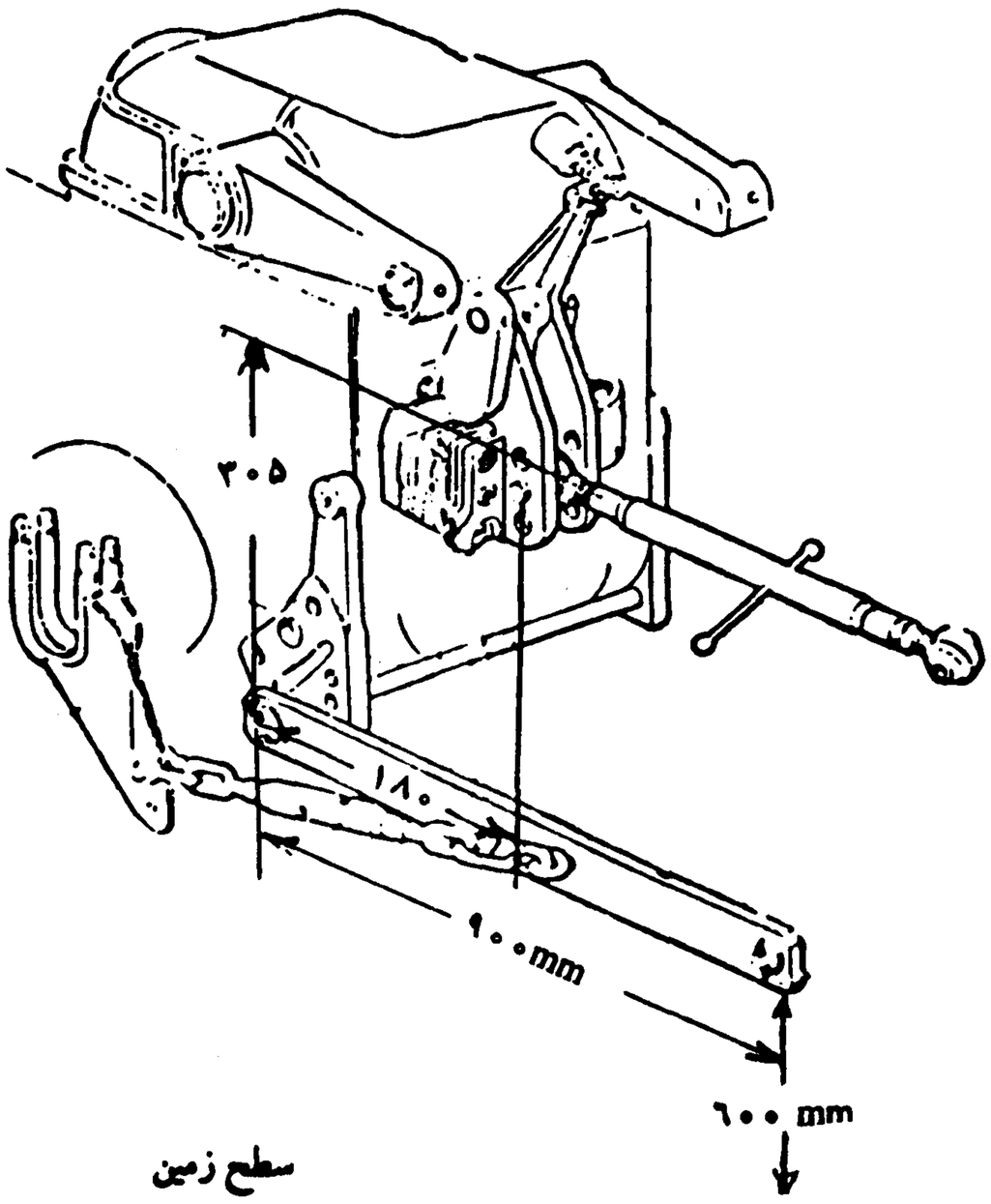
اتصال سه نقطه ماشین

نظر به تطابق سرعت استاندارد ۵۴۰rpm محور تواندهی (۲) و از آن چرخ تسمه دماغه، از یک چرخ تسمه یدکی بافه بند خود گردان بهمان قطر چرخ تسمه دماغه بهره گرفته شد. قطر خارجی این چرخ تسمه ۳۰۰mm با تسمه V و از گروه B (پهنای تسمه ۱۶mm) بود. برای تامین اتصال، لوله ای بقطر خارجی ۶۴mm و ضخامت 4mm به شکل نیمدایره به شعاع ۳۲۰mm (شعاع از مرکز نیمدایره تا تار میانی لوله) خم گردید (شکل ۴) لذا شعاع داخلی خم لوله ۲۸۸mm بود.

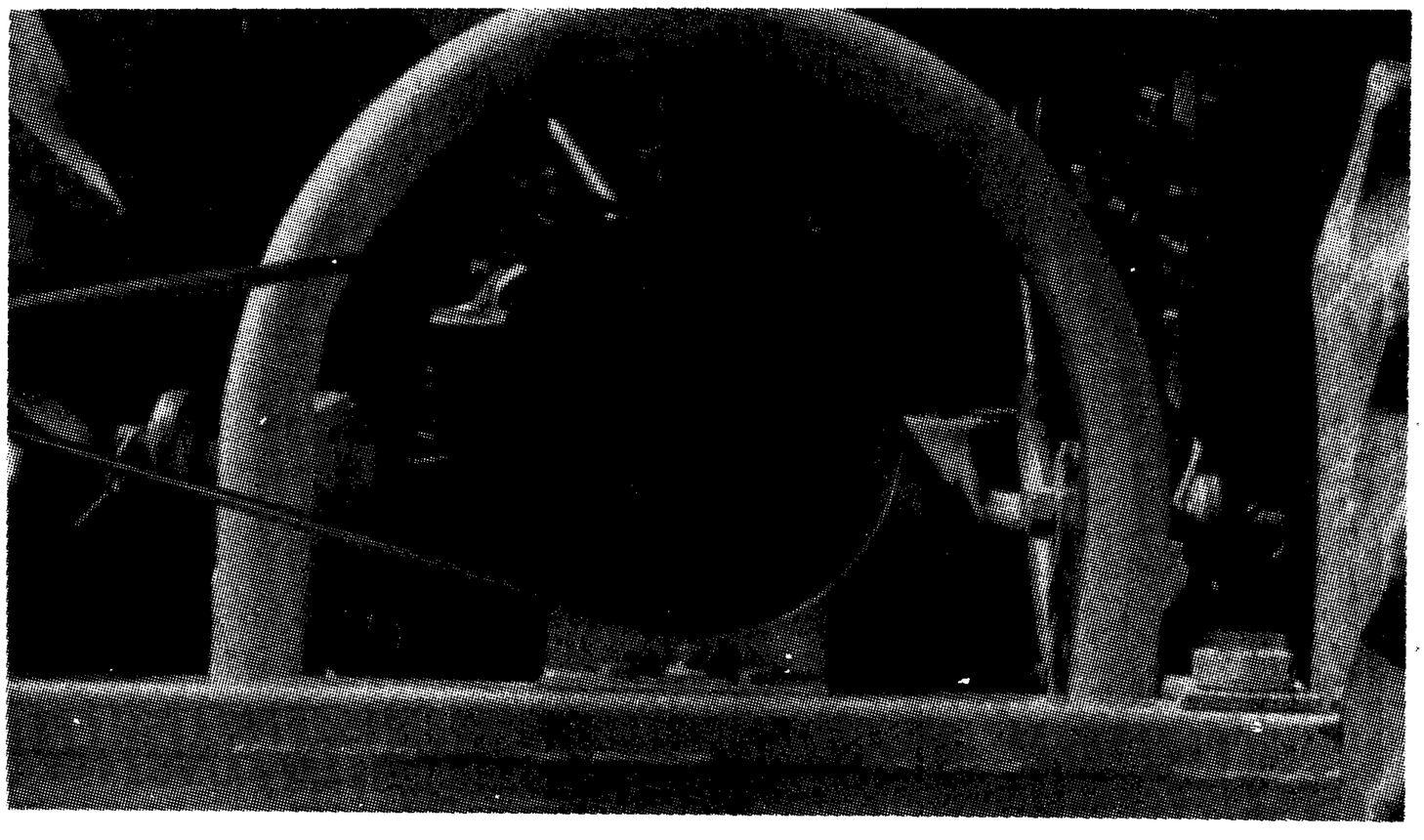
ابعاد این قطعه شبیه اتصال سه نقطه در ماشین های مشابه همچون دروگرهای شانه ای و بشقابی می باشد و می توان از آن قطعات پیش ساخته بهره گرفت. فاصله افقی مرکز به مرکز بین اتصال پائینی و ساق وسط برابر فاصله افقی بین محل اتصال ساق وسط و نقطه اتصال بازوی پائینی تراکتور یونیورسال ۶۵۰ یعنی ۱۸۰mm (شکل ۳) گرفته شد. این فاصله سبب می شود که یک اتصال چهار میله ای (4 bar linkage) تشکیل گردد که دماغه هنگام بلند شدن از زمین توسط سیستم هیدرولیک تراکتور در امتداد قایم بالا می رود . این لوله پس از خم نیمدایره بطول عمودی ۱۷۰mm از دو انتهای قطر ،امتداد یافت. این اضافه طول به آن سبب بود که دماغه پس از اتصال به تراکتور ، موقعی که کاملا" روی زمین نشسته است در وضعیت افقی قرار گیرد. تصاویر نیمرخ های این قطعه در شکل ۵ نشان داده شده است . قطر پین اتصال به بازوهای پائینی می بایست مناسب استاندارد گروه ۲ (۲۵/۴mm) می بود و لذا همانطور که در این شکل دیده می شود ۲۰mm گرفته شده است این قطعه در منتهی الیه پائین خود با یک قوطی ۴۰×۸۰mm بهم جوش داده شد. از آنجا که تصور می رفت که این ماشین با تراکتور سبک تر U-445 بکار گرفته شود و چون فاصله افقی محل اتصال ساق وسط تا بازوی پائینی به بدنه این تراکتور ۱۱۰mm (در یونیورسال ۶۵۰ ، ۱۸۰mm) می باشد لذا در زبانه محل اتصال ساق وسط دو سوراخ بهمین تناسب در آورده شد (شکل ۵ ب)برای کاراندازی ماشین با تراکتورهای مسی فرگوسن ۲۸۵ و جاندیر ۳۱۴۰ باید سوراخ های مناسب دیگری تعبیه گردند.

