ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ

Nr 79 Górnictwo z.6 1963

WALERY SZUŚCIK

KRZYWE GRANICZNE PROFILÓW ŁUKOWEJ OBUDOWY KORYTARZOWEJ

Streszczenie. W pracy przedstawiono krzywe graniczne profilów łukowej obudowy korytarzowej stosowanych w Polsce, to znaczy TH 18, TH 21, MD 16, MD 18 oraz MD 18A, jak również profilów czechosłowackih Z 17 oraz Z 21. Krzywe te sporządzono w oparciu o wzory podane w pracy [2]. W pracy rozpatrzono przypadek obecnego wygięcia łuku, jak również łuku odwróconego. Krzywe graniczne opracowano jako funkcje granicznego momentu gnącego M_g od siły podłużnej P, przy danych stałych wartościach siły poprzecznej T jak i momentu skręcającego M_s. Posiadanie krzywych granicznych pozwoli na projektowanie łuków obudowy korytarzowej metodą na dopuszczalny udźwig. Podano wnioski szczegółowe i ogólne.

1. WSTĘP

Projektując konstrukcje możemy to uczynić dwoma metodami, na dopuszczalne naprężenie albo na dopuszczalny udźwig.

Bardziej prawidłowym jest projektowanie na dopuszczalny udźwig, gdyż pozwala na określenie rzeczywistej wytrzymałości konstrukcji a więc inaczej mówiąc, rzeczywistego współczynnika bezpieczeństwa.

Łukowa obudowa korytarzowa pracuje przeważnie przy obciążeniach przekraczających naprężenia na granicy sprężystości, co przemawia także za tym, aby ją projektować metodą na dopuszczalny udźwig.

Ze względu na to, że łuki obudowy korytarzowej nie są układami statycznie wyznaczalnymi, określenie nośności granicznej profilu nie jest równoznaczne z nośnością graniczną łuku. Określenie nośności granicznej profilu jest jednak warunkiem koniecznym dla określenia nośności łuku.

Nośność graniczna profilu może być przedstawiona jako powierzchnia w wielowymiarowej przestrzeni: momentu zginającego (ewentualnie jego składowych), siły podłużnej, siły poprzecznej (ewentualnie jej składowych) i momentu skręcającego.

W pracy niniejszej powierzchnie te przedstawiono za pomocą krzywych granicznych w układzie graniczny moment gnący zginania płaskiego [1] (gdyż praktycznie rzecz biorąc, tylko zginanie płaskie występuje przy pracy łukowej obudowy korytarzowej) jako funkcja granicznej siły podłużnej dla stałych wartości pozostałych wielkości sił.

Wielkości granicznego momentu gnącego i granicznej siły podłużnej dobrano jako zasadnicze, gdyż profile łuków obudowy korytarzowej obciążone są przede wszystkim tymi siłami wewnętrznymi.

W górnictwie polskim stosowane są następujące profile na łuki obudowy korytarzowej: TH 18, TH 21, MD 16, MD 18 oraz MD 18A. Profile TH mają różne kształty dla łuku ociosowego i stropnicowego, w związku z tym w niniejszej pracy nazwano je THO 18, THS 18, THO 21, THS 21.

Dla porównania z polskimi profilami wykonano również krzywe graniczne dla dwu profilów czechosłowackich Z 17 oraz Z 21 według ich dokumentacji nazwanych dzwonowymi (odpowiadają one niemieckim profilom "Glockenprofile").

Cyfry przy symbolach profilów odpowiadają w przybliżeniu ciężarowi metra bieżącego łuku.

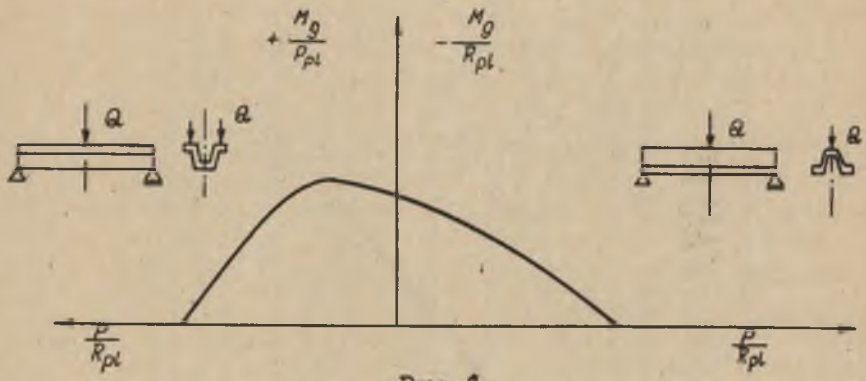
2. WYKONANIE KRZYWYCH GRANICZNYCH

Krzywe graniczne sporządzono metodą analityczno-wykreślną w oparciu o wyprowadzone w pracy [2] wzory na obciążenie graniczne.

Wykresy krzywych granicznych sporządzono w układzie osi obciążenia pokazanym na rysunku 1.

Wykresy te pozwalają więc na odczytanie granicznych wartości obciążeń przy obu możliwych przypadkach obciążenia momentem gnącym.

Wykresy krzywych granicznych są podane w skalach geometrycznych profilu, niezależnych od granic plastyczności materiałów z których wykonany jest łuk. Wielkość przekroju odcięta jest więc przez krzywą graniczną $T = 0$, $M_s = 0$ na osi odciętych, zaś wskaźnik zginania plastycznego na osi rzędnych.



