

Walery Szuścik, Kazimierz Koścłacz

ZAGADNIENIA UELASTYCZNIENIA DŹWIGARÓW ORAZ KRZESŁA SZYBOWEGO  
DLA ZAPEWNIENIA BEZAWARYJNEGO RUCHU URZĄDZENIA WYCIĄGOWEGO  
PRZY EKSPLOATACJI FILARU SZYBOWEGO

**Streszczenie:** W pracy przeprowadzono analizę wpływu odkształceń rury szybowej na dźwigary szybowe oraz krzesło szybowe, które mogą być przyczyną zakleszczeń naczynia wyciągowego. W pracy przedstawiono również sposób uelastycznienia dźwigara i krzesła szybowego, przy którym można zapewnić bezawaryjną pracę naczynia wyciągowego.

## 1. Wstęp

Przy eksploatacji pokładów w filarze ochronnym szybu rura szybowa doznaje odkształceń, tzn. jest rozciągana lub ściśkana w zależności od miejsca i zasięgu eksploatacji w filarze ochronnym szybu. W tym przypadku urządzenia zabudowane na stałe w rurze szybowej także ulegają deformacjom. Najwięcej trudności sprawia utrzymanie dźwigarów szybowych oraz krzesła szybowego, które na skutek odkształceń rury szybowej ulegają wyboczeniu. Stanowi to poważne zagrożenie zakleszczenia naczynia wyciągowego.

W pracy przeprowadzono analizę wpływu odkształceń rury szybowej na dźwigary szybowe oraz krzesło szybowe.

Należy zaznaczyć, że na wielkość odkształceń rury szybowej ma wpływ nie tylko eksploatacja filaru ochronnego szybu, lecz również i eksploatacja poza filarem.

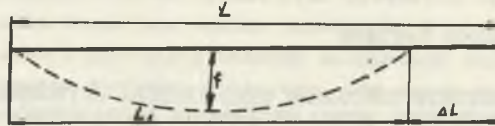
## 2. Odształcenia dźwigarów szybowych

Dźwigary szybowe wykonane są najczęściej w postaci prętów lub ram (umocowanych sztywno w obudowie szybu) z pojedynczych kształtowników lub też jako konstrukcje skrzynkowe. Wraz z dźwigarem przemieszcza się przymocowany do niego prowadnik.

Odształcenie (wyboczenie) się dźwigara może mieć również przebieg gwałtowny i stanowić poważne niebezpieczeństwo zakleszczenia urządzenia wyciągowego.

Dla określenia wielkości możliwych wyboczeń dźwigara przeprowadzono następujące rozważanie.

Dźwigar szybowy na skutek przewężenia promieniowego rury szybowej odkształca się z długości  $L$  na  $L_1$  o  $\Delta L$ . Odkształcenie dźwigara przedstawia rysunek 1.



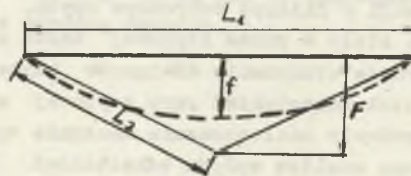
Rys. 1

Linia ciągłą zaznaczono dźwigar przed odkształceniem (wyboczeniem), linią przerywaną dźwigar odkształcony.

Maksymalną strzałkę ugięcia oznaczono przez  $f$ .

W celu dokładnego obliczenia strzałki ugięcia należałoby przeprowadzić szczegółowe obliczenia wytrzymałościowe (co wykracza poza ramy niniejszego opracowania).

Dla oceny wielkości maksymalnego odkształcenia wyboczeniowego  $f$ , krzywą wyboczeniową zastąpiono linią łamaną przedstawioną na rysunku 2, na którym przybliżoną strzałkę ugięcia oznaczono przez  $F$ . Taki sposób obliczenia jest także uzasadniony możliwością załamania się dźwigara.



Rys. 2

Uzyskane taką metodą wielkości strzałki ugięcia będą nie mniejsze od rzeczywistych.

