

# Analiza sposobów modernizacji zniszczonego fundamentu młota matrycowego

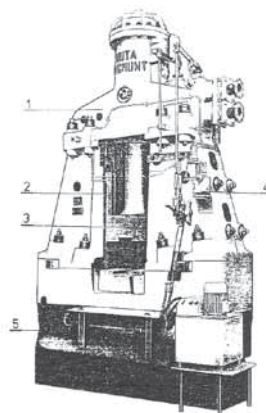
Dr inż. Mariusz Dembiński, Politechnika Poznańska do 2016 r., DEMAR Pracownia Projektowa, dr hab. inż. Władysław Łączak, emerytowany prof. uczelni, Politechnika Poznańska

## 1. Wprowadzenie

W drugiej połowie ubiegłego wieku nastąpił w naszym kraju intensywny rozwój przemysłu ciężkiego w tym również kuźnictwa. W nowych oraz rozbudowywanych kuźniach instalowano nowe gniazda młotów, umożliwiającą wytwarzanie szerokiego asortymentu odkuwek dla różnych gałęzi przemysłu. Młoty matrycowe o średniej lub dużej energii uderzenia ustawiano na wielkogabarytowych blokach podkowałowych, opartych na sprężynowych i gumowych wibroizolatorach umieszczonych w skrzyniach osłaniających. Obecnie wiele stanowisk jest nadal użytkowanych, choć ich aktualna kondycja budzi niejednokrotnie sporo zastrzeżeń. Znaczna część tych fundamentów jest w stanie zaawansowanej destrukcji spowodowanej niską jakością wykonania, bardzo intensywną wieloletnią eksploatacją w trudnych warunkach oraz brakiem odpowiedniej dbałości o prawidłowy stan techniczny.

## 2. Młoty matrycowe typu MPM

Młoty MPM to młoty podwójnego działania z grubym tłoczyskiem, które cechują się niską i masywną konstrukcją (rys. 1). Energia uderzenia w tych młotach powstaje w wyniku zamiany energii potencjalnej spadającego bijaka wraz z górną matrycą oraz dzięki ciśnieniu pary lub sprężonego powietrza działającego na górną powierzchnię tłoka. Podczas kucia w typowych warunkach największa część energii uderzenia zamieniana jest na pracę odkształcenia materiału odkuwki, reszta energii umożliwia odbicie bijaka, a najmniejsza część energii uderzenia powoduje drgania młota, podłoża gruntowego i otoczenia [7]. Powstające podczas pracy młotów impulsy



Rys. 1, 2. Młot matrycowy MPM: 1 – głowica młota, 2 – stojaki i prowadzenie, 3 – bijak, 4 – układ smarowania, 5 – kowadło młota (szabota) [10]; elementy stalowe uzyskiwane w procesie kucia matrycowego [10]

o wartościach rzędu kilkudziesięciu kNs pozwalają zakwalifikować młoty do grupy urządzeń o bardzo dużej dynamiczności [9]. W przypadku występowania niekorzystnych warunków gruntowo-wodnych (wysoki poziom wód gruntowych), wstrząsy podłoża powodowane pracą młotów matrycowych odczuwalne mogą być nawet w promieniu kilku kilometrów od kuźni, działając niekorzystnie na ludzi oraz obiekty budowlane.

Grubotronowe parowo-powietrzne młoty matrycowe typu MPM produkowane przez Hutę Zygmunta są najbardziej rozpowszechnionymi urządzeniami stosowanymi do kucia matrycowego

Tabela 1. Podstawowe parametry młotów matrycowych typu MPM [10]