شاسی اتصال دماغه به شاسی اتصال سه نقطه :

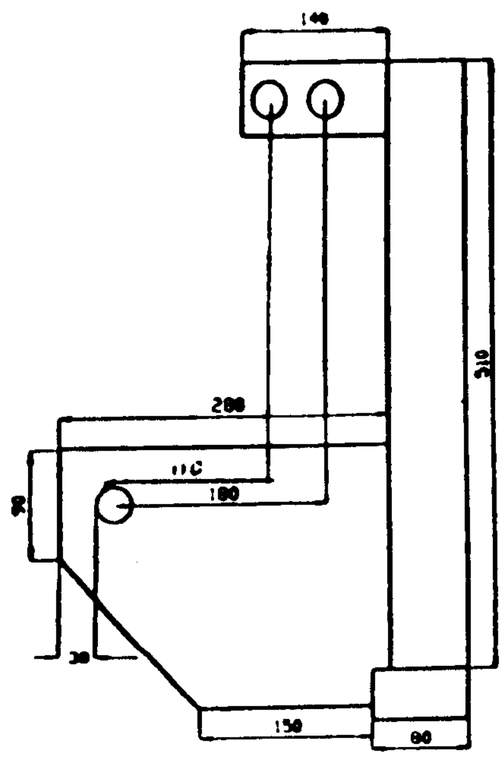
تصویرواقعی‌این قطعه‌درشکل۶و ترسیم ابعادی آن در



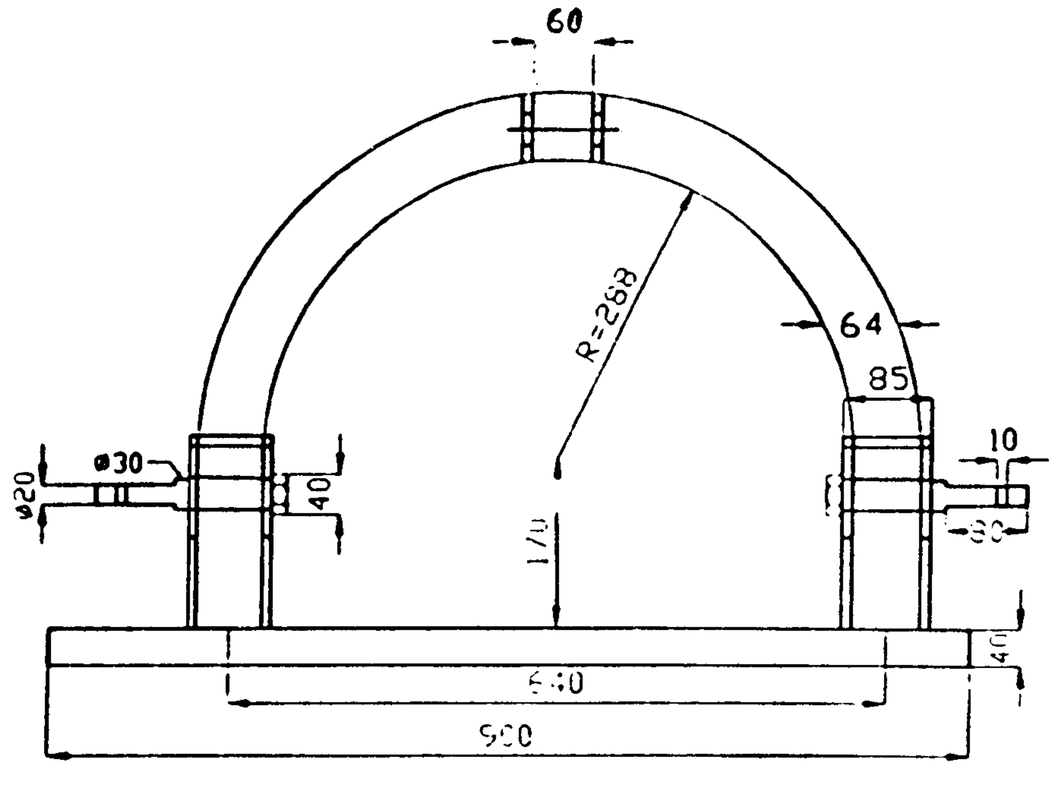
شکل ۳ - ویژگی های تراکتور اونیورسال ۶۵۰ از دیدگاه طراحی بافه بند تراکتوری



