

BIULETYN TECHNIKI JACHTOWEJ



CREATOR OF BOAT SYSTEMS



Napędy elektryczne VETUS

NR 3/2023 (17) ISSN 2657-8328 WWW.VETUS.COM

Obsługa napędu po i przed sezonem nawigacyjnym

Relacja z targów
Poland Boat Show

Ubezpieczenie ryzyk
stoczniovych

Wielofunkcyjny
podkład epoksydowy
w aerozolu

Czy spalinowe napędy jachtów
zostaną wyeliminowane przez
napędy elektryczne?

Relacja ze spotkania
dilerów VETUS Polska
Karaiby – Grenada



Obsługa napędu po i przed sezonem nawigacyjnym

Napędy jachtów małej i dużej mocy wraz z całym oprzyrządowaniem, tworzące niekiedy tzw. maszynownie, wymagają odpowiedniego przeglądu i konserwacji po sezonie nawigacyjnym (na czas zimowego przestoju jachtu), a także przygotowania do kolejnego sezonu. W Polsce i w wielu krajach na podobnej szerokości geograficznej ten przestój wynosi kilka miesięcy. Rodzaj i zakres przeglądu oraz konserwacji zależą od aktualnego stanu technicznego i liczby wypracowanych motogodzin napędu.

Przygotowanie napędu do zimowego przestoju, jak i całego jachtu, zaczyna się od wyciągnięcia jachtu z wody (slipowania) (rys. 1).

Jak widać na rysunku 1, wyciąganie jachtu z wody w zależności od wyposażenia mariny i wielkości jachtu może odbywać się za pomocą specjalnych dźwigów, ciągnika czy samochodu w miejscach do tego specjalnie przygotowanych.

Po wyciągnięciu jachtu z wody przewozi się go na odpowiednie miejsce zimowania pod gołym niebem lub w hangarze. Wybór tego miejsca zależy od możliwości mariny i finansów właściciela jachtu (rys. 2).

Niektóre jachty, szczególnie bardzo duże, mogą i zimują w wodzie, jeśli danych basenów nie skuwła lód. Biorąc pod uwagę postępujące ocieplenie klimatu, a więc coraz łżejsze zimy, wydaje się, że ten sposób będzie miał coraz więcej zwolenników. W takich warunkach możliwe jest zastosowanie urządzenia do napowietrzania wody wokół jachtu, które, umieszczone pod linią wodną, ochrania w ten sposób kadłub przed lodem. Inną metodą jest zastosowanie urządzenia sztucznie wymuszającego ruch wody wokół kadłuba. Urządzenia takie zasilane są prądem i trzeba je uruchomić, gdy temperatura spada poniżej kilku stopni Celsjusza [2].

Oryginalną metodą zimowania jest zmiana miejsca żeglugi przez niektóre jachty. Przykładem mogą być jachty, które w okresie jesiennym przenoszą się na

cieplejsze akweny, np. w okolice Gibraltaru [5], czy dalej – w zupełnie egzotyczne, ciepłe Karaiby, by znowu z nastaniem lata w Europie powrócić np. na wody Adriatyku.

Powróćmy jednak do naszych polskich warunków zimowych. Na stanowiskach zimujących jachtów dokonuje się odpowiedniego zabezpieczenia napędów na okres przestoju. Tu mowa jest głównie o napędach wbudowanych, choć wiele procedur dotyczy także napędów zaburtowych, popularnie nazywanych silnikami przyczepnymi, wygodniejszych ze względu na łatwość



Rys. 1. Różne sposoby wyciągania jachtów z wody [1, 2]



Rys. 2. Zimowanie jachtów pod gołym niebem oraz w hangarze [3, 4]

wymontowania silnika z łodzi (jachtu) i przechowania go w dowolnym ciepłym pomieszczeniu.

