

DAS WIRKLICHE VERZÄHNUNGSGEBIET EINES SCHNECKENGETRIEBES

Henryk G. Sabiniak

Technische Universität Lodz

Lehrstuhl für Heizungs- und Ventilationstechnik

In der Arbeit hat die Methode des Vorgehen für der Bestimmung das real Eingriffsgebiet in der Schneckengetriebe, das Definieren ein Minimum der Breite der Schneckenrad und ein Minimum der Länge der Zähneschnecke dargestellt. Die ältere empirischen Formeln anführen, die bestimmen die Breite der Schneckenrad und die Länge der Zähneschnecke auch. Der Algorithmus wurde vorgestellt und die Formeln für der Schneckengetriebe um der Archimedes Zahnprofil abgeleiten. Es wurde das mathematische Programm in TurboPascalsprache auch vorgestellt. Das Programm berechnet die grenze Kunve a, b, c das real Eingriffsgebiet.

1. Einleitung

Bekannt sind verschiedene empirische Formeln [1] - [8], die den Konstrukteuren der Schneckengetriebe zur Bestimmung der Länge vom gewickelten Schneckenteil und der Breite von dem mit Schneckenrad zusammen arbeiten den Kranz empfohlen werden. Manche dieser Formeln sind einander sehr ähnlich. Andere gründen sich auf ganz verschiedene geometrische Größen, die sich aus der Schneckenverzahnung ergeben. In solchen Fällen sind sie nicht vergleichbar. Darunter ein paar Beispiele.

Die von G. Niemann [1] vorgeschlagene Länge des verzahnten Schneckenteils soll betragen

$$l_1 \approx 2,5m\sqrt{z_2 + 1} \quad [\text{mm}] \quad (1)$$

wobei: m - Modul [mm],

z_2 - Zahnzahl des Schneckenrades.

Nach russischen Normen [6] wird empfohlen, die minimale Länge des verzahnten Schneckenteils folgendermaßen anzunehmen, für die Ein- oder Zweizahnschnecke nach der Abhängigkeit

$$l_{\min} = (11 + 0,06z_2)m + k \quad [\text{mm}] \quad (2)$$

und für Drei- und Vierzahnschnecken

$$l_{\min} = (12,5 + 0,09z_2)m + k \quad [\text{mm}] \quad (3)$$

wobei: k - ein technologisch begründeter Wert ist, d.h. man muß es berücksichtigen, wenn die Schnecke mit einem Glattwalzenwerkzeug gefräst oder geschliffen wird, also für die meisten Fälle des Schneckeneinschneidens.

Wert k soll angenommen werden;

$k = 25$ [mm]	wenn $m < 10$ [mm],
$k = 35 - 40$ [mm]	wenn 10 [mm] $< m < 16$ [mm],
$k = 50$ [mm]	wenn $m \geq 16$ [mm] ist.

Tuplin [5] empfiehlt dagegen eine sehr einfache Formel,

$$l_{\min} = 4\pi m \quad [\text{mm}] \quad (4)$$

d.h. die Länge des verzahnten Schneckenteils soll mindestens 4 Verzahnungsteilungen gleich sein. Die deutsche Norm [7] gibt wohl die am meisten komplizierte Formel an:

$$l = \sqrt{d_{a2}^2 - (d_2 - 4xm)^2} \quad [\text{mm}] \quad (5)$$

wo: d_{a2} - Außendurchmesser der Schneckenrades [mm],
 d_2 - Schneckenraddurchmesser [mm],
 x - Koeffizient der Profilverschiebung.

Die zur Zeit bearbeitete ISO Norm verändert die Bestimmung der verzahnten Schneckenteillänge von „ l “ auf „ b_1 “ und empfiehlt noch eine andere Formel u. z.

$$b_1 \approx 2m\sqrt{2z_2} \quad [\text{mm}] \quad (6)$$

Auch bei der Auswahl der empfohlenen Breiten des Schneckenradkranzes bestehen große Diskrepanzen. Die älteste Empfehlung bei der Auswahl der Schneckenradkranzbreite ist wohl die Merritts Formel [8]

$$b_2 = 2m\sqrt{q+1} \quad [\text{mm}] \quad (7)$$

wobei: $q = d_1/m$ - Durchmesserindex,
 d_1 - Schneckenteildurchmesser [mm].

Nicht viel von der oben dargestellten abweichende Formel ist die von Niemann [1] vorgeschlagene Abhängigkeit

$$b_2 = 2m(0.5 + \sqrt{q+1}) \quad [\text{mm}] \quad (8)$$

Backingham schlägt auch die Abhängigkeit vor, die den beiden vorigen ähnlich ist, aber in einer mehr komplizierten Form u. z.

$$b_2 = 2\sqrt{(d_1 + h_{a1})h_{a1}} + yp \quad [\text{mm}] \quad (9)$$

wobei: $p = \pi m$ – Verzahnungsteilung [mm],
 h_{a1} – Schnekenzahnkopfhöhe [mm],
 y – der vom Neigungswinkel γ der Schnekenzähne abhängige Koeffizient;

er gleicht $y = 0,5$ bei $\gamma \leq 15^\circ$,
 $y = 0,25$ bei $\gamma > 15^\circ$.