Parametr	Typ młota						
	1600 B	3150 B	6300 B	10000 B	16000 B	25000 B	31500 B
Energia uderzenia [kJ]	18,4	36	70	110	175	250	315
Masa bijaka [Mg]	0,69	1,25	2,496	3,85	6,265	7,97	10,3
Masa górnej matrycy [Mg]	0,20	0,40	0,80	1,10	1,80	2,40	3,20
Liczba uderzeń [min <sup>-1</sup> ]	120	110	100	90	80	75	70
Masa całkowita młota [Mg]	22	35	72,5	103	168	225	340
Zakres mas wykonywanych odkuwek [kg]	0,5–1	0,6–3	1,5–7	5–18	15–45	35–70	50–85

w krajowych kuźniach. Opracowany typoszereg tych młotów jest przeznaczony do wykonywania odkuwek o masie od 0,5 do 85 kg. W tym zakresie mieszczą się zarówno popularne drobne narzędzia ręczne, jak i nieraz bardzo skomplikowane pod względem kształtu części produkowane na potrzeby przemysłu maszynowego, rolniczego, górniczego, motoryzacyjnego i lotniczego (rys. 2). Podstawowe dane techniczne młotów matrycowych typu MPM po modernizacji zestawiono w tabeli 1.

Młot MPM 5000 jest wcześniejszą wersją młota MPM 16000 B i charakteryzuje się zbliżonymi parametrami, spośród których najważniejsze to:

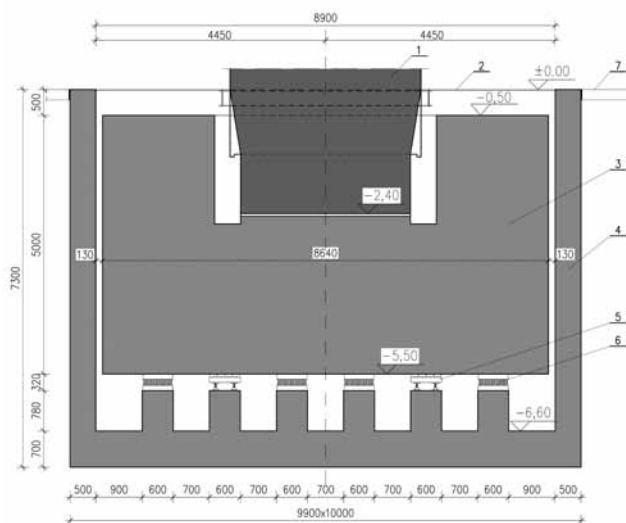
- |                                  |  |
|----------------------------------|--|
| • energia pełnego uderzenia      | $E = 175 \text{ kJ}$ ,                     |
| • masa bijaka bez matrycy        | $m_{01} = 5,85 \text{ Mg}$ ,               |
| • największa masa górnej matrycy | $m_{02} = 1,80 \text{ Mg}$ ,               |
| • masa kowadła                   | $m_k = 116,5 \text{ Mg}$ ,                 |
| • masa całkowita młota           | $m_m = 165 \text{ Mg}$ ,                   |
| • wymiary gabarytowe młota       | $2,40 \times 4,08 \times 7,58 \text{ m}$ , |
| • wymiary podstawy kowadła       | $2,40 \times 3,30 \text{ m}$ .             |

### 3. Fundament młota matrycowego

W latach sześćdziesiątych XX wieku w Biurze Studiów i Projektów Budownictwa Przemysłowego (BISTYP) podjęto prace nad typowymi projektami fundamentów pod młoty matrycowe [3] w celu ujednoczenia konstrukcji wykonywanych fundamentów. Przy późniejszych realizacjach tych obiektów dokonywano na ogół adaptacji rozwiązań typowych, przystosowując je do warunków występujących w miejscu posadowienia. Projektowane w następnych latach obiekty różniły się szczegółami konstrukcyjnymi ukształtowania bloku, skrzyni lub wibroizolacji, bez zmiany ogólnej koncepcji sposobu fundamentowania. Dlatego też zdecydowana większość fundamentów pod młoty matrycowe, które wykonano w kraju w drugiej połowie ubiegłego wieku, jest zbudowana z następujących elementów:

- żelbetowej skrzyni osłaniającej blok podkowadłowy, posadowionej wprost na podłożu gruntowym na głębokości kilku metrów poniżej poziomu posadzki hali,
- zestawu wibroizolatorów sprężynowych typu MP i wibroizolatorów gumowych typu GM (obie konstrukcje opracowane zostały przez BISTYP), umieszczonych na żebrach skrzyni osłaniającej,
- żelbetowych bloków podkowadłowych z centralnie usytuowaną w górnej części wnęką na kowadło młota,
- roboczego pomostu wykonanego z dwuteowych blachownic lub walcowanych belek opartych w przygotowanych do tego celu gniazdach w ścianach skrzyni fundamentowej,
- pokrycia pomostu, na które stosowano stalowe blachy oraz antypoślizgowe płyty żeliwne.