شکل ۴ ـ اتصال سه نقطه بافه بند تراکتوری



ب ـ نیمرخ عمودی



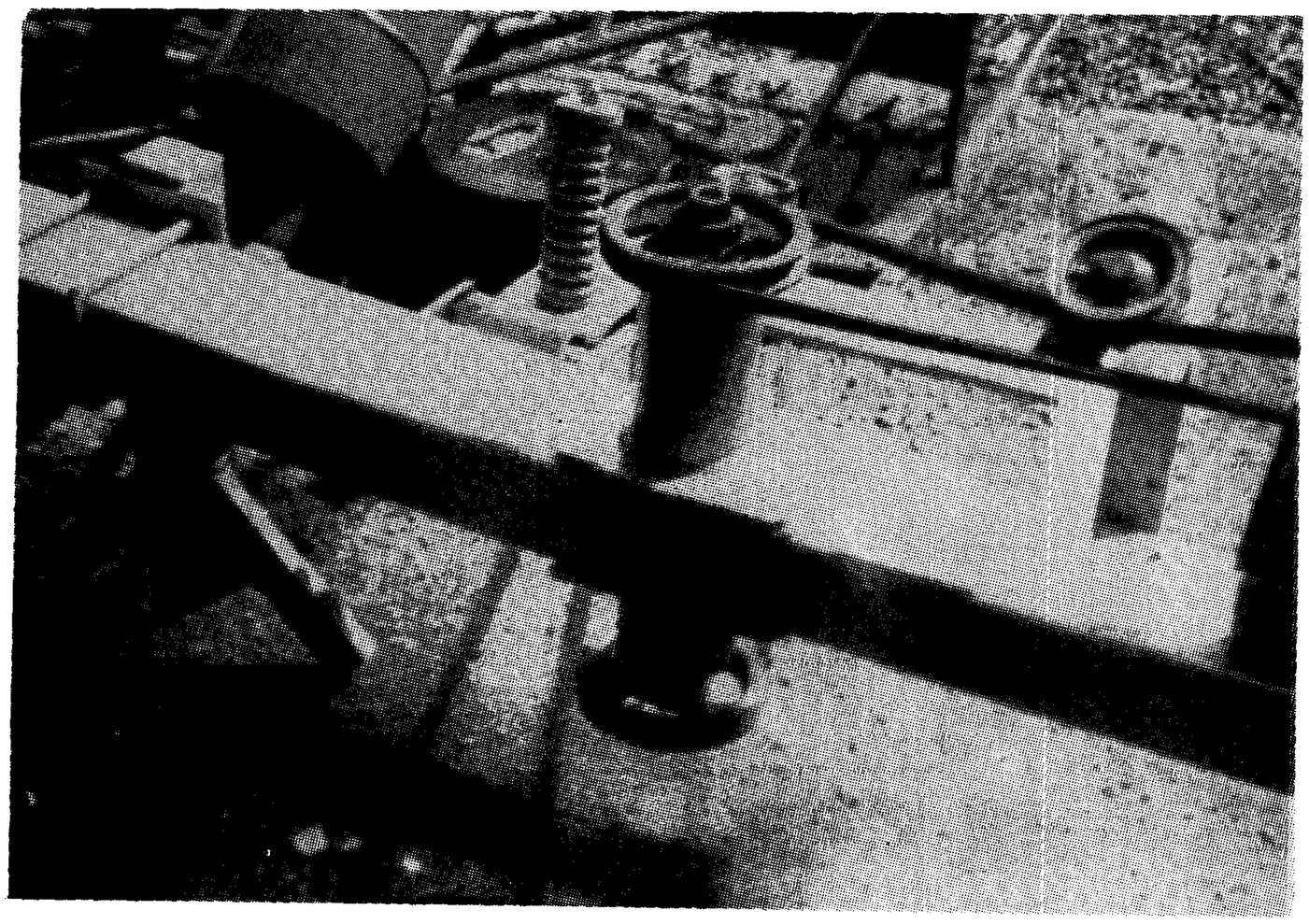
الف ـ نیمرخ افقی

شکل ۵ ـ نیمرخ های افقی و عمودی اتصال سه نقطه

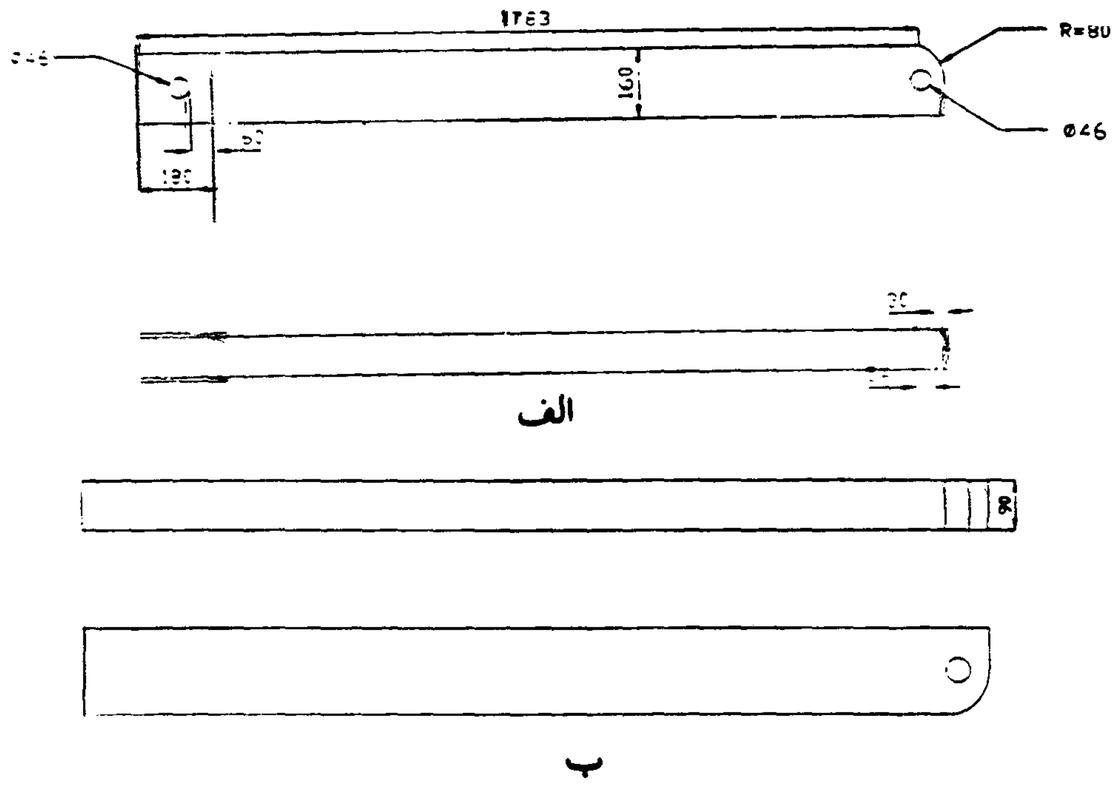
شکل ۷دیده می‌شود.این‌اندام‌ازدوقطعه‌پروفیل‌قوطی ۹۰mm× ۱۶۰mm متشکل است. این دو قطعه بهم اتصال لولائی شده اند. قطعه اول قسمتی است که به اتصال سه نقطه لولا شده ودومی‌که به اولی لولا می گردد حامل دماغه می باشد. قطعه دوم لولائی است تا در اثر عمل کلاچ ایمنی بتواند آزاد شده و به پشت حرکت کند. قطعه اول نیز لولائی شده است تا برای حمل و نقل ماشین بتوان دماغه را به پشت تراکتور منتقل نمود. برای تحمل وزن این دو قطعه و دماغه، دو پایه مسطح به زیر قوطی ۴۰ mm×۸۰mm اتصال سه نقطه بطور افقی جوش داده شد طوری که قطعه اول روی آنها بنشیند. یک انتهای هریک از دو قطعه به شعاع ۸۰mm نیم برش دایره ای داده شد تا حرکت لولائی ۹۰ درجه ای آنها امکانپذیر گردد (شکل ۷) برای محاسبه ابعاد این دو قطعه از رابطه ۱ زیر استفاده شد (۱ و ۳).

$$\alpha = \frac{MtL}{Bbc^3\,G} = \frac{MtL}{WtG} \qquad (1)$$

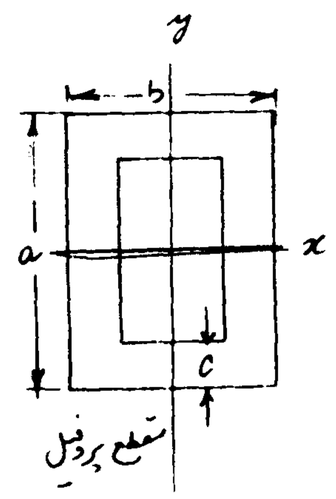
که در آن : α = بیشترین زاویه پیچش مجاز = ۲ درجه (۱)