Meistens aber ist die Schnekenzahnkopfhöhe dem Modul ($h_{a1} = m$) gleich, dann wird die Abhängigkeit (9) mehr lesbar.

$$b_2 = 2m(\sqrt{q+1} + y\pi) \quad [\text{mm}] \quad (9a)$$

Russische Normen grenzen die Kranzbreite des Schnekenrades, so wie bei der Länge des verzahnten Schnekenanteils, von der Schnekenzahnzahl ab. Und so für Ein-, Zwei- und Dreizahn-sneken soll die maximale Kranzbreite nicht größer sein als

$$b_{2\max} \leq 0,75d_{a1} \quad [\text{mm}] \quad (10)$$

und für Vierzahn-sneken

$$b_{2\max} \leq 0,67d_{a1} \quad [\text{mm}] \quad (11)$$

wo: d_{a1} – Außendurchmesser der Schneke [mm].

Tuplin [5] empfiehlt die maximale und minimale Kranzbreite des Schnekenrades aus den Formeln

$$b_{2\max} \leq 2\sqrt{p_n(d_{a1} - p_n)} \quad [\text{mm}] \quad (12)$$

$$b_{2\max} \geq \sqrt{p_n(d_{a1} - p_n)} \quad [\text{mm}] \quad (13)$$

zu berechnen.

wo: p_n – Verzahnungsteilung im normalen Durchschnitt [mm].

Die einfachste Formel zur Bestimmung der Schnekenradkranzbreite empfiehlt die deutsche Norm

$$b_2 = 0,8d_1 \quad [\text{mm}] \quad (14)$$

Die bereits erwähnte bearbeitete ISO - Norm geht auf den Vorschlag von Merritt ein [8] und schlägt die Formel in genau derselben Gestalt vor (7).

Heutzutage d.h. in der Epoche eines hervorragenden Rechners - Komputers verlieren alle diese Empfehlungen d.h. oben angegebene Formeln etwas an ihrer Bedeutung, weil mit Hilfe eines einfachen Programms das Eingriffsfeld des zu projektierenden Schnekengetriebes sehr genau bestimmt werden kann, dadurch kann

man minimale Breite des Schneckenrades und minimale Länge vom verzahnten Teil der mit ihm zusammenarbeitenden Schnecke bestimmen, unter Berücksichtigung, ob das Getriebe den Antrieb nur in eine oder in beide Richtungen übertragen wird.

Um das Verzahnungsgebiet genau zu bestimmen, soll man nur voraussetzen, für welches Schnecken Zahnprofil dieses Gebiet bestimmt wird.

Bei der Bestimmung des Verzahnungsgebietes sollen wir uns auf die Verfahrensmethode konzentrieren d.h. auf Konstruktionshauptausmasse der Getriebe wie Schneckenwicklungslänge und Schneckenradkranzbreite - der gesamte Verfahrensgang wird an dem einfachsten Zahnprofil dargestellt u.z. am Schneckengetriebe mit Archimedes - Zahnprofil.

Zur Erinnerung, die Arbeitsfläche der Archimedesschnecke wird durch die Schraubenbewegung der Geraden, die die Schneckenachse unter einem konstanten Winkel $90^\circ - \alpha_0$ (α_0 - Eingriffswinkel, meistens $\alpha_0 = 20^\circ$) (Abb.1) durchschneidet, dargestellt.

Deshalb werden die Archimedesschnecken durch ein geradeliniges Profil im Achsequerschnitt gekennzeichnet und Frontalquerschnitt der Zähne von diesen Schnecken hat eben die Gestalt der Archimedesspirale.

Archimedesschnecke, die leicht und einfach auszuführen ist, ist trotz ihrer Betriebsfehler weiterhin in Untersetzungsgetrieben und die Teilungsvorrichtung sehr populär [9].

2. Grundkenntnisse der Verzahnungstheorie

Die Arbeitsfläche der Schneckenverzahnung im System der Zylinderkoordinaten wird durch die Formeln beschrieben (Abb. 2) [4]

$$[p(\Theta - \varphi_1) - r_1 \operatorname{tg} \alpha_0] \left(\cos \Theta \operatorname{tg} \alpha + \frac{p \sin \Theta}{r_1} \right) - r_1 \cos \Theta = r_{\text{toez}} \quad (15a)$$

$$z = p(\Theta - \varphi_1) - r_1 \operatorname{tg} \alpha_0 \quad (15b)$$

$$x = r_1 \sin \Theta \quad (15c)$$

$$y = r_1 \cos \Theta \quad (15d)$$

wo: r_1 - beliebiger Schneckenradius im Achsenquerschnitt [mm],
 Θ - Winkel, der die Lage des Radius r_1 bestimmt,
 r_{toez} - Radius des Schneckenwälzzyinders [mm],
 $p = 0,5 m z_1$ - Schraubenparameter,
 φ_1 - Schneckendrehungswinkel.

Wenn $\varphi_1 = \text{const}$, bestimmen die Gleichungen (15) aktuelle Berührungslinien für diesen Schneckendrehungswinkel.