Z rysunku 2 wynika, że:

$$F = \sqrt{\left(\frac{L}{2}\right)^2 - \left(\frac{L_1}{2}\right)^2} \quad (1)$$

Po podstawieniu zależności

$$L_1 = L - \Delta L \quad (2)$$

otrzymany po przekształceniach

$$F = \frac{L}{2} \sqrt{\frac{2 \Delta L}{L}} \sqrt{1 - \frac{\Delta L}{2L}} \quad (3)$$

Z uwagi na fakt, że odjemna pod pierwiastkiem we wzorze (3) jest wielkością małą, można ten wzór wyrazić w postaci:

$$F = \frac{L}{\sqrt{2}} \sqrt{\frac{\Delta L}{L}} \left(1 - \frac{\Delta L}{4L}\right) \quad (4)$$

Po podstawieniu wartości  $\varepsilon$  uwzględniających jednostkowe odkształcenie promieniowe

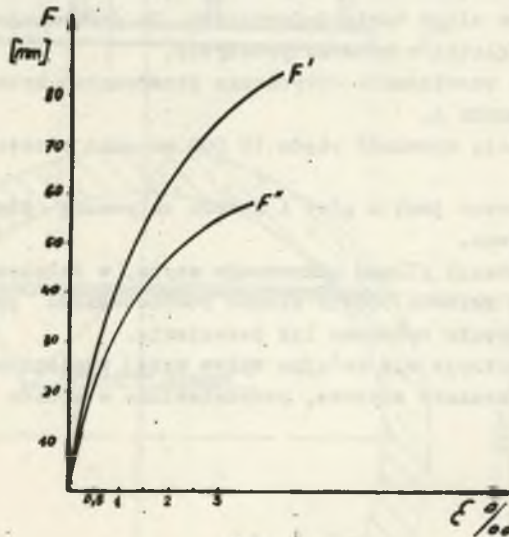
$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L} \quad (5)$$

otrzymamy ostatecznie:

$$F = \frac{L}{\sqrt{2}} \sqrt{\varepsilon} \left(1 - \frac{\varepsilon}{4}\right) \quad (6)$$

Przykładowo zagadnienie kształtowania się strzałek ugięcia przedstawia się jak niżej:

Niechaj dźwigary szybowe posiadają wymiary  $L' = 4140$  mm i  $L'' = 2940$  mm, a odkształcenie jednostkowe wynosi  $\varepsilon = 0,1\%$  do  $3\%$ .



Rys. 3

Otrzymane ze wzoru (6) wartości strzałek ugięcia  $F'$  i  $F''$  zestawiono w tabelicy 1 oraz przedstawiono graficznie na rys. 3; gdzie strzałka  $F'$  odpowiada długości dźwigara  $L'$ , a  $F''$  odpowiada  $L''$ .

Tablica 1

Lp.	$\left[ \frac{\epsilon}{\infty} \right]$	F' (mm)	F'' (mm)
1	0,1	28,7	20,4
2	0,5	65,6	46,6
3	1,0	91,0	64,0
4	2,0	130,0	92,0
5	3,0	154,0	113,0

Cały dowód przeprowadzono nie uwzględniając skrócenia dźwigara na skutek występujących w nim naprężeń ściskających, co powoduje pewne zmniejszenie jego strzałki ugięcia.

Z tablicy 1 wynika, że występujące w dźwigarach strzałki ugięcia są duże i niebezpieczne, gdyż mogą likwidować luzy między przewodnikami (przymocowanymi do dźwigarów) a naczyniem wyciągowym. Nadto mogą zlikwidować luzy wewnątrz krzesła szybowego.

### 3. Odształcenia krzesła szybowego

Na skutek odształceń rury szybowej, krzesło szybowe budowane jako konstrukcja sztywne ulega także deformacjom. Ta deformacja grozi zakleszczeniem skipu lub klatki w krzesle podszybia.

