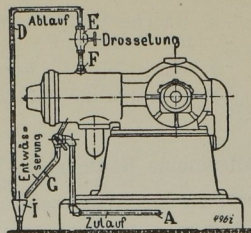


Sämtliche Hinweise ohne D beziehen sich auf Buch Ölmotoren, Bd. I oder II unter D...

Aufgabe: Ein Kurbelkasten-Zweitakt-Motor zum Antrieb von Arbeitsmaschinen ist zu entwerfen und zu berechnen. **Nennleistung** $N = 10$ PS. Brennstoff: Rohöl.



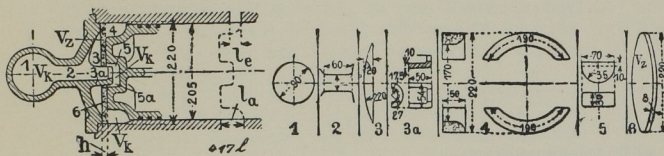
Reihenfolge der Ermittlungen:

A. Hauptabmessungen.

1. Wähle Kolbenhub.
2. Wähle Umdrehungszahl. Reche Kolbengeschwindigkeit c in m/sek.
3. Wähle spez. sekundl. Hubraum N' nach 10 i.
4. Erforderlicher sekundl. Hubraum.
5. Zylinderquerschnitt in cm^2 , Zylinderbohrung.

B. Der Verdichtungsraum. Berechnung des Zwischenraumes h .

1. Verdichtungsdruck C in at abs. (153a).
2. Hubraum V_H in cm^3 (153).



3. Rauminhalt von Glühkopf und Kolbenaussparungen in cm^3 . V_k = Summe der Räume 1 + 2 + 3 + 4 + 5 abzügl. Raum 3a (153).
4. Ansaugspannung in at abs. und Verdichtungsexpon. (153).
5. Das Rauminhaltsverhältnis ω (153).
6. Raum V_z zwischen Glühkopf und Kolbenboden in cm^3 (153).
7. Die nötige Länge h des Zwischenraumes V_z in cm (153).

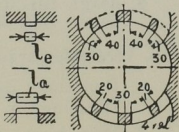
Über die Größe von ω weichen die Ansichten voneinander ab. Je besser die Spülung des Zylinders, desto größer sollte der Verdichtungsraum $V_k + V_z$ sein.

Man wird zweckmäßig vorerst Kolbenspiel ($h \sim 1/30$ Hub) annehmen, dann V_k ausrechnen und die vorläufigen Abmessungen in 290 entsprechend berichtigen.

C. Einlaß- und Auslaßschlitze.

Reihenfolge der Ermittlungen.

1. Länge der Einlaßschlitze in mm (40c).
2. Mittlere Kolbenschw. in m/sek (40c).
3. Mittl. Kolbenschw. während der Einlaßperiode (40c).
4. Erforderlicher Querschnitt der Einlaßschlitze in cm^2 (40c).
5. Gesamtbreite der Einlaßschlitze in cm.



A. Hauptabmessungen.

1. Der Kolbenhub sei gewählt zu $H = 250$ mm 10h
2. Umdrehungen angenommen zu $n = 340$ je min und hieraus Kolbengeschwindigkeit:

$$c = \frac{H \cdot n}{30} = \frac{0,25 \cdot 340}{30} = 2,83 \text{ m/sek} = 28,3 \text{ dm/sek.}$$

3. Nach 10 i, ist $N' \sim 9,4$ 1/PS.
4. Erforderlicher sekundl. Hubraum: 10d (7)

$$F \cdot c = N' \cdot N = 9,4 \cdot 10 = 94 \text{ l/sek} = 94 \text{ dm}^3/\text{sek.}$$

5. Zylinderquerschnitt

$$F = \frac{N' \cdot N}{c} = \frac{94}{28,3} = 3,32 \text{ dm}^2 = 332 \text{ cm}^2.$$

Gewählt wird $D = 20,5$ cm mit $F = 330 \text{ cm}^2$ 10h T2

B. Der Verdichtungsraum.

1. Wir wählen Verdichtungsdruck $C = 8$ at abs. 44k
2. Hubraum $V_H = \frac{\pi}{4} \cdot 20,5^2 \cdot 25 = 330 \cdot 25 = 8252 \text{ cm}^3$. 44k
3. Nachdem die Maße für Glühkopf und Kolben nach Tab. 290 und 291 bestimmt, errechnet sich der Rauminhalt des Glühkopfes und der Kolbenaussparung zu 1171 cm^3 und zwar:

Raum	1	2	3	4	5		1 ÷ 5
Inhalt cm^3	382	118	256	284	79		1119

Rauminhalt der Glühkopfzunge 3a mit 34 cm^3 abgezogen ergibt $V_k = 1119 - 34 = 1085 \text{ cm}^3$.