Das Verzahnungsgebiet (Abb. 1) soll als Arbeitsteil der Fläche vom Paar-Schnecke-Schneckenrad verstanden werden. Dieses Gebiet begrenzen in Projektionen

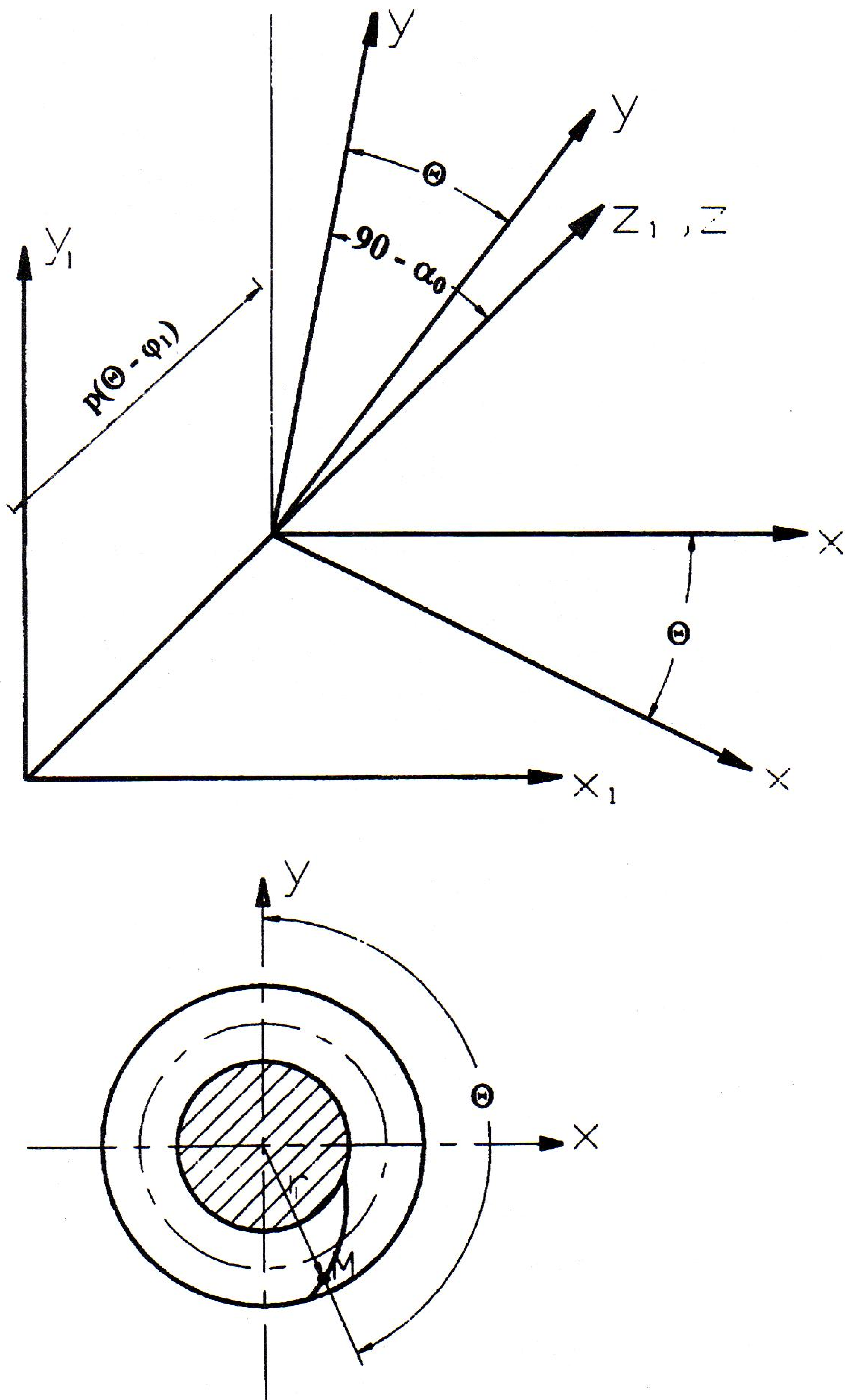


Bild 1. Angenommene Koordinatensysteme - Kartesisches und Zylindersystem.

die Kurven a, b und c, die man theoretisch bestimmen kann. Die Kurve a - entsteht aus der Beschränkung (Begrenzung) durch den Außendurchmesser der Schnecke. Man soll dann in den Formeln (15) $r_i = r_{a1}$ substituieren (r_{a1} - Außenradius der Schnecke) und bei den festgelegten Werten der Koordinate Θ entsprechende Werte der Koordinaten x, y und z berechnen. Man soll dabei nicht vergessen, daß Winkel Θ nur dann die Lösung gibt, wenn er sich von $90^\circ \leq \Theta \leq 270^\circ$ (Bild 2) verändert. Praktisch macht man die Berechnungen für das Intervall $120^\circ \leq \Theta \leq 240^\circ$. Die Formeln haben dann die Gestalt:

$$\begin{aligned} x &= r_{a1} \sin \Theta \\ y &= r_{a1} \cos \Theta \\ z &= \frac{(r_{locz} + r_{a1} \cos \Theta) r_{a1}}{(r_{a1} \cos \Theta \operatorname{tg} \alpha_0 + p \sin \Theta)} \end{aligned} \quad (16)$$

Das Programm, das ermöglicht die Kurve „a“ zu bestimmen, wurde in der Anlage unter dem Namen „Programm - Kurve a“ dargestellt.