Przy okazji przygotowania jachtu do zimowania zaleca się wykonanie rocznego przeglądu okresowego całego napędu, czyli silnika, przekładni, linii wałów i pędnika. Okres przestoju zimowego wykorzystywany jest także do naprawy elementów napędów, często także kadłubów i takielunku. Stawia więc przed armatorami jachtów wiele trudnych zadań w chwili zakończenia sezonu nawigacyjnego. Od właściwie przeprowadzonej obsługi napędu po i przed sezonem nawigacyjnym zależy pełna gotowość żegluga jachtu z chwilą rozpoczęcia kolejnego sezonu. Trzeba tu wyraźnie zaznaczyć, że nieusunięcie w tym czasie jakiegokolwiek zauważonej, nawet najdrobniejszej usterki napędu, może być później przyczyną poważnych kłopotów w czasie żeglugi. Poważnych, bo jak wynika z analiz wypadków morskich, gdy silnik odmówił pracy, dochodziło do wielu tragedii [6].

Ogólnie i najkrócej, po dokładnym umyciu i wysuszeniu silnika oraz spuszczeniu wody chłodzącej, płynu chłodzącego z obiegu zamkniętego, oleju silnikowego i przekładniowego oraz paliwa ze zbiornika paliwowego (niekiedy zlurowaniu sprzęgła łączącego silnik z wałem śrubowym) należy wlać do jego miski olejowej ochronny olej silnikowy, np. Antykol 50S lub inny zalecany przez producenta. Tym olejem zabezpiecza się również układy paliwowy, chłodzenia oraz mechanizmy przekładni redukcyjno-nawrotnej. Natryskania ochronnym olejem wymaga również cały układ rozrządu i wewnątrz cylindra. Wszelkie otwory wlotowe i wylotowe powinny być zaślepione korkami owiniętymi papierem parafinowym. Miejsca niepokryte powłokami ochronnymi zabezpiecza się smarem ochronnym o nazwie Antykor 1 lub innym. Dotyczy to również kół napędowych po zdjęciu pasków klinowych, linii wałów i pędnika. Wszelkie punkty wymagające smarowania powinny być zgodnie z instrukcją obsługi napędu przesmarowane pod ciśnieniem. Tak zabezpieczony napęd należy przykryć pokrowcem, ale tak, by możliwa była cyrkulacja powietrza, i pozostawić na okres zimy. Po okresie zimowym, przed zwodowaniem jachtu, usuwa się z miski resztki oleju konserwującego, napełnia się miskę silnika olejem smarującym, przekładnię olejem przekładniowym, zaś instalację chłodzącą płynem chłodniczym (choć jeśli chodzi o płyn chłodniczy

to nie zawsze trzeba go wymieniać w ciągu roku). Jednoznaczne wskazania znajdzie użytkownik w instrukcji obsługi silnika.

To, jak napisałem, są ogólne wskazania do zabezpieczenia napędu na okres zimowy i mają na celu przede wszystkim niedopuszczenie do zamarznięcia wody w przestrzeniach silnika i usunięcia z niego i z przekładni zanieczyszczonych olejów oraz wody i ew. glonów ze zbiorników paliwowych. Biorąc pod uwagę wielką liczbę różnych napędów tradycyjnych i bardzo nowoczesnych, szczególnie z układami wtryskowymi Common Rail, w pełni zelektronizowanych, nie sposób poruszyć w tym artykule wszelkich szczegółów związanych z zabezpieczeniem napędów na zimę. Wiele wartościowych wskazań w tym zakresie znajdzie Czytelnik w publikacjach [7, 8].

Powróćmy jeszcze do czasu przed przystąpieniem do wyciągnięcia łodzi (jachtu) z wody, żeby zwrócić uwagę na pewien niezwykle istotny przypadek postępowania, przydatny, a nawet niekiedy konieczny, który może zmienić kolejność prac związanych z obsługą napędu po sezonie nawigacyjnym. Chodzi tu o metodę oceny stanu technicznego napędu, co do którego są podejrzenia konieczności naprawy, którą można by przeprowadzić właśnie podczas zimowego przestoju jachtu.

