

ZESTAW OPERACYJNY W PROCESIE TECHNOLOGICZNEJ NAPRAWY TAŚM PRZENOŚNIKOWYCH

OPERATING KIT IN THE PROCESS OF TECHNOLOGICAL REPAIR OF CONVEYOR'S BELTS

Edward Pagacz – „Poltegor-Instytut” Instytut Górnictwa Odkrywkowego, Wrocław

Zachowanie prawidłowych warunków technologicznych w procesie miejscowych napraw taśmy jest znaczącym czynnikiem w trwałości wykonywanych robót. Na ten proces składa się właściwa temperatura wulkanizacji, a zatem dobra jakość płyty wulkanizacyjnej oraz zasilacz elektryczny zapewniające konieczną temperaturę i wywierany na nią nacisk o określonej wartości. Opisane warunki obejmują tę problematykę proponując odpowiedni sprzęt i rozwiązania technologiczne sprawdzone w praktyce kopalnianej i zapewniające spełnienie operacyjnych wymagań w tym procesie.

Słowa kluczowe: taśmy przenośnikowe, naprawa

Maintenance of correct technological conditions, in the process of local repairs of belts, is a decisive factor in the durability of performed works. This process encompasses correct temperature of vulcanization and therefor a good quality of vulcanizing plate and electric power supply ensure the required temperature and the pressure exerted of a given value. The described conditions encompass this issue suggesting appropriate equipment and technological solutions tested in real life mining practice and ensure the fulfilment of operational requirements in this process.

Keywords: conveyor's belts, repair

Wstęp

Istotnym warunkiem trwałości eksploatowanego ciągu taśmowego na przenośniku jest zachowanie wysokich parametrów technologicznych w łączeniu końców taśmy i naprawy uszkodzeń miejscowych. W kopalniach, gdzie występuje intensywna eksploatacja przenośników i znaczące ilości wymiany taśmy w ciągach technologicznych, to liczba koniecznych łączy mocno podnosi czas postoju ciągu, ale również rośnie liczba awaryjnych zdarzeń na taśmie takich jak wyrwania, przebiecia, przecięcia, rozwarstwienia połączeń itp.

Jeżeli przyjąć, że tylko w jednej z kopalń występuje potrzeba regeneracji ponad 10 km taśmy rocznie, to widać także, z jaką skalą doraźnych uszkodzeń eksploatacyjnych muszą się zmagać użytkownicy taśm przenośnikowych. Istnieje zatem potrzeba użycia stosownych urządzeń do usuwania tych uszkodzeń, które powinny się charakteryzować lekką konstrukcją, dużą trwałością i skutecznością w działaniu. „Poltegor-Instytut” od wielu lat specjalizuje się w projektowaniu i budowie takiego sprzętu dostosowując parametry eksploatacyjne i technologiczne do wymagań użytkowników zarówno taśm przekładkowych jak i z linkami stalowymi.

Opis stanowiska badawczego

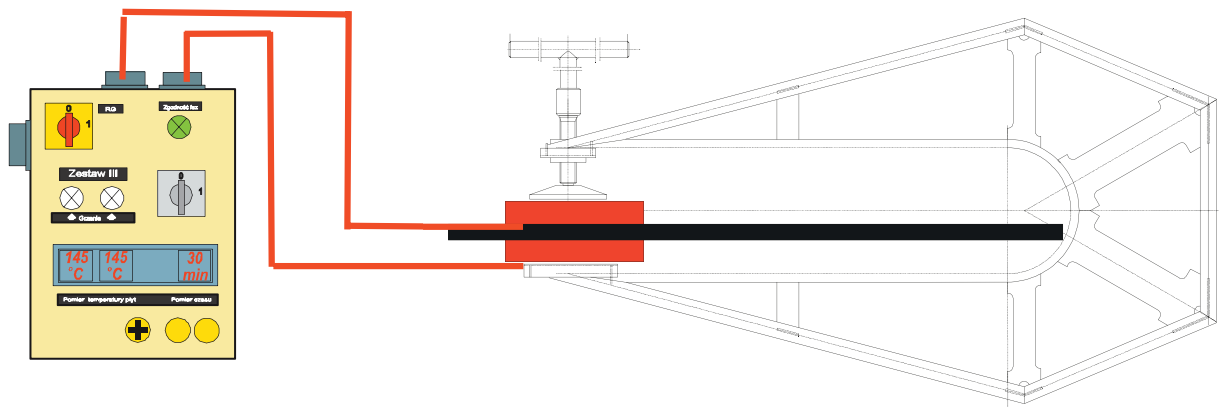
Spełniając minimalne wymagania technologiczne wulkanizowania surowki podczas naprawy taśm musi być zachowany