Ukształtowanie zrealizowanego ponad 50 lat temu w jednej z kuźni na południu Polski fundamentu młota MPM 5000 przedstawiono na rysunku 3. Warto zauważyć, że fundament tego młota swoimi gabarytami zewnętrznymi jest zbliżony do średniej wielkości domu jednorodzinnego, w całości usytuowanego poniżej poziomu posadzki otaczającej go hali.



**Rys. 3.** Pierwotny przekrój podłużny fundamentu młota matrycowego MPM 5000: 1 – korpus młota, 2 – pomost roboczy, 3 – żelbetowy blok podkowadłowy, 4 – skrzynia osłaniająca, 5 – typowy wibroizolator gumowy GM-8, 6 – typowy wibroizolator sprężynowy MP-141, 7 – posadzka hali

### 4. Zniszczenia żelbetowego bloku podkowadłowego w obiekcie

Rozwój zniszczeń w żelbetowym bloku podkowadłowym przebiegał podobnie jak w wielu innych opisanych w literaturze przypadkach [1, 2, 5, 6]. W pierwszej fazie eksploatacji obiektu, której czas trwania zależy głównie od jakości betonu, sposobu jego ułożenia w bloku i pielęgnacji, ujawniły się zarysowania na zewnętrznych powierzchniach żelbetowej bryły. Powstałe pęknięcia rozwijały się stopniowo w głąb bloku, łącząc się lub przecinając wzajemnie z innymi uszkodzeniami. Widoczne od zewnątrz zarysowania układały się w prawie ortogonalne siatki spękań. Zazwyczaj powstanie pierwszych pęknięć było sygnałem rozpoczęcia nieodwracalnego procesu niszczenia żelbetowego bloku, na którego zatrzymanie lub choćby spowolnienie nie znaleziono jak dotąd sposobu. Blok fundamentowy powoli dzielił się na mniejsze bryły, które początkowo utrzymywane były przez pręty zbrojenia. W dłuższym czasie pręty te pod wpływem zmęczenia pękały i z bloku oddzielały się kolejne jego fragmenty. Uszkodzenia tego typu powstały na wszystkich powierzchniach żelbetowego bloku analizowanego obiektu (rys. 4, 5). Konieczność odstawienia młota z powodu doprowadzenia do stanu awaryjnego fundamentu była tylko kwestią czasu.

Pod wpływem spływających po korpusie młota wody oraz olejów do wnęki podkowadłowej następował powolny rozkład i niszczenie umieszczonej pod kowadłem młota podkładki. Jej materiał ulegał stopniowo zawilgoceniu i zaolejeniu, stracił swoje właściwości sprężyste, pokruszył się i rozwłóknił, co doprowadziło do zwiększenia obciążeń dynamicznych przekazywanych przez kowadło młota na górną powierzchnię bloku podkowadłowego. Trwające przez wiele lat procesy destrukcyjne powodowały powolne niszczenie betonu na górnej powierzchni bloku we



**Rys. 4, 5.** Uszkodzenia bocznej powierzchni bloku podkowiadłowego; spękania, ubytki betonu, odsłonięte pręty zbrojenia; uszkodzenia dolnej powierzchni fundamentu – odspojone luźne fragmenty betonu, odsłonięte i korodujące zbrojenie dolne, w tle uszkodzony wibroizolator GM