Die Kurve b - entsteht aus der Gebietsbegrenzung der Zusammenarbeit durch die Oberfläche des Globoidschneckenrades. In diesem Fall soll man in den Formeln (15) den beliebigen Radius r_i im Stirnquerschnitt durch den Globoidenradius $r_i = r_g$ (Bild 1) ersetzen und die Globoidengleichung beizufügen.

$$(x + A)^2 - (A - \sqrt{r_g^2 - y^2})^2 + z^2 = 0 \quad (17)$$

wo: r_g - Globoidenradius [mm].

Wenn die Formeln (15) die Bedingung (17) für die Kurve b erfüllen, nehmen sie die Gestalt an:

$$\begin{aligned} x &= r_g \sin \Theta \\ y &= \left(A - \sqrt{(r_g \sin \Theta + A)^2 + \frac{(r_{locz} + r_g \cos \Theta) r_g}{r \cos \Theta \operatorname{tg} \alpha_0 + p \sin \Theta}} \right) \operatorname{tg} \Theta \\ z &= \frac{(r_{locz} + r_g \cos \Theta) r_g}{(r_g \cos \Theta \operatorname{tg} \alpha_0 + p \sin \Theta)} \end{aligned} \quad (18)$$

Das Programm, das ermöglicht die Kurve „b“ zu bestimmen, wurde in der Anlage „b“ unter dem Namen „Programm - Kurve b“ dargestellt.

Die Kurve c - entsteht aus der Begrenzung des Zusammenarbeitsgebietes durch den größten Außendurchmesser des Schneckenrades

$$z^2 + (y + A)^2 = R_{a2}^2 \quad (19)$$

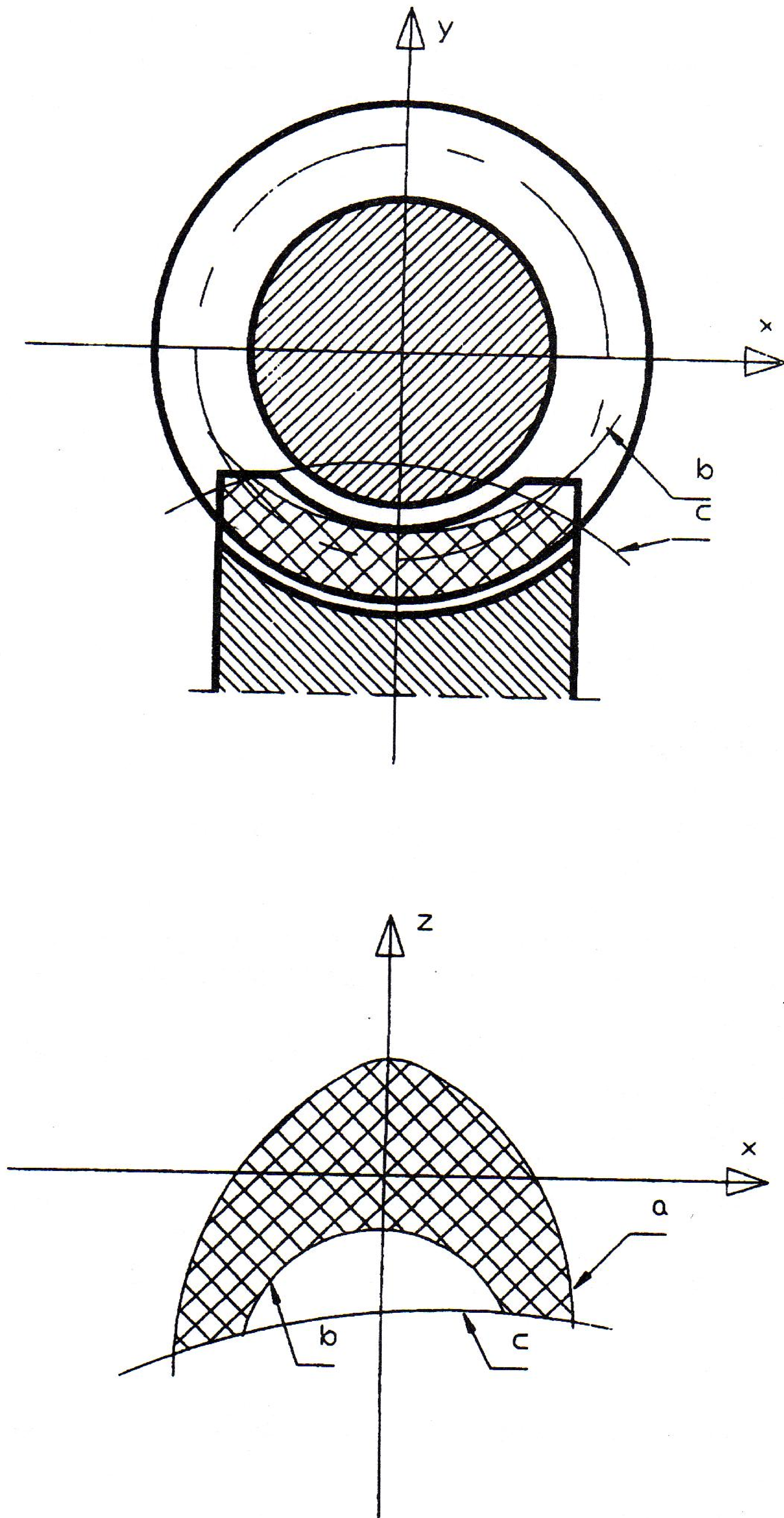


Bild 2. Verzahnungsgebiet des Zylinderschneckengetriebes.

