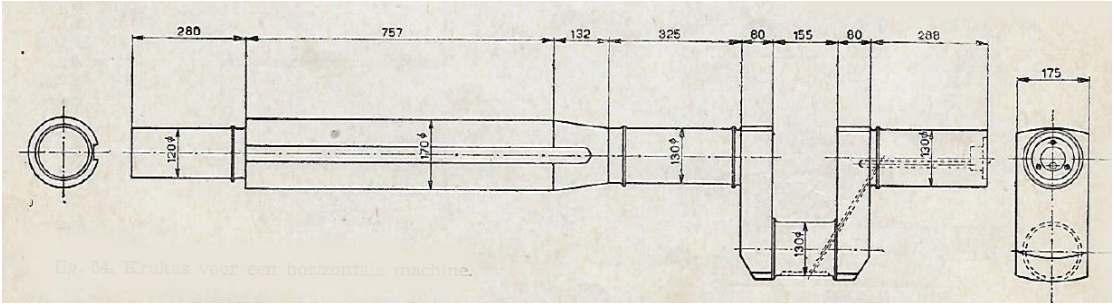
4.14.12 Krukas

Krukas constructie

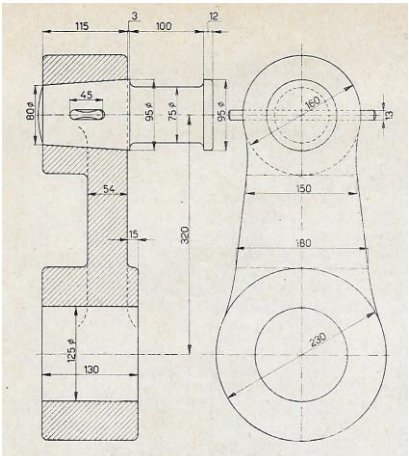
De krukas met de kruk en de drijfstang vormen het mechanisme dat de heen en weergaande beweging van de zuiger in een ronddraaiende beweging omzet.

Een krukas in zijn eenvoudigste vorm bestaat uit één of twee ashalzen -dat zijn de tappen waarom de as draait- en één of twee krukwangen waarin de krukpen bevestigd is.

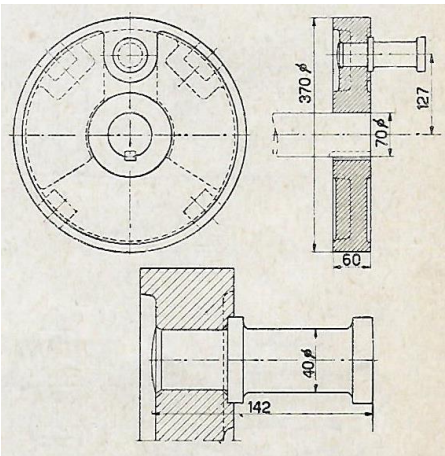


Krukas met twee krukwangen

Heeft de krukas één krukwang of krukarm dan noemen we dit een enkele kruk. Bij kleine stoommachines past men soms een krukschijf toe. We zien dat de schijf tegenover de krukpen is verzwaard. De extra massa doet dienst als contragewicht Dit contragewicht wordt vooral bij snellopende machines toegepast om de invloed van middelpunt vliedende kracht op de kruk en een deel van de drijfstang op te heffen. De krukarmen of -schijven zijn meestal door middel van krimpen of persen stijf op de krukas aangebracht en voorzien van een krukpen voor het aankoppelen van de krukstang. Soms wordt bij deze verbinding een inleg- of kopspie toegepast. Bij het krimpen of persen maakt men het gat in de arm of de schijf iets kleiner dan de diameter van de as. Voor het oppersen is het verschil echter minder dan voor het opkrimpen. Bij het krimpen is het verschil ongeveer 1/600 -1/700 van de diameter. Verhit men de krukarm tot ongeveer 400 C dan zet hij zoveel uit dat men hem op de as kan schuiven. Na afkoeling zit de krukarm dan onwrikbaar vast op de as.