Rys. 1

Na rysunkach 2 do 10 pokazano krzywe graniczne

$$\frac{M_g}{R_{pl}} = f\left(\frac{P}{R_{pl}}\right)$$

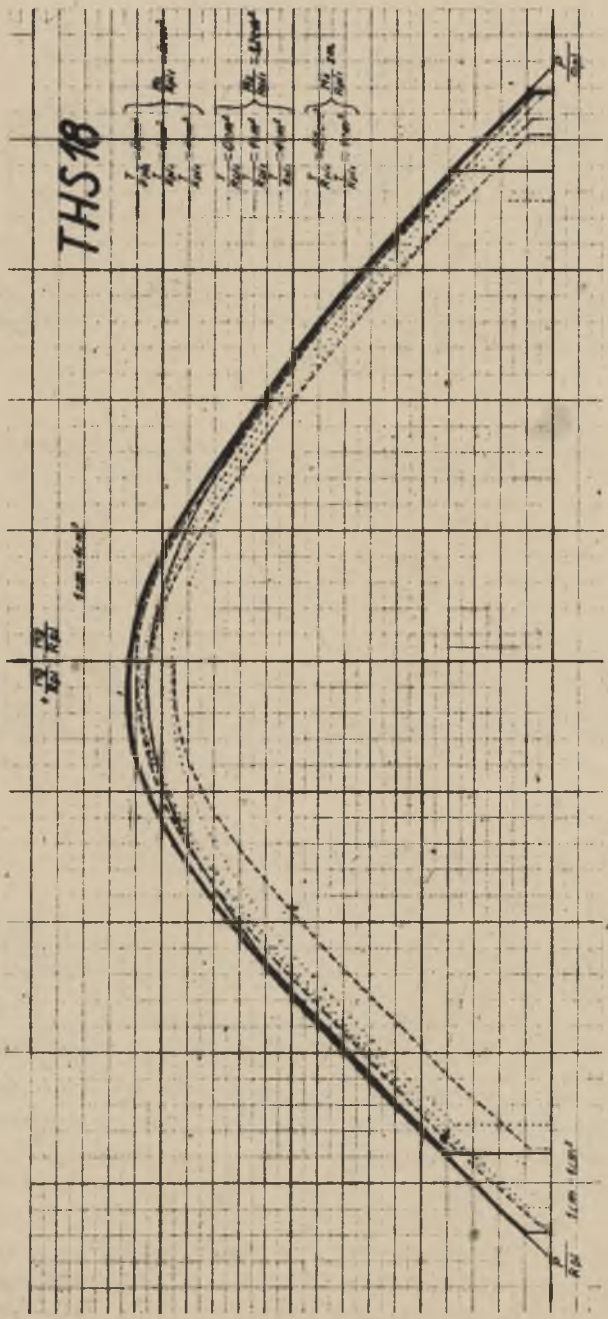
przy danych siłach poprzecznych $T/R_{plt} = 0\ cm^2$, $1\ cm^2$ oraz $4\ cm^2$ jak również przy momentach skręcających $M_s/R_{plt} = 0\ cm^3$ oraz $3{,}2\ cm^3$

gdzie:

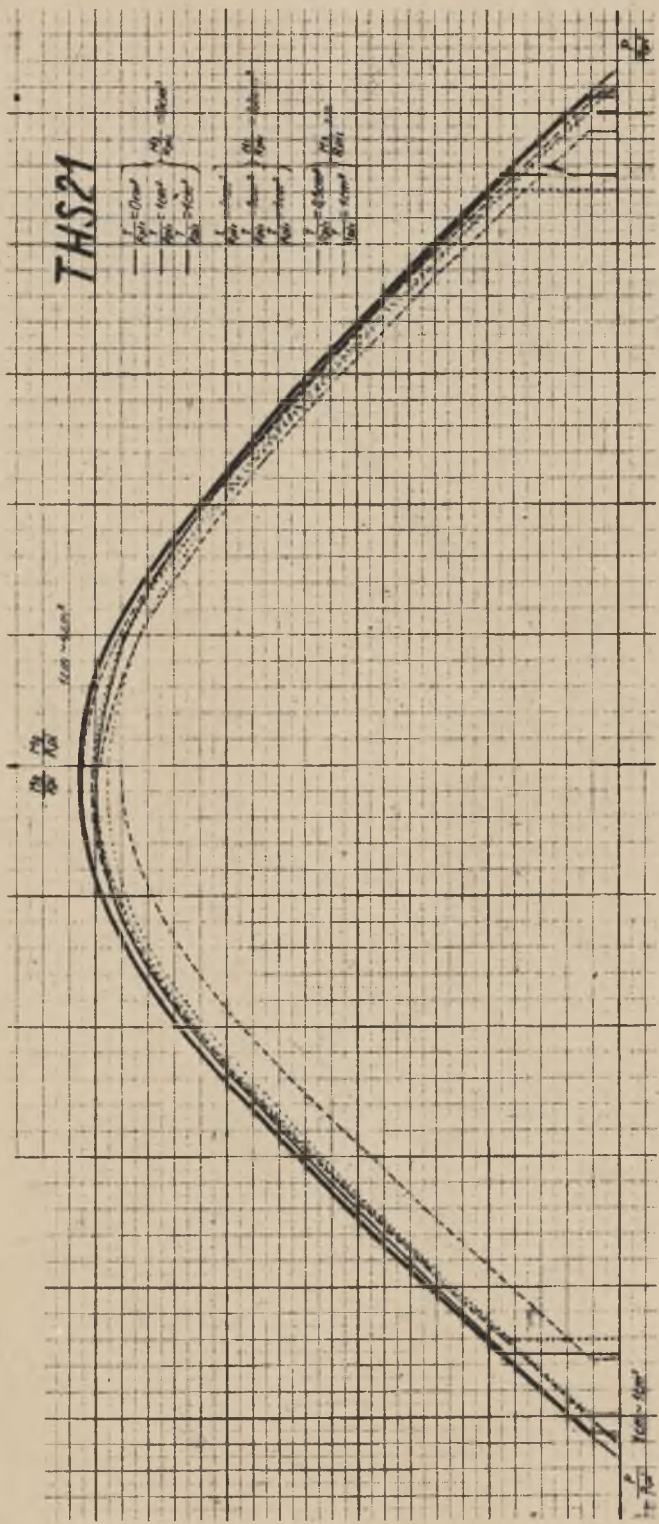
R_{pl} - granica plastyczności przy ściskaniu

R_{plt} - granica plastyczności przy ścinaniu.