شکل ٦ - تصویری از شاسی اتصال دماغه به شاسی اتصال سه نقطه



شکل ۷ - نیمرخ های افقی و عمودی شاسی
الف - قطعه اول ب - قطعه دوم



Mt = گشتاور پیچشی Nmm

l = طول پروفیل mm

b,c = ابعاد پروفیل طبق شکل روبرو mm

Wt = ممان لختی قطبی mm^4

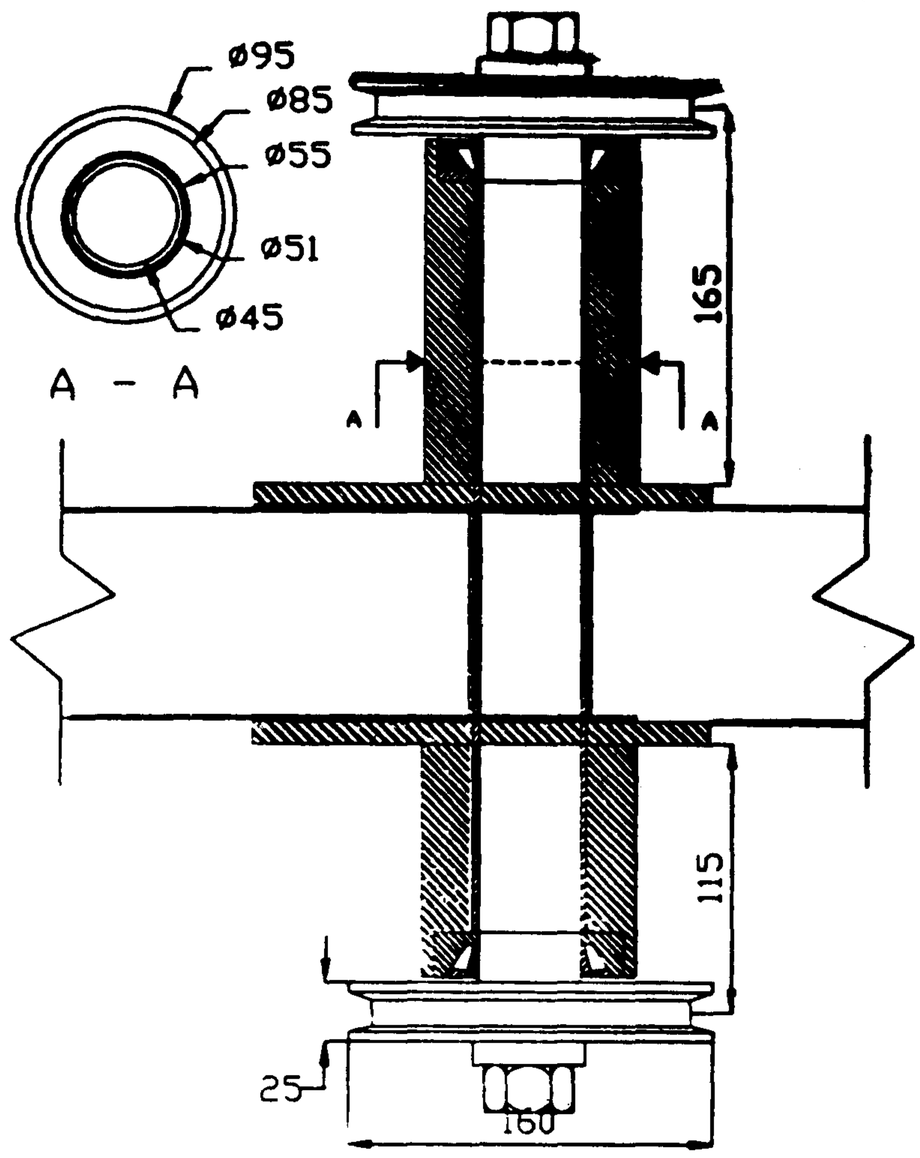
B = ضریبی برای شکل هندسی پروفیل

G = ضریب کشسانی برشی

برای جوابگیری از این رابطه باید مقادیر Wt.Mt.l و G تعیین می شدند.

تعیین l ، طول دو قطعه شاسی اتصال

برای تعیین l در رابطه ۱ چنین استدلال می گردد که دماغه باید کمی کنارتر از دیواره بیرونی چرخ عقب تراکتور قرار گیرد. فاصله دو پهلوی بیرونی چرخ های عقب تراکتور ،همانطور که قبلا



شکل ۸ - ابعاد و نحوه استقرار لولا

اشاره شد معمولا" ۲۰۵۰mm است. یک فاصله اختیاری ۲۰۰mm از دیواره خارجی تراکتور برای دماغه در نظر گرفته می شود، لذا طول قطعه اول از محور وسط تراکتوربرابر نصف ۲۰۵۰ به اضافه این فاصله و مجموعا" ۱۲۲۵mm می شود. از آنجاکه این قطعه باید در سمت راست اتصال سه نقطه لولا گردد پس فاصله‌ای برابر شعاع خارجی نیمدایره این اتصال یعنی ۳۲۳ mm باید اضافه گردد و همچنین فضای کافی برای مادگی لولا و نیز نیم برش دایره ای سرقطعه باید وجود داشته باشد لذا قطعه اول بطور ۱۶۶۰mm بریده شد. در سر دیگر این قطعه یعنی جائی که قطعه دوم به آن لولا می گردد دو صفحه در رو و زیر آن به طول ۱۸۰mm جوش داده شد (شکل ۷ بالائی).

قطعه دوم نیز با همان طول قطعه اول یعنی ۱۶۶۰ mm و ساختاری مشابه بریده شد. گرچه فاصله بین دو بازوی اتصال دماغه ۱۴۶۰mm بود ولی اضافه طولی برای نصب چرخ حامل بنظر ضروری می آمد. این چرخ برای حمل و نقل ماشین در جاده در نظر گرفته شد که البته در محاسبات وارد نمی گردد.

مجموع طول دو قطعه اول و دوم و برابر طول L که در محاسبات منظور می گردد بنابراین مساوی ۳۱۲۰mm = ۱۴۶۰ + ۱۶۶۰ =L می باشد.

محاسبه Mt

آسه پیچش در دو قطعه ۱ و ۲ در وسط طول a پروفیل است. قبلا" گفته شد که مرکز ثقل دماغه تا کنار این پروفیل ۶۸۰mm است ، که نصف طول پروفیل یعنی a/۲ باید برآن افزوده و سپس در وزن ۱۳۷۲N دماغه ضرب گردد تا گشتاور پیچشی محاسبه شود .پس ،

$$Mt = 1372\ (680 + a/2)$$

تعیین G

برای فولاد ساختمانی از جدول مربوطه (۳) مساوی ۸ x ۱۰ MPa است.با جایگزینی این ارقام در رابطه ۱ ، دستور دو مجهولی زیر حاصل می شود :

$$\alpha = \left(\frac{1372(680 + a/2) \times 3120}{8 \times 10^{4} W_t} \right) \frac{180}{\pi} \qquad (2)$$

که با روش سعی و خطا و برای مقدار مجاز α = ۲ ، رقم a از جدول پروفیل های توخالی برابر ۱۶۰mm و $Wt = 119000 mm^4$ و لذا ابعاد پروفیل برابر ۹۰mm x ۱۶۰mm با ضخامت ۴mm حاصل می شود.