Krukarm (enkele kruk)

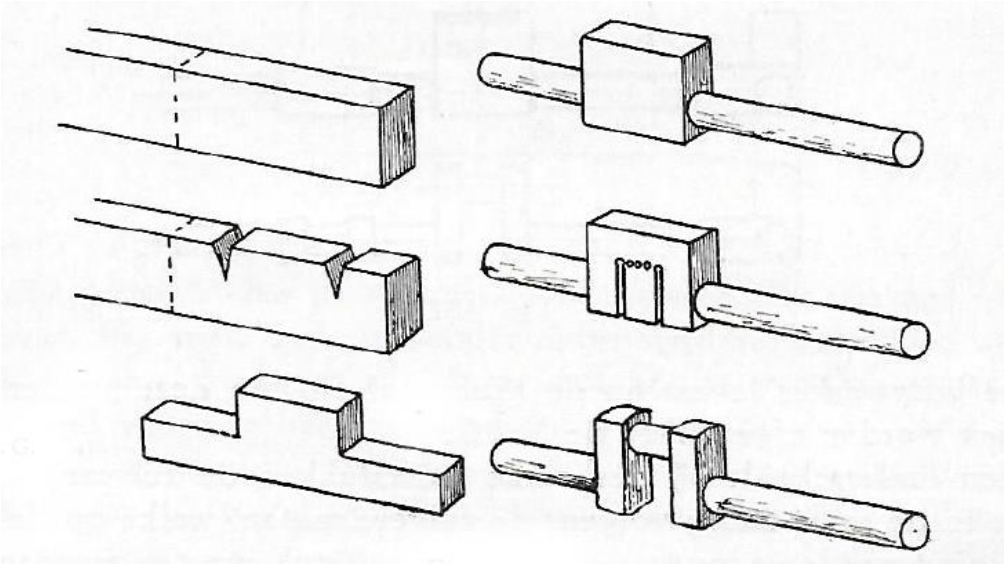


Krukschijf (enkele kruk)

Soms borgde men een dergelijke verbinding met een half in de as en in de naaf aan gebrachte pen. Een dergelijke pen doet echter meer kwaad dan goed en is in de loop der tijd steeds minder toegepast. Het nadeel van een krimpverbinding is dat men hem niet meer kan losnemen.
De krukpen is, zoals in bovenstaande linker figuur wordt weergegeven, taps uitgevoerd en met een spie geborgd. In geval van overmatige slijtage kan de krukpen op een eenvoudige manier door een nieuwe vervangen worden. Bij de rechter figuur is de krukpen door middel van oppersen en klinken bevestigd. Bij een eventuele vervanging moet eerst de krukschijf verwijderd worden en de pen uitgeboord.

Gesmede krukas

Krukassen worden vooral bij kleine machines vaak uit één stuk gesmeed. De door de smid gevolgde bewerkingsvolgorde van walsblok tot as wordt in onderstaande figuur weergegeven. Van het ruwe materiaal moeten de maten overeenkomen met de breedte en de dikte van de krukwangen. De lengte van het blok bepaalt de smid op het oog. Eerst word het blok afgekort en op twee plaatsen ingenomen waarna de aseinden worden gesmeed.