warunek odpowiedniego nacisku płyty grzejnej na naprawianą powierzchnię. Dla przyjętej wielkości płyty grzejnej z określoną czynną powierzchnią wulkanizowania wymagane jest wywarcie nacisku minimum 0,5 MPa, wykorzystując w tym celu jednoramienne ścisaki śrubowe. Powinny charakteryzować się one zdolnością wywołania siły dociskającej wystarczającej do spełnienia warunku technologicznego przy zachowaniu obsługi ręcznej pokręta śruby.

Stanowisko (rys. 1) składa się z dwóch płyt wulkanizacyjnych lub więcej, zasilacza z automatyczną regulacją temperatury i przewodów zasilających płyty. Napięcie zasilania i pracy dostosowane jest do potrzeb użytkownika i może być wykonane w dwóch wersjach: na napięcie 400 V lub na napięcie 500 V.

Regulacja temperatury podczas procesu wulkanizacji odbywa się automatycznie. Dzięki budowie aluminiowej stanowisko cechuje lekkość, a prosta konstrukcja zapewnia wysoką trwałość, niezawodne działanie i łatwą obsługę. Ponadto zapewnia się pełną automatykę kontroli pomiaru temperatury bez potrzeby ingerowania obsługi w przebieg procesu wulkanizacyjnego. Czas dojścia do osiągnięcia temperatury wulkanizacji zamyka się wartością ok. 20 minut w zależności od wielkości płyty i rodzaju wulkanizowanej taśmy (przekładka, linki stalowe). Czas procesu wulkanizacji jest rejestrowany automatycznie, a zakończenie sygnalizowane jest buczkiem po uprzednim ustawieniu warunków brzegowych.

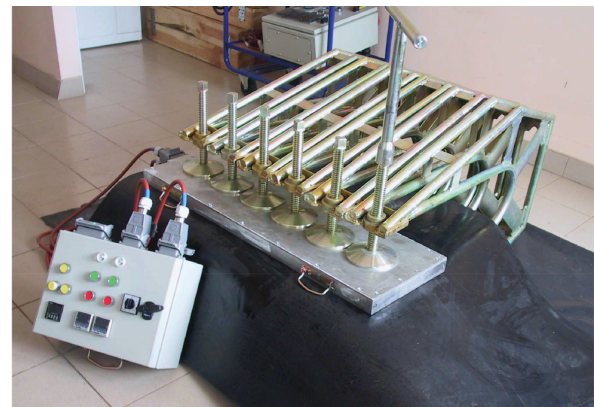
W procedurze badawczej postanowiono sprawdzić trzy różne rozwiązania konstrukcyjne zespołu dociskowego oraz