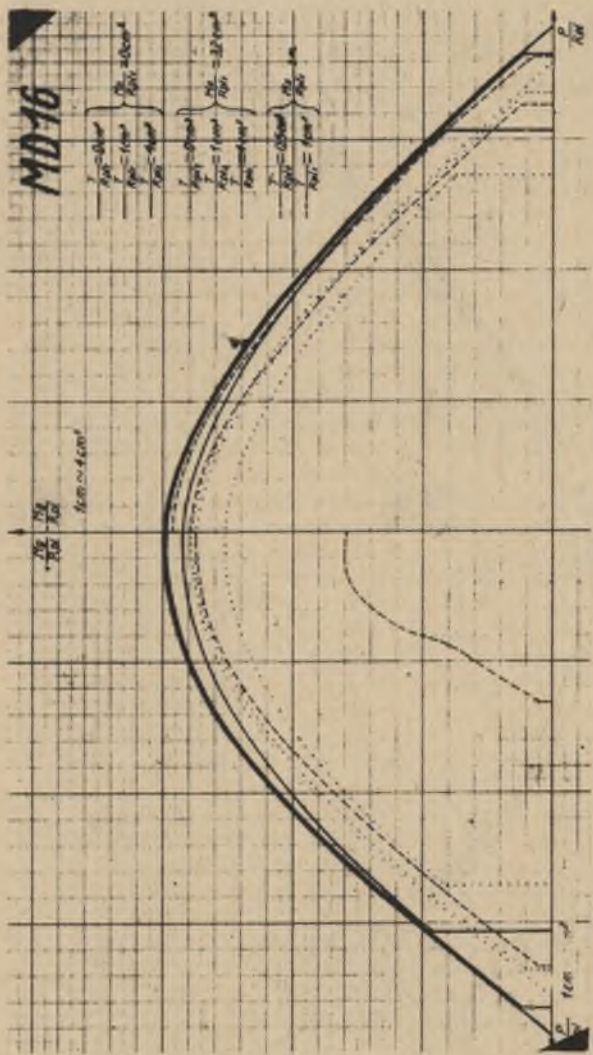
Prócz omówionych sześciu kompletów krzywych granicznych (rysunki 2 do 10) pokazano także dwa komplety krzywych granicznych dla sił poprzecznych $T/R_{plt} = 0{,}5\ cm^2$ oraz $1\ cm^2$ przy zmiennym momencie skręcającym M_s/R_{plt} wywołanym przez tę siłę poprzeczną (rysunki 2 do 10). Problem ten wziął się stąd, że obciążenie przechodzi na łuk poprzez okładziny. Siła nacisku okładziny powoduje siłę poprzeczną T działającą w punkcie najwyższym i najdalej odległym od osi symetrii (punkt A na rysunku 11). Siła T jest nachylona do osi symetrii łuku pod kątem α przy czym $tg\,\alpha = \mu$ jest współczynnikiem tarcia (na rysunkach 2 do 10 sporządzono krzywe graniczne dla $\mu = 0{,}2$). Nachylenie to wynika stąd,