wo: R_{a2} - der größte Außenradius des Schneckenrades.
Die Formeln (15) zusammen mit (19) sind jetzt:

$$x = y \operatorname{tg} \Theta$$

$$y = \sqrt{R_{a2}^2 - z^2} - A$$

$$\begin{aligned} & z \left[\left(\sqrt{R_{a2}^2 - z^2} - A \right) \cos \Theta \operatorname{tg} \alpha_0 + p \sin \Theta \cos \Theta \right] + z^2 + \\ & + 2A \sqrt{R_{a2}^2 - z^2} - r_{\text{toez}} \sqrt{R_{a2}^2 - z^2} = A^2 - A r_{\text{toez}} + R_{a2}^2 \end{aligned} \quad (20)$$

Die Gleichung (20) löst man mit der Methode der nacheinanderfolgenden Approximationen (Annäherungen) für die Koordinate z . Es kann auch vorausgesetzt werden, daß

$$R_{a2}^2 \gg z^2 \quad (21)$$

dann

$$x = (R_{a2} - A) \operatorname{tg} \Theta$$

$$y = R_{a2} - A \quad (22)$$

$$\begin{aligned} & z^2 + z \left[(R_{a2} - A) \cos \Theta \operatorname{tg} \alpha_0 + p \sin \Theta \cos \Theta \right] + \\ & - (A - R_{a2})^2 + r_{\text{toez}} (A - R_{a2}) = 0 \end{aligned}$$

Die Berechnung einzelner Punkte der Kurve c mit der gleichzeitigen beliebigen Einteilung in „s“ Intervallsteile für die Koordinate $120^\circ \leq \Theta \leq 240^\circ$ ermöglicht „das Programm - Kurve c “.

Jetzt wird es schon selbstverständlich, daß die erforderliche minimale Breite des Schneckenradkranzes (Bild 2)

$$b_{2\min} = 2x_{\max} \quad (23)$$

beträgt, wo für $x_{\max}$ der größere absolute Wert $|x_1| \cup |x_2|$ angenommen werden soll.

Die Länge der Schneckenwindungen muß wenigstens (Bild 2)

$$l_{\min} = |z_1| + z_2 \quad (24)$$

betragen, wenn das Getriebe den Antrieb nur in eine Richtung überträgt oder

$$l_{\min} = 2z_{\max} \quad (25)$$

wenn der Antrieb in beide Richtungen übertragen wird, wo für $z_{\max}$ der größte absolute Wert aus den Koordinaten $|z_1| \cup |z_2|$ angenommen werden soll.

Die angeführten Berechnungen streichen nicht die bisherigen Errungenschaften, d.h. die früher zitierten Formeln durch. Besonders nützlich können sie in der Anfangsphase der Projektierung eines Schneckengetriebes sein. Der Autor der vorliegenden Arbeit benutzte sie mehrmalig und benutzt weiterhin. Aber zur Zeit scheint es, daß der dargestellte Gedankengang und sehr kurze Computerprogramme den Konstrukteuren erlauben, das Verzahnungsgebiet des projektierten Schneckengetriebes mehr präzise zu bestimmen, und dadurch auch die für sie interessanten Konstruktionsgrößen: Schneckenradkranzbreite und Länge des verzahnten Schneckenteils. Das wird mit der Senkung der technologischen und Materialkosten verbunden.

3. Bedienungsanweisung der Programme

Die Bedienungsanweisung der oben beschriebenen Programme „Kurve A“, „Kurve B“, „Kurve C“ wird am Beispiel des „Programms Kurve A“ dargestellt. Die Programme wurden in der Sprache Turbo Pascal geschrieben. Nach dem Abschreiben der Programme [10] - soll die Arbeit weder mühsam (kurze Programme) noch schwierig sein (die Programme werden sehr einfach geschrieben) - die Betätigung der Programme kann in Medium Turbo Pascal selbst durch Drücken der Tasten **Ctrl + F9** erfolgen oder durch Dateischaffen, z.B. „Kurve A.exe“, [10]. Nach der Betätigung des Programms werden auf dem Bildschirm die Fragen nach den Angaben in folgender Reihenfolge erscheinen:

- rtocz** - man soll den Wert vom Zylinderradius der Schnecke eintippen und mit der Taste „Enter“, bestätigen,
- ra1** - man soll den Wert vom Außenradius der Schnecke eintippen und mit der Taste „Enter“, bestätigen,
- m** - wir geben den Modulwert an und bestätigen,
- z1** - wir geben die Schnecken Zahnzahl an und bestätigen,
- s** - man soll angeben, in wieviele Teile der Winkel Θ geteilt wird, praktisch genügt die Einteilung $9 \leq s \leq 15$.