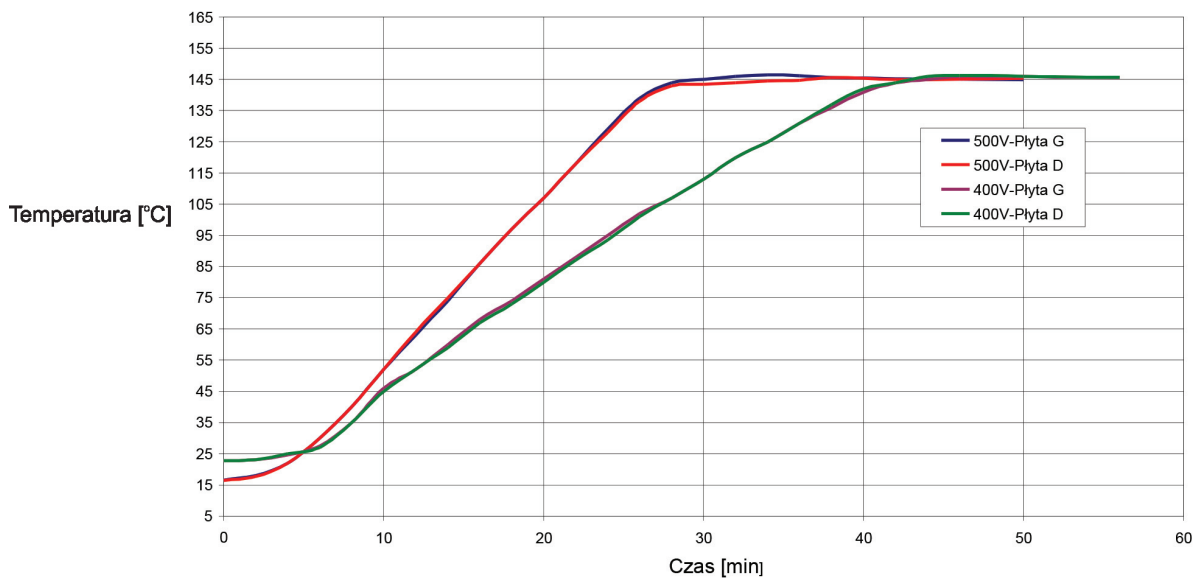
Rys. 1. Schemat stanowiska naprawczego ze śrubowym dociskiem rurowym
 Fig. 1. Scheme of a repair post with hand pipe screw



Zasilacz elektryczny
 Electric power supply



Stanowisko badawcze
 Examination post



Rys. 2. Badanie rozkładu temperatury płyt grzewczych stanowiska naprawczego dla napięcia 400V i 500V
 Fig. 2. Examination of temperature distribution in examination post's heating plates

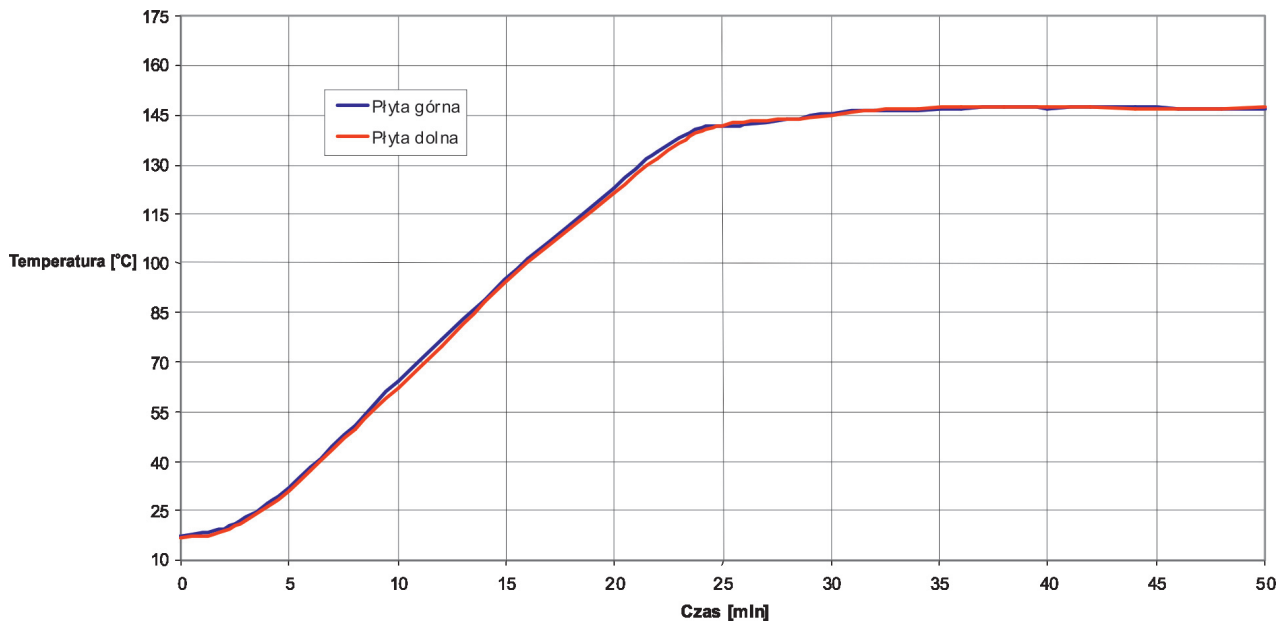
plyty wulkanizacyjne ze względu na usytuowanie złącza elektrycznego.

