

Doc. dr inż. Mirosław Chudek,
Doc. dr inż. Kazimierz Podgórski,
Doc. dr inż. Zenon Szczepaniak

NOWE KIERUNKI W ZAKRESIE UPODATNIANIA OBUDÓW SZYBOWYCH

Streszczenie: W pracy podano nowe konstrukcje podatnych stosów, które w świetle przeprowadzonych badań dość dobrze nadają się do upodatniania obudów szybowych przy zapewnieniu prawidłowej współpracy stosów z obudową szybu oraz z otaczającym ją górotworem i podsadzką w kostce przyszybowej.

1. Wstęp

Przy wybieraniu węgla w filarach ochronnych szybów, które mają być w dalszym ciągu użytkowane, zachodzi potrzeba ich upodatnienia. Dotychczas przy konstrukcji i wykonawstwie stosów upodatniających obudowę szybu - główną uwagę zwracano na ściśliwość stosów. W rzeczywistości stosy upodatniające powinny cechować się nie tylko odpowiednią ściśliwością, ale również wymaganą podpornością, która powinna kształtować się w sposób zbliżony do zachowania się obciążonej deformującym się górotworem podsadzki w kostce przyszybowej. Takie zachowanie się stosów pozwoliłoby na zmniejszenie niekorzystnego oddziaływania górotworu na obudowę szybu w otoczeniu wybranego pokładu, a tym samym w miejscu upodatnienia rury szybowej. Celem stwierdzenia czy istnieje możliwość wykonywania podatnych stosów, których praca cechowałaby się podanymi własnościami, przeprowadzono odpowiednie badania.

2. Sposoby i rodzaje wykonanych badań

W pracy podjęto próbę częściowej eliminacji drewna jako podstawowego materiału konstrukcyjnego i zastąpienie go innym materiałem, który posiadałby niedużą podporność początkową,

a większą końcową i który zapewniałby bardziej ciągle i elastyczne osiadanie obudowy szybowej w czasie przemieszczania się górotworu w kierunku wybranej przestrzeni. W celu ustalenia właściwych materiałów i konstrukcji stosów charakteryzujących się wyżej wymienionymi parametrami, przeprowadzono badania nad zachowaniem się przyjętych materiałów i zbudowanych z nich stosów. Przy opracowaniu sposobu badań założono, że obciążenie stosów wynikłe z eksploatacji górniczej odbywa się w sposób ciągły w czasie i przestrzeni oraz, że materiał zastosowany w stosach nie będzie podlegał wpływom wysokich temperatur.

Po przeprowadzonej analizie odnośnie wymagań zachowania się stosów - dla ich budowy przyjęto materiał będący mieszaniną piasku spojonego bituminem. Materiał ten cechuje się odpornością na działanie wilgoci, jak również wykazuje pod obciążeniem ciąglą odkształcalność w granicach wymaganej wytrzymałości. Jako spoiwo bitumiczne został zastosowany lepik smołowy. Stosunek lepiku smołowego do piasku wynosił 1:0,5, 1:1, 1:2, 1:3, 1:4, 1:5, 1:6, 1:7, 1:8, 1:9, 1:10.

Badania wymienionego materiału przeprowadzono w ujęciu reologicznym. Badania próbek materiału na pełzanie przy różnych ich wysokościach i obciążeniach przeprowadzono za pomocą przystosowanych do tego celu edometrów. Same próbki wykonywano przez zmieszanie stopionego bituminu z wysuszonym piaskiem. Po zbadaniu materiałów ustalono najkorzystniejszy skład udziału spoiwa i piasku, z którego wykonano prefabrykaty o różnych kształtach do budowy stosów. Ustalono, że najkorzystniejszy skład lepiku smołowego do piasku jest jak 1:5.