**Rys. 6, 7.** Uszkodzone i korodujące sprężyny w typowych wibroizolatorach MP pod fundamentem młota MPM 5000; całkowicie zniszczony wibroizolator GM-8 pod blokiem podkowiadłowym młota; korozja elementów stalowych wibroizolacji

wnęce podkowiadłowej. Na dolnej i bocznych powierzchniach bloku doszło w wielu miejscach do odspojenia betonowej otuliny, odsłonięcia prętów zbrojenia, które w warunkach podwyższonej wilgotności korodowało i stopniowo zmniejszało pole czynnego przekroju. Proces niszczenia bloku trwał wiele lat i doprowadził obiekt do stanu, który mocno utrudniał dalszą pracę młota. W każdej chwili możliwe było wystąpienie stanu awaryjnego uniemożliwiającego prowadzenie pracy na tym stanowisku. W międzyczasie podjęto próbę naprawy uszkodzeń w popękanyim bloku, która pozwoliła na odsunięcie decyzji o konieczności zmiany sposobu posadowienia młota o 4 lata. Po tym czasie było już wiadomo, że obiektu nie uda się uratować i należy szukać innego rozwiązania sposobu posadowienia młota.

## 5. Rozwój uszkodzeń wibroizolacji

Żelbetowy blok podkowiadłowy oparto na wibroizolatorach sprężynowych typu MP-141 (60 szt.) oraz wibroizolatorach gumowych typu GM-8 (30 szt.), których dane techniczne i charakterystykę można znaleźć w pracy [3]. Wibroizolatory rozstawione były symetrycznie na żebrach skrzyni osłaniającej, dzięki którym możliwy był dostęp do wszystkich elementów. Liczne uszkodzenia bloku podkowiadłowego powodowały nierównomierne obciążenia statyczne i dynamiczne poszczególnych wibroizolatorów, w których na skutek przeciążeń dochodziło do pęknięcia pojedynczych stalowych sprężyn. W konsekwencji powodowało to zwiększenie obciążeń sąsiednich, jeszcze sprawnych elementów oraz stopniowe niszczenie kolejnych sprężyn. W analizowanym obiekcie stwierdzono większą koncentrację zniszczonych sprężyn pod częściami bloku wykazującymi najpoważniejsze uszkodzenia. W kilku miejscach doszło również do uszkodzenia wibroizolatorów gumowych, które przewróciły się i przestały pracować, co również przyczyniło się do zwiększenia obciążeń przekazywanych na sąsiednie elementy. Wyłączenie z pracy części wibroizolatorów doprowadziło do przechylenia się układu, ponieważ środek sztywności wibroizolacji odsunął się od osi pionowej przechodzącej przez środek ciężkości układu. Przechył nie był zbyt duży, ale wpływał także niekorzystnie na stan techniczny młota, powodując przyspieszone zużywanie się prowadnic bijaka.

Inną przyczyną uszkodzeń wibroizolacji było gromadzenie się wody gruntowej napływającej do wnętrza skrzyni fundamentowej,

co ułatwiało przebieg procesów korozyjnych sprężyn oraz obudów wibroizolatorów. W analizowanym przypadku, podobnie jak w wielu innych tego typu obiektach, zaobserwowano bardzo zły stan zabezpieczeń antykorozyjnych stalowych elementów wibroizolatorów obu typów (rys. 6). Spękany żelbetowy blok przyspieszał także niszczenie wibroizolatorów gumowych, których pionowe elementy regulacyjne pękały i łamały się, w następstwie czego wibroizolatory te przewracały się (rys. 7). W tym przypadku spora część winy leży po stronie służb utrzymania ruchu, które zapominają o regularnym sprawdzaniu stanu wibroizolacji, wymianie uszkodzonych elementów na nowe oraz dbaniu o stan zabezpieczeń antykorozyjnych. Jest to szczególnie istotne w przypadku sprężyn, na których zewnętrznej powierzchni ogniska korozji powodują powstawanie miejscowych wżerów, stanowiących karby, które z kolei prowadzą do szybszego pęknięcia prętów pod wpływem zmęczenia.

