

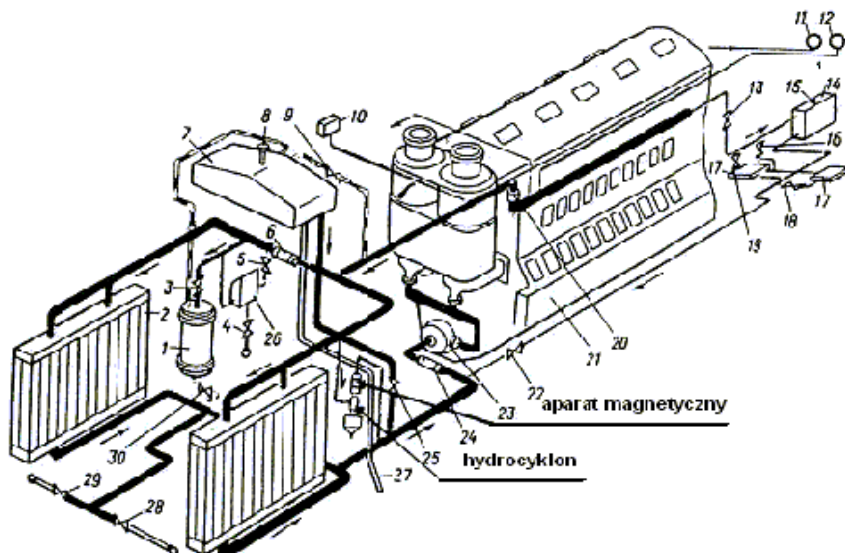
Filtracja magnetyczna wody chłodzącej zapobiegająca tworzeniu się osadów w układach chłodzenia silników spalinowych lokomotyw

W artykule zaprezentowano metodę filtracji wody w układzie chłodzenia silników lokomotyw spalinowych poprzez zastosowanie aparatu magnetycznego, hydrocyklonu i zaworu regulacyjnego. Zastosowana metoda zapobiega powstawaniu osadów (kamienia kotłowego) i korozji na powierzchniach płaszczy wodnych tulei cylindrowych, przewodów wodnych i sekcji chłodzących. Opisano procesy chemiczne i fizyczne zachodzące w trakcie ciągłej filtracji wody chłodzącej. Zaprezentowano sposoby zabudowy zestawów filtrujących w różnych układach chłodzenia silników lokomotyw spalinowych. Przedstawiono przykłady zabudowanych elementów układu filtracji na lokomotywach spalinowych wraz z wynikami eksploatacyjnymi efektywności filtracji wody chłodzącej.

1. Magnetyczna filtracja wody chłodzącej.

Kombinacja wody z różnymi domieszkami stosowana jest szeroko jako nośnik ciepła w układach chłodzenia silników spalinowych lokomotyw. Domieszki rozpuszczane w wodzie stosuje się w celu zapobiegania powstawaniu osadów i korozji w układzie silnika, przewodach i radiatorach układu chłodzenia. Jednakże dany sposób wymaga poniesienia w eksploatacji określonych kosztów związanych z przygotowaniem wody chłodzącej, dodawaniem drogich domieszek oraz ciągłą kontrolą jakości wody w czasie pracy silnika. W taki sposób przygotowana woda chłodząca jest nieprzyjazna dla środowiska przy jej utylizacji.

Specjaliści z dziedziny energetyki cieplnej i budowy lokomotyw opracowali nowy sposób walki z osadami i korozją poprzez zastosowanie aparatu magnetycznego, hydrocyklonu i zaworu regulacyjnego w układzie chłodzenia silnika spalinowego (rys. 1.). Układ filtracji zabudowany jest w gałęzi równoległej (przewodzie bocznikowym) do sekcji chłodzącej chłodnicy z możliwością regulacji ilości przepływającej wody chłodzącej przez aparat magnetyczny i hydrocyklon niezależnie od obrotów silnika spalinowego. Konstrukcja hydrocyklonu pozwala usuwać cząsteczki szlamu mniejsze niż 0,5 mikrona z wody chłodzącej, która posiada temperaturę od 70 do 80°C i określoną objętość, dla której obliczony (dobrany) jest hydrocyklon i aparat magnetyczny.