Uzasadnienie konieczności naprawy silnika wynika bowiem z różnych objawów nieprawidłowej jego pracy, między innymi utraty mocy, spadku prędkości obrotowej, a także nadmiernego zużycia oleju smarującego. Żeby ocenić stan techniczny silnika, należy przeprowadzić badania techniczne. Te powinny być poprzedzone informacją o pracy napędu (silnika) i ewentualnych niedomaganiach w ostatnim okresie jego eksploatacji. Daje to bowiem z jednej strony wstępne pojęcie o jego stanie technicznym, z drugiej zaś jest to o tyle istotne, że często objawy pewnych niedomagań, występujące sporadycznie w czasie żeglugi, nie pojawiają się przy jednorazowych oględzinach. Źródłem tych cennych informacji powinien być dziennik pracy napędu. Tu pozwolę sobie na uwagę: to bardzo ważny dokument, a tak lekceważony w czasie wielu rejsów! Wszelkie uwagi zawarte w dzienniku, dotyczące ogólnego pogorszenia się pracy napędu, a zatem zwiększonego zużycia paliwa i oleju, pojawienia się nienormalnych odgłosów

towarzyszących jego pracy i mechanizmów napędowych itp., służyć mogą jako wskazówki do właściwej interpretacji nieudanych i ew. koniecznej naprawy.

Po wnikliwym przestudiowaniu notatek zawartych w dzienniku trzeba przystąpić do oględzin napędu. Obserwacje powinny być przeprowadzone na jachcie będącym w normalnym stanie, krótko po zakończeniu ostatniego rejsu, a następnie po starannym oczyszczeniu z brudu silnika i mechanizmów, jeśli tego wymagają. Ze względu na trudny z reguły dostęp do ciasnych i mało oświetlonych pomieszczeń napędów, szczególnie niewielkich jachtów o długości od kilku do kilkunastu metrów, warto zaopatrzyć się w potrzebne do tego celu oświetlenie. Dokonując oględzin napędów, należy dokładnie sprawdzić, czy nie ma pęknięć, jakichś odłamań i wżerów oraz wszelkiego rodzaju uszkodzeń i nieszczelności przewodów instalacji wodnej, szczególnie w obiegu wody zaburtowej. To samo dotyczy instalacji paliwowej i olejowej wraz ze zbiornikami paliwa, rurami wlewowymi i systemem odpowietrzającym. Należy zwrócić uwagę na zewnętrzny stan silnika, wszelkiego rodzaju uszczelnienia, prawidłowość i pewność zamocowania samego silnika, jego kolektora wydechowego oraz na stan izolacji termicznej i ewentualne ślady przedmuchu spalin.

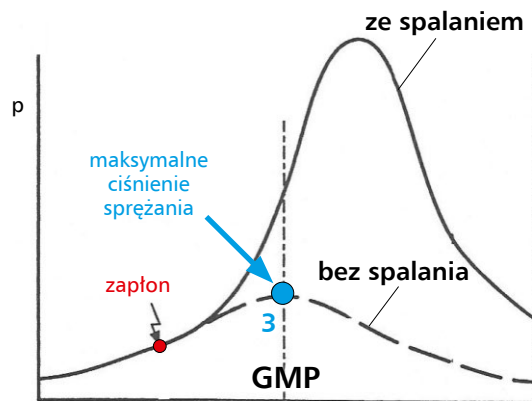
Sprawdzeniu powinny podlegać wszelkie luzy powstałe w urządzeniach i osprzęcie napędzanym przez silnik, a zatem w napędzie pompy wtryskowej i zasilającej, pompy wodnej i zęzowej oraz luzy mechanizmów napędowych i wału śrubowego. Warto, a nawet trzeba, zrobić sporo fotografii napędu, jego szczegółów i całej maszynowni, jeśli taka istnieje na dużym jachcie. Fotografie są doskonałym materiałem informacyjnym o szczegółach stanu technicznego, często niezauważalnych w czasie oględzin.

