

dozór techniczny

Cena 63 zł
(w tym 5% VAT)

4-5

2014

WYDAWNICTWO SIGMA  NOT

PL ISSN 0209-1763



DOZÓR TECHNICZNY

dwumiesięcznik, rok powstania: 1969

CENY REKLAM W PLN

MODUŁ	WYMIAR		CZARNO-BIAŁE	KOLOR
	POZIOM	PION		
1/1		205 mm x 290 mm (+ spad) 185 mm x 257 mm	1700	3400
1/2	185 mm x 130 mm	90 mm x 257 mm	1250	2500
1/3	185 mm x 84 mm	60 mm x 257 mm	950	1900
1/4	185 mm x 62 mm	90 mm x 130 mm	750	1500
IV okładka				5100
II lub III okładka				4250
artykuł promocyjny		1 strona A4	1700	
wrzutka (do 20 g)			1000	

Powyższe koszty dotyczą ogłoszeń gotowych do druku (plik postscriptowy wraz z kromalinem). Koszty przygotowania materiałów do druku wymagają każdorazowego uzgodnienia.

WARUNKI TECHNICZNE: przyjmujemy pliki otwarte (qxd, cdr, ai – z załączonymi czcionkami lub czcionkami zamienionymi na krzywe) oraz pliki w formatach: tiff, eps, jpg, pdf, ps (composite); dla wszystkich formatów obowiązuje rozdzielczość minimum 300 dpi przy rzeczywistych rozmiarach i w trybie CMYK, wzorcowy wydruk lub w przypadku przesyłki elektronicznej plik PDF; nośnik: poczta elektroniczna, FTP, CD, ZIP.

RABATY: 2 do 3 powtórzeń – 15% rabatu, 4 i więcej powtórzeń – 25% rabatu.

TREŚĆ CZASOPISMA: zagadnienia techniczne i organizacyjne związane z urządzeniami technicznymi podlegającymi dozorowi technicznemu, takimi jak kotły parowe i wodne, rurociągi, zbiorniki ciśnieniowe, wytwornice acetylenowe, dźwigi, suwnice, żurawie, podesty, wciągarki – w zakresie projektowania, wytwarzania i eksploatacji tych urządzeń. Analizy awarii i nieszczęśliwych wypadków. Zagadnienia certyfikacji wyrobów, systemów zarządzania oraz personelu badań nieniszczących.

GRUPA DOCELOWA: inżynierowie i technicy nadzoru technicznego, konstruktorzy, technolodzy oraz pracownicy jednostek naukowo-badawczych. Zakłady produkcyjne i montażowe, laboratoria, zakłady energetyczne, instytuty naukowe, ośrodki badawczo-rozwojowe, wyższe uczelnie techniczne.

ROZPOWSZECHNIANIE: kolportaż własny, wyłącznie w prenumeracie, Punkt Sprzedaży Wydawnictwa SIGMA-NOT, Portal Informacji Technicznej www.sigma-not.pl, promocja na imprezach targowych.

TERMIN PUBLIKACJI: 25. każdego nieparzystego miesiąca.

WARUNKI ZAMIESZCZANIA REKLAM: wszystkie ceny podane są w PLN i są cenami netto (trzeba uwzględnić podatek VAT 23 %). Zamówienia wraz z materiałem należy przekazać do Działu Reklamy i Marketingu na 6 tygodni przed planowaną publikacją. W ramach usługi Zleceniodawcy przesyłany jest listem poleconym jeden egzemplarz okazowy czasopisma wraz z fakturą. W przypadku wycofania się po złożeniu pisemnego zamówienia Zleceniodawcę obowiązuje opłata manipulacyjna w wysokości 10% wartości zlecenia netto. Wycofanie się Zleceniodawcy w ciągu ostatnich 14 dni i mniej przed ukazaniem się czasopisma nie zwalnia go od obowiązku uregulowania pełnej zapłaty za zamówioną reklamę lub ogłoszenie płatne.



dozór | 4-5 techniczny | (273-274) 2014

PISMO DOZORU W TECHNICZNYCH PODLEGLYCH MINISTROM: GOSPODARKI, INFRASTRUKTURY ORAZ OBRONY NARODOWEJ, POŚWIĘCONE PROBLEMOM NAUKOWYM, TECHNICZNYM, EKONOMICZNYM I ORGANIZACYJNYM DOZORU TECHNICZNEGO, ODZNACZONE ZŁOTY ODZNAK HONOROWY SEP, ODZNAK HONOROWY SIMP ORAZ ZŁOTY ODZNAK HONOROWA „ZASŁUŻONY DLA ENERGETYKI”