Rys.1. Jednoobiegowy układ chłodzenia lokomotywy spalinowej

1 -podgrzewacz paliwa; 2 -sekcje chłodzące; 3, 4, 5, 9, 13, 16, 18, 19, 22, 25, 28, 29, 30 -zawory; 6, 20, 24 -złączki elastyczne; 7 -zbiornik wyrównawczy; 8 -zawór do napełniania; 10 -przekaźnik termiczny; 11, 12 -termometry; 14 -nagrzewnica; 15 -zawór odpowietrzający; 17 -grzejnik; 21 -silnik spalinowy; 23, 26 -pompy wodne; 27 -rurka spustowa

Wiadomo, że wpływ pola magnetycznego na wyeliminowanie zjawiska tworzenia się osadów związany jest głównie z termodynamiczną utratą równowagi krystalicznych ciał stałych. Tworzenie się krystalicznych ciał stałych jest wynikiem zastosowanych domieszek do wody chłodzącej.

Przesycenie wody – soli osadotwórczych, przyspiesza proces tworzenia się i koncentracji krystalicznych ciał stałych. W wyniku działania sił odśrodkowych w hydrocyklonie krystaliczne cząsteczki ciał stałych odrzucane są na wewnętrzne jego ścianki i w wyniku zwiększenia ich koncentracji opadają do odstoju. Należy zaznaczyć, że proces obróbki magnetycznej wody chłodzącej powinien odbywać się w sposób ciągły. W przeciwnym wypadku następuje zahamowanie procesu tworzenia się krystalicznych ciał stałych w wyniku czego, spada jakość separacji w hydrocyklonie. Zwiększenie koncentracji krystalicznych ciał stałych i powstanie efektu zapobiegającego tworzeniu się osadów jest wynikiem kontaktu wody z polem magnetycznym w układzie zamkniętym.

Prędkość strumienia w aparacie magnetycznym ma duże znaczenie, np., zwiększenie prędkości prowadzi do zwiększenia efektu tworzenia się krystalicznych ciał stałych i do zmniejszenia powierzchni wzajemnego kontaktu z upływem czasu. Z reguły, wybór optymalnej prędkości zależy od ilościowego składu domieszek w wodzie chłodzącej.

2. Efektywność nowej metody.

W wyniku długotrwałej pracy układu chłodzenia silników spalinowych lokomotyw, w którym wykorzystywana była woda bez domieszek i technologia filtracji magnetycznej, nie stwierdzono występowania śladów korozji lub osadów (kamienia kotłowego) na powierzchniach płaszczy wodnych tulei cylindrowych, przewodów wodnych i sekcji chłodzących. Powierzchnie tulei cylindrowych i przewodów wodnych były pokryte warstwą magnetytu γ i α Fe₃O₄ o grubości mniejszej niż 4 μ m, co potwierdza właściwości antykorozyjne. Utworzenie się magnetytu nastąpiło w wyniku tego, iż pod działaniem siły elektromotorycznej w polu magnetycznym, cyrkulacja elektronów w układzie chłodzenia przyjęła określone kierunki, bardziej ujemne i równomierne. W wyniku polaryzacji powierzchni metalicznej, nastąpiła częściowa przemiana tlenku żelaza lub rdzy w tlenek żelazawy, w rezultacie czego utworzył się magnetyt γ i α Fe₃O₄.

W przypadku kiedy aparat magnetyczny był zabudowany w układzie chłodzenia silnika spalinowego z osadami na jego wewnętrznych elementach, uległy one rozpuszczeniu. Związane jest to z tym, że objętość powstałego magnetytu γ i α Fe₃O₄, była mniejsza od objętości istniejącego tlenku żelaza lub rdzy. Pod wpływem ciepła, parowania wody i rozszerzania się gazów następuje w efekcie pęcznienie i stopniowe rozpuszczanie się osadów.

W próbkach wody, pobranych po przejściu strumienia przez aparat magnetyczny, stwierdzono występowanie cząsteczek o wymiarach od 0,5 do 5 μ m. W odstoju hydrocyklonu wymiary ich były mniejsze niż 120 μ m. Wymiary zbadanych cząsteczek zestawiono w tabelicy 1 poniżej.