Materiał o mniejszej ilości piasku jest zbyt płynny, a materiał z większą ilością piasku zbyt kruchy i mało odkształcalny. Poza materiałem z piasku i bituminu przeprowadzono badania nad zachowaniem się płyt wiórocementowych nasyconych i nienasyconych bituminem oraz płyt pilśniowych powleczonych bituminem. Zachowanie się stosów o różnych konstrukcjach i przy różnych wielkościach ich obciążenia wykonano w prasie do badań reologicznych o sile docisku 100 ton. Przenoszenie siły nacisku tłoka na stos odbywało się poprzez sztywną płytę sta-

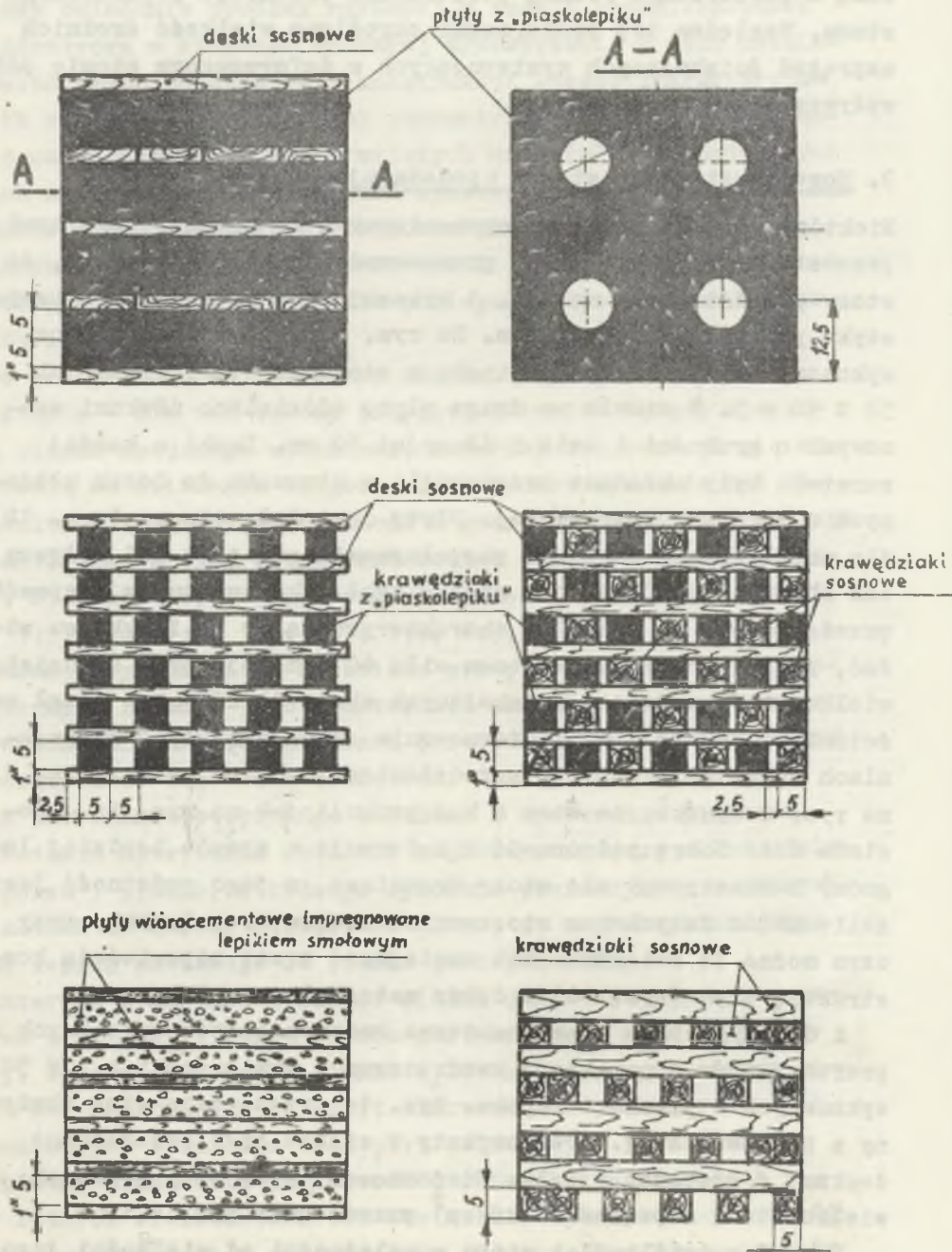
lową o powierzchni równej powierzchni przekroju poprzecznego stosu. Względem tej powierzchni określano wielkość średnich naprężeń ściskających występujących w deformowanym stosie pod wpływem siły docisku prasy.