Dwumiesięcznik

Warszawa

Lipiec–Październik

SPIS TREŚCI

EKSPLOATACJA

R. Jastrzębski, B. Cyganek, J. Przytuła, I. Jastrzębska, K. Szczyrbak – Teoria wykształcenia fizycznego spawaczy i lutownicy gazowych kluczem do kopiowania ruchów spawacza na ruchy robota	73
J. Marjanowski, A. Nalikowski – Kontrola i monitoring jakości wody w układach chłodzenia	83
R. Stanek, S. Danisz – Kuchta – LM Serwis PRO – Diagnostyka w trybie zdalnym realizowana jako usługa w formie SaaS (Software as a Service)	88
P. Gawron, P. Jurasz – Zmiany wytycznych dotyczących jakości czynnika obiegowego w układach wodno-parowych bloków energetycznych	91

KONFERENCJE

XV Konferencja Naukowo-Techniczna pn.: Udział chemii energetycznej we wzroście efektywności urządzeń	94
--	----

15 Konferencji Naukowo-Technicznych pn.: Udział chemii energetycznej we wzroście efektywności urządzeń	95
--	----

WSPOMNIENIE POŚMIERTNE

Prof. Włodzimierz Walczak (21.03.1937 r. – 14.08.2012 r.) . . .	97
---	----

Z ARCHIWUM

Nieszczęśliwe wypadki i niebezpieczne uszkodzenia dźwignów w latach 2003-2010. Część 2.	98
---	----

Nieszczęśliwe wypadki i niebezpieczne uszkodzenia suwnic w latach 2003 – 2010.	99
--	----

Nieszczęśliwe wypadki i niebezpieczne uszkodzenia przy eksploatacji żurawi, podestów ruchomych, przenośników kabinowych, wózków jezdniowych podnośnikowych, dźwigników, wciągarek i pozostałych urządzeń transportu bliskiego w latach 2003-2010	104
--	-----

Warunki prenumeraty

Zamówienia na prenumeratę czasopism wydawanych przez Wydawnictwo SIGMA-NOT można składać w dowolnym terminie.

Wpłaty na prenumeratę można dokonywać na ogólnie dostępnych blankietach w Urzędach Pocztowych (przekazy pieniężne) lub Bankach (polecenie przelewu), przekazując środki na adres:

Wydawnictwo SIGMA-NOT Spółka z o.o.
ul. Ratuszowa 11
00-950 Warszawa, skr. poczt. 1004
Konto:
Bank PEKAO SA
81 1240 6074 1111 0000 4995 0197

Na blankiecie wpłaty należy czytelnie podać nazwę zamawianego czasopisma, liczbę zamawianych egzemplarzy, okres prenumeraty oraz własny adres.

Egzemplarze pojedyncze oraz archiwalne można zamawiać pisemnie, kierując zamówienia na adres: **Zakład Kolportażu Wydawnictwa SIGMA-NOT Sp. z o.o., ul. Ku Wiśle 7, 00-707 Warszawa, tel. 22 840-30-96,**

Dział Reklamy i Marketingu, 00-950 Warszawa, ul. Ratuszowa 11, tel. 22 827-43-65, 22 619-22-41 wew. 215, e-mail: reklama@sigma-not.pl

W przypadku zmiany cen w okresie objętym prenumeratą Wydawnictwo zastrzega sobie prawo do występowania o dopłatę różnicy cen oraz prawo do realizowania prenumeraty tylko w pełni opłaconej.

Cena 1 egzemplarza (netto/brutto) – 30,00 zł/31,50 zł

Cena prenumeraty rocznej w wersji papierowej (netto/brutto) – 180,00/189,60 zł

Prenumerata ulgowa – rabat 50% od ceny podstawowej

Redakcja nie odpowiada za treść ogłoszeń.

WYDAWNICTWO CZASOPISM
I KSIĄŻEK TECHNICZNYCH

SIGMA NOT

Spółka z o.o.

00-950 Warszawa
skrytka pocztowa 1004
ul. Ratuszowa 11

Redaktor naczelny: inż. Wacław PLEWKO

współpraca: Ryszard Jastrzębski, Jan Marjanowski

RADA PROGRAMOWA

Mgr inż. Henryk Kamiński (przewodniczący), inż. Wojciech Agolzer, inż. Stanisław Duchliński, doc. dr inż. Ewa Hajewska, doc. dr inż. Jerzy Jeleńkowski, mgr inż. Andrzej Kasprzycki, mgr inż. Andrzej Kolasa, inż. Romuald Mazurek, prof. dr hab. inż. Tadeusz Niezgodziński, dr inż. Zdzisław Rechul, inż. Stanisław Szymański, mgr inż. Adam Wocial.