Pierwszy z nich to rurowa konstrukcja stalowa dla taśmy o szerokości 1800 mm z możliwością wytworzenia siły dociskowej 25 kN. Płyta naprawcza o wymiarach 1000 x 300 mm oraz zasilacz elektryczny na napięcie 400 i 500 V z automatycznym sterowaniem temperaturą wulkanizacyjnej płyty naprawczej.

Badania przeprowadzono z taśmą z linkami stalowymi typu St 3150 i jak jest to widoczne na rysunku 2 uzyskanie temperatury właściwej wulkanizacji osiągnięto po prawie 30 minutach

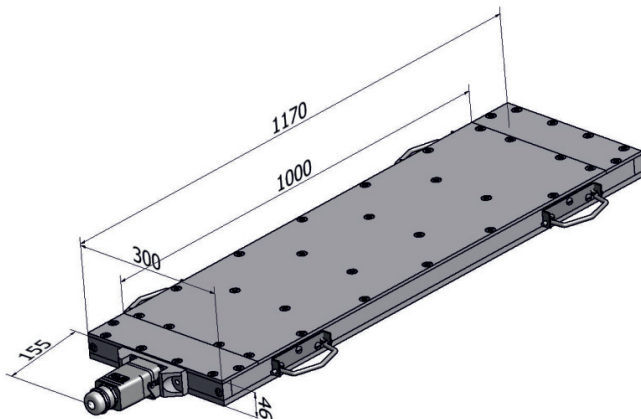
przy zasilaniu napięciem 500 V, a przy zasilaniu 400 V czas ten wydłużył się do ponad 40 minut. Rezultat ten nie był zadowalający dlatego postanowiono wprowadzić istotne poprawki w rozkładzie grzałek w płycie i zwiększeniu ich mocy.

Wniesione udoskonalenia znacząco poprawiły czasy wymaganej temperatury, którą osiągnięto już po 23 minutach podczas zasilania napięciem 400 V (rys. 3). Przy zasilaniu płyt napięciem 500 V proporcjonalnie właściwą temperaturę wulkanizacji uzyskano po 30 minutach. Uzyskane parametry czasowe uznano za zadowalające. Złącze elektryczne zasilania płyty



Rys. 3. Badanie przebiegu temperatury w funkcji czasu w płytach dla napięcia 500 V
 Fig. 3. Examination of temperature flow in time function in plates for voltage of 500V

było umieszczone na krótszym boku płyty. Takie rozwiązanie konstrukcyjne – (napraw ubytków lub rozcięć w taśmie) - mogło mieć zastosowanie do ograniczonych wymiarów wynikających z długości płyty.



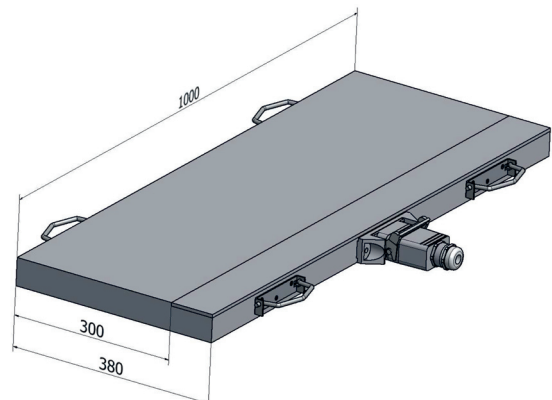
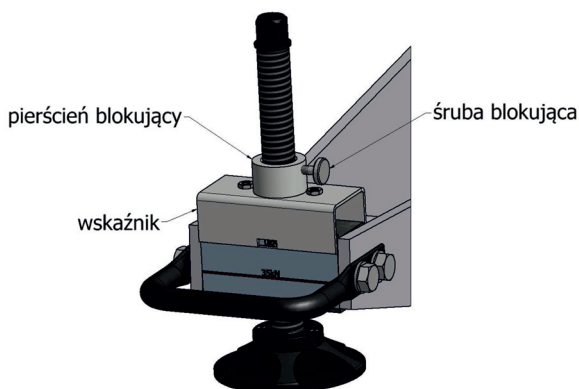
Natomiast zagadnienie konstrukcji stalowego docisku śrubowego po badaniach laboratoryjnych i testach eksploatacyjnych nastęrczało wielu problemów. Przede wszystkim osiągnięta siła docisku 25 kN była niewystarczająca, aby zapewnić prawidłową procedurę technologiczną wulkanizacji, a ponadto wielkość siły stanowiła próg wyężenia materiałowego z uwzględnieniem współczynnika bezpieczeństwa. Testy eksploatacyjne dosadnie potwierdziły ten mankament, gdzie wystąpiły trwałe odkształcenia. Nie ma jednak pewności