3. Nowe konstrukcje stosów upodatniających

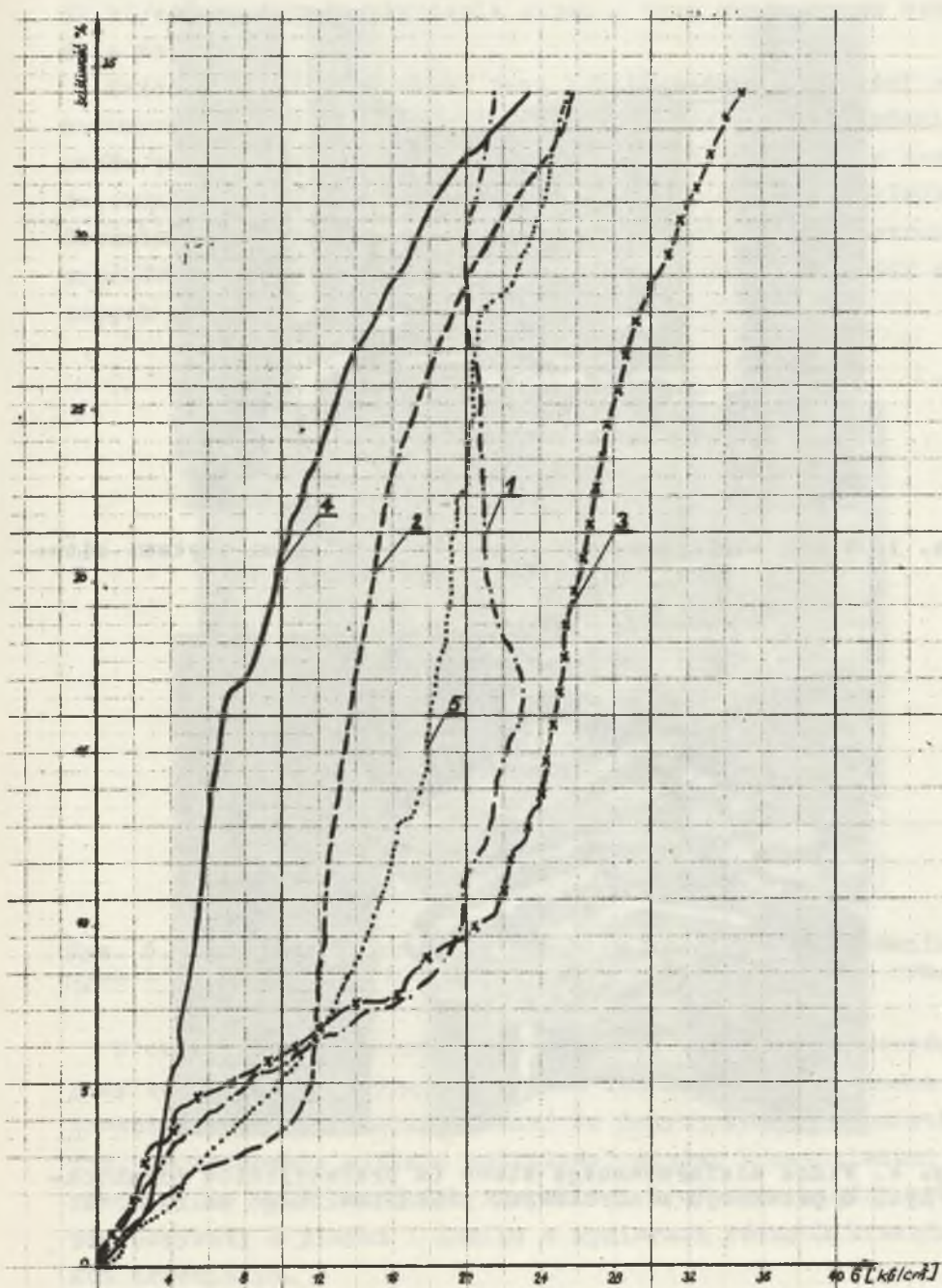
Niektóre rodzaje badań przeprowadzonych ze stosami podatnymi przedstawiono na rys. 1. Z przeprowadzonych badań wynika, że stosy przedstawione na rys. 1 wykazują dość dobrą charakterystykę pracy pod obciążeniem. Na rys. 1a przedstawiono stos wykonany z płyt lepiku i piasku o stosunku 1:5 i wymiarach $50 \times 50 \times 5$. W stosie co drugą płytę oddzielano deskami sosnowymi o grubości 1 cala i długości 50 cm. Deski w każdej warstwie były układane prostopadle w stosunku do desek ułożonych w warstwie poprzedniej. Płyty posiadały otwory (rys. 1b) dla umożliwienia bocznego rozpełzania się płyt pod wpływem ich obciążenia. Obciążony stos ulegał odkształceniom w sposób przedstawiony na rys. 2 - charakterystyka nr 1. Z wykresu widać, że przy obciążeniu stosu siłą 60 ton, tj. przy średnich wielkościach naprężeń ściskających około 24 kg/cm^2 - uległ on ściśnięciu około 35%. Zdeformowanie stosu przy tych naprężeniach obrazuje rys. 3. Z przedstawionej charakterystyki nr. 1 na rys. 2 wynika, że stos o konstrukcji jak na rys. 1a - posiada dość dobrą podporność i deformuje w sposób bardziej łagodny i elastyczny niż stosy drewniane, a jego podatność jest zbliżona do dotychczas stosowanych stosów drewnianych, przy czym można ją zwiększać lub zmniejszać przez odpowiednią konstrukcję płyt (rys. 1b) i dobór materiału na płyty.