4. Ansaugspannung $p_s = 0,9$ at abs., Verdichtungsexponent für mangelhafte Spülung $\kappa = 1,25$ 44k
5. Für unser Beispiel ist $C : p_s = 8,9$ und Rauminhaltsverhältnis $\omega = 4,9$ 153a
6. Inhalt $V_z = 0,18 V_H - V_k = 0,18 \cdot 8252 - 1085 = 1490 - 1085 = 405 \text{ cm}^3$. 44k
7. Länge des Zwischenraumes $h = \frac{405}{\frac{1}{4} \pi \cdot 22^2} = \frac{405}{380} = 1,06 \text{ cm.}$

Für gute Spülung des Zylinders wird
Raum $V_z = 0,21 V_H - V_k = 0,21 \cdot 8252 - 1085 = 1733 - 1085 = 648 \text{ cm}^3$. 44k

$$\text{Zwischenraumlänge } h = \frac{648}{380} = 1,73 \text{ cm.}$$

C. Einlaß- und Auslaßschlitze.

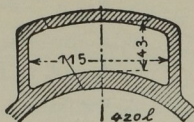
1. Länge der Einlaßschlitze $l_e = 0,1 \cdot 250 = 25 \text{ mm}$ (1)
2. Mittl. Kolbenschw. (nach Lösung A2) $c = 2,83 \text{ m/sek}$. 40c
3. „ „ beim Einlaß $c_e = 0,685 \cdot c = 1,94$ „ (4)
4. Mindestquerschnitt der Einlaßschlitze:
 $f_e = 2,5 \cdot 3 + 4 + 4 + 3 = 2,5 \cdot 14 = 35 \text{ cm}^2$ (5)
5. Gesamtbreite = $3 + 4 + 4 + 3 = 14 \text{ cm}$ (vgl. Abb.)

460. Liegender 10-PS-Zweitakt-Glühkopfmotor (Fortsetzung).

- Mittlere Kolbengeschw. während der Auslaßperiode
- Länge der Auslaßschlitze in cm
- Breite " " " "

D. Luftüberströmkanal. Bestimme:

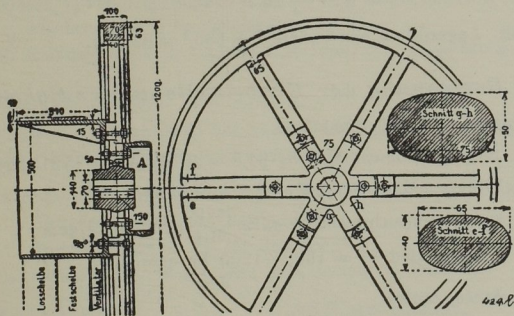
- Querschnitt des Überströmkanals
- Luftgeschwindigkeit in demselben.



E. Schwungrad. Maßstäblich 1:10 skizzieren

(293). (Auf jedem Wellenende sitzt ein Schwungrad, an dem einen Schwungrad ist die Antriebsriemenscheibe befestigt.)

- Vorläufige Maße des Schwungrades
- Nötiges Schwungradgewicht für 2 Räder in kg
- Berechnung der Arme auf Festigkeit



F. Riemenscheibe, Riemen soll ausrückbar sein.

- Vorläufige Hauptmaße der Riemscheibe
- Die nötige Riemenbreite
- Die Riemscheibenbreite.

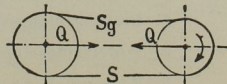
G. Kurbelwelle. Material: Siemens-Martinstahl.

Welle im Maßstab 1:10 skizzieren (294); Berechnung

Reihenfolge der Ermittlungen:

a) Riemenzug und Achsendruck.