Kolejną czynnością po przeprowadzonych oględzinach, w czasie których sporządzone zostały odpowiednie notatki, powinno być uruchomienie silnika i sprawdzenie go w ruchu, po uprzednim przesterowaniu przekładni redukcyjno-nawrotnej na bieg jałowy. Przed uruchomieniem silnika (silników) należy jeszcze sprawdzić poziom oleju w misce olejowej i otworzyć zawór denny, aby napełnić wodą instalację chłodzącą. Rozruch silnika zimnego powinien być łatwy i nastąpić najwyżej za trzecim włączeniem rozrusznika. Każde z tych włączeń nie powinno trwać dłużej niż trzy, cztery sekundy. Próbę rozruchu silnika trzeba również przeprowadzić po jego nagraniu, przy czym powinien dać się uruchomić po jednorazowym włączeniu rozrusznika. Bezpośrednio po uruchomieniu zimnego silnika i w czasie jego nagrzewania zarówno przy małej, jak i dużej prędkości obrotowej silnika obserwuje się wskazania miernika ciśnienia oleju. Zwykle wartość maksymalnego ciśnienia w układzie smarowania silników Diesla wynosi 0,3 do 0,6 MPa, przy czym trzeba mieć na względzie, że może ono nieco zmaleć w miarę nagrzewania się silnika, co spowodowane jest zmniejszeniem się lepkości oleju w tych warunkach. Obserwacje pracującego silnika powinny również dotyczyć równomierności jego

pracy, prędkości obrotowej i hałaśliwości, ze szczególnym zwróceniem uwagi, czy nie występują wszelkiego rodzaju stuki i uderzenia natury mechanicznej oraz drgania silnika i mechanizmów. Do właściwego określenia stanu technicznego silnika konieczna jest również obserwacja zadymienia i koloru spalin (jeśli to możliwe) i ewentualnych ich przedmuchów.

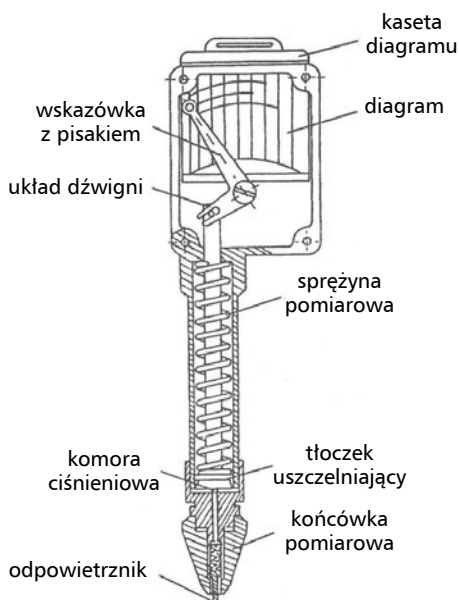
W czasie badań silnika zachodzi zwykle konieczność wyregulowania luzów zaworowych, które mają istotny wpływ na pracę silnika, a w związku z tym i na dalszy przebieg jego badań. Wartość tych luzów podaje producent w instrukcji obsługi danego silnika bądź też zaznacza je w odpowiedniej tabliczce umieszczonej na silniku wraz z uwagą, czy luz sprawdzany jest na gorącym czy na zimnym silniku. W większości silników sprawdzany i regulowany jest on na zimnym silniku.

Po całkowitym nagraniu silnika trzeba koniecznie pomierzyć ciśnienie sprężania w poszczególnych cylindrach, za pomocą przyrządu nazywanego maksymanometrem. Na podstawie porównania uzyskanych z pomiaru wartości ciśnień można sądzić o zużyciu gładzi cylindrowej, tłoków czy też zaworów. To jeden z najważniejszych pomiarów w diagnostyce tłokowych silników spalinowych, którego wyniki mówią o stanie technicznym silnika. Zatem poświęćmy mu należytą uwagę. Ten pomiar dotyczy wartości ciśnienia sprężania, w punkcie 3 zaznaczonym na fragmencie wykresu indykatorowego (rys. 3).