Nach der Bestätigung der letzten Daten „s“ erscheinen auf dem Bildschirm die Ergebnisse in der Form einer Tabelle.

x(1) =	y(1) =	z(1) =
.....		
x(s) =	y(s) =	z(s) =

Die Ergebnisse, die auf dem Bildschirm erschienen sind, werden in der Datei mit der Erweiterung „.dat“ gesichert. Der Name der Datei besteht aus zwei Teilen, insgesamt maximal aus 8 Zeichen. Nach dem Erscheinen der Ergebnisse drücken wir die Taste „Enter“, und auf dem Bildschirm erscheint die Information „Gib path zur Datebank“, - man soll den Namen (Kode) angeben, unter dem der weitere Teil des Dateinamens angegeben werden soll, indem wir sie maximal bis 8 Zeichen ergänzen. Der vollständige Dateiname wird aus den Zeichen bestehen, die in der ersten und zweiten Prozedur

angegeben werden. Wenn man schon in der ersten Prozedur alle 8 Zeichen benutzte, wird die zweite Menge leer. Wenn die Zeichenzahl (über 8 Zeichen) in der ersten, zweiten oder in beiden Prozeduren zusammen überschritten wird, wird der Dateiname aus der ersten 8 Zeichen bestehen. Die übrigen Zeichen werden vom Komputer ungeachtet gelassen. Nach dem Drücken der Taste „Enter“, wird die Datenbank in Katalog BIN von Turbo Pascal gesichert, und das Programm wird die nächste Version berechnen.

Nach dem alle Versionen berechnet worden sind, kann man die gesicherten Dateien oder nur die uns interessierenden drucken. Vor dem Drucken kann man gesicherte Dateien ansehen.

Achtung ! Wenn man den nächsten Dateien einen Namen angibt, soll man nicht vergessen, daß das Programm die schon geschaffenen Dateien nicht versichert. Wenn man der Datei denselben Namen, den schon eine vorhandene Datei besitzt, angibt, werden die neuen Ergebnisse in der Datei von demselben Namen gesichert und die alten Ergebnisse werden für immer gelöscht.

Diese Prozedur kann man zur Sicherung der in den Dateien bereits vorhandenen Ergebnisse benutzen, wenn wir die darin gesicherten Ergebnisse nicht mehr interessant finden.

4. Beispiel

Man soll Verzahnungsgebiet und gleichzeitig Schneckenwicklungslänge sowie Schneckenradkranzbreite eines Getriebes bestimmen:

Achsenabstand beträgt $A = 125$ [mm],

Außendurchmesser der Schnecke $d_{a1} = 60$ [mm],

Außendurchmesser des Schneckenrades $d_{a2} = 225$ [mm],

Modul $m = 7$ [mm],

Schnecken Zahnzahl $z_1 = 1$,

Zahnzahl des Schneckenrades $z_2 = 30$,

Eingriffswinkel $\alpha_0 = 20$ [°],

Globoidradius des Schneckenrades $r_g = 16.155$ [mm].

Die Verschiebung des Profils (Korektion) beträgt $x = -0.42$.

Das Getriebe besitzt das Profil der Archimedeszähne.

Wenn wir das obige Beispiel lösen wollen, bestimmen wir der Reihe nach:

- Kurve a - indem wir ins Programm Daten einschreiben

$rtocz = d_{a1}/2 - m + xm = 20.06$ [mm]

Mit Rücksicht auf die Kompaktheit des Textes teilen wir das Winkelintervall in 8 Teile,

d.h. $s = 9$. Unten werden die Berechnungsergebnisse angebracht.

DATEN Kurve a:

rtocz	=	20.060 [mm],
ra1	=	30.000 [mm],
m	=	7.000 [mm],
z1	=	1.000,
alfa0	=	0.349 rd,

$$\operatorname{tg}(\alpha_0) = 0.364.$$

Ergebnisse.

$x(1) = 2.598076E+01$	$y(1) = -1.500000E+01$	$z(1) = -6.250863E+01$
$x(2) = 2.121320E+01$	$y(2) = -2.121320E+01$	$z(2) = 6.594632E+00$
$x(3) = 1.500000E+01$	$y(3) = -2.598076E+01$	$z(3) = 2.304927E+01$
$x(4) = 7.764571E+00$	$y(4) = -2.897777E+01$	$z(4) = 2.774901E+01$
$x(5) = -1.091394E-10$	$y(5) = -3.000000E+01$	$z(5) = 2.730993E+01$
$x(6) = -7.764571E+00$	$y(6) = -2.897777E+01$	$z(6) = 2.335940E+01$
$x(7) = -1.500000E+01$	$y(7) = -2.598076E+01$	$z(7) = 1.585036E+01$
$x(8) = -2.121320E+01$	$y(8) = -2.121320E+01$	$z(8) = 3.393156E+00$
$x(9) = -2.598076E+01$	$y(9) = -1.500000E+01$	$z(9) = -1.787851E+01$

Kurve b indem wir einschreiben::

A	=	125.000 [mm],
rtocz	=	20.060 [mm],
rg	=	16.155 [mm],
m	=	7.000 [mm],
z1	=	1.000,
α_0	=	0.349 rd,
$\operatorname{tg}(\alpha_0)$	=	0.364.

Ergebnisse.

$x(1) = 1.399064E+01$	$y(1) = 1.156998E+03$	$z(1) = 2.124437E+03$
$x(2) = 1.142331E+01$	$y(2) = 3.464109E+01$	$z(2) = -8.290934E+01$
$x(3) = 8.077500E+00$	$y(3) = 1.952521E+01$	$z(3) = -2.933732E+01$
$x(4) = 4.181222E+00$	$y(4) = 1.887744E+01$	$z(4) = -1.507799E+01$
$x(5) = -5.877155E-11$	$y(5) = -1.263317E+11$	$z(5) = -1.072890E+01$
$x(6) = -4.181222E+00$	$y(6) = 1.376322E+01$	$z(6) = -1.092986E+01$
$x(7) = -8.077500E+00$	$y(7) = 1.247526E+01$	$z(7) = -1.433031E+01$
$x(8) = -1.142331E+01$	$y(8) = 9.491601E+00$	$z(8) = -2.103630E+00$
$x(9) = -1.399064E+01$	$y(9) = 5.400312E+00$	$z(9) = -3.241926E+01$

Kurve c - indem wir schon früher bestimmte Zahlwerte sowie $R_2 = d_{a2}/2 = 112.5$ [mm] einschreiben.