W dalszym ciągu przeprowadzono badania stosów wykonanych z prefabrykatów o przekroju kwadratowym i wymiarach $5 \times 5 \times 50$ cm, wykonanych z piasku i lepiku. Rys. 1c przedstawia stos zbudowany z prefabrykatów. Prefabrykaty w stosie były przekładane deskami o grubości 1 cala. Zdeformowany stos przy średnich wielkościach naprężeń 25 kg/cm^2 przedstawia rys. 4.

Przebieg ściśliwości stosu w zależności od wielkości jego obciążenia przedstawia charakterystyka nr 2 na rys. 2. Z cha-



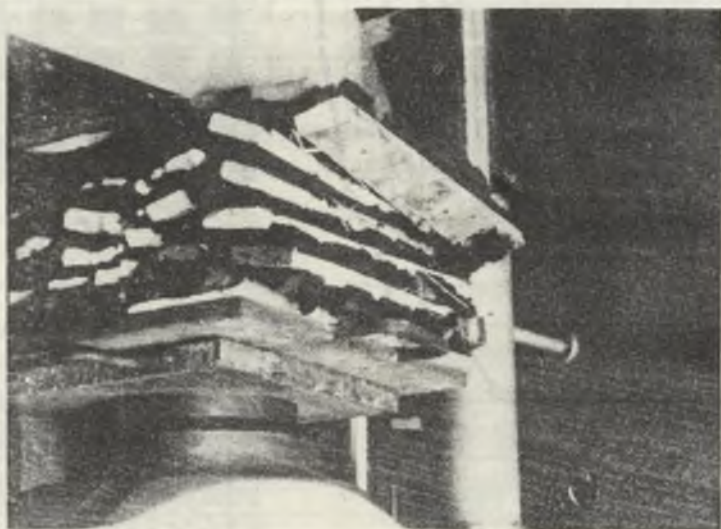
Rys. 1. Ważniejsze konstrukcje zbadanych stosów



Rys. 2. Charakterystyki pracy stosów przedstawionych na rys. 1



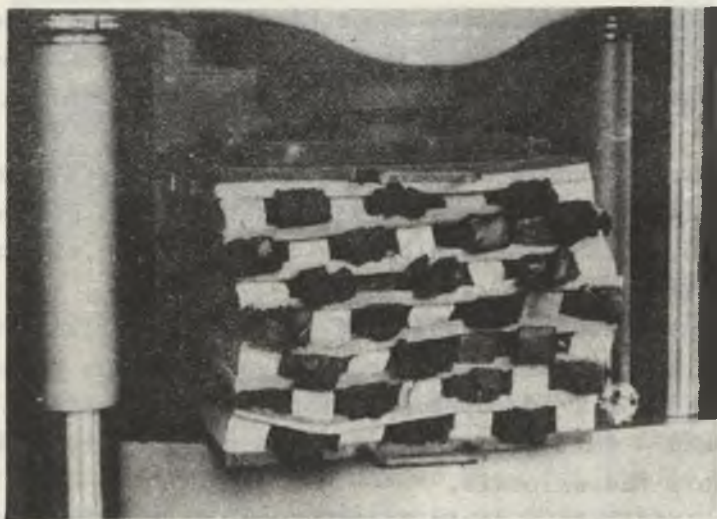
Rys. 3. Widok zdeformowanego stosu (z podwójnymi płytami bitumicznymi) przedstawionego na rys. 1a



Rys. 4. Widok zdeformowanego stosu (z prefabrykatów bitumicznych o przekroju kwadratowym) przedstawionego na rys. 1c

rakterystyki stosu wynika, że już przy średnich naprężeniach 12 kg/cm^2 występuje płynięcie stosu - przy nieznacznym wzroście naprężeń.