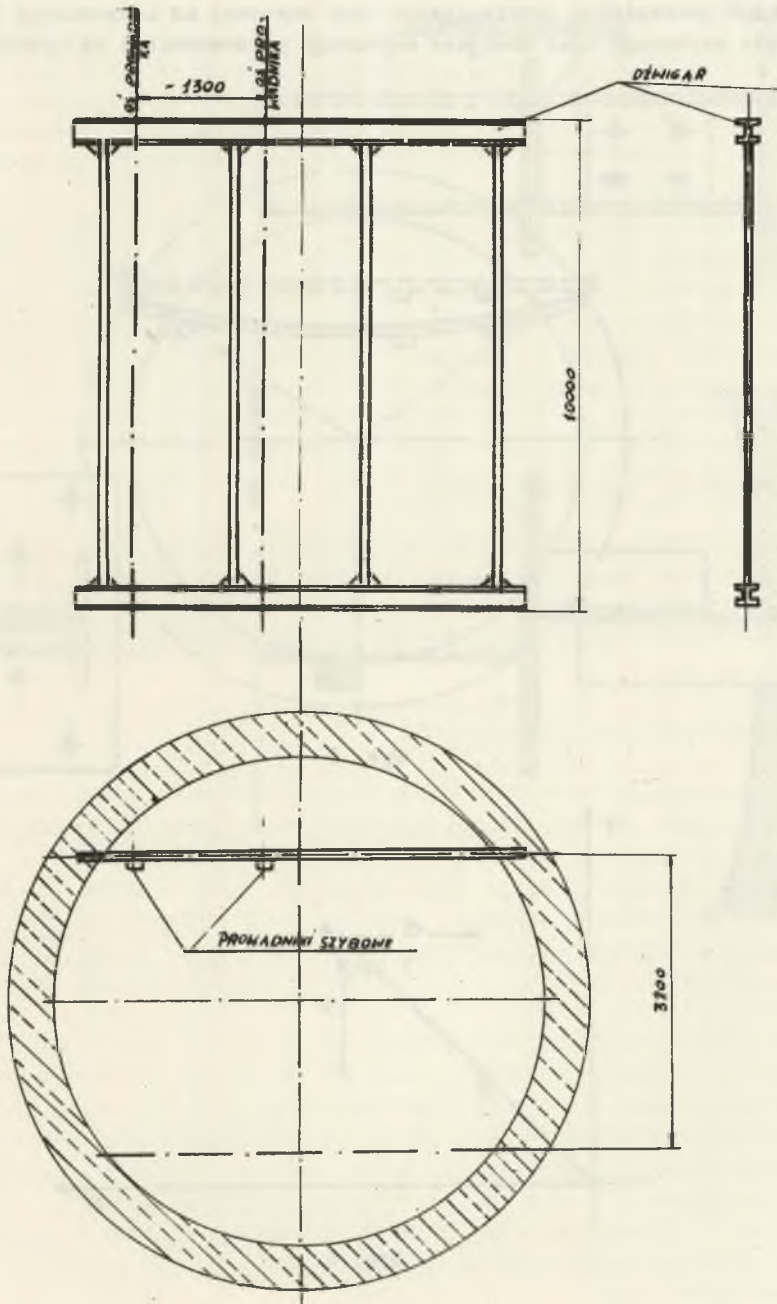
Schematyczne rozwiązanie dotychczas stosowanych krzeseł szybowych przedstawiono na rysunku 4.

Krzesła te mają wysokość rzędu 10 000 mm oraz rozstaw przewodników rzędu 3200 mm.

Krzesło mocowane jest u góry i u dołu za pomocą dźwigarów w obudowie murowej na sztywno.

Przy eksploatacji filara ochronnego szybu, w zależności od fazy eksploatacji, rura szybowa będzie ulegać równoczesnemu przewężeniu promieniowemu i wydłużeniu osiowemu lub przeciwnie.