## 6. Analizowane możliwości modernizacji zniszczonego obiektu

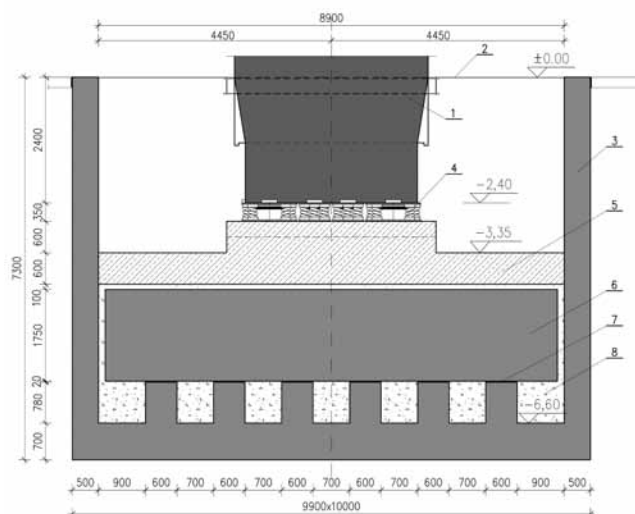
W następstwie awarii fundamentu młota możliwe są różne rozwiązania, które pozwolą na przywrócenie sprawności obiektu. W literaturze opisano podejmowane sposoby naprawy zniszczonych konstrukcji fundamentów młotów, na przykład przez klejenie żywicami popękanych bloków podkowiadłowych [2] lub elektrotermiczne sprężanie uszkodzonych żelbetowych brył [4]. Brak jest jednak informacji na temat trwałości naprawionych opisanymi metodami fundamentów, poddawanych w dalszej eksploatacji ponownie znacznym obciążeniom dynamicznym. Jak wspomniano wyżej, podjęta próba naprawy poprzez iniekcję powstałych spękań bloku podkowiadłowego analizowanego młota pozwoliła na przedłużenie czasu jego eksploatacji o około 4 lata. Decyzja o konieczności modernizacji fundamentu młota zapadła, uzgodnić jedynie należało szczegóły dotyczące sposobu realizacji przedsięwzięcia. Na wstępie zrezygnowano z zastąpienia zniszczonej żelbetowej bryły nowym żelbetowym blokiem podkowiadłowym, co miało miejsce w przypadku fundamentu młota opisanego w pracy [1]. Wykonanie nowego bloku nie daje pewności, że uzyskane nowe stanowisko będzie trwałe i pozwoli na prawidłowe funkcjonowanie młota przez dłuższy czas, zwłaszcza że wady tego rozwiązania zostały już dostatecznie dobrze



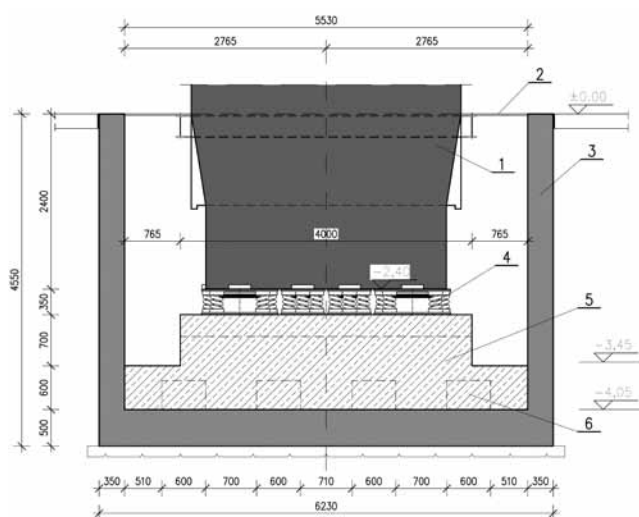
rozpoznane. Ostatecznymi argumentami przeciwko takiemu sposobowi naprawy jest wysoki koszt oraz długi czas potrzebny do wyburzenia starego bloku i wykonania nowego, który może wynosić nawet około 6 miesięcy. W tym czasie młot nie pracuje, co powoduje nie tylko brak zysków z produkcji, ale także naliczanie kar umownych za niedotrzymanie terminów wykonania zakontraktowanych zamówień. W tym przypadku nie było możliwości przeniesienia produkcji na inne młoty, ponieważ był to największy młot w kuźni i inne urządzenia nie były w stanie odkuwać elementów o takich masach.

Jako kolejny wariant przebudowy rozważano zastosowane wcześniej w innej kuźni rozwiązanie polegające na usunięciu istniejących wibroizolatorów, całkowitem wyburzeniu i usunięciu zniszczonego bloku podkowiadłowego, umieszczeniu zbrojenia i wypełnieniu wnętrza betonem z ukształtowaniem w górnej części cokołu, na którym ustawione zostaną nowego typu wibroizolatory sprężynowe zespolone z tłumikami lepkościowymi. Ten sposób modernizacji pozwalał wprawdzie na zmianę sposobu posadowienia i zastosowanie nowego typu wibroizolatorów w obiekcie, jednak nadal był długotrwały i kosztowny.