czy moment obrotowy wywołany przez obsługę mieścił się w granicach dopuszczalnej wytrzymałości. Obsługa ścisku polegała na subiektywnych odczuciach operatora przy ocenie siły docisku na płyty wulkanizacyjne. Uznano za konieczne opracowanie takiej konstrukcji, która zapewnia technologiczne warunki wulkanizacji.

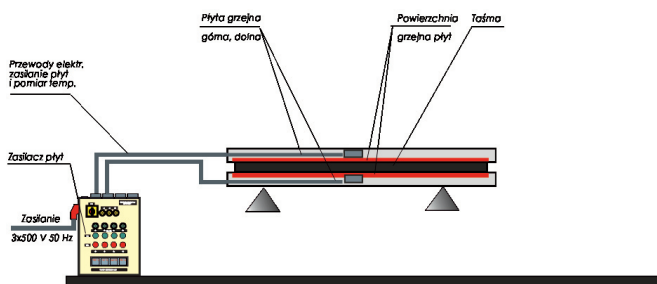
Drugim rozwiązaniem było przyjęcie kryterium rozpoznawania siły docisku mechanizmu śrubowego ścisku oraz zmiana konstrukcji płyty wulkanizacyjnej, która powinna spełniać możliwość jednoczesnej naprawy rozcięć taśmy na większych długościach niż 1 m przy zachowaniu dotychczasowego standardu wymiarowego płyty.

Konstrukcja ścisku składa się z podwójnych płaszczyzn ramy, wahliwej stopy dociskowej oraz śruby dociskowej. Do wywołania nacisku służy klucz z grzechotką, którym uzyskuje się siłę nacisku rzędu 35 kN (3,5 t). Osiągnięcie nominalnej siły docisku sygnalizowane jest wskaźnikiem na korpusie nakrętki. W ten sposób zabezpieczona jest konstrukcja ścisku przed zniszczeniem wywołanym zwiększonym niekontrolowanym dociskiem, tym samym wydłuża żywotność konstrukcji i zachowuje sprawność techniczną.

„Poltegor-Institut” w ramach prac badawczych opracował kompletne stanowisko, na które składa się, obok ścisków, zasilacz do zasilania i automatycznej regulacji temperatury oraz dwóch płyt grzejnych zasilanych z sieci pięcioprzewodowej 3-fazowej 400 V. Płyty grzejne w zależności od potrzeb użytkowników posiadają różne wymiary oraz zróżnicowaną



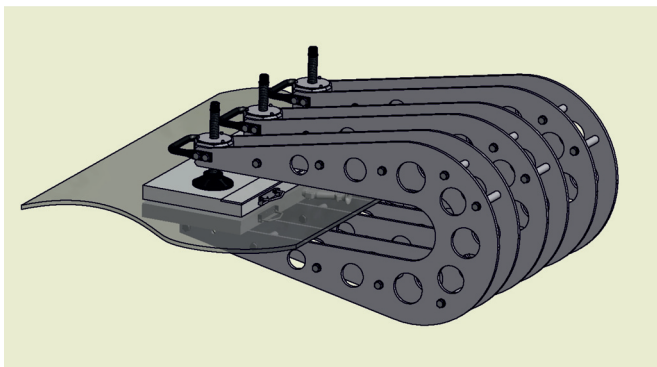
konstrukcję. Jak wynika z praktyki i naszych kontaktów z użytkownikami najczęstsze zastosowanie mają płyty o długości około 1000 mm i szerokości 300 mm, przy czym są różnie wykorzystywane dla zaistniałych uszkodzeń na taśmie. Płyty o tych wymiarach są chętnie stosowane, ponieważ są lekkie i poręczne w użytkowaniu podczas konieczności ich użycia niekiedy w trudno dostępnych miejscach. Pomimo zabezpieczeń taśmy przed złomem metalowym w nadawie, często występują jej przecięcia wzdłużne. Do naprawy takich uszkodzeń stosowane są płyty długie, a krotność wulkanizowania zależy do długości przecięcia i dostępnej długości płyty. Głównie dla tych potrzeb opracowano specjalną konstrukcję płyt, która umożliwi naprawę, nawet długich przecięć jednorazową operacją. Istota tej konstrukcji polega na możliwości składania szeregowego płyt krótkim bokiem w jeden pakiet naprawczy. Taka formuła pozwala na znakomite skrócenie awaryjnego postoju ciągu technologicznego.