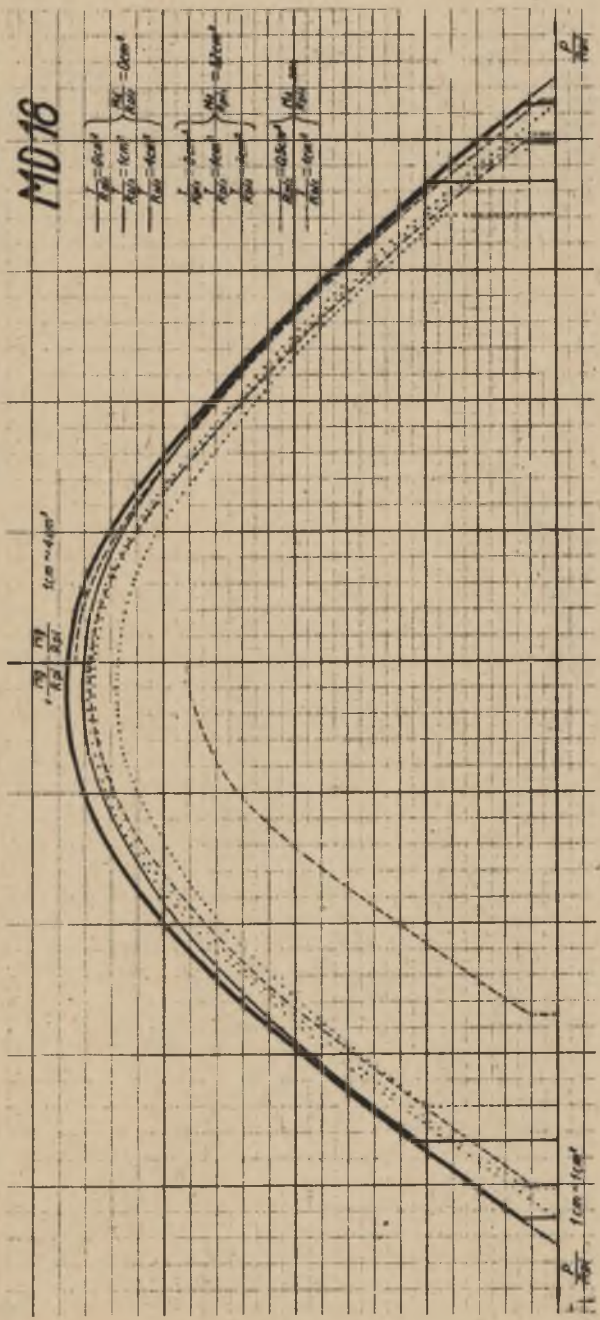
Rys.2



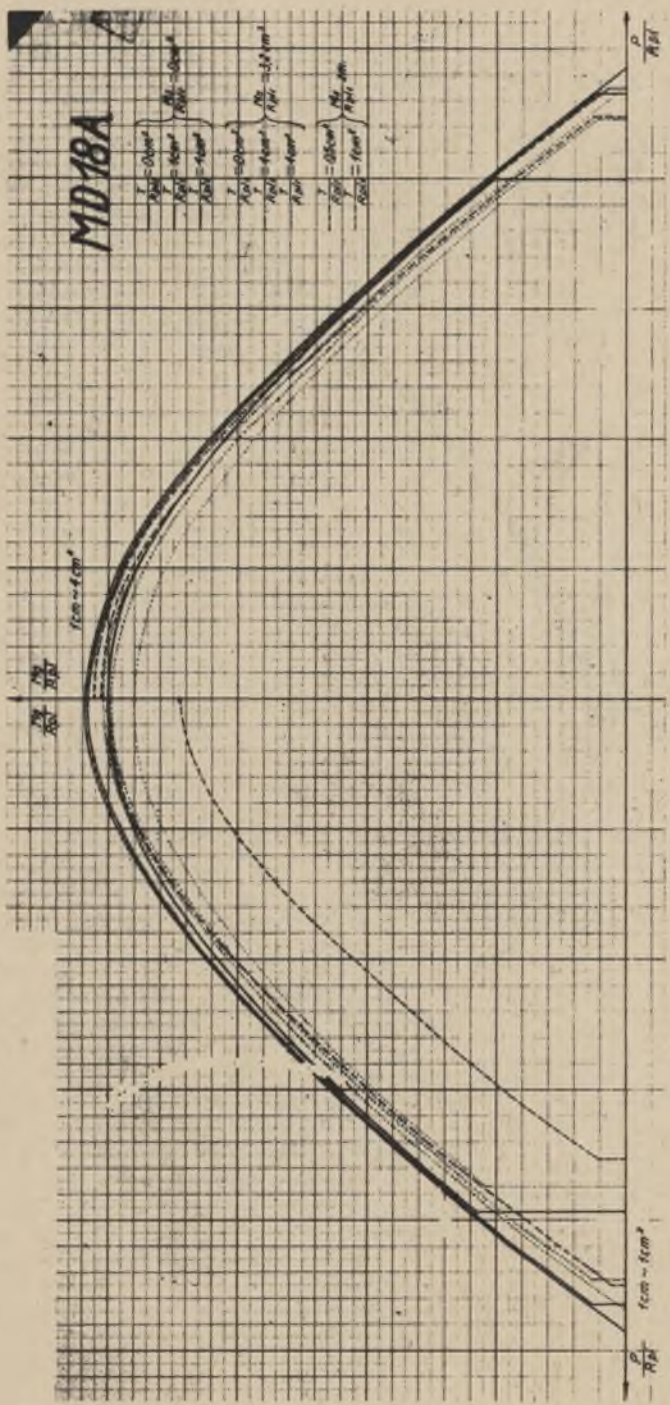
Rys.3



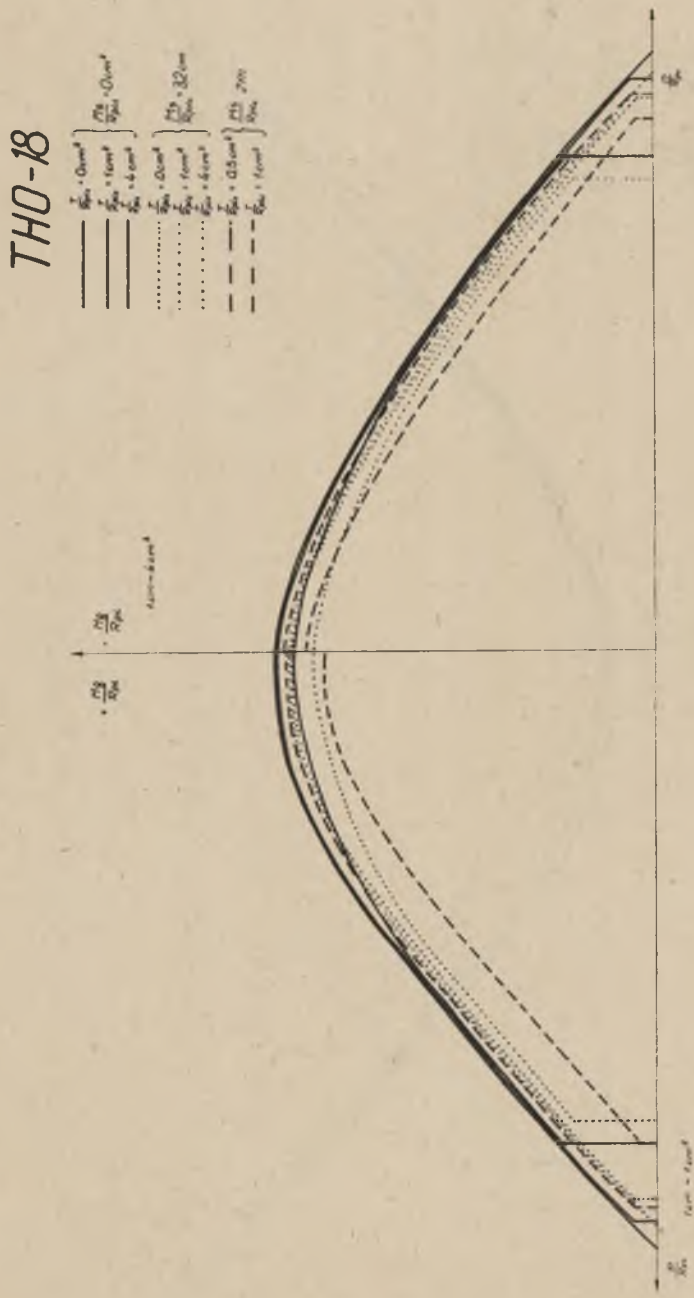
Rys.4



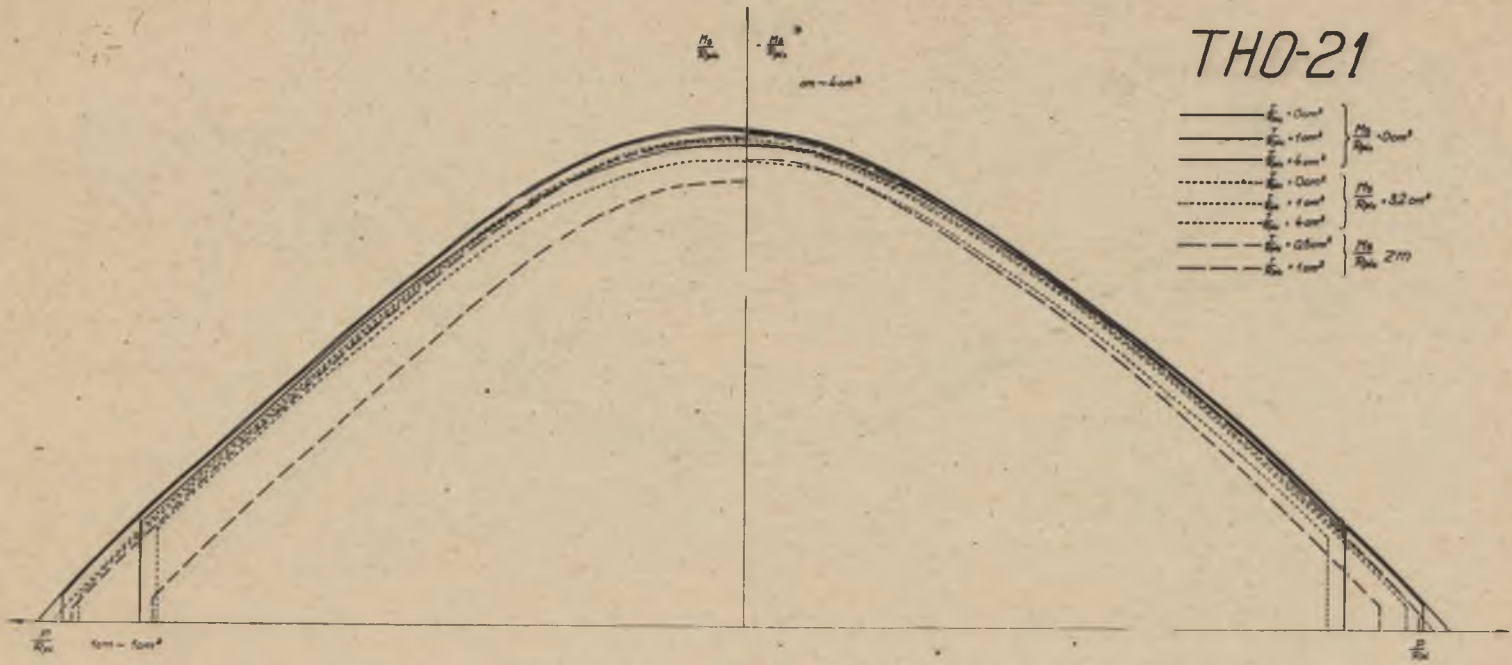
Rys.5



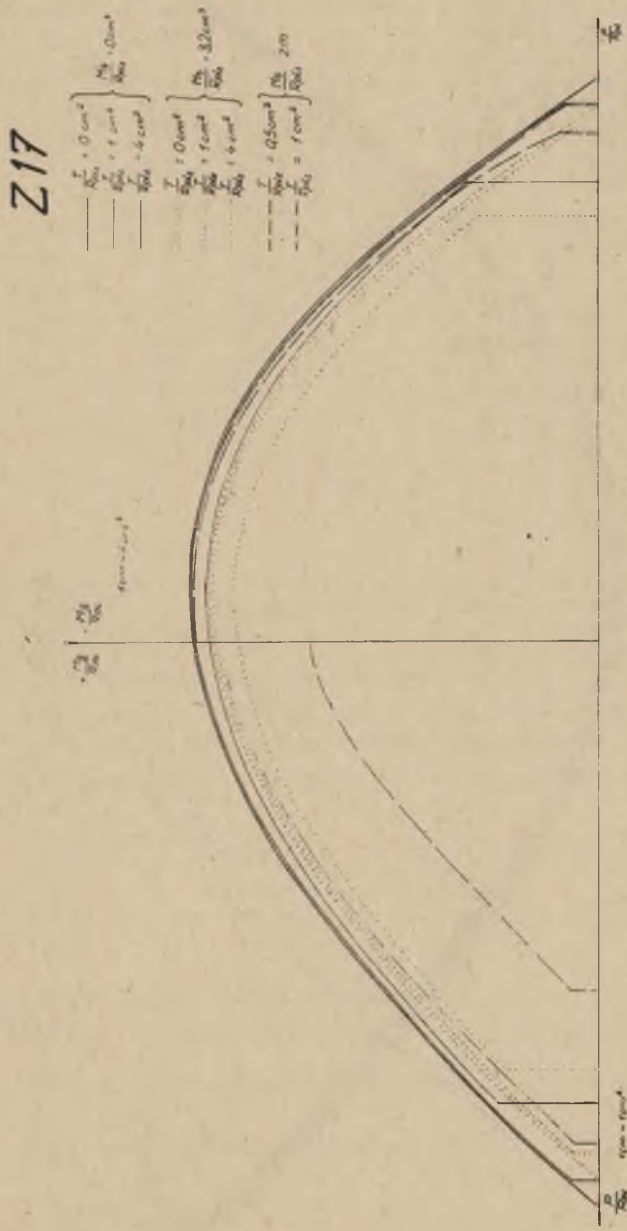
Rys.6



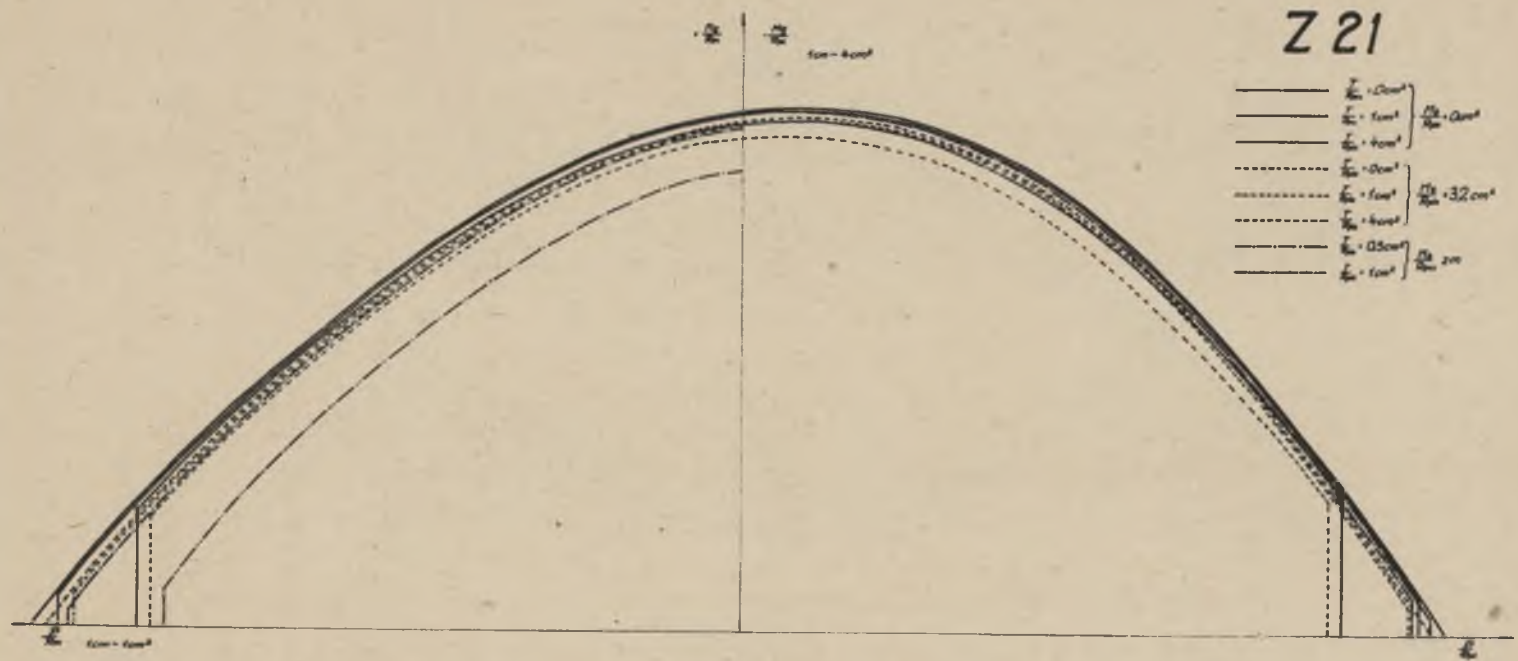
Rys.7



Rys.8

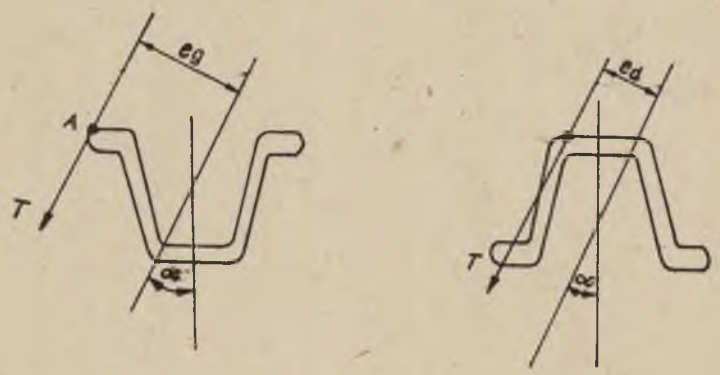