Końcowa ściśliwość stosu jest zbliżona do ściśliwości stosowanych dotychczas stosów drewnianych, przy czym osiadanie stosu przebiega w sposób łagodny. Z rys. 4 widać, że w czasie ściskania stosu łatwo wyciskane są skrajne deski przekładki drewnianej, w związku z tym należałoby zastosować konstrukcję przekładek wykonanych z podwójnej warstwy cienkich desek ułożonych względem siebie prostopadle.



Rys. 5. Widok zdeformowanego stosu (z krawędziaków drewnianych i prefabrykatów bitumicznych) przedstawionego na rys. 1d

W celu uzyskania bardziej statecznej konstrukcji stosów przy zachowaniu łagodnej ciągłości ich ściskania wykonano stos drewniany o konstrukcji podobnej do dotychczas stosowanych z tym, że zachowane większe odległości między krawędziakami - równe około dwukrotnej ich szerokości i ułożone między nimi prefabrykaty z piasku i lepiku o wymiarach równych krawędziakom drewnianym.

Konstrukcję takiego stosu przed badaniem przedstawia rys. 1d, natomiast stos zdeformowany pod wpływem naprężeń ściskających około 38 kg/cm^2 obrazuje rys. 5.

Charakterystykę pracy stosu przedstawia krzywa 3 na rys. 2, z której wynika, że począwszy od średnich naprężeń ściskających równych 24 kg/cm^2 - występują wyraźne odkształcenia plastyczne stosu przy nieznacznym dalszym wzroście naprężeń.

Podporność i ściśliwość stosów jak na rys. 2d są zbliżone do obecnie stosowanych stosów drewnianych z tym, że przebieg ich deformacji jest bardziej łagodny.

Z omówionych powyżej stosów wykonanych częściowo z drewna oraz z lepiku i piasku wynika, że można stosunkowo łatwo regulować ich podporność przez dobór konstrukcji stosów jak i rodzajów materiałów. Przez zwiększenie ilości i wielkości pustek w konstrukcji stosów można uzyskać znaczny wzrost ich ściśliwości.

Celem zmniejszenia ilości drewna w miejsce stosowania wkładek drewnianych w przedstawionych konstrukcjach stosów można zastosować prefabrykaty żelbetowe cechujące się większą trwałością niż drewno.

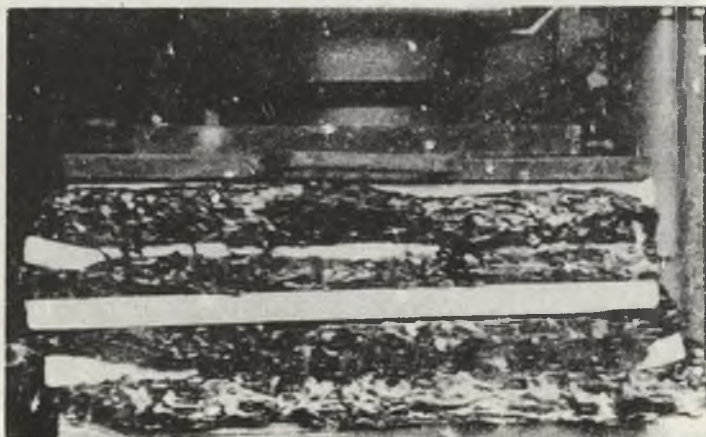
Prefabrykaty żelbetowe mogą zdać egzamin szczególnie w przypadku ich zastosowania jako przekładka w stosach przedstawionych na rys. 1a i 1c. Oprócz prefabrykatów wykonanych z lepiku i piasku - dużą podatność wykazują płyty wiórocementowe stosowane w budownictwie.

Celem stwierdzenia w jakim stopniu wymienione płyty nadają się do budowy stosów przeprowadzono nad nimi badania.

Badane stosy wykonane z samych tylko płyt wiórocementowych wykazały bardzo małą podporność i ulegały łatwemu wyciskaniu na boki.