Powołując się na wcześniejsze badania dwa parametry fizyczne decydują o trwałości i sprawności technicznej ścisku – materiał i ściśle określona siła na śrubie. Kryterium siły na śrubie stanowi najważniejszą wartość mającą wpływ na jakość naprawy.

Trzecim rozwiązaniem w przyjętej koncepcji rozwiązania konstrukcyjnego jest spełnienie tej potrzeby, gdzie śruba dociskowa porusza się w gwintowanym łożu piasty głowicy samoczynnie wysprzęglającej się po osiągnięciu zadanej siły nacisku.

Elementem przenoszącym moment obrotowy jest sprężyna talerzowa z systemem otworów i kulek łożyskowych. Po przekroczeniu nastawionego momentu następuje względne przesunięcie między stroną napędzającą a napędzaną w wyniku wysprzęglenia się kulek z otworów. Przenoszony moment spada do małej wartości szczytkowej wynikającej z tarcia kulek po



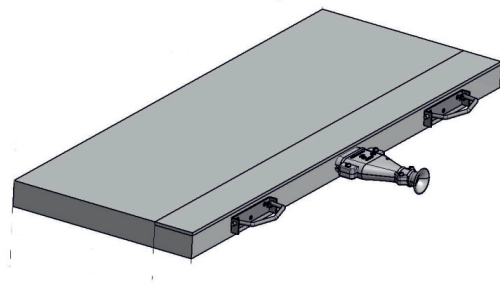
powierzchni sprężyny. Po ustaniu przecięcia kulki osadzone w piasku ponownie trafiają do systemu otworów w sprężynie talerzowej.

Istota działania sprężyny polega na porównaniu narastające-

go momentu obrotowego pochodzącego od tarcia wywołanego śrubą dociskową z wielkością ustawionego momentu na sprzęgle (głowicy wysprzęglającej). Wielkość momentu na sprzęgle jest wartością regulowaną w granicach 75 – 150 kN poprzez nakrętkę nastawczą. Praktycznie sprzęgło jest konstrukcją bezobsługową.

Wartość momentu na sprzęgle jest jednorazowo ustawiona i jest wykładnią dopuszczalnej wielkości siły docisku śruby na stopę i odkształcenia ramion ścisku.

Dostępne wysokowytrzymałe stopowe blachy aluminiowe w pełni zabezpieczają wymagany warunek wytrzymałościowy dla potrzebnego nacisku technologicznego 0,5 MPa przy naprawach taśm przenośnikowych. Najczęściej występujące szerokości taśm w przemyśle górnictwa odkrywkowego węgla brunatnego to w większości wymiary od 1800 do 2200 mm, dlatego prace badawcze ukierunkowano na zakres tych szerokości taśm. Oczywiście



konstrukcje te znajdują zastosowanie w innych gałęziach przemysłu stosujące transport przenośnikowy.

Uznano za konieczne rozpatrzyć proponowaną konstrukcję w dwóch wersjach: z blachami pełnymi, warunkujące większą masę całego urządzenia oraz z blachami perforowanymi, uzyskując określoną mniejszą masę. Warunkiem przyjęcia docelowego rozwiązania była optymalna wartość parametru wytrzymałościowego. Komputerowe obliczenia symulacyjne, wykonano oddzielnie dla konstrukcji o wysięgu 900, 1100 i 1300 mm, przy czym obliczenia te postanowiono sprawdzić w formie badań tensometrycznych na zbudowanym urządzeniu doświadczalnym o wysięgu 900 mm. Przyjęto warunek użycia na urządzeniu siły docisku ponad 35 kN.