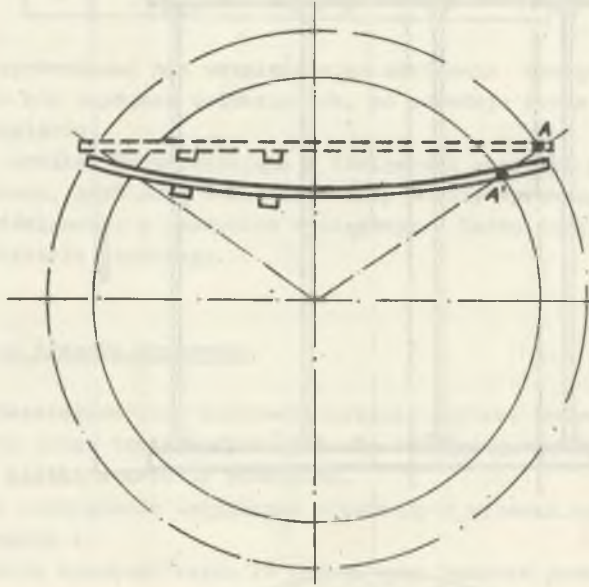
Poniżej rozpatruje się kolejno wpływ wyżej wymienionych odształceń rury szybowej na krzesło szybowe, przedstawione w sposób schematyczny na rysunku 4.



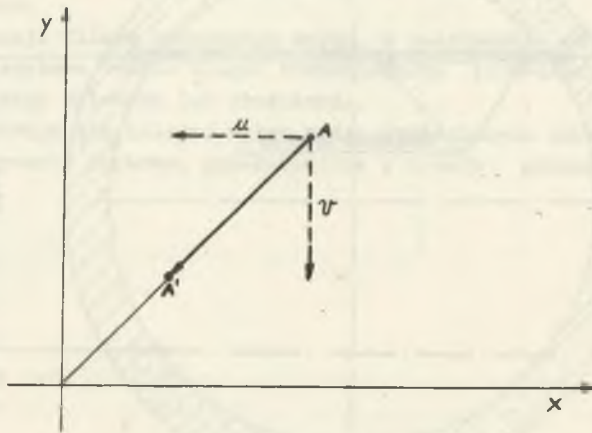
Rys. 4

#### 4. Wpływ przewężenia promieniowego rury szybowej

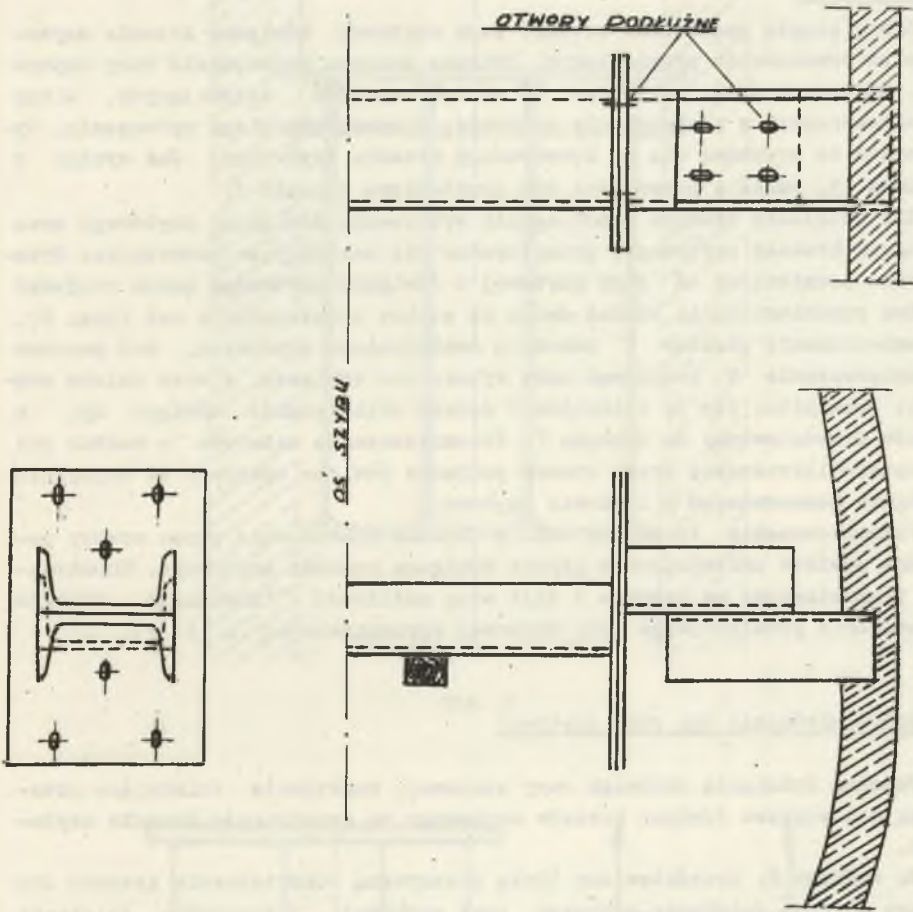
Wpływ przewężenia promieniowego rury szybowej na konstrukcję dźwigara, krzesła szybowego oraz dźwigara szybowego przedstawiono na rysunku 5.