قطر لوله

دو قطعه ۱ و۲ از شاسی اتصال دماغه به اتصال سه نقطه بهم لولا می شوند تا قطعه دوم در اثر برخورد احتمالی دماغه به مانع آزاد گشته و دماغه را از صدمه دیدن مصون بدارد. این لولا مضافا" باید تحمل تنش های برشی و خمشی را دارا باشد. برای محاسبه قطر لولا ،d از رابطه‌های ۳ تا۶ زیر استفاده گردید (۷).

$$\tau = \sqrt{\left(\frac{\delta x - \delta y}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2} \qquad (3)$$

$$\tau max = \frac{\delta yp}{2FS} \qquad (4)$$

$$\delta y = \frac{Mb\ C}{I} \qquad (5)$$

$$\tau xy = \frac{F}{A} \qquad (6)$$

که در آنها :

τ = تنش برشی کاری بر لولا

δx = تنش در راستای محور x

δy = تنش در راستای محور y

τxy = تنش برشی در سوی محور Z

τmax = بیشترین تنش برشی مجاز

δ yp = تنش تسلیم

FS = ضریب اطمینان (Safety Factor) = ۲

Mh = گشتاورخمشی حاصل ازمجموع وزن قطعه‌دوم ودماغه Nmm

C = فاصله تار خنثی تا سطح جسم، mm

I = گشتاور لختی، mm^4

F = نیروی برشی در مقطع لولا در اثر نیروی ضربه، N

A = سطح مقطع لولا، mm

تنش ها به N/mm^2

وزن پروفیل بصورت یک بار گسترده عمل می کند. شدت یا ضریب‌بارآن qa(۷)برابر

$Pa = (۱۶۰\times۹۰ - ۱۵۲\times۸۲)(۷/۸۲\times۱۰^{-۶})۹/۸۱ = ۰/۱۴۸ N/mm$

و $I_c = ۱۶۶۰ mm$ پس ،

گشتاور شاسی روی لولا $Mc = qa \times l^2/۲ = ۲۰۳۹۱۴/۴ Nmm$

گشتاوردماغه رویلولا $Mh = ۱۳۷۲\times۱۶۶۰ = ۲۲۷۷۵۲۰ Nmm$

$\delta x = ۳۲(Mc+Mh) / \pi d^3 = ۲۵۲۸۸۵۰۰/d^3$

از آنجاکه مقاومت محصول در برابر شاسی را می توان ناچیز شمرد و نیز دماغه معمولا" روی زمین تکیه دارد (مگر در مواقعی که بخواهیم ارتفاع برش را زیاد کنیم که در اینصورت ماشین در هوا معلق خواهد ماند) $\delta y = ۰$ می‌باشد.نیروی ضربه(یادراین مورد خاص Flmpulse:

$F = mv / t$

فرض می شود که این نیروی ضربه در طی $t = ۰/۰۱$ ثانیه بر ماشین کارگر شده و دماغه را آزاد نماید. بیشترین سرعت پیشروی تراکتور هنگام برداشت محصول $V = ۳ km/hr$ فرض می شود . m جرم دماغه است . پس ،

$F = ۱۶۶۲/۱\times۳۰۰۰/(۳۶۰۰\times۰/۰۱) = ۲۳۰۸۲N$

$\tau xy = ۲۳۰۸۲ x^4 / \pi d^2 = ۲۹۴۰/d^2$

و چون این مقادیر در رابطه ۳ قرار داده شود :

$\delta yp = ۴\sqrt{(۲۵۲۸۸۵۰۰/(۲xd^3))^2 + (۲۹۴۰۵/d^2)^2}$

از آنجاکه از فولاد ST 60 -2 برای ساختن لولا استفاده شده بود و این که از جدول مربوطه، $\delta yp = ۷۱۰ Mpa$ ذکر شده ، به روش آزمون و خطا $d = ۴۱/۵mm$ حاصل گردید.

ابعاد و نحوه استقرار این لولا درشکل ۸ دیده می شود.

سیستم رانش

حرکت دورانی محور توانده‌ی در سطح قایم می بایست به حرکت دورانی چرخ تسمه دماغه در سطح افق تبدیل گردد،لذا بایستی از چرخ تسمه های هرز گرد استفاده گردد. از سوی دیگر چون قطعه دوم شاسی اتصال دماغه به اتصال سه نقطه می باید بهنگام ضربه آزاد گردد، لذا از دو چرخ تسمه رابط نیز استفاده شد که یکی در بالا و دیگری در پائین و روی پین لولای بین دو قطعه ۱ و ۲ نصب شدند. این چرخ تسمه ها در شکل ۶ دیده می شوند. چرخ تسمه های رابط در وسط شکل و چرخ تسمه هرزگرد در طرف راست آنها.

انتخاب قطر چرخ تسمه های واسط

قطر این چرخ تسمه ها تاثیری در انتقال سرعت دورانی از چرخ تسمه روی محور توانده‌ی به چرخ تسمه دماغه ندارد. فقط کافی بود که مناسب تسمه V از گروه B باشد . بنابراین از چرخ تسمه هایی بقطر ۱۶۰mm که در بازار فراوان تر بود استفاده شد. چرخ تسمه های هرز گرد از همان نوعی انتخاب شدند که در ماشین خودگردان بکار رفته بود.

محاسبه قطر محور اتصال به محور توانده‌ی

این محور ظاهرا" نیازی به محاسبه ندارد چون یک سرآن باید دارای مادگی محور توانده‌ی باشد و سردیگر آن داخل سوراخ وسط فلکه تسمه‌ای قرار گیرد که مشابه چرخ تسمه روی دماغه بود. قطر محوری که داخل این چرخ تسمه فرو می رود مسلما" توسط کارخانه سازنده بافه بند خودگردان محاسبه شده است ، علیهذا برای کامل بودن طراحی ، به محاسبه آن خواهیم پرداخت.

به سبب طراحی خاص خود که در بخش سیستم رانش گفته شد این محور به دو گشتاور پیچشی و خمشی و یک نیروی فشاری (ازسوی محصول)باید مقاوم باشد. دستور کلی برای چنین محاسبه ای طبق رابطه ۷ زیرمی‌باشد(۷).

$$d^3 = \frac{\pi}{\pi \tau s} \sqrt{(Ct\ T)^2 + (Cm\ M + 2Fd)^2} \qquad (۷)$$

که در آن :

d = قطر محور به mm

τs = تنش مجاز محور به N/mm^2

T = گشتاور پیچشی به Nmm

Ct = ضریب ثابت برای گشتاور پیچشی

M = گشتاور خمشی به Nmm

Cm = ضریب ثابت برای گشتاور خمشی

F = نیروی فشاری به N

از نیروی فشاری به سبب اندک بودن نسبی آن صرفنظر می گردد.

گشتاور پیچشی از دستور ۸ محاسبه می گردد،

$$P = n\,T/۹۵۴۹ \qquad (۸)$$

که در آن :

P = توان لازم برای حرکت دماغه بافه بندبه kW

n = سرعت دورانی محور تواندهی =۵۴۰ rpm

T = گشتاور پیچشی کاری بر محور به Nm

توان لازم برای حرکت دماغه بافه بند در کتابچه راهنمای این ماشین نیامده‌است، لذا با احتساب توان لازم برای حرکت ماشین خودگردان و کسر آن از توان کل ۹/۳ کیلو وات (توان کل موتور ماشین) محاسبه گردید. سرعت حرکت ماشین خودگردان در هنگام کار را ۳ Km/hr فرض می کنیم. وزن کل ماشین خودگردان با دماغه آن ۲۹۴۳N است. اگر ضریب مقاومت غلطشی برای خاک سفت (وضعیت در زمان برداشت محصول) را ۰/۱۴ (۲) بگیریم ،

$$P = ۲۹۴۳ \times ۰/۱۴ \times ۳۰۰۰ / (۱۰۰۰ \times ۳۶۰۰) = ۰/۳۴$$

که چون از ۹/۳ کم می شود رقم حدود ۹ کیلووات بعنوان توان لازم‌برای کار دماغه بدست می آید. با جایگزینی این رقم در رابطه ۸،

$$T = ۱۵۹\ Nm$$

محور روی دو تکیه گاه بلبرینگی قرار گرفته و توسط کوپلینگی با مادگی ، به محور تواندهی متصل می شود. ترسیمی از این اندام در شکل ۹ دیده می شود.