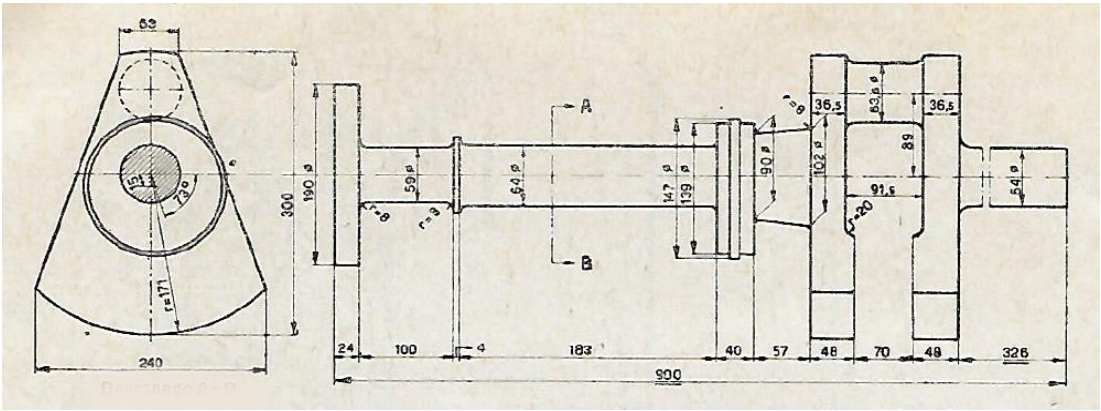
Bewerkingsvolgorde gesmede krukas

Eerst vierkant in de breedte van de krukwang en vervolgens rond opgesmeed met een ruime materiaal toegift voor het later bewerken van de as. In deze vorm wordt het smeedstuk door de smid opgeleverd. De verdere bewerking vindt in koude toestand plaats door boren en uitzagen of door autogeen uitsnijden. Hierna wordt de krukas afgewerkt op de draaibank

Op de voorgaande bladzijde zien we een voorbeeld van een bewerkte krukas met twee krukwangen die uit een dergelijk smeedstuk gemaakt zou kunnen zijn. Deze as is op drie plaatsen gelagerd en voorzien van een verdikt gedeelte ter plaatse van het zware vliegwiel. Voor de smering van de krukpen is in de krukas en in de krukwang een oliekanaal geboord met op de kopse kant van de as een cilindrische oliekamer. Tijdens bedrijf wordt deze kamer handmatig met olie gevuld. Het schuin

geboorde kanaal in de krukwang zorgt ervoor dat de smeerolie naar de smeergroef in het krukpen-metaal wordt gevoerd.

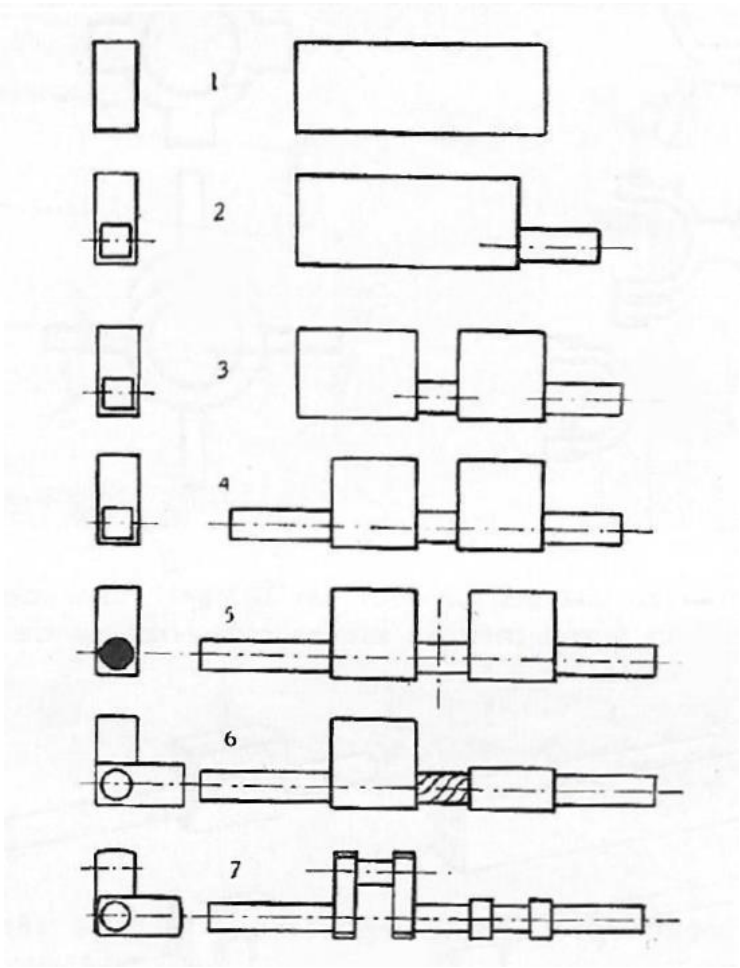
In onderstaande figuur is een krukas getekend voor een kleine stoommachine. Deze as is met kruk, contragewicht, excentriekschijf en koppelflens uit één stuk gesmeed. Het vliegwiel bij deze krukas is aan de (pas)flens bevestigd.