REDAKCJA: 02-353 Warszawa, ul. Szczęśliwicka 34, tel. 509 874 858, e-mail: dozortechiczny@sigma-not.pl

Adres do korespondencji: Wydawnictwo SIGMA-NOT Sp. z o.o.

Redakcja „Dozoru Technicznego”, 00-950 Warszawa, skr. poczt. 1004, ul. Ratuszowa 11

Wersja pierwotna czasopisma – papierowa.

Internet: <http://www.sigma-not.pl>, Prenumerata: e-mail: kolportaz@sigma-not.pl, Informacje: e-mail: informacja@sigma-not.pl, Reklama: e-mail: reklama@sigma-not.pl

INDEKS 35561

Nakład do 1000 egz. PL ISSN 0209-1763

RYSZARD JASTRZĘBSKI – dyrektor Instytutu Łączenia Metali w Krakowie
 BOGUSŁAW CYGANEK¹⁾ – dr hab. inż. informatyki, Akademia Górniczo-Hutnicza
 im. St. Staszica w Krakowie
 JAROSŁAW PRZYTUŁA²⁾ – z-ca głównego spawalnika SKM Sp. z o.o. Złotów k. Bydgoszczy
 ILONA JASTRZĘBSKA – Akademia Górniczo Hutnicza im. St. Staszica w Krakowie
 KORDIAN SZCZYRBAK – instruktor TechnolKonstrzëbski Co

Teoria wyszkolenia fizycznego spawaczy i lutowaczy gazowych kluczem do kopiowania ruchów spawacza na ruchy robota

Wprowadzenie

Pomimo, że spawanie gazowe jest najstarszą metodą spawania i nadaje się do łączenia wszystkich metali dotąd nikt jeszcze nie zrobotyzował spawania acetylenowo-tlenowego gdyż są trudności z sterowaniem wizualnym w czasie rzeczywistym, czyli „widzeniem” przez komputer „bardziej mózgiem niż optyką”. Doświadczenia AWF w szkoleniu judo i doświadczenia ze szkolenia nurków spawaczy mogą wiele wnieść nie tylko do szkolenia spawaczy, ale również do tworzenia algorytmów robotyzacji.

Jeszcze w latach 90-tych spawanie gazowe królowało w spawaniu kotłów energetycznych. Dzisiaj spawanie gazowe sprowadza się do spawania stalowych instalacji gazu ziemnego, instalacji wodnych i do spawania i lutowania miedzi w ciepłownictwie i chłodnictwie. Spawanie gazowe jest jedyną metodą, która gwarantuje wysokiej jakości połączenia spawane mosiądzu i napraw mosiężnych śrub okrętowych (12). W Krakowie spawanie gazowe stosuje się do spawania aluminiowych osłon samolotów MIG. Firma Castolin ze Szwajcarii opracowała wiele technologii regeneracji spawaniem gazowym części maszyn.

Możliwości uczenia robotów przez obserwację kwadrowizyjną ruchów człowieka

Praktyczne rozwiązanie problemów robotyzacji można znaleźć w projekcie Laboratorium Technik Wizyjnych Uniwersytetu Tokijskiego i Uniwersytetu Telekomunikacji w Japonii. Bezpośrednie zaprogramowanie robotów do wykonywania skomplikowanych ludzkich czynności jest niemożliwe, więc koniecznym stało się opracowanie mechanizmu, za pomocą którego robot samodzielnie mógłby się ich nauczyć. Jest to proces polegający na obserwacji człowieka, analizie ruchów (gestów), a następnie ich nauce i szkoleniu (rys 1).

Robot analizuje czynności wykonywane przez człowieka za pomocą sensorów wizualnych.

Na podstawie danych pobranych z *data glove* tworzy przybliżony model wykonywanych czynności. Następnie wybiera punkt koncentrowania uwagi AP (*Attention Point*), czyli te części procesu, które są niezbędne do rozbudowania modelu.

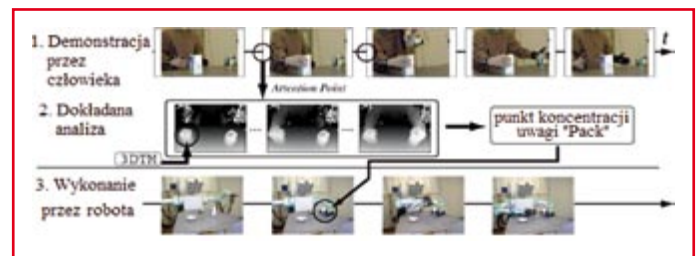
Używając dokładniejszych sensorów (stereowizji) obserwuje się AP za pomocą techniki 3 DTM, analizując kształt obiektu oraz precyzyjnie obliczając jego trajektorię ruchu. Na podstawie analizy AP sporządza się szczegółowy model czynności.