محاسبه گشتاور خمشی :

برای محاسبه این گشتاور باید نیروهای T1 و T2 در تسمه V که چرخ بزرگ سر محور تواندهی با آن چرخ تسمه واسط را می‌گرداندبدست آورده وآنگاه،باتعیین مولفه های‌افقی وعمودی این نیروها و با توجه به شکل ۱۱ ، گشتاورهای افقی و عمودی و سپس گشتاور بیشینه را بدست آورد. نیروهای T1 و T2 از شکل ۱۰ و رابطه ۹ بدست می آید .

$$(T1-T2)\ r = T \qquad (۹)$$

از شکل ۱۰ ،

$$OA = \sqrt{OB^۲ + AB^۲}$$

$$OA = \sqrt{(۱۴۳۰)^۲ + (۲۳۰ - ۱۷۵)^۲} = ۱۴۳۱$$

$$\theta_۱ = \theta_۲ = \text{Arccos}(۱۵۰ / ۱۴۳۱) = ۸۴$$

$$۲\psi = \theta_۱ + \theta_۲ = ۱۶۸$$

از جدولهای مربوطه ،

$$T1 / T2 = ۴/۴۷ \qquad (۱۰)$$

که چون T = ۱۵۹ و r شعاع متوسط تسمه روی چرخ تسمه بزرگ برابر ۱۴۵mm می باشد ، از روابط ۹ و ۱۰ ، T1 = ۱۴۲۱/۵ N ، T2 = ۳۱۸ N و مجموع آنها ۱۷۳۹/۵ N خواهد شد. مولفه های افقی Fx و عمودی Fy این نیرو عبارتند از :

$$Fx = ۱۳۷۵/۵ \cos(۹۰ - \theta) = ۱۶۲۳/۵$$

$$Fy = ۱۳۷۵/۵ \sin(۹۰ - \theta) = ۱۹۶$$

بیشترین گشتاور خمشی از شکل ۱۱ محاسبه می گردد.

$$Mmax = \sqrt{(۱۸۶/۷)^۲ + (۲۲/۵)^۲} = ۱۸۸\ Nm$$

برای شرایط کاری این ماشین $C_t = ۱/۵$ و $C_m = ۲$ مناسب است تنش مجاز متوسط برای فولاد بکار رفته ۶۰ Mpa. می باشد ، لذا از رابطه ۷،

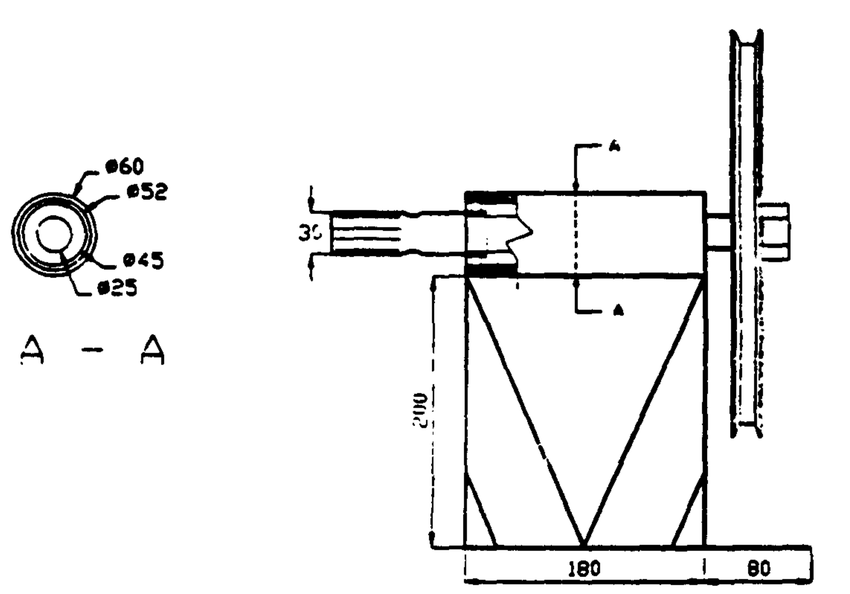
$$d^۳ = \sqrt{\frac{16}{(۱۰)^۲}}\,\pi\sqrt{(۱/۵\times۱۵۹^۲ + (۲\times۱۸۸)^۲} = ۰/۰۳۳۵m = ۳۳/۵mm$$

از آنجا که یک جاخار برای چرخ تسمه بزرگ روی این محور در آورده می شود پس کمترین قطر محور باید ۳۳/۵ : ۰/۷۵ = ۴۵ mm باشد.

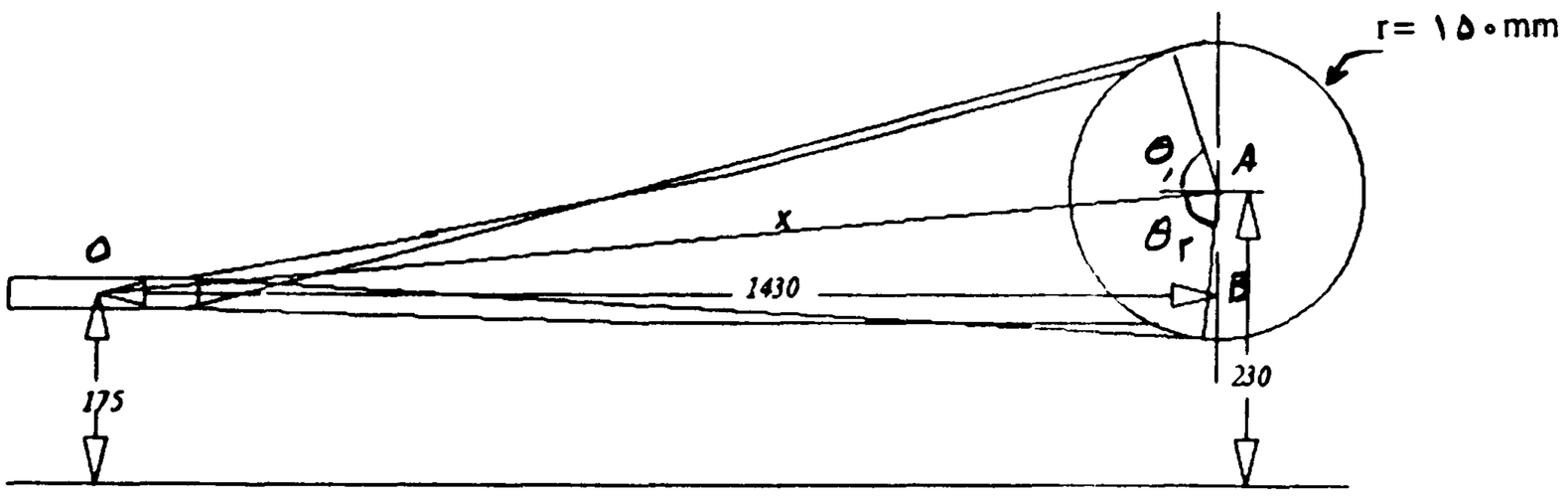
کلاچ ایمنی

یکی از تجهیزاتی که برای اینگونه ماشین ها ضروریست ولی در بافه بند خودگردان امکان آن وجود ندارد،(چون دماغه به جلوی ماشین بسته شده است) کلاچ ایمنی است. این کلاچ قادر است که دماغه را در برخورد به مانع ، آزاد نموده تا از صدمات احتمالی جلوگیری شود. شکل ۱۲ تصویری از این کلاچ را می نمایاند.