Nieco inny i prostszy sposób przebudowy opisano w pracy [6]. W tym przypadku naprawa fundamentu młota MPM 10000 B polegała na usunięciu wszystkich starych wibroizolatorów, oparciu bloku na żebrach skrzyni fundamentowej oraz częściowym wyburzeniu tylko górnego fragmentu bloku w zakresie niezbędnym do umieszczenia w skrzyni nowej żelbetowej płyty z cokołem. Na cokole ustawiono zestaw nowych wibroizolatorów sprężynowych z tłumikami lepkościowymi. Przekrój fundamentu młota MPM 5000 po przebudowie w analizowanym wariantcie przedstawiono na rysunku 8. Do wyburzenia przewidziano górny fragment bloku o objętości około 187 m<sup>3</sup>, przestrzeń na spodzie skrzyni między żebrami (ok. 70 m<sup>3</sup>) należało wypełnić betonem, następnie wykonać nową żelbetową płytę z cokołem, do której wykonania potrzebne było ok. 56 m<sup>3</sup> betonu, 4500 kg stali zbrojeniowej i 400 kg stalowych profili na okucia krawędzi. Sprawna organizacja prac budowlanych pozwoliłaby ograniczyć całkowitą przerwę w eksploatacji stanowiska do około 3 miesięcy. Równocześnie łączny koszt robót budowlanych oraz zmiany sposobu posadowienia nie przekroczyłby 60% kosztów przebudowy w wariantach analizowanych wcześniej. Nadal jednak zarówno czas, jak i wysoki poziom kosztów nie były możliwe do zaakceptowania przez użytkownika. Ostatecznie udało się znaleźć inne rozwiązanie problemu, które polegało na wykorzystaniu na potrzeby nowego fundamentu młota MPM 5000 istniejącej skrzyni fundamentowej po usytuowanym w sąsiedztwie młocie MPM 1000. Po sprawdzeniu gabarytów fundamentu okazało się, że konieczne będzie nie tylko usunięcie całego bloku podkowiadłowego, ale również całkowite skucie żeber połączonych z dnem skrzyni. Dopiero wówczas uzyskano przestrzeń umożliwiającą wykonanie na dnie nowej żelbetowej płyty oraz cokołu pod zestaw nowych wibroizolatorów. Rezygnacja z jednego małego młota nie była większym problemem dla kuźni, ponieważ takich stanowisk było w zakładzie kilka i nie były one kluczowe dla realizowanego profilu produkcji. Z kolei decyzja o przeniesieniu młota MPM 5000 na

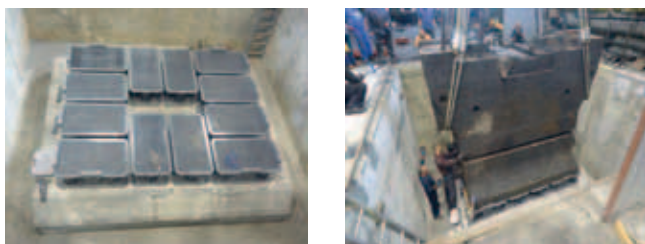


**Rys. 8.** Jeden z rozważanych wariantów przebudowy fundamentu młota MPM 5000: 1 – korpus młota, 2 – pomost roboczy, 3 – skrzynia osłaniająca, 4 – wibroizolatory sprężynowe z tłumikami lepkościowymi, 5 – płyta żelbetowa z cokołem, 6 – pozostała część bloku podkowiadłowego, 7 – warstwa zaprawy, 8 – wypełnienie betonem