Gesmede krukas met koppelflens

Een gesmede krukas wordt uit één ingot gesmeed. De ingot moet dus voldoende materiaal bevatten om hieruit de as te kunnen smeden. In de hier na volgende figuren 1 tot en met 7 wordt de bewerkingsvolgorde geschetst van het smeden van een as met twee krukken. Evenals bij het smeden van de enkele kruk wordt uit een ingot een blok gesmeed waarvan de materiaalbreedte en -dikte overeenkomt met die van de krukwangen. Vervolgens worden de ashalzen gesmeed. Ook hier worden deze eerst vierkant gemaakt en later rond opgesmeed. De krukwangen staan dan nog steeds evenwijdig aan elkaar. Vervolgens worden de krukken getorst zodat ze onder de juiste hoek ten opzichte van elkaar komen te staan. Hierbij wordt de ene krukwang op het aambeeld van de smeedpers of stoomhamer gelegd en vastgehouden door de hamerbeer terwijl de andere wang met behulp van een hefboom en eventueel een takel verdraaid wordt.

De smid levert nu het werkstuk af waarna het verder in de fabriek mechanische bewerkt wordt. Men onderscheidt bij dergelijke werkstukken de zuivere , schone maat en de ruwe maat. Volgens de zuivere maat, welke op de werktekening wordt aangegeven, wordt het werkstuk bewerkt door middel van draaien, frezen en schaven. De ruwe maten , welke voor buitenmaten 3-5 mm groter en voor binnen- maten even zoveel kleiner genomen worden als de schone maat, zijn de hoofdmaten voor de smid. Bovendien moet hij rekening houden met krimp bij afkoeling , en wel ongeveer 1,2 %. Ook wordt het smeedstuk dunner door het verlies aan hamerslag.