- Höchstleistung des Motors in PS.
- Drehmom. an der Riemscheibe in kgcm
- Riemenzug K in kg
- Achsendruck Q in kg



- Kolbengeschw. beim Auslaß = $0,95 \cdot 2,83 = 2,7$ Mtr/Sek. 40 c
- Länge der Auslaßschlitze $l_a = 0,16 \cdot 25 = 4$ cm . . . (5)
- Breite " " gleich der Breite der Einlaßschlitze = 14 cm, also (2)
- Durchgangsgeschw. $v_a = \frac{\pi}{4} 20,5^2 \cdot 2,7 : 4 \cdot 14 = 16$ Mtr/Sek. 40 c

D. Luftüberströmkanal.

- Querschnitt mindestens gleich dem der Einlaßschlitze, also

$$f_u \geq 35 \text{ qcm} \dots\dots\dots 40 d$$

wir wählen Breite = 115 mm, Höhe = 43 mm, gibt

$$f_u = 11,5 \times 4,3 = 44,5 \text{ qcm und } v_u = \frac{1/4 \pi \cdot 20,5^2 \cdot 1,94}{44,5} \sim 14,5 \text{ Mtr/Sek.} \dots\dots\dots 40 d$$

E. Schwungräder.

- Vorläufige Hauptmaße des Schwungrades nach 293

- Umfangsgeschw. $V = 1,2 \cdot \pi \cdot 340 : 60 \sim 21,4$ Mtr/Sek. . . }
für Zweitakt-Gewerbe $\delta_0 = 1 : 50$, $i = 450$, demnach

$$\text{Kranzgewicht } G = \frac{100 \cdot 450 \cdot 12}{840 (0,9 \cdot 21,4)^2} \cdot 50 = 215 \text{ kg} \dots\dots\dots 50$$

also jedes Rad 215 : 2 \sim 110 kg Kranzgewicht

Gesamtgewicht je Rad $1,3 \cdot 110 + 25 = 168$ kg

(ausgeführt mit $G = 175$ kg).

- Berechnung der Arme. Mit Rücksicht auf Federn und Zittern sind die Arme kräftiger gehalten als die Rechnung ergibt.

F. Riemscheibe. 1. Vorl. Hauptmaße nach 293

- Für die Riemscheibe $d = 500$ mm, $n = 340$ wird: Übertragb. Pferdest. pro 10 cm Riemenbreite = 8,5 PS . . . 247
Nöt. Riemenbreite (für $N = 10$ PS) = $(10 : 8,5) \cdot 10 = 11,8$ cm, gewählt wurde $b = 12,5$ cm.

- Riemen soll ausrückbar sein, deshalb:
Riemscheibenbreite $2 \cdot 12,5 + 20 = 270$ mm,
Bei fahrbaren Lokomob. $270 + 40$ mm für Ventilatorriemen.

G. Kurbelwelle. Vorläufige Hauptabmessungen nach Tabelle in 294.

a) Riemenzug und Achsendruck.

- Nach 10 d ist die Höchstleistung bis 20% größer als die Nennleistung. Wir wählen 20% und setzen Höchstleistung = 12 PS.
- Für 12 PS Höchstleistung und $n = 340$ Umdrehungen ist:

$$\text{Drehmoment } M_d = 71620 \cdot \frac{12}{340} = 2530 \text{ kgcm.}$$

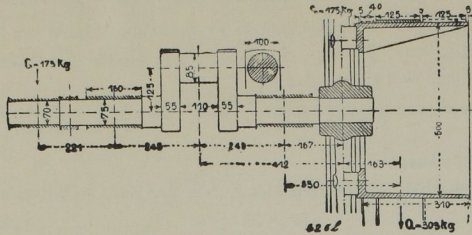
$$\text{3. Riemenzug } K = \frac{M_d}{R} = \frac{2530}{25} = 101 \text{ kg} \dots\dots\dots$$

$$\text{4. Achsendruck } Q = 3 K = 3 \cdot 101 = 303 \text{ kg} \dots\dots\dots$$

} Maßstab

460. Liegender 10-PS-Zweitakt-Glühkopfmotor (Fortsetzung.) Hinweise G = Buch „Gasmotoren“, Ko = Buch „Konstruieren“.

b) Auflagerdrücke



Unter Annahme der ungünstigsten Verhältnisse, Riemenzug nach unten, also parallel Schwungradgewicht, bestimme

1. Max. Kolbendruck P in kg,
2. Auflagerdruck A_1 u. A_2 in kg,
3. Auflagerdruck V_2 in kg,
4. Result. Druck R_2 in kg,

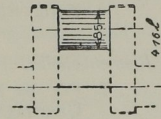
(Es genügt, die Kurbelwellenseite zu berechnen, von welcher Kraftabgabe erfolgt, die andere Seite wird gleich stark gemacht.)

5. Die für die Reibung in Betracht kommenden Lagerdrücke

c) Berechnung der Kurbelwelle auf Festigkeit.