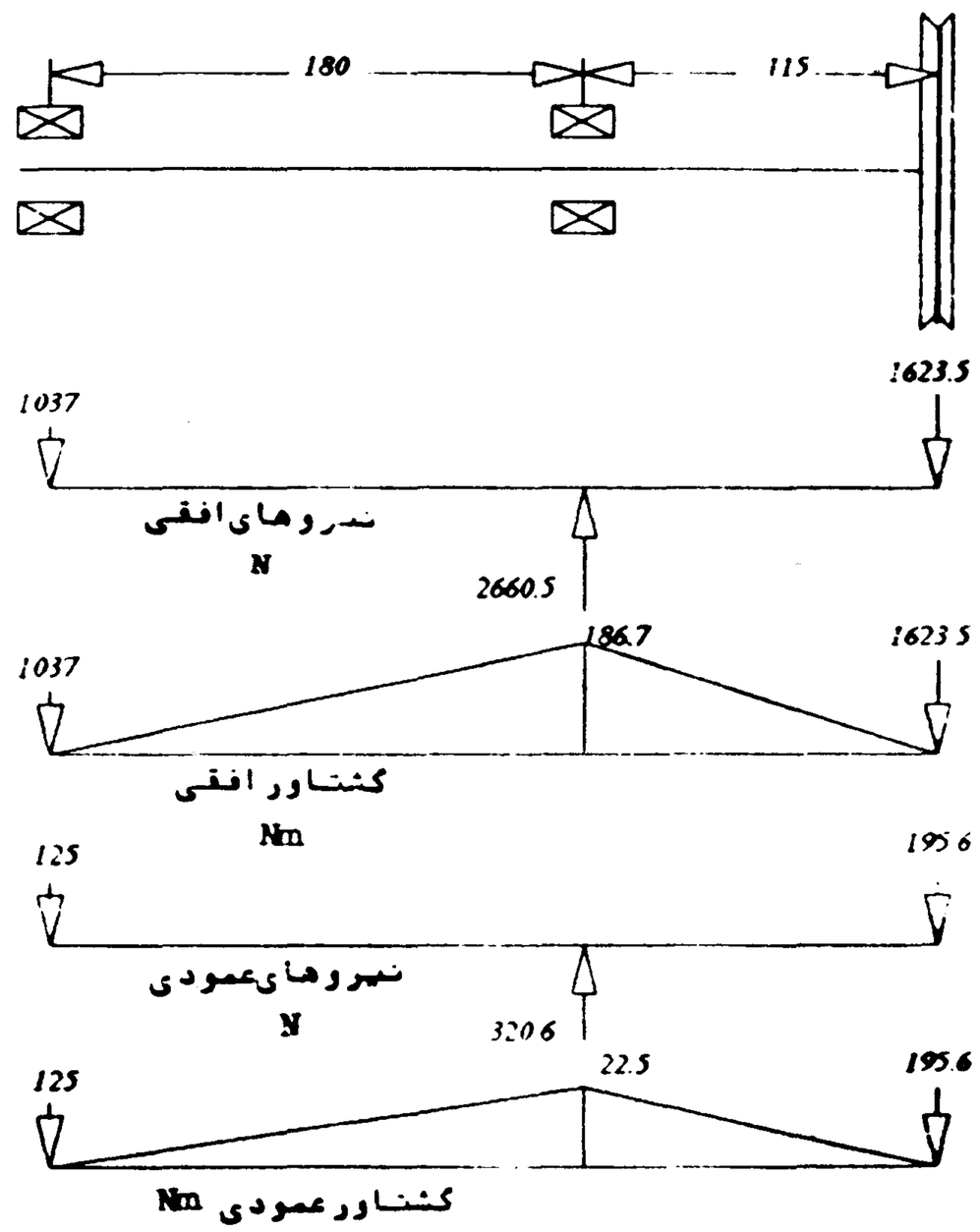
با آزاد شدن کلاچ ، دماغه آزاد شده و حول لولای بین قطعه دوم و اول شاسی اتصال دماغه ، بعقب می رود . برای برگشت مجدد



شکل ۹ - ترسیمی از اتصال سیستم رانش به محور تواندهی



شکل ۱۰ - محاسبه زاویه تماس تسمه برای تعیین نیروهای T ،T



شکل ۱۱ - محاسبه مولفه های نیروها و گشتاور ها

دماغه بحالت کاری ، کافیست که پس از رفع مانع ، تراکتور کمی بعقب رانده شود تا کلاچ مجددا" درگیر شود. کلاچ از دو آرواره ثابت و متحرک متشکل است. آرواره متحرک زیر فشار یک فنر نگهداشته شده است . فشار این فنر توسط پیچ و مهره ای که آنرا نگهداشته است ، قابل تنظیم می باشد. قطر میله ای که آرواره ها آنرا در بر می گیرند ۲۵mm است ، لذا کافیست که آرواره متحرک به اندازه کمی بیش از ۱۲/۵mm ومثلا" ۱۳mm باز شود. برای چنین مسافت کوتاهی ممکن است رابطه نیرویی فنر را خطی فرض نمود،

$$Fs = k\,x \qquad (10)$$

که در آن :

Fs = نیروی ضربه وارد بر فنر، N

K = ضریب کشسانی فنر ، N/mm

x = ازدیاد طول فنر، mm

ضریب کشسانی فنر بنابراین برابر است با :

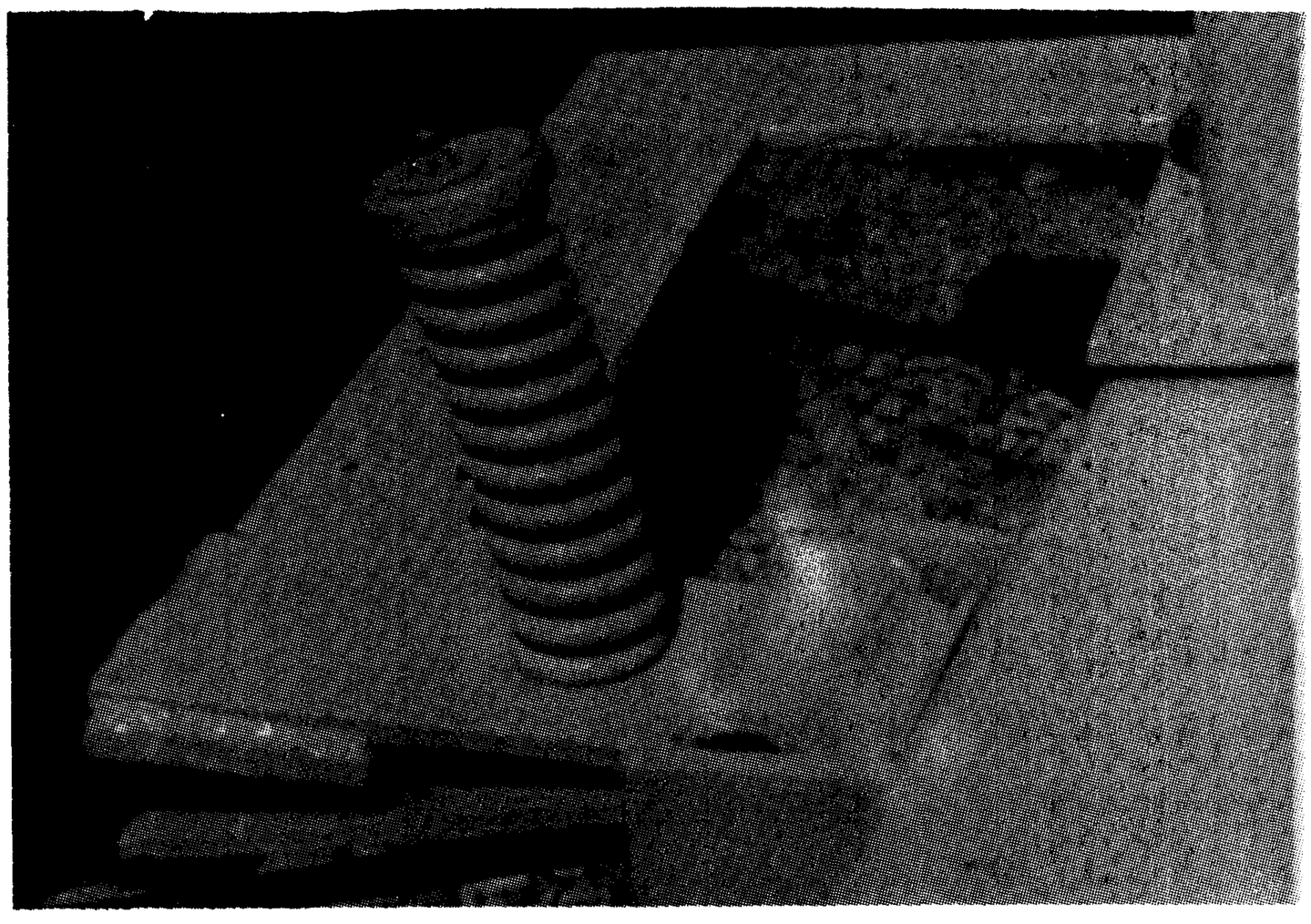
k = ۲۳۰۸۲/۱۳ - ۱۷۷۵/۵ N/mm

آزمون مزرعه ای و نتیجه گیری :

آزمونی که در مزرعه موسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر وزارت کشاورزی بعمل آمد نشان داد که اهداف مورد نظر تحقق یافته است: بافه بند تراکتوری به خوبی ماشین خودگردان ، محصول را درو کرده و گره می زد. شکل ۱۳ نمونه ای از آن را نشان می دهد . سرعت محور توانده ی روی ۵۴۰ دور در دقیقه طبق کتابچه دستور العمل تراکتور و سرعت پیشروی آن ۴/۵ کیلومتر در ساعت یعنی ۱/۵ برابر سرعت ماشین خودگردان تنظیم گردید.