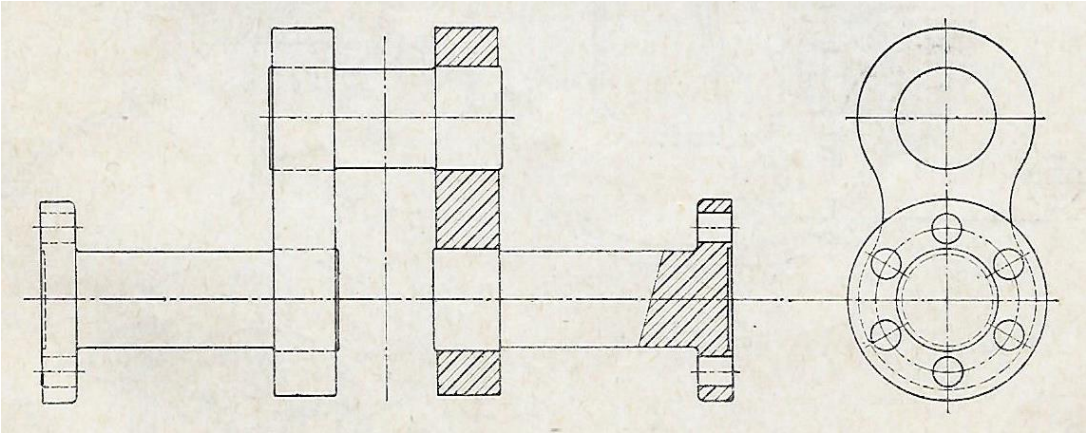


Smeedvolgorde krukas met twee krukken

Opgebouwde krukas

Bij machines met een groot vermogen en meerdere cilinders is het volume van één ingot niet toereikend en wordt de krukas zoals hier na wordt weergegeven opgebouwd uit meerdere delen. De flenzen aan de ashalzen worden bij deze opbouwmethode wel gesmeed. Hierbij wordt de ruwe as aan een zijde gestuikt en in een zaalblok plat gesmeed. Door het smeden worden de vezels, de draad, van het as-materiaal in de flens doorgezet en wordt een sterkere constructie verkregen.

De ashalzen en de krukpennen zijn in de krukwangen of vioolstukken gekrompen. De krukas kan bijvoorbeeld bij een tweeling- machine opgebouwd worden uit twee dezelfde krukken die 180 verdraaid met elkaar zijn verbonden. Men maakt die gedeeltes van de krukpen en de ashals, die in de krukwang worden gekropen doorgaans iets groter dan de diameter van de bewerkte krukpen en de ashals zelf. Men kan dan in de hoeken van de wangen aan de krukpennen en de ashalzen een grote afronding geven en daarmee de zogenoemde kerfwerking, het ontstaan van haarscheurtjes, verminderen of zelfs voorkomen.



Opgebouwde krukas

Krukas afmetingen

Het door een stoommachine ontwikkelde vermogen N dat via de krukas wordt overgebracht wordt bepaald door het koppel M en de hoeksnelheid ω, en kan als volgt in een formule worden genoteerd:

$$N = \frac{M \,.\, \omega}{75} \; [pk]$$

Of als de hoeksnelheid wordt ingevoerd:

$$N = \frac{M \,.\, 2\pi . n}{75 \,.\, 60} \; [pk]$$

Een krukas is hoofdzakelijk belast op wringing. De dikte van de as zal dan ook moeten worden bepaald aan de hand van de daarin optredende wringspanning. Deze spanning hangt weer af van het op de as werkende koppel of wringmoment. Brengt een draaiende as een vermogen over van N pk bij een toerental van n omwentelingen per minuut dan is de grootte van het wringmoment M_w :

$$M_w = \frac{60 \,.\, 100 \,.\, 75 \,.\, N}{2\pi . n} \; [kg.cm]$$

Of:

$$M_w = 71620 \, \frac{N}{n} \; [kg.cm]$$

Dit moment veroorzaakt in de as een wringspanning τ_w, die we vinden door M_w te delen door het zogenoemde polaire weerstandsmoment W_w van de asdoorsnede.

$$\tau_w = \frac{M_w}{W_w} \; [kg.cm^2]$$

Voor een massieve as is het polaire weerstandsmoment;

$$W_w = \frac{\pi}{16} . d^3 [cm^3]$$

Als d de asdiameter in cm is geeft substitutie:

$$\tau_w = \frac{M_w}{\frac{\pi}{16} . d^3} \; [kg/cm^2]$$

Waaruit volgt:

$$d^3 = \frac{16 . 71620}{\pi . \tau_w . n} \; N$$

In de praktijk wordt voor het wringmoment τ_w niet meer dan 300 kg/cm² genomen. Dit lijkt zeer weinig, maar in de formule wordt gebruik gemaakt van slechts het gemiddelde moment op de as. In werkelijkheid varieert het moment M zeer sterk gedurende een omwenteling, omdat niet alleen de kracht op de zuiger voortdurend van grootte veranderd, maar ook de arm waarmee de drijfstangkracht op de as werkt.
Houden we de hier voor genoemde waarde aan dan wordt:

$$d^3 = \frac{16 . 71620}{\pi . 300 . n} \; N$$

Als het vermogen en het toerental van de machine bekend zijn kan de krukasdiameter berekend worden met de volgende vereenvoudigde formule:

$$d = 10{,}7 \sqrt[3]{\frac{N}{n}} \; [cm]$$

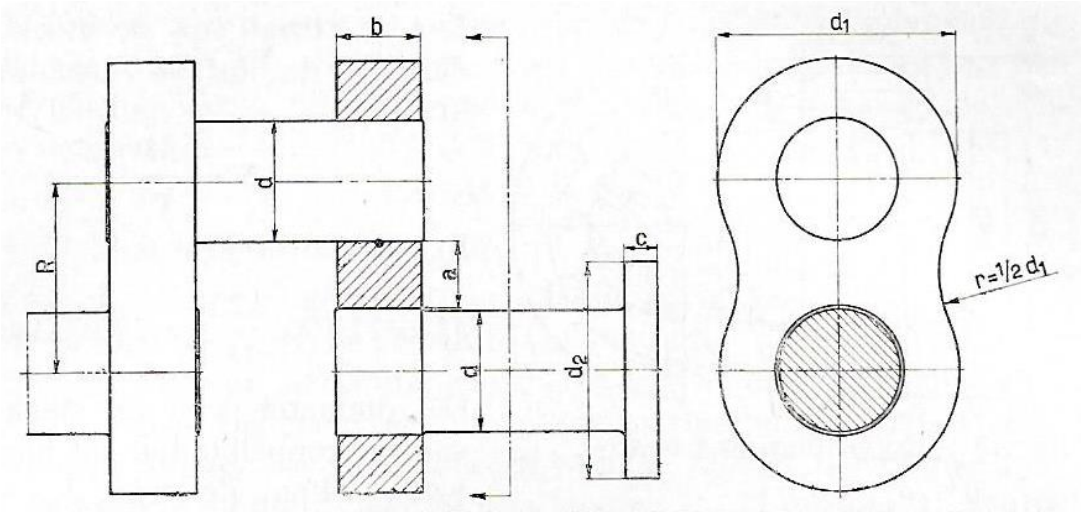
Passen we deze formule toe op de krukas van een machine van 500 pk die ontwikkeld wordt bij een toerental van 120 omw./min dan bedraagt de krukasdiameter:

$$d = 10{,}7 \sqrt[3]{\frac{500}{120}} = 17{,}2 \; [cm]$$

Is de asdiameter en het toerental bekend dan kan men met behulp van de hier voor gegeven formules bij benadering het vermogen uitrekenen van de desbetreffende stoommachine.

De krukwangen, de krukpen en de as van een opgebouwde krukas geeft men bepaalde afmetingen. Een en ander zoals op de hieronder afgebeelde tekening is aangegeven. De

krukpen neemt men even dik als de as. Het gedeelte van de ashalzen dat in de krukwangen wordt gekrompen neemt men 2 tot 3 % dikker dan de as. Het gedeelte krukpen dat in de wangen wordt gekrompen maakt men even dik als de pen of slechts heel weinig dikker. De breedte van de wangen neemt men 1,8- tot 2-maal de asdikte. De afrondingsstraal van de afronding van de krukwang-verschraling is de helft van de breedte. Voor de dikte van de wangen wordt 0,6 tot 0,7 keer de asdiameter aangehouden.
De ruimte tussen de pen en de as neemt men niet kleiner dan 0,45 keer de asdiameter omdat anders de sterkte van de twee krimpverbindingen in gevaar komt. De diameter van de koppelflenzen neemt men ongeveer 1,8 keer de diameter van de as. Dit mag iets groter of kleiner zijn in verband met de boutdikte. De dikte van de wang is 0,25 tot 0,28 keer de as diameter.



Afmetingsverhoudingen opgebouwde kruk