Z tych względów zachodziła potrzeba zastosowania wkładek drewnianych między płyty wiórocementowe. Płyty wiórocementowe przed badaniem impregnowano lepikiem dla zabezpieczenia ich przed działaniem wilgoci w dłuższym okresie czasu. Impregnację tę wykonywano przez zanurzenie płyt do gorącego lepiku. Lepik nie przeniknął jednak całej grubości płyty lecz tylko zabezpieczył ją powierzchniowo.

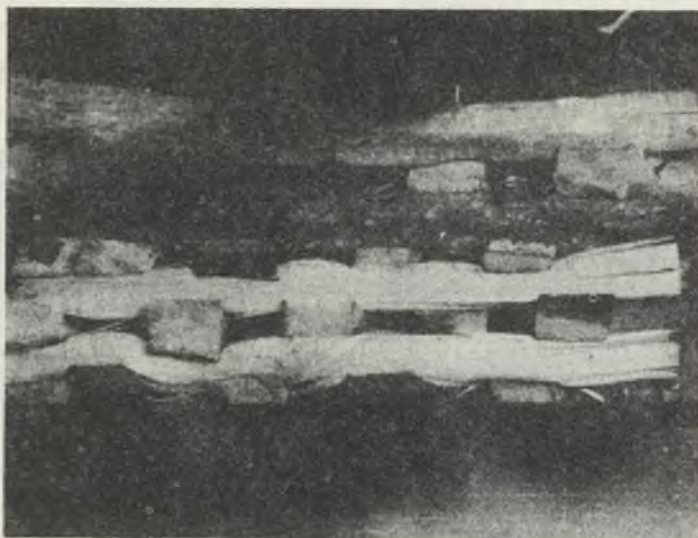
Płyty takie układano w stos z przekładką drewna w sposób pokazany na rys. 1e. Zdeformowany stos przy naprężeniach ściskających 34 kg/cm^2 i ściśliwości 40% przedstawiono na rys. 6.



Rys. 6. Widok zdeformowanego stosu (z płyt wiórocementowych z przekładkami z desek) przedstawionego na rys. 1e

Charakterystykę pracy stosu przedstawia krzywa 4 na rys. 2. Z charakterystyki tej wynika, że stos posiada małą podporność początkową, posiada jednak stosunkowo dużą ściśliwość – przy czym jego podporność w miarę osiadania stosu rośnie. Z uwagi na to, że dotychczas do upodatkowania obudów szybowych najchętniej stosuje się stosy drewniane przeprowadzono również badania nad zachowaniem się takich stosów o różnych konstrukcjach.

Dość dobrą pracę stosu z drewna zapewnia konstrukcja w postaci kratownicy, przedstawiona na rys. 1f. Stos ten ułożony jest z naprzemianległych krawędziaków o wymiarach $5 \times 5 \times 50 \text{ cm}$. Rozmieszczenie krawędziaków w naprzemianległych warstwach jest podobne do przedstawionego widoku czołowego stosu na rys. 1f. Widok zdeformowanego stosu przy średnich naprężeniach ściskających 36 kg/cm^2 i ściśliwości 57% przedstawiono na rys. 7. Charakterystykę pracy stosu odzwierciedla krzywa 5 na rys. 2.



Rys. 7. Widok zdeformowanego stosu (z krawędziaków z drewna sosnowego ułożonych w postaci kratownicy) przedstawionego na Rys. 1f

Z przebiegu badań wynika, że przedstawiona konstrukcja stosu posiada równomiernie wzrastającą odporność oraz dość znaczną ścisłość dzięki czemu może być korzystna w zastosowaniu przy upodatnieniu obudów szybowych.

Podatność i podporność takiej konstrukcji można regulować przez dobór odpowiedniego rodzaju drewna, wielkości przekroju poprzecznego krawędziaków i przez zachowanie odpowiedniej odległości między nimi.

4. Dobór stosów do upodatnienia obudów szybowych

Stosy upodatniające obudowę szybu powinny posiadać wymaganą od nich podporność i ścisłość przez cały okres eksploatacji szybu od chwili wykonania w nim stosów.

Jeżeli szyb z upodatnioną obudową będzie użytkowany przez długi okres czasu a równocześnie w szybie będą panowały warunki sprzyjające butwieniu drewna, wówczas wskazane jest zastosowanie stosów wykonanych z prefabrykatów bitumicznych wzmocnionych przekładkami wykonanymi z elementów żelbetowych.