I. Kurbelzapfen.

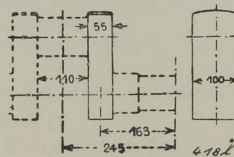
1. Biegemoment in kgcm,
2. Widerstandsmoment in cm^3 ,
3. Biegebungsbeanspruchung in kg/qcm,



II. Kurbelschenkel rechts (Kraftabgabeseite).

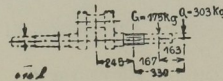
Reihenfolge der Ermittlungen:

1. Biegemoment in kgcm,
2. Widerstandsmoment in cm^3 ,
3. Biegebungsbeanspruch. in kg/qcm,
4. Druckbeanspruch. in kg/qcm,
5. Gesamtbeanspruch. in kg/qcm,



III. Welle im Hauptlager.

1. Biegemoment in kgcm,
2. Widerstandsmoment in cm^3 ,
3. Beanspruchung in kg/qcm,



b) Auflagerdrücke.

1. Maximaler Kolbendruck

$$P = p \cdot \frac{\pi}{4} D^2 = 18 \cdot \frac{\pi}{4} 20,5^2 = 6000 \text{ kg} \dots \dots \dots O 33$$

2. Horizontaler Lagerdruck

$$A_1 = A_2 = 6000 \cdot \frac{24,5}{49} = 3000 \text{ kg} \dots \dots \dots$$

3. Vertikaler Lagerdruck

$$V_2 = 303 \cdot \frac{49+33}{49} + 175 \cdot \frac{49+16,7}{49} - 175 \cdot \frac{22,1}{49} = 660 \text{ kg} \dots \dots \dots$$

Riemenzug + 504 kg Schwungrad rechts + 235 kg Schwungrad links - 79 kg

4. Result. Lagerdruck $R_2 = \sqrt{3000^2 + 660^2} = 3070 \text{ kg} \dots \dots \dots$

5. Für die Lagerreibung Aufgabe e 12 kommt in Betracht: mittl. Kolbendr. $P_r = 3,05 \cdot \frac{\pi}{4} 20,5^2 = 1000 \text{ kg}$; $A_r = \frac{1}{2} P_r = 500 \text{ kg}$ 33b

Result. Lagerdruck $R_r = \sqrt{500^2 + 660^2} = 825 \text{ kg}.$

c) Berechnung der Kurbelwelle auf Festigkeit.

I. Kurbelzapfen. (Für Totpunktlage.)

1. Biegemoment $M_b = R_2 \cdot 24,5 = 3070 \cdot 24,5 = 75215 \text{ kgcm}$
2. Widerstandsmoment $W \sim 0,1 \cdot 8,5^3 = 61,4 \text{ cm}^3 \dots \dots \dots$
3. Biegebungsbeanspruchung $\sigma_b = \frac{75215}{61,4} = 1224 \text{ kg/qcm} \dots \dots \dots$
Zulässig sind $k_b = 1000 - 1200 \text{ kg/qcm} \dots \dots \dots$

II. Kurbelschenkel rechts.

Bei Ölmotoren tritt die größte Beanspruchung der Schenkel in der Totpunktlage auf.

1. Biegemom. $M_b = R_2 \cdot 16,3 = 3070 \cdot 16,3 = 50000 \text{ kgcm} \dots \dots \dots G$
2. Widerstandsm. $W = \frac{1}{6} \cdot 5,5^3 \cdot 10 = 50,5 \text{ cm}^3 \dots \dots \dots 81$
3. Biegebungsbeanspruch. $\sigma_b = \frac{50000}{50,5} = 990 \text{ kg/qcm} \dots \dots \dots O d.$
4. Druckbeanspruch. $\sigma_d = \frac{0,5 \cdot 6000}{5,5 \cdot 10} = \sim 55 \text{ kg/qcm} \dots \dots \dots K o$
5. Gesamtbeanspruchung $\sigma = 990 + 55 = 1045 \text{ kg/qcm} \dots \dots \dots 66$

III. Welle im Hauptlager.

Schwungradgewicht und Riemenzug, in einer Richtung wirkend angenommen, ergibt:

1. Biegemoment $M_b = 175 \cdot 16,7 + 303 \cdot 33 \sim 12920 \text{ kgcm}$
2. Widerstandsmoment $W = 0,1 \cdot 7,5^3 = 42,2 \text{ cm}^3 \dots \dots \dots$
3. Beanspruchung $\sigma_b = \frac{12920}{42,2} = 306 \text{ kg/qcm} \dots \dots \dots$