Rys.9



Rys. 10

że wykładzina wskutek działającego obciążenia stara się wyślizgnąć spoza łuku. Pochodzący od siły T moment skręcający jest zależny, jak to wykazano w pracy [2], od wielkości siły podłużnej i dlatego nazwano go M_s/R_{plt} = zmienne.



Rys.11

Na następnych ośmiu rysunkach chciano przedstawić krzywe graniczne omawianych dziewięciu profilów dla jednakowych obciążeń siłą poprzeczną T i momentem skręcającym M_s, jak to uczyniono przykładowo na rysunku 12.

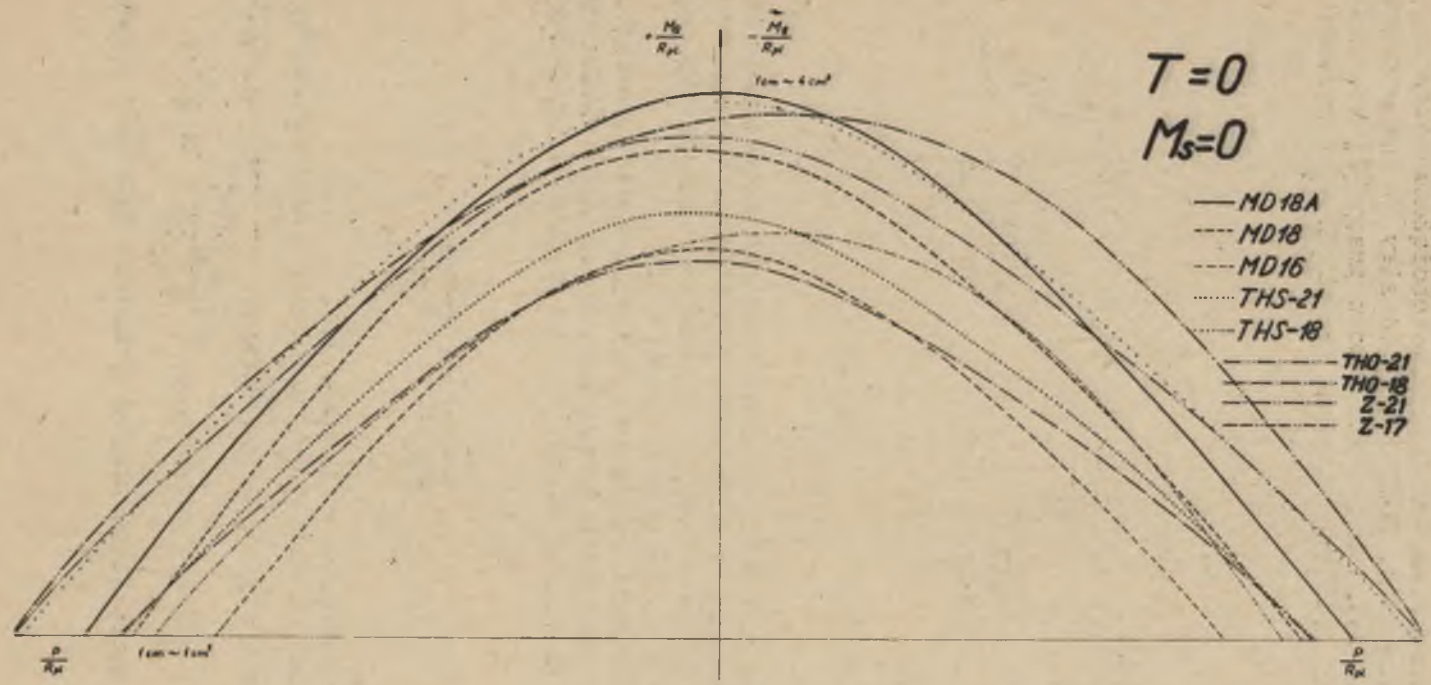
Dla umożliwienia porównania wykorzystania materiału w poszczególnych profilach sporządzono również na ośmiu rysunkach krzywe graniczne niezależne od wielkości przekroju