Rys. 3. Fragment wykresu indykatorowego z zaznaczonym punktem maksymalnego ciśnienia sprężania

W diagnostyce silnikowej pomiar ciśnienia sprężania, podobnie jak w diagnostyce lekarskiej pomiar ciśnienia, należy do wstępnych badań pozwalających określić stan techniczny „pacjenta” – silnika. Przed wszystkim pomiaru tego dokonuje się w celu stwierdzenia szczelności cylindra, a zatem oceny zużycia gładzi cylindrowej, tłoków, pierścieni, gniazd i przyłgni zaworowych. Ciśnienie to mierzy się przy wyłączonym wtrysku (dla silnika z zapłonem samoczynnym) lub wyłączonym zapłonem (dla silnika z zapłonem iskrowym). Do pomiaru ciśnienia sprężania używa się przyrządów (manometrów) umożliwiających pomiar największej wartości ciśnienia występującego w danej przestrzeni. Stąd nazywane są one maksymanometrami [9]. Często

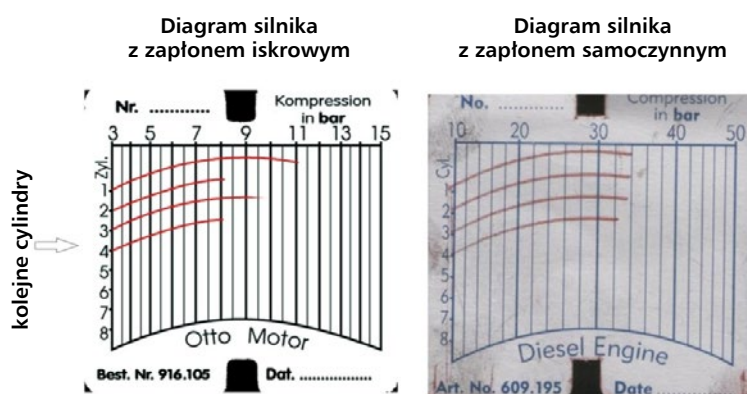


Rys. 4. Maksymanometr (próbnik ciśnienia sprężania) do silnika z zapłonem iskrowym

używana jest też nazwa: próbnik ciśnienia sprężania. Na rysunku 4 przedstawiono maksymanometr z urządzeniem piszącym, przeznaczony przykładowo do silników z zapłonem iskrowym, zwykle o zakresie pomiarowym do 15 bar. Ma on gumową końcówkę pomiarową dostosowaną do średnicy otworu na świecę zapłonową. Do tego otworu dociska się maksymanometr w czasie pomiaru ciśnienia. Przed tym silnik musi być nagrzan, wszystkie świece zapłonowe wykręcone i otwarta przepustnica. Minimalna prędkość obrotowa wału korbowego napędzanego za pomocą rozrusznika nie powinna być mniejsza od 160–200 obr./min.

Widoczna na rysunku końcówka pomiarowa jest wymieniana w zależności od średnicy otworu świcy zapłonowej. W przypadku podobnych maksymanometrów lub innych typów przyrządów, np. zwykłych manometrycznych lub uniwersalnych, przeznaczonych do silników z zapłonem samoczynnym, stosuje się zamiast końcówek dociskanych ręcznie końcówki wkręcane w otwory po wtryskiwaczach. Są one też czasami dociskane śrubami do głowicy silnika. Do tego wymagane jest zastosowanie odpowiedniej wkładki w otworze wtryskiwacza nazywanej adapterem. Ten bardziej skomplikowany system oprzyrządowania maksymanometru silnika z zapłonem samoczynnym wynika ze znacznie wyższego ciśnienia sprężania, uniemożliwiającego ręczny docisk końcówki. Zakres pomiarowy takich maksymanometrów wynosi do 50 bar. W czasie pomiaru ciśnienia w danym cylindrze także wtryskiwacze z pozostałych cylindrów muszą być wykręcone oraz wyłączone musi być dawkowanie pompy wtryskowej (np. listwa zębata w położeniu „stop”).