Rys. 5



Rys. 6



Rys. 7

Linia przerywaną zaznaczono kształt średnicy wewnętrznej rury szybowej i dźwigara krzesła szybowego lub dźwigara szybowego przed przewężeniem promieniowym.

Linia ciągłą zaznaczono kształt rury szybowej dźwigara krzesła szybowego po przewężeniu promieniowym. Podczas procesu przewężania rury szybowej, dźwigar krzesła szybowego, na skutek naprężeń ściskających, ulega przemieszczeniu w płaszczyźnie poziomej, a następnie ulega wyboczeniu. Wyboczenie to przenosi się na konstrukcję krzesła szybowego. Jak wynika z rysunku 5, punkt A przemieści się promieniowo w punkt A'.

Dla ustalenia sposobu zapobiegania wyboczeniu dźwigara szybowego oraz dźwigara krzesła szybowego, przeprowadza się następujące rozważanie. Przewężenie promieniowe AA' rury szybowej i dźwigara szybowego można rozłożyć na dwa przemieszczenia wzdłuż dwóch do siebie prostopadłych osi (rys. 6). Przemieszczenie poziome V powoduje zmniejszenie prześwitu, zaś poziome przemieszczenie U powodować może wyboczenie dźwigara, a więc dalsze zwężenie prześwitu. Aby je zlikwidować należy uelastyczyć dźwigar np. w sposób przedstawiony na rysunku 7. Przemieszczenie składowe u wzdłuż osi x będzie likwidowane przez otwory podłużne poziome wykonane we wsporniku dźwigara zamocowanego w obudowie szybowej.

Przemieszczenie V wzdłuż osi y będzie likwidowane przez otwory podłużne poziome umieszczone w płycie dźwigara krzesła szybowego. Konstrukcja przedstawiona na rysunku 7 daje więc możliwość likwidacji skutków przewężenia promieniowego rury szybowej (przemieszczeń u i v).

## 5. Wpływ skrócenia osi rury szybowej

Podczas ściskania osiowego rury szybowej, naprężenia ściskające przenoszą się poprzez dźwigar krzesła szybowego na konstrukcję krzesła szybowego.