$$\frac{M_s}{R_{pl} \cdot F} = f\left(\frac{P}{R_{pl} \cdot F}\right)$$

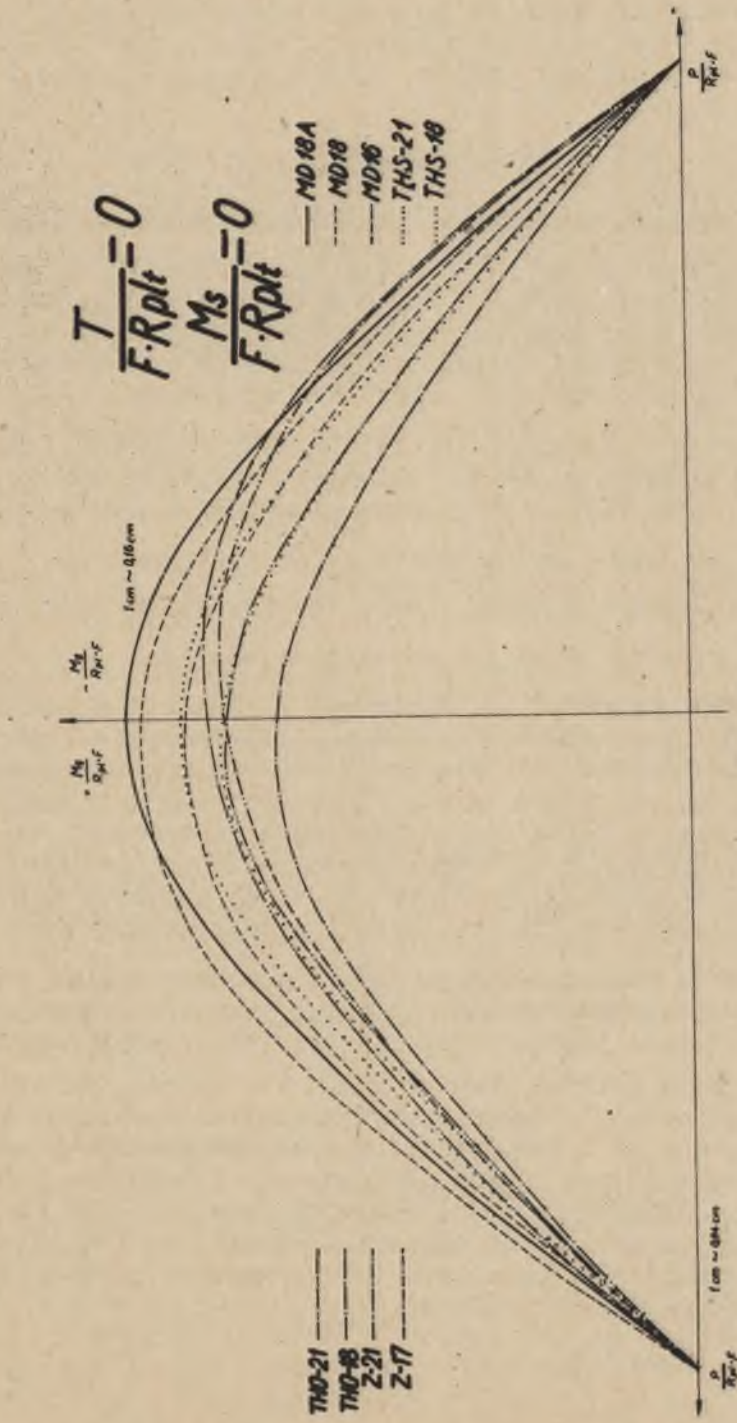
pokazane przykładowo na rysunku 13.

Dla omawianych krzywych granicznych przyjęto następujące wartości pozostałych sił granicznych $\frac{T}{R_{plt} \cdot F}$ = 0; 0,0448; 0,1792 oraz momentu skręcającego $\frac{M_s}{R_{plt} \cdot F}$ = 0; 0,14.

Prócz tego sporządzono krzywe graniczne dla siły poprzecznej



Rys. 12


T/F·Rpl+ = 0
Ms/F·Rpl+ = 0
MD 18A
MD18
MD16
THS-21
THS-18
TMD-21
TMD-18
Z-21
Z-17
1 cm ~ 0,16 cm
1 cm ~ 0,04 cm

Rys. 13

$\frac{T}{R_{plt} \cdot F}$ = 0,0224 i 0,0448 przy momencie skręcającym

$\frac{M_s}{R_{plt} \cdot F}$ = zmienne.

3. WNIOSKI

3.1. Wnioski szczegółowe dotyczące omawianych profilów

3.1.1. Wykresy zbiorcze pokazane na rysunkach 2 do 10 określają graniczne wartości momentu gnącego w zależności od różnych wartości pozostałych sił wewnętrznych (przez interpolacje także i dla innych, niż podane na wykresach, wartości siły poprzecznej i momentu skręcającego).

3.1.2. Sposób obciążenia łuków chodnikowych można podzielić w zależności od wielkości momentów gnących i sił ściskających na trzy charakterystyczne przypadki a mianowicie:

a) duże momenty gnące i małe siły ściskające,

b) średnie momenty gnące i średnie siły ściskające,

c) małe momenty gnące i duże siły ściskające.