Rozrzut wyników pomiaru ciśnień w poszczególnych cylindrach silnika znajdującego się w dobrym stanie technicznym nie powinien przekraczać 8–10% w stosunku do największej zmierzonej wartości. Nieraz w instrukcjach silników podane są dopuszczalne rozrzuty. Nieznaczny rozrzut wartości zmierzonych ciśnień



Rys. 5. Diagramy pomiarów ciśnień sprężania

widoczny jest na diagramie silnika z zapłonem samoczynnym (rys. 5). Można powiedzieć, że są to wręcz modelowe wyniki. Gorsze wyniki widać na diagramie silnika z zapłonem iskrowym, rozrzuty są większe – nawet od 10%, ale dla tego akurat silnika takie rozrzuty zgodnie z instrukcją obsługi są jeszcze dopuszczalne. Według niej prawidłowa wartość ciśnienia wynosi 9–14 bar, minimalna wartość ciśnienia 7,5 bar, zaś maksymalna, dopuszczalna różnica ciśnień 3 bary. Biorąc pod uwagę małe wartości ciśnień w cylindrach drugim i czwartym (bliskie wartości granicznych) można powiedzieć, że zbliża się naprawa tego silnika. W przypadku takich spadków i rozrzutów ciśnień sprężania wprowadza się do cylindra ok. 5 cm³ oleju silnikowego, zwykle za pomocą strzykawki, żeby wpłynął on w szczelinę między tłokiem a gładzią cylindrową. Po wlaniu oleju i odczekaniu krótkiej chwili, aby olej wypełnił szczelinę, powtarza się pomiar ciśnienia sprężania. Jeśli okaże się, że w ponownym pomiarze, np. w drugim cylindrze, ciśnienie wzrosło o 1 do 2 bar i więcej, to świadczy to o mniejszym lub większym zużyciu pierścieni i gładzi, a nawet o uszkodzonych pierścieniach. Niewielki wzrost ciśnienia, o około 0,5 bar, wskazuje na zużytą przylgnię gniazd i zaworów, niekiedy też na uszkodzenie uszczelki głowicowej, gdy ten niewielki wzrost nastąpił w dwóch badanych sąsiednich cylindrach.

Na zakończenie omawiania pomiarów ciśnienia sprężania chciałbym zwrócić uwagę na fakt, że takie duże spadki i różnice ciśnień sprężania zdarzają się w bardzo wyeksploatowanych silnikach, i to krótko przed ich remontem. Mimo to, jak widać, zgodnie z instrukcją mogą jeszcze pracować. W silniku z zapłonem samoczynnym (silniku Diesla) taki stan nie może mieć miejsca, dlatego że odpowiednio wysokie ciśnienie jest warunkiem samoczynnego zapłonu. W przypadku zbyt niskiego zmniejszenia się ciśnienia sprężania wystąpiłyby kłopoty z rozruchem i równomiernym spalaniem, co byłoby doskonale widać na „EKG silnika”.

Po zakończeniu badania na postoju warto sprawdzić pracę silnika w czasie kontrolnego rejsu na odcinku kilku do kilkunastu mil morskich. Należy wówczas obserwować uważnie zachowanie się silnika i mechanizmów napędowych podczas ruszania i wykonywania manewrów, szczególnie przy zmianie biegu z naprzód na wstecz i odwrotnie. Dopiero podczas takiej próby



można ocenić właściwości silnika oraz jego prawidłową współpracę z przekładnią redukcyjno-nawrotną i śrubą napędową. W czasie kontrolnego rejsu warto również dokonać próby szybkości.