Zastosowany materiał to płyta aluminiowa o grubości 12 mm, dla której granica plastyczności wynosi 460 MPa, a wytrzymałość na rozciąganie to 540 MPa.



Opcjonalnie postanowiono sprawdzić również funkcjonalność śruby dociskowej przyjmując do testowania dwie średnice Tr 24 x 5 oraz Tr 30 x 6.

Tab. 1. Wyniki obliczeń komputerowych dla obciążenia 38 kN

Rodzaj profili	Typ	Naprężenia maks. [MPa]	Współczynnik bezpieczeństwa min/maks.	Masa [kg]	Wysokość profilu [mm]
Profil pełny	900	282,8	1,63/2,59	42	650
Profil perforowany	900	340,6	1,35/2,11	37	650
Profil perforowany	1100	271,4	1,7/2,34	48	750

Tab. 2. Pomiar I - blacha pełna (średnia z trzech pomiarów)

Punkty pomiarowe						
P	1	2	3	4	5	6
kN	MPa					
36,69	253,92	166,15	245,99	205,49	152,25	-155,94
Wyniki z symulacji komputerowej						
37,965	282,8	210,9	276,5	228	174,7	-177,4

Tab. 3. Pomiar II – blacha z perforacją (średnia z trzech pomiarów)

Punkty pomiarowe						
P	1	2	3	4	5	6
kN	MPa					
38,520	308,37	196,34	277,6	251,78	188,7	-190,98
Wyniki z symulacji komputerowej						
38,520	340,6	239,1	302,0	241,8	198,2	-217,0

Obliczenia momentu na śrubie Tr 24 x 5

Założenia wyjściowe:

- gwint trapezowy symetryczny Tr 24 x 5
- średnica zewnętrzna $d = 24$ mm
- średnica podziałowa $d_2 = 21,5$ mm
- skok $p = 5$ mm
- współczynnik tarcia $\mu = 0,15$
- kąt wierzchołkowy $\alpha = 300$
- siła nacisku $F = 39$ kN

Moment tarcia na gwincie $MT = 97,26$ Nm

Moment tarcia na stopie $ME = 13,53$ Nm

Moment całkowity $MC = MT + MK = 110,79$ Nm

Obliczenia momentu na śrubie Tr 30 x 6

Założenia wyjściowe:

- gwint trapezowy symetryczny Tr 30 x 6
- średnica zewnętrzna $d = 30$ mm
- średnica podziałowa $d_2 = 27$ mm
- skok $p = 6$ mm
- współczynnik tarcia $\mu = 0,15$
- kąt wierzchołkowy $\alpha = 300$
- siła nacisku $F = 39$ kN

Moment tarcia na gwincie $MT = 120,32$ Nm

Moment tarcia na stopie $MK = 13,53$ Nm

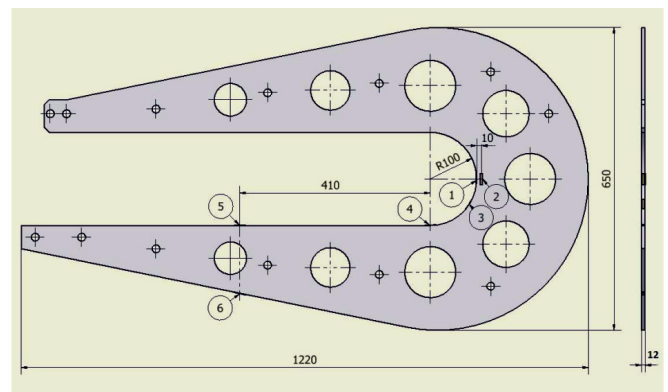
Moment całkowity $MC = MT + MK = 133,86$ Nm

Porównawcze wyniki pomiarów tensometrycznych i symulacji komputerowej dotyczące wartości naprężeń w ustalonych miejscach konstrukcji ścisku naprawczego w zależności od zadanej siły P , dla dwóch wariantów konstrukcji przedstawiono na przykładzie Pomiaru I i Pomiaru II.

Siłę nacisku zwiększano kolejno o około 5 kN.