برای آزمون کلاچ ایمنی ،ماشین ،چند بار باتنه درختی مصاف داده شد که درست عمل کرد، یعنی دماغه آزاد شد. فنر کلاچ توسط پیچ آن روی فشارهای متفاوت تنظیم گردید و آزمون مجددا" بعمل آمد که هربار نتیجه مثبت بود. لذا در شرایط مزرعه می توان کلاچ را طوری تنظیم نمودکه ماشین بموقع آزاد گردد. هربار پس از آزاد شدن کلاچ تراکتور به عقب رانده شد و همانطور که انتظار می رفت کلاچ در جای اول خود قرار گرفت و دماغه را قفل نمود.

برای سنجش ارتعاش منتقله به راننده ، وسیله ای در اختیار نبود لذا به قضاوت راننده و برآورد کارشناسی، انتقال ارتعاش به بدن راننده و نیز ارتعاش دماغه به مراتب کمتر از آن ماشین خودگردان بود. قیمت تمام شده ماشین حدود ۴۰۰۰۰۰۰ ریال برآورد گردید که در مقایسه با قیمت روز ۹۶۰۰۰۰۰ ریال ماشین خودگردان کمتر



شکل ۱۲ - تصویری از کلاچ ایمنی

شکل ۱۳ - تصویری از آزمون مزرعه ای بافه بند تراکتوری

از نصف بود. مضافا" که هزینه ی برآورد شده برای ساخت یک واحد و تحقیقاتی آن بوده است . مسلما" در تولید انبوه قیمت هر بافه بند تراکتوری کمتر از این مبلغ خواهد شد.

مشکلی که می توان نام برد ، این که قسمتی از بافه ها در درو ردیف دوم زیر چرخ عقب تراکتور می رود. برای رفع این نقیصه یکی از دو کار زیر باید انجام گیرد: ۱ - تغییر محل اتصال دماغه به شاسی ،طوری که از چرخ های عقب فاصله بیشتری بگیرد . در اینصورت طول تسمه ای که از چرخ تسمه ،اسط به چرخ تسمه روی دماغه می رود بلند تر می شود یا ۲ - نصب یک صفحه منحرف کننده روی بازوئی از دماغه که به چرخ تراکتور نزدیک تر است .

روش دوم ساده تر می باشد و شاید الزامی، چه اگر روش اول اختیار گردد، در مواردی که فاصله چرخ های عقب تراکتور زیادتر باشد ، بازهم همین مشکل حادث خواهد شد.

ساختار کلاچ ایمنی را می توان ظریف تر و نسبتا"کوچک تر کرد. بدین ترتیب مصالح کمتری نیر مصرف خواهد شد.

جک ماشین باید کمی بلندتر ساخته شده و چرخی در انتهای قطعه دوم شاسی اتصال دماغه به اتصال سه نقطه برای حمل و نقل ماشین باید تعبیه گردد.

شاسی ماشین همچنین باید به یک سیستم قفل مجهز گردد که بتوان در حالت حمل و نقل آن را تثبیت نمود.

قبل از تولید انبوه و در مرحله تولید نیمه صنعتی ماشین باید تحت آزمون های بیشتری قرار گیرد. نتیجه این تحقیق و آزمون مزرعه ای نشان دادکه بافه بند تراکتوری عمل دسته بندی و گره زنی را بخوبی ماشین خودگردان مادر انجام می دهد ، بسبب کاربرد دماغه و نه تمام ماشین خودگردان از هزینه تولید می کاهد و از خروج ارز بخصوص اگر دماغه در مملکت ساخته شود که امکان آن وجود دارد ، به مقدار زیادی خواهد کاست. هزینه تعمیر و نگهداری بافه بند تراکتوری نیز به مراتب کمتر از آن خودگردان آن است . شنیده می شود که موتور ماشین های خود گردان در مزرعه ، بدلیل پایین بودن سطح دانش فنی کشاورزان زود می سوزد.این یکی ازاقلام بزرگ هزینه تعمیرونگهداری است که در بافه بند تراکتوری نخواهیم داشت.

سپاسگزاری

این تحقیق با کمک مالی موسسه تحقیقات مهندسی زراعی وزارت کشاورزی و شرکت کشت گستر تبریز انجام گرفته است که بدینوسیله سپاسگزاری می گردد.از موسسه اصلاح بذر و تهیه نهال کرج بخصوص آقای مهندس محمد رضا معتمدی بخاطر همکاریهایشان کمال تشکر را دارد.

مراجع مورد استفاده

REFERENCES

۱ - بهروزی لار ،م. وک ، ابهری .۱۳۶۸. سیستم های انتقال در تراکتور و ماشین های سنگین .جزوه درسی مکانیک تراکتور . دانشگاه تهران .

۲ - بهروزی لار ،م .۱۳۶۹ . مدیریت تراکتور و ماشین های کشاورزی .چاپ دوم . انتشارات دانشگاه تهران .

۳ - توکلی ،ت . و م. مهرکار .۱۳۶۸. مقاومت مصالح .ترجمه . انتشارات دانشگاه تهران .شماره ۱۶۰۰.

۴ - معاونت فنی و تکنولوژی وزارت کشاورزی .۱۳۷۱. شناخت وضعیت موجود مکانیزاسیون کشاورزی ایران .

۵ - موتابی ،ه .۱۳۶۹. طراحی اجزاء ماشین .ترجمه . انتشارات ذوقی .تبریز.

6 - ASAE, 1991-1992. Agricultural Engineers YEAPRBOOK of STANDARDS.

7 - Shigley G.E. 1975. Mechanical Engineering Design.Second Edition McGraw-Hill Kogaksha, Ltd.Tokyo,London.

Iranian J.Agric.Sci.Vol. 27 No.3 1996.

Tractor Mounted Mower Binder
Design and Development of Chassis and Drive System

M.BEHROOZI-LAR
Associat Professor, Department Agriculture Machinery ,Tehran University ,Iran

Accepted 19 June.1996.

SUMMARY

Self propelled mower binder is a machine which is used to harvest grain in Iran's small farms as is done so in other countries.

Statistics show that 11400 units of such machines have been working on the Iran's farms by 1993. If only 2/3 of the present 2209000 ha. of hand harvesting product is to be worked with this kind of machine a sum of 30000 mower binders including existing machines are needed .

If an economical life time of 6-year is assumed an annual production and /or import of 5000 will be required .For the first 6 years however, it amounts to 10000 annually.

Self propelled mower binders however have their own shortcommings , which in Iran is more pronounced due to the users knowledge defficiencies .

Relatively high price, transmission of machine vibration to the driver, lack of a safety clutch and higher probabillity of machine overturn on dryland farms are amongst the most important disadvantage of the self propelled mower binders.

A self propelled mower binder is constructed of two parts namely a header and the self propelled machine .About half of the price accounts for the latter part threfore ; if the header alone is connected to a tractor ;which is easily accessible in most farms; the following advantags are gained:

1 - Reducing the machine purchase cost to less than a half and thus cutting the farmers production cost.
2 - Lower foreign currency expenditure.
3 - Reduction in vibration transmitted to the driver and thus lower physical fatigues.
4 - Higher relative field capacity.
5 - Installing a safety clutch on the new machine.
6 - Reduced possible overturns.

The machine named "Tractor Mounted Binder" was designed and a prototype was constructed and tested. The various parts of the machine such as 3 point hitch linkages, header chassis , shafts ,drive system and a safety clutch were designed and technical calculations were performed.

The farm test of the present prototype showed the success and the completenss of the design. Small modifications or additions of some parts will improve the machine performance without altering the design. They are pinpointed in the discussion section.