Opisany tok postępowania w czasie badania technicznego jest bardzo ogólny i nie wyczerpuje szerokiego tematu, jakim jest diagnostyka napędu. Istnieją tu liczne metody i sposoby badań, mające na celu określenie jego stanu technicznego. Opisana procedura, bardzo fachowa, po zakończeniu sezonu nawigacyjnego nie zawsze jest możliwa ze względu na istniejące warunki atmosferyczne i inne okoliczności, dlatego też czasem należy z tym poczekać do czasu rozpoczęcia sezonu nawigacyjnego, odpowiednio zabezpieczając napęd na czas zimowania jachtu, pod plandeką, najlepiej w hangarze.

Ze względu na różnorodność i złożoność występowania licznych niedomagań i uszkodzeń napędów nie sposób wypracować tu najlepszych procedur badawczych. Dlatego też każdorazowo badania, które mają dać odpowiedź na dręczące pytania o stanie technicznym napędu, powinny być powierzone osobom posiadającym odpowiednie kwalifikacje.

Jeśli z przeprowadzonych badań technicznych wynika, że napęd wymaga naprawy, należy określić jej zakres. Dokładny zakres prac naprawczych możliwy jest do ustalenia dopiero po dokonaniu demontażu napędu i przeprowadzeniu przeglądu jego zespołów i części. Jednak nie we wszystkich wypadkach konieczny jest demontaż całego napędu, a zatem i jego wcześniejsze wyjęcie z jachtu. Jeśli bowiem z przeprowadzonych badań technicznych wynika jednoznacznie, że przyczyną niedomagań np. silnika jest nieprawidłowo pracujący lub uszkodzony jakiś zespół osprzętu (pompa wtryskowa, wodna, wtryskiwacz itp.), który można łatwo wymienić lub naprawić po wymontowaniu, to oczywiście nie trzeba wyciągać z jachtu całego silnika. Jest to słuszne

tym bardziej, jeśli przewiduje się, że silnik w okresie przestoju pozostaje na jachcie bądź też podobna naprawa możliwa jest do przeprowadzenia w czasie normalnej eksploatacji jednostki. W każdej innej sytuacji, kiedy naprawy wymaga np. układ korbowo-tłokowy silnika czy też inne mechanizmy, należy wyjąć napęd (silnik) z jachtu, nie ma bowiem sensu przeprowadzać poważniejszych remontów napędu na jego fundamencie, gdyż ciasnota pomieszczeń silnikowych wręcz uniemożliwia wykonanie podstawowych prac naprawczych. Również we wszystkich innych wątpliwych sytuacjach lepiej wyjąć silnik i ewentualnie pozostałe mechanizmy napędowe, niż ryzykować niestaranne przeprowadzenie naprawy (oczywiście poza przypadkami montażu silnika w dużej maszynie). Należy pamiętać, że często przyczyną uszkodzeń bądź niedomagań silników, obok niewłaściwej ich eksploatacji, jest nieprawidłowo przeprowadzona naprawa. [1]

dr inż. Krzysztof Zbierski

Literatura:

- [1] <http://magazynwiatr.pl>
- [2] <https://www.drewniaczy.pl/artykul/jak-bezpiecznie-przezimowac-jacht-76323>
- [3] <https://galeon.pl/pl/o-firmie/zimowanie/>
- [4] <http://www.jacht-market.com.pl>
- [5] Kos-Jakubczak Ed., Jakubczak A.: Władcy wiatrów. Wydawca Zona Zero Sp. z o. o. Warszawa 2021
- [6] Zbierski K.: Niezawodność silnika to bezpieczeństwo żeglugi. Biuletyn Techniki Jachtowej, Warszawa 2023.
- [7] Kowalewski P.: Zimowanie łodzi. Jachting Motorowy 9/2012.
- [8] Kowalewski P.: Naprawa silników o niskiej mocy. Jachting Motorowy 10/2013.
- [9] Wajand J. A.: Pomiary szybkozmiennych ciśnień w maszynach tłokowych. WNT, Warszawa 1974