DATEN Kurve c:

A	=	125.000 [mm],
rtocz	=	20.060 [mm],
Ra2	=	112.500 [mm],
m	=	7.000 [mm],
z1	=	1.000.

Ergebnisse.

$x(1)=2.165064E+01$	$y(1)=-1.250000E+01$	$z1(1)=-1.010816E+01$
$z2(1)=9.348886E+00$		
$x(2)=1.250000E+01$	$y(2)=-1.250000E+01$	$z1(2)=-1.048228E+01$
$z2(2)=9.015211E+00$		
$x(3)=7.216878E+00$	$y(3)=-1.250000E+01$	$z1(3)=-1.100868E+01$
$z2(3)=8.584134E+00$		
$x(4)=3.349365E+00$	$y(4)=-1.250000E+01$	$z1(4)=-1.163892E+01$
$z2(4)=8.119313E+00$		
$x(5)=-4.547474E-11$	$y(5)=-1.250000E+01$	$z1(5)=-1.225854E+01$
$z2(5)=7.708912E+00$		
$x(6)=-3.349365E+00$	$y(4)=-1.250000E+01$	$z1(6)=-1.270665E+01$
$z2(6)=7.437049E+00$		
$x(7)=-7.216878E+00$	$y(7)=-1.250000E+01$	$z1(7)=-1.282440E+01$
$z2(7)=7.368764E+00$		
$x(8)=-1.250000E+01$	$y(8)=-1.250000E+01$	$z1(8)=-1.251688E+01$
$z2(8)=7.549806E+00$		
$x(9)=-2.165064E+01$	$y(9)=-1.250000E+01$	$z1(9)=-1.179930E+01$
$z2(9)=8.008946E+00$		

Man soll dabei aufmerksam werden, daß einen physischen Sinn nur die für $z1(i)$ erhaltenen Werte haben.

Auf Grund der erhaltenen Ergebnisse zeichnen wir in der Ebene x, z eine Eingriffsfeldprojektion auf. Graphisch wurde es auf Bild 3 dargestellt.

Wenn das Getriebe nur in eine Richtung arbeiten wird, muß die Länge der Schneckenwindung wenigstens $b1$ betragen, wenn in beide Richtungen - $b1,2$. Die Schneckenradkranzbreite beträgt $b2$ (Bild 3).

Mit nicht gestrichelter Linie wurde das theoretische Gebiet der Zusammenarbeit aufgetragen, das nach dem Normprojekt ISO berechnet wurde. Die Norm soll in diesem Jahr durch das Internationale Normkomitee bestätigt werden und die in der Norm empfohlenen Formeln stimmen mit den Formeln (6) und (7) der vorliegenden Publikation überein.

Das dargestellte Beispiel wurde auf das zur Zeit nicht mehr produzierte Schneckengetriebe gestützt. Es wurde eine gewisse Zeit u.a. zum Übertragen des Antriebs in Netzziehern auf kleinen Fischkuttern verwendet, die waren angepaßt, die Fische mit dem vom Heck gezogenen Schleppnetz zu fangen. Die Länge der Schneckenwindung in diesem Betrieb betrug 97 [mm], bei der Schneckenradkranzbreite 46 [mm].

Aus diesem Beispiel ergibt sich, daß die aus einer empirischen Formel berechnete Breite des Schneckenradkranzes und die in der Ausführung verwendete keiner sind als es sich aus dem wirklichen Verzahnungsgebiet ergibt. Diese Diskrepanz wird aber in Grenzen des Ingenieurfehlers enthalten.

Die berechnete und verwendete Länge der Schneckenwindung unterscheidet sich dagegen sehr von der wirklich erforderlichen und diese Diskrepanz bedürft in diesem