**Rys. 9.** Zrealizowany sposób posadowienia młota w skrzyni fundamentowej po młocie MPM 1000: 1 – korpus młota, 2 – pomost roboczy, 3 – skrzynia osłaniająca, 4 – wibroizolatory sprężynowe z tłumikami lepkościowymi, 5 – nowa płyta żelbetowa z cokołem, 6 – skute cokoły żelbetowe

nowe miejsce umożliwiła wcześniejsze przygotowanie nowego stanowiska i kompletu 12 sztuk wibroizolatorów sprężynowych zespolonych z tłumikami lepkościowymi, bez wstrzymywania produkcji największego młota. W tym wariantcie łączna objętość przeznaczona do wyburzenia bloku i żeber połączonych z płytą dna nie przekraczała 70 m<sup>3</sup>, a do wykonania nowej żelbetowej płyty z cokołem potrzebne było ok. 28 m<sup>3</sup> betonu, 1800 kg stali zbrojeniowej oraz 300 kg stalowych profili na okucia krawędzi, co pozwoliło ograniczyć wartość prac budowlanych do około 40% kosztów wymaganych w wariantcie wcześniejszym. Prace wyburzeniowe oraz wykonanie nowej płyty wraz z cokołem trwały około 2 miesiące. Następnie w ciągu zaledwie siedmiu



**Rys. 10, 11.** Zamontowany na cokole zestaw nowych wibroizolatorów sprężynowych zespolonych z tłumikami lepkościowymi; montaż górnej części kowadła młota na nowym stanowisku; część dolna kowadła spoczywa już na wibroizolatorach

godzin zamontowano wszystkie wibroizolatory na nowym żelbetowym cokole i przeniesiono na nowe miejsce obie części kowadła młota o łącznej masie około 116,5 t. Korzystając z niejako wymuszonej przerwy w produkcji, przeprowadzono również remont stojaków młota oraz dokonano naprawy kowadła pod miejscem mocowania dolnej matrycy. W tym samym czasie, po ustawieniu kowadła, dostosowano układ belek pomostu roboczego wokół młota oraz blach pokrycia, jak również przygotowano nowe doprowadzenia instalacji zasilającej, a po jej podłączeniu młot oddano do użytku. Łącznie przerwa w produkcji trwała około 6 tygodni, z czego najwięcej czasu zabrał remont stojaków oraz naprawa uszkodzeń górnej części kowadła młota. Przekrój fundamentu młota MPM 5000 po zrealizowanej przebudowie przedstawiono na rysunku 9. Rozmieszczenie nowych wibroizolatorów sprężynowych zespolonych z tłumikami lepkościowymi na nowym żelbetowym cokole pokazano na rysunku 10, natomiast na rysunku 11 przedstawiono montaż górnej części kowadła młota na części dolnej, ustawionej już na wibroizolatorach. Prace przebiegły wyjątkowo sprawnie – miejsca wykonania na górnej powierzchni cokołu otworów do osadzenia kotew mocujących wibroizolatory zostały wytyczone o 10:34, natomiast montaż górnej części kowadła zakończono tego samego dnia o godz. 17:38.

Do elastycznego podparcia młota zastosowano dwanaście indywidualnie pod ten typ młota zaprojektowanych wibroizolatorów sprężynowo-lepkościowych. Każdy element składał się z sześciu sprężyn śrubowych, walcowych, naciskowych z prętów okrągłych walcowanych ze stali sprężynowej, o zwojach przyłożonych szlifowanych oraz jednego, centralnie umieszczonego tłumika wiskotycznego. Sztywność pionowa zestawu sprężyn w wibroizolatorze wynosiła  $k_{zwi} = 10720$  kN/m, natomiast siłę oporu wiskotycznego każdego z tłumików lepkościowych zaprojektowano o wartości równej  $c_i = 200$  kN·s/m. Uzyskano układ cechujący się następującymi parametrami [7, 8, 11]:

- częstotliwość drgań własnych młota na wibroizolacji  $f = 4,29$  Hz,

- stopień tłumienia drgań układu  $\zeta = 0,260$ ,
- maksymalne wychylenie młota po uderzeniu bijaka

$$A_m = 11,84 \text{ mm},$$

- maksymalny poziom naprężeń w sprężynach

$$\tau_{kmax} = 412 \text{ MPa},$$

- maksymalny skok naprężeń w sprężynach

$$\tau_{kh} = 282,5 \text{ MPa}.$$

Stosunkowo niska częstotliwość pionowych drgań własnych analizowanego młota na wibroizolacji mieści się w przedziale  $f_z = 4 - 6$  Hz, który jest zalecany, gdy urządzenia te są lokalizowane w normalnych warunkach przemysłowych, w dobrych warunkach gruntowych. Przy obecności w sąsiedztwie hali precyzyjnych maszyn czy urządzeń wrażliwych na wstrząsy lub występowaniu słabego podłoża gruntowego zalecane jest zmniejszenie częstotliwości drgań własnych młota na wibroizolacji do zakresu  $f_z = 3 - 4$  Hz [3, 9].

## 7. Podsumowanie

Zaprezentowane różne warianty przebudowy zniszczonego fundamentu młota potwierdzają możliwość wykorzystania w znacznym stopniu istniejących, nierzadko nawet mocno zniszczonych elementów istniejącej konstrukcji. Umożliwiają także przystosowanie fundamentów starego typu do nowego sposobu posadowienia młotów na wibroizolacji sprężynowej z tłumikami lepkościowymi, bez konieczności całkowitego wyburzenia lub odtwarzania zniszczonych bloków podkowadłowych. Przedstawiony zrealizowany sposób modernizacji posadowienia młota matrycowego MPM 5000 w skrzyni po innym mniejszym młocie MPM 1000 okazał się najkorzystniejszym rozwiązaniem. Przede wszystkim udało się wyeliminować z układu najbardziej zawodny element, jakim jest nieodporny na udarowe obciążenia żelbetowy blok podkowadłowy. W znacznym stopniu ograniczono zakres robót budowlanych zarówno pod względem wyburzeń, jak i wykonywania nowych elementów żelbetowych (płyta + cokoł). I co najważniejsze – w przyjętym wariantcie możliwe było wykonywanie prac wyburzeniowych oraz prowadzenie przebudowy wnętrza skrzyni po mniejszym młocie przy pracującym na pierwotnym fundamencie młocie MPM 5000. Gdyby przy okazji przenoszenia młota na nowe stanowisko nie remontowano kowadła oraz prowadnic bijaka, przerwa w pracy młota mogłaby być ograniczona zaledwie do kilku dni.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] Mierzwa J., Pidek W., Awaria bloku fundamentowego pod młot 10 T, Inżynieria i Budownictwo 8/1967
- [2] Hop T., Maćkowski R., Naprawa fundamentu młota 50 kN zaprawą epoksydowo-piaskową, Inżynieria i Budownictwo 4/1981
- [3] Lipiński J., Fundamenty pod maszyny, Wydawnictwo Arkady, Warszawa, 1985
- [4] Węgrzyn M., Wzmacnianie bloków fundamentowych przez sprężenie, Inżynieria i Budownictwo 4/1988
- [5] Dembiński M., Penno M., Łańczak W., Monitorowanie stanu uszkodzeń fundamentu młota matrycowego, Konferencja Naukowo-Techniczna Awary Budowlane, Szczecin – Międzyzdroje, 1994
- [6] Dembiński M., Przebudowa zniszczonego fundamentu młota matrycowego MPM 10000 B, Przegląd Mechaniczny 2/2009
- [7] Dembiński M., Wibroizolacja młotów matrycowych, Inżynieria i Budownictwo 3/2006
- [8] Trąbka A., Wpływ sposobu posadowienia młotów kuźniczych na ich kinematykę i dynamikę, Mechanik 10/2018
- [9] PN-80/B-03040: Fundamenty i konstrukcje wsporcze pod maszyny. Obliczenia i projektowanie
- [10] Huta Zygunt, Młoty matrycowe – Hammers – Marteaux-Pilons – Hämmer. Katalog produkowanych urządzeń, METALEXPORT – Warszawa, 1990
- [11] DEMAR Pracownia Projektowa. Projekt wykonawczy: Przebudowa fundamentu młota matrycowego MPM 1000 umożliwiającą zainstalowanie młota matrycowego MPM 5000 z bezpośrednim oparciem kowadła na wibroizolatorach sprężynowych zespolonych z tłumikami lepkościowymi, Poznań, luty 2017