W dalszym ciągu należy dobrać odpowiedni rodzaj stosu dla przewidywanych ruchów górotworu wynikających z wybrania kostki przyszybowej i wybierania pokładów w filarze ochronnym szybów. Dla przewidywanej wielkości osiadania skał stropowych i wyciskania spągu, z przedstawionych rodzajów stosów wskazane jest zastosować taki, który cechowałby się wymaganą podpornością i długotrwałością a równocześnie łatwością jego wykonania. Należałoby również ustosunkować się odnośnie doboru stosów nie tylko ze względu na ich podatność ale również z uwagi na wielkość ich podporności. Zbyt dużą początkową podporność stosów może być przyczyną zniszczenia obudowy szybu na skutek częściowego obsuwania się skał względem zewnętrznej jego strony, co może być przyczyną wyciskania obudowy do wnętrza szybu.

Na proces zaciskania obudowy szybu ma w głównej mierze wpływ pozioma składowa sklepienia ciśnień nad kostką przyszybową oraz przemieszczająca się fala ciśnień eksploatacyjnych w czasie wybierania pokładu, która powoduje zwiększenie osiadania skał stropowych i wyciskanie spągu. Przemieszczające się skały opierają się o podszadkę oraz przez obudowę szybu o upodatniające ją stosy. Jeżeli podporność stosów byłaby w tym przypadku większa od podporności podszadki, wówczas wystąpią wzmożone ciśnienia pionowe w obudowie szybu oraz łamanie się skał po zewnętrznej jego stronie.

Łamiące się skały są główną przyczyną zaciskania obudowy szybu. W związku z tym zachodzi konieczność doboru takiej charakterystyki pracy stosów, aby zbliżona była do charakterystyki pracy podszadki.

W tym świetle stosowanie stosów o dużej podporności jest mniej korzystne niż stosów o podporności mniejszej.

W przypadku zastosowania stosów o mniejszej podporności i większej ściśliwości w stosunku do podszadki górotworu powinien osiadać równomiernie na podszadce, a tym samym zmniejszyć się niszczące oddziaływanie górotworu na obudowę szybu. Z drugiej strony zbyt mała podporność stosów spowoduje rozwarstwienie obudowy szybu, a tym samym jej osłabienie w miejscu upodatnienia. W świetle podanych rozważań korzystna konstruk-

cja stosów jest taka, która charakteryzuje się wymaganą ściślıwością i ciągłym wzrostem podporności.

Z przebadanych stosów wynika, że stosunkowo dobrą charakterystykę pracy posiadają stosy przedstawione na rys. 1a, 1c, 1d, 1e oraz na rys. 3, 4, 5, 6, 7. Charakterystyki pracy wymienionych stosów obrazują krzywe przedstawione na rys. 2.

5. Wniosek końcowy

Stosowane obecnie konstrukcje stosów drewnianych jak wynika z badań laboratoryjnych i obserwacji dołowych są niewystarczające, gdyż charakterystyka ich pracy, szczególnie w początkowym okresie znacznie różni się od charakterystyki oddziaływania podsadzki na strop i spąg w warunkach kopalnianych. Znaczne różnice w pracy stosów i podsadzki są przyczyną zwiększonego oddziaływania górotworu na obudowę szybu, co może spowodować niebezpieczne jego uszkodzenie.

W pracy ustosunkowano się co do rodzajów stosów i ich konstrukcji z punktu widzenia przydatności dla upodatnienia obudów szybowych, przy czym zwrócono uwagę, aby stosy cechowały się odpowiednią ściślıwością i podpornością - o charakterystykach zbliżonych do pracy podsadzki w kostce przyszybowej przez cały okres użytkowania upodatnionego szybu. W pracy przedstawiono 5 rodzajów różnych konstrukcji stosów, które cechują się wymaganą ściślıwością i ciągłym wzrostem podporności.

Stosy te powinny dobrze współpracować z podsadzką w kostce przyszybowej, zarówno w czasie wybierania pokładu w filarze ochronnym jak również w późniejszym okresie doszczelniania się górotworu oraz podsadzki.

W dalszym ciągu ściślıwość i wytrzymałość stosów na ściskanie można ustalać przez odpowiednią ich konstrukcję oraz dobór materiału.