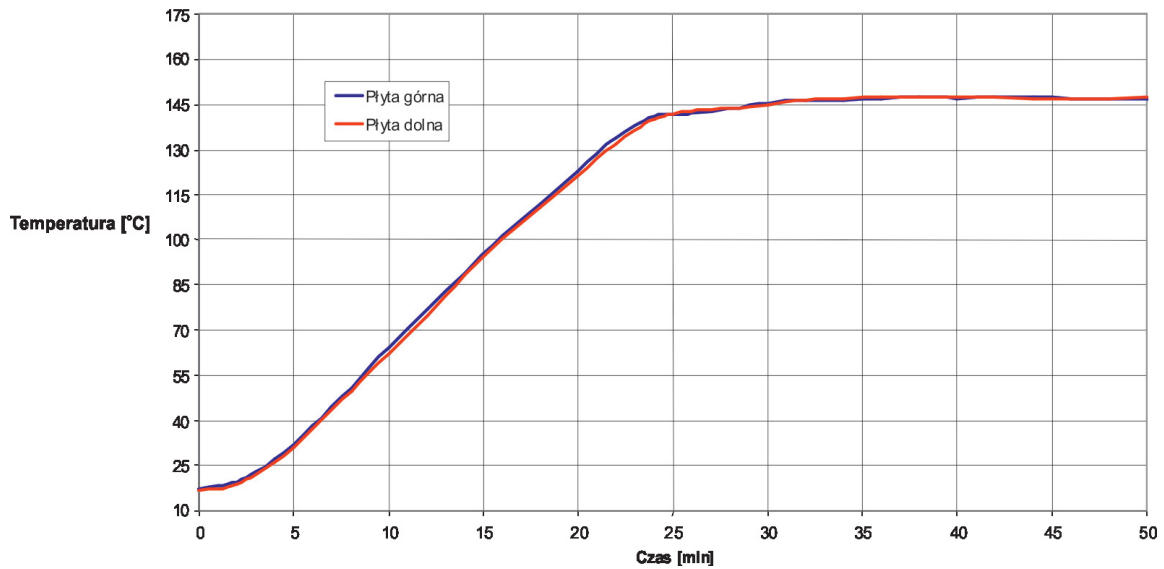
USTALONE MIEJSCA POMIAROWE

Jak wynika z pomiarów I i II zawartych w tabelach 2 i 3 symulacyjne obliczenia komputerowe wykazują bezpieczną nadwyżkę wytrzymałości w stosunku do naprężeń rzeczywistych i mogą być stosowane w obliczeniach symulacyjnych dla podobnych konstrukcji.



Konkluzja

Badania laboratoryjne i testy w warunkach eksploatacyjnych potwierdziły przyjęte założenia koncepcyjne i konstrukcyjne zrealizowane w egzemplarzu doświadczalnym dla ścisku i w komplecie ze stanowiskiem naprawczym. Ostatecznie po udoskonaleniach konstrukcji płyty naprawczej osiągnięto poprawne wyniki, które przedstawiono na rysunku 4 dla najczęściej stosowanego przez inwestorów napięcia 400 V.



Rys. 4. Przebieg temperatury w funkcji czasu w płytach naprawczych
 Fig. 4. Temperature flow in time function in repair plates for voltage of 400V

Literatura

- [1] Bednarczyk J., *Taśma przenośnikowa a ekonomika transportu taśmowego w górnictwie odkrywkowym*. Górnictwo Odkrywkowe nr 5, 1995
- [2] Hawrylak H., Jarząbek M., Sieczyński A., Sobolski R., *Maszyny i prace pomocnicze w górnictwie odkrywkowym*. Wyd. Śląsk, 1975
- [3] Korzeń Z., Pagacz E., *Logistyczny system dostaw, wymiany, regeneracji i recyklingu taśm przenośnikowych w polskim górnictwie węgla brunatnego*. Materiały II konferencji Logistycznej Polsko-Niemieckiej. Wyd. Instytut Logistyki i Magazynowania, 1997
- [4] Żur T., Hardygóra M., *Przenośniki taśmowe w górnictwie*. Wyd. Śląsk, 1996
- [5] Pagacz E., Lewandowicz P., Oprac. niepubl., *Badania doświadczalnego ścisku płytowego do naprawy taśm przenośnikowych w zastosowaniu z wyłącznikiem momentu*, 2012



Kopalnia Dolomitu „Libiąż”

fot. Maria Brych