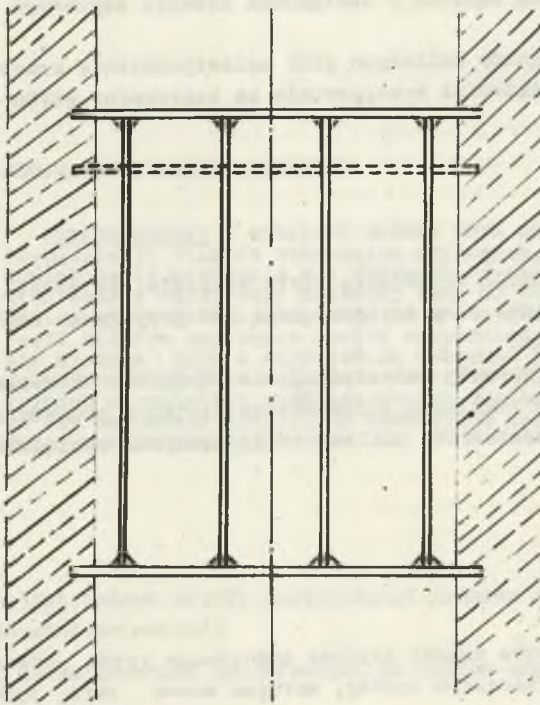
Na rysunku 8, przedstawiono linią przerywaną odkształcenie krzesła szybowego podczas ściskania osiowego rury szybowej. W przypadku ściskania osiowego rury szybowej odkształcenia krzesła szybowego nastąpią w płaszczyznach pionowych. Będziemy mieli tu podobny przypadek do przedstawionego w punkcie 2 pracy.

Na rysunku 9, przedstawiono w sposób schematyczny konstrukcję krzesła szybowego likwidującego przemieszczenia (wyboczenia) w płaszczyznach pionowych, pochodzących od ściskania osiowego rury szybowej. W konstrukcji tej zastosowano połączenie teleskopowe dźwigarów krzesła szybowego.

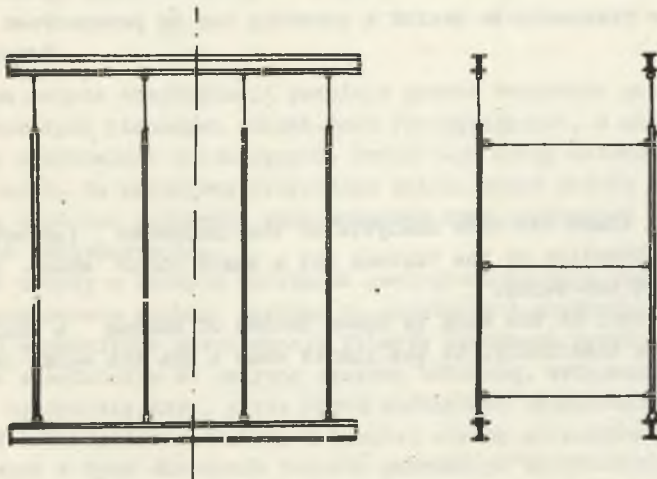
Konstrukcja teleskopowa zapewnia także likwidację skutków wydłużenia się rury szybowej.

Rozwiązanie teleskopowe winno przewidywać możliwość zsuwu i wysuwu teleskopu, przekraczającą kilka razy możliwe skrócenie oraz wydłużenie rozważanego odcinka szybu.





Rys. 8



Rys. 9

Teleskopy te są łączone z dźwigarami krzesła szybowego za pomocą przegubów kulistych.

Zadaniem przegubów kulistych jest uelastycznienie krzesła szybowego przy uwzględnieniu możliwości występowania na szerokości szybu odkształceń zmieni-nych.

#### Wniosek końcowy

1. Analiza deformacji uzbrojenia szybu wykazała, że nawet małe odkształcenia jednostkowe rury szybowej mogą być przyczyną zakleszczeń naczynia wyciągowego.
2. Przedstawione sposoby uelastycznienia dźwigarów krzesła szybowego pozwalają na łatwą regulację luzów między klatką a prowadnikiem oraz likwidację niebezpieczeństwa zakleszczenia naczynia wyciągowego w krześle szybowym.

#### Резюме

В статье проведён анализ влияния деформации трубы ствола на несущие белек ствола и ствольную стойку, которая может быть причиной заедания ствольного сосуда.

В статье показано также способ увеличения эластичности несущей белки и ствольной стойки обеспечивающий безаварийную работу ствольного сосуда.

#### Summary

In the work there was made analysis of the influence (effect) of a shaft pipe deformation at the buntons and a shaft chair which can be a reason of a gin tub seize.

Besides of that in the work is shown method of making a shaft chair, and bunton more elastically, to the limits when a gin tub works reliably.