3.1.3. Dla przypadku a obciążenia, wskaźnik zginania plastycznego (na wykresie odcinek na osi rzędnych od początku układu do krzywej $M_s = 0$ i $T = 0$) jak to wynika z wykresów, może być w pewnym stopniu miernikiem wytrzymałości łuku, jednakże tylko przy minimalnych wartościach momentów skręcających i sił poprzecznych. Dla pozostałych przypadków obciążenia, to znaczy b i c, wskaźnik zginania plastycznego w ogóle nie określa wytrzymałości łuku.

3.1.4. Przy momencie gnącym działającym tak jak to pokazano po lewej stronie rysunku 1 wpływ momentu skręcającego M_s/R_{plt} = zmienne jest większy niż przy przeciwnym znaku momentu gnącego (strona prawa rysunku 1). Wykresy po stronie lewej odpowiadają obecnie w górnictwie stosowanemu wygięciu łuku a więc i obciążeniu. Wykresy po stronie prawej rysunku 1 odpowiadają łukowi odwróconemu. Zwiększona podporność łuku odwróconego jest wynikiem tego, że siła poprzeczna T pochodząca od nacisku okładziny na łuk działa na znacznie mniejszym promieniu (nie powodując znacznego rozchodzenia się półek profilu).

3.1.5. Z wykresów podanych na rysunkach 2 do 8 wynika także, że mała siła poprzeczna nie wpływa praktycznie rzecz biorąc na graniczne wartości momentu gnącego i siły podłużnej.

3.1.6. Porównanie krzywych granicznych łuków rozpatrywanych w niniejszej pracy przy $T = 0$ i $M = 0$ (rysunek 12) wykazuje, że: łuki MD 16 w porównaniu z łukami TH 18 oraz łuki MD 18 w porównaniu z łukami TH 21 są znacznie słabsze, łuki MD 18A wykazują jednakową wytrzymałość z łukami TH 21 w przypadku obciążenia a i b, zaś w przypadku c obciążenia są słabsze, bardzo korzystnie wypadają profile Z 17 i Z 21, szczególnie dla profilu odwróconego.

3.1.7. Wpływ siły poprzecznej $T/R_{plt} = 1\ cm^2$ oraz $T/R_{plt} = 4\ cm^2$ nie wpływa w zasadzie na wyżej omówione zależności pomiędzy krzywymi granicznymi.

3.1.8. Moment skręcający powoduje względne zwiększenie odległości pomiędzy krzywymi granicznymi na niekorzyść łuków MD.

3.1.9. Na obciążenie momentem skręcającym wywołanym przez siłę poprzeczną działającą na półkę bardzo mało odporny jest profil MD 16. Po odwróceniu profilu wyraźną przewagę nad pozostałymi łukami, w tym przypadku obciążenia, wykazują łuki Z 21 i Z 17.

3.1.10. Z wykresów porównawczych wykorzystania materiału można odczytać, że: dla przypadku obciążenia $M_s = 0$ łuki MD przewyższają pozostałe, przy odwróconym profilu zaś razem z profilami Z. Dotyczy to także równoczesnego działania stałego momentu skręcającego. Przy obciążeniu momentem skręcającym zmiennym dominują przy obecnym odwróceniu profilu, profile TH.

3.2. Wnioski ogólne

3.2.1. Posiadanie krzywych granicznych pozwoli na zaprojektowanie łuków obudowy korytarzowej (metodą na dopuszczalny udźwig).

3.2.2. Przeprowadzone na podstawie krzywych granicznych profilów obliczenia pozwolą na postawienie danych wyjściowych w stosunku do złącz (zamków), takich, aby zamki te zabezpieczały łuk przed zniszczeniem.

3.2.3. Odwrócenie profilu obudowy korytarzowej spowoduje wzrost wytrzymałości łuku, przez zmniejszenie momentu skręcającego. Zagadnienie to jest szczególnie ważne dla profilów wysokich o dużym kącie zbieżności jakimi są profile stosowane równocześnie na łuki stropnicowe i ociosowe (profile MD i Z).

LITERATURA

[1] Szuścik Walery - Moment graniczny przy ogólnym zginaniu belek z materiału o niesymetrycznej wytrzymałości. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej - Górnictwo, zeszyt 2.

[2] Szuścik Walery - Stan graniczny profilów obudowy górniczej. Praca doktorska - niepublikowana - Biblioteka Politechniki Śląskiej.

ПРЕДЕЛЬНЫЕ КРИВЫЕ ПРОФИЛЕЙ ДУГОВОЙ ШТРЕКОВОЙ ЗАСТРОЙКИ

Содержание

В статье предлагаются предельные кривые профилей дуговой штрековой застройки применяемых в Польше т.е. ТГ-I8, ТГ-2I, МД-I6, МД-I8 и МД-I8а, как и чешские профили 3-I7 и 3-2I.

Эти кривые вычерчены на основании уравнений приведенных в работе [2]. В статье рассмотрен случай сущесрвующего изгиба дуги, как и перевёрнутой дуги.

Предельные кривые разработаны как функции предельного изгибающего момента $M_г$ от предельного продольного усилия P, при заданных постоянных величинах срезывающего усилия T как и скручивающего момента M_c.

Наличие предельных кривых сделает возможным проектирование дуг штрековой застройки по методу допустимой грузоподъёмности.

Приводятся общив и подробные выводы.

GRENZKURVEN DER PROFILE DES NACHGIEBIGEN STRECKENAUSBAUES

Zusammenfassung

In der Arbeit hat man Grenzkurven, von TH 18, TH 21, MD 16, MD 18 und MD 18A - Profile, die in Polen im Einsatz sind und auch die tschechoslowakischen Glockenprofile, des nachgiebigen Streckenausbaues vorgewiesen.

Man hat die Grenzkurven auf grunt der Formeln der Veröffentlichung [2] ausgefertigt.

In der Arbeit hat man die im Einsatz werdende und auch gegenseitige Bogenkrümmung betrachtet.

Die Grenzkurven hat man als Funktionen des Grenzbiegemomentes von der Grenzlängskraft, bei konstanten Qerkraft und Torsionsmomentwerten, ausgefertigt.

Die Grenzkurven können für Projektieren des Streckenausbaues ausgenütz werden.

Man hat besondere und allgemeine Folgerungen angegeben.