Wymiary cząsteczek zanieczyszczeń Tab.1

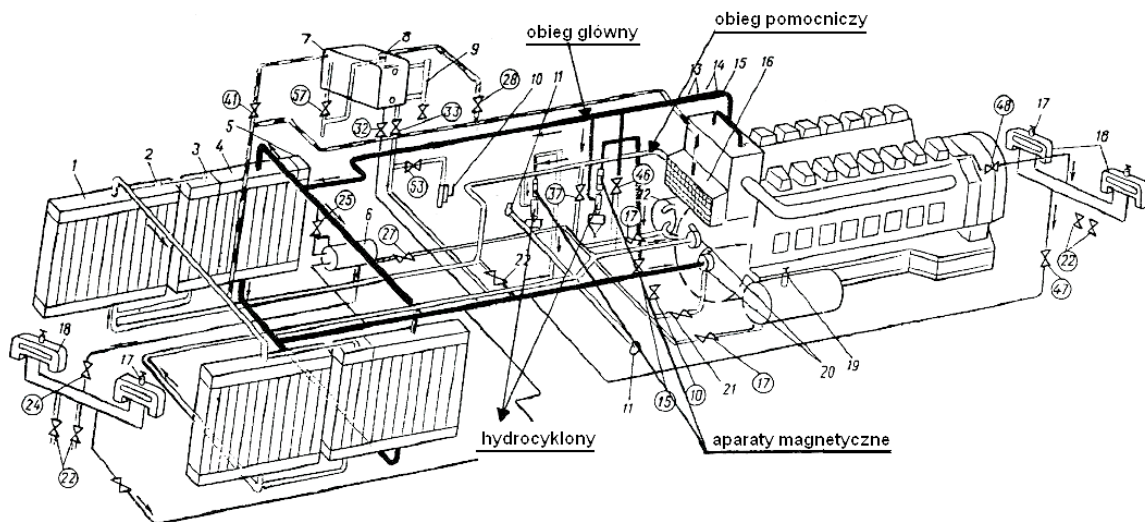
<i>Badany odcinek</i>	<i>Wymiary cząsteczek, μm</i>	<i>Skład procentowy próbki</i>
Za aparatem magnetycznym	0,5	15
	1,0	15
	2,0 – 3,0	50
	4,0 – 5,0	20
Za hydrocyklonem	0,5 – 1,0	80
	2,0 – 3,0	10
	40,0	10
W odstoju hydrocyklonu	2,2	20
	4,0	20
	44,0	10
	100,0	30
	120,0	20

W czasie pracy silnika spalinowego lokomotywy w okresie 24 godzin, cała objętość wody w układzie chłodzenia przepływa przez aparat magnetyczny i hydrocyklon około 24 – 35 razy. Jest to w pełni wystarczające, aby usunąć osady i wtrącenia metaliczne z układu chłodzenia.

3. Zabudowa elementów zestawu filtracji wody w układzie chłodzenia.

Wymagania dotyczące zabudowy aparatu magnetycznego i hydrocyklonu są następujące:

1. Jeżeli układ chłodzenia jest jednoobiegowy, to aparat magnetyczny i hydrocyklon należy zabudować zgodnie ze schematem przedstawionym na rys. 1.
2. Jeżeli układ chłodzenia jest dwuobiegowy (obieg główny – chłodzenie tulei cylindrowych; obieg pomocniczy – chłodzenie oleju), to aparat magnetyczny i hydrocyklon należy zabudować w każdym obiegu – rys. 2, uwzględniając następujące czynniki:

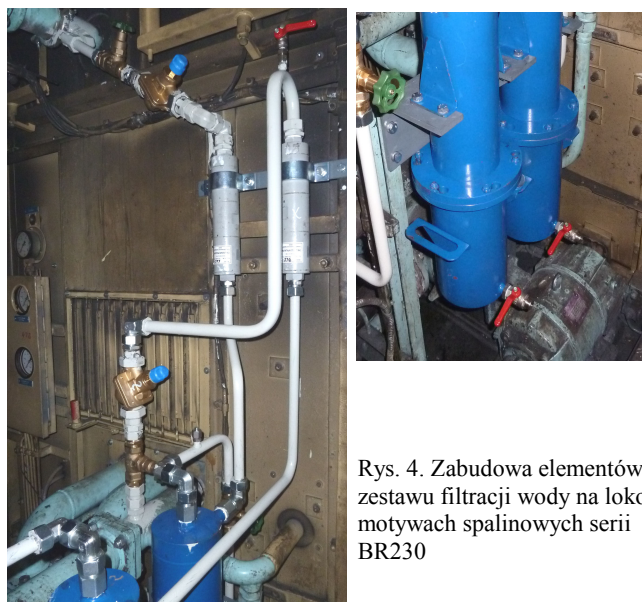


Rys.2. Dwuobiegowy układ chłodzenia lokomotywy spalinowej

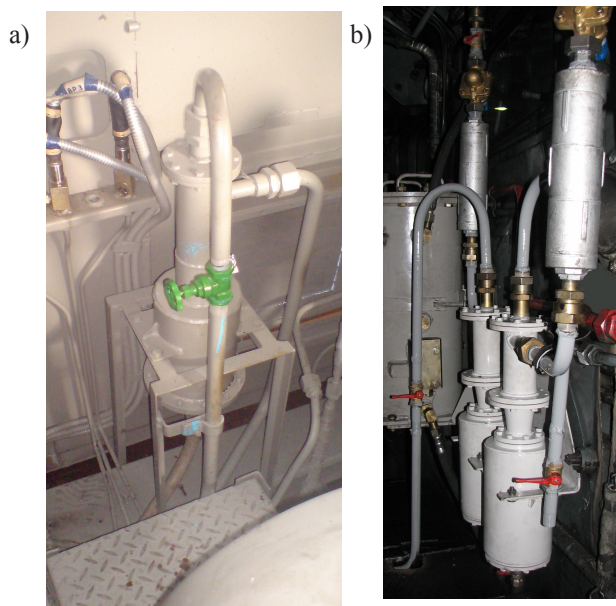
1, 3 -sekcje chłodzące; 2 -zawór; 4 -chłodnica obiegu głównego; 5 -chłodnica chłodzenia oleju; 6 -podgrzewacz paliwa; 7 -zbiornik wyrównawczy; 8 -zawór bezpieczeństwa; 9 -wskaźnik poziomy wody; 10 -pompa ręczna; 11 -złączki; 13, 14 -czujniki temperatury; 15 -termometr; 16 -chłodnica powietrza; 17, 19 -zawory powietrzne; 18 -wymienniki ciepła; 20 -pompa wodna; 22, 46 -zawory obiegu głównego i pomocniczego; 10, 15, 17, 21, 24, 25, 27, 28, 32, 33, 37, 41, 47, 48, 53, 57 -zawory

2.1. W przypadku stałego połączenia pomiędzy dwoma obiegami, kiedy zawór łączący obydwa obiegi jest otwarty, a twardość wody wynosi mniej niż 6 mg/l, aparat magnetyczny i hydrocyklon należy zainstalować na jednym z dwóch obiegów. Jeżeli twardość wody jest większa niż 6 mg/l, aparat magnetyczny i hydrocyklon należy zainstalować na obydwu obiegach.

2.2. W przypadku braku połączenia pomiędzy obydwooma obiegami, kiedy zawory 22 i 46 są zamknięte (rys. 2), aparat magnetyczny i hydrocyklon należy zainstalować na obydwu obiegach niezależnie od twardości wody.



Rys. 4. Zabudowa elementów zestawu filtracji wody na lokomotywach spalinowych serii BR230



Rys. 3. Zabudowa elementów zestawu filtracji wody na lokomotywach spalinowych

a) lokomotywy serii 2TE116; b) lokomotywy 2TE10

4. Wnioski.

1. Wyniki eksploatacji nadzorowanej lokomotyw spalinowych z zabudowanymi układami magnetycznej filtracji wody chłodzącej, a następnie wieloletnie doświadczenia z eksploatacji seryjnej lokomotyw, potwierdziły efektywność zastosowanej metody filtracji. Lokomotywy spalinowe wyposażane są w trakcie planowych ich napraw w przedmiotowe zestawy filtracji wody chłodzącej – rys. 3, 4.

2. W trakcie planowych przeglądów kontrolnych P1 lokomotyw, przeprowadzanych co 30 dni, odbywa się regularne opróżnianie odstoju szlamu. Ustalono, na podstawie danych eksploatacyjnych, że w trakcie opróżniania odstoju na P1 usuwanych jest średnio od 50 do 80g „twardego” szlamu z układu chłodzenia silnika spalinowego lokomotywy.
3. W układzie wodnym lokomotyw serii SM48 zabudowywany jest jeden zestaw filtra magnetycznego; na lokomotywach serii ST44, w tym zmodernizowanych z silnikiem spalinowym CN26/26, montowane są dwa zestawy, jak przedstawiono na rys. 4.