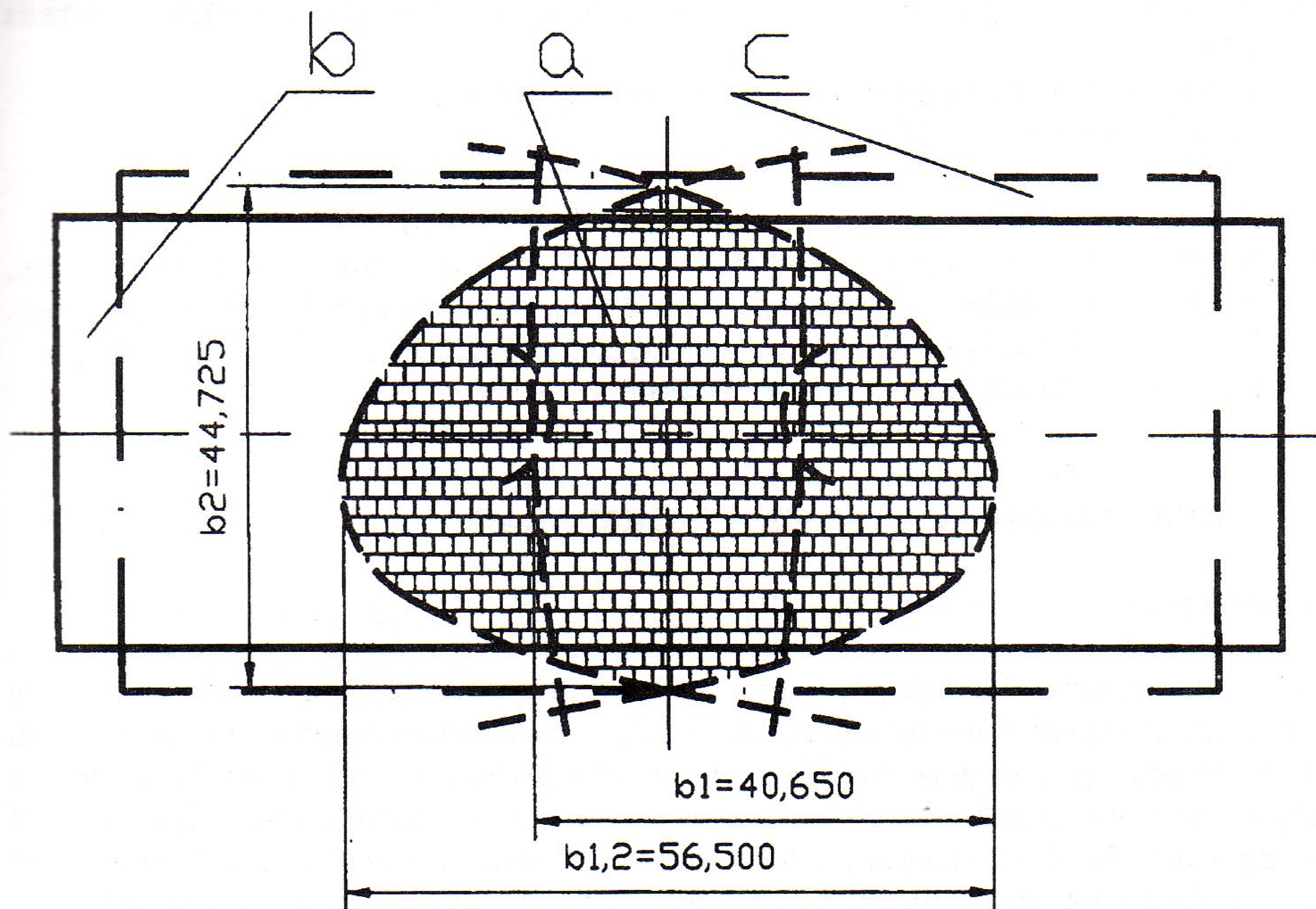


Bild 3. Wirkliches, empirisches und angenommenes Verzahnungsgebiet des Schneckengetriebes.

- a) Das wirkliche Verzahnungsgebiet.
- b) Das theoretische Verzahnungsgebiet erhalten aus ISO-Formeln.
- c) Die wirkliche Länge der Schnecke und Breite des Schneckerades.

Fall weder Konstruktions noch technologischer Begründung. Man soll entschieden betonen, daß die Ergebnisse aus dem Beispiel nicht auf andere Schneckengetriebe verallgemeinert werden sollen, sogar wenn die Schnecke die Zähne vom Profil der Archimedesspirale hätte. Das Beispiel zeigt nur die Verfahrensmethode bei der Bestimmung des wirklichen Verzahnungsgebietes und bezieht sich auf diesen Fall.

Literaturverzeichnis

1. Niemann G. – Maschinenelemente. Zweite Auflage. Band III. Springer – Verlag. Berlin, Heidelberg, New York, Tokio 1983.
2. Kornberger Z. – Przekładnie ślimakowe. Wyd. Naukowo-Techniczne. Warszawa 1973.
3. Buckingham E. – Design of worm and spiral gears. The Industrial Press. New York 1960.

4. Литвин Б. Л. – Теория зубчатых зацеплений. Издательство. „НАУКА”. Москва 1968.
5. Tuplin W.A. – Routine design of wormgears. Mach 1957 r.
6. GOST 2144-66.
7. DIN 3975-56.
8. Korewa W. - Części Maszyn. Część. PWN. Wydanie VIII.1971.
9. Sabinia H.G. – Lastverteilung längs der Berührungslinie zweier Kragplatten, betrachtet als Modell für die Zähne eines Zylinder- und Globoidschneckengetriebes. Technische Universität Chemnitz. Habilitationsschrift 1992.
10. Baron B. – Metody numeryczne w Turbo Pascalu. Wyd. Helion. 1995.

REAL MESHING AREA OF A WORM GEAR.

Summary

Presentation of a method for precise determination of the contact area of a worm gear being designed, there by a minimum width of the wormheel and a minimum length of the toothed part of a co-operating worm. The given empirical formula es for the length of the worm and the width of the wormheel rim are followed by a discussion of an algorithm for determination of the above-mentioned parameters, based on a worm gear of Archimedean profile as an example. There are also given source programs in Turbo Pascal language permitting to determine the co-ordinates of the three curves a, b, c, bounding the contact area.