Aby stworzyć abstrakcyjny model, robot wykonuje ponownie tę samą czynność w innych warunkach.

Nabywanie poziomów ruchów człowieka (gestów) przez robota (*Behavior level*) odbywa się w następujących etapach:

a) Robot obserwuje ruch wkładanego obiektu za pomocą dziewięciopunktowej stereowizji (*eye stereo vision*).

- b) Uzyskuje zmiany położenia pomiędzy dotykanyymi obiektami.
 c) Analizuje każdy związek między obiektami za pomocą Analizy DOF (*Dimension of Freedom*).
 d) Do każdej zmiany dopasowuje prostą operację tzw. *sub skill*.
 e) Wykonuje tę samą czynność wkładając wykonując po kolei odpowiednią *sub skill*.



Rys. 1. Proces uczenia robota obserwującego ludzkie ruchy. a) człowiek demonstruje czynność, b) Szczegółowa analiza, c) robot wykonuje czynność (13)

Takie czynności łatwo wykonać w przypadku uczenia robota wsadzania sworzni do otworu. W przypadku spawania gdzie są problemy z obserwacją i określeniem wielkości jeziora jest to o wiele trudniejsze lecz możliwe. Przedstawione poniżej badania przybliżą nas do pokonania tych trudności.

Regulacja płomienia palnika acetylenowo-tlenowego

Regulacja palnika jest istotnym elementem jakości spawania gazowego. Aby zapalić palnik należy odkręcić trochę tlenu, odkręcić więcej acetyleny i zapalić. Jeżeli płomień oderwie się od palnika to wówczas należy przykręcić acetylen, a po „przyklejeniu się płomienia” do dyszy ustawić płomień normalny poprzez odkręcenie tlenu. W celu zmniejszenia płomienia wydłużamy go poprzez przykręcenie tlenu (tlen pobierany jest dużą powierzchnią z powietrza) i regulujemy płomień przykręcając acetylen. Aby zwiększyć płomień należy wydłużyć go poprzez odkręcenie acetyleny i wyregulować odkręcając tlen. Ponieważ ciśnienie tlenu przy spawaniu palnikami inżektorowymi³⁾ (3 bary) na wylocie reduktorów jest 10 razy większe niż ciśnienie acetyleny (0,3 bara) bardzo łatwo rozdmuchuje jezioro ciekłego metalu tlenem. Gdy zawór tlenowy nie jest odpowiedniej jakości, wtedy nawet dochodzi do sytuacji, w której ruch ręką powoduje „dmuchanie tlenem”. Dlatego wyselekcjonowany palnik po regulacji płonienia w zakładzie regeneracji powinien być przyporządkowany do spawacza, który o niego dba.

³⁾ W palnikach zwanych też smoczkowymi tlen, którego ciśnienie w zwężce zamieniono na prędkość zasysa acetylen. Powoduje to dobre wymieszanie tlenu z acetylenem w odpowiednio ustawionej proporcji.

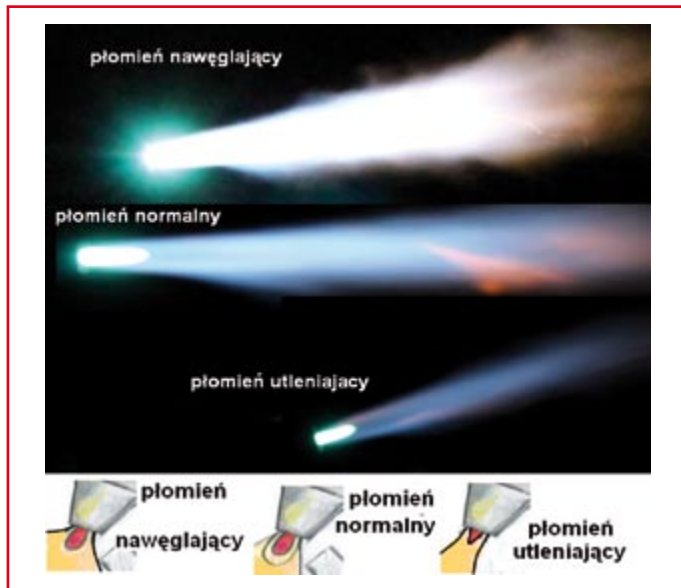
¹⁾ Nurek-spawacz gazowy

²⁾ Mistrz Polski judo, mgr Akademii Wychowania Fizycznego w Gdańsku

W zależności od rodzaju spawanego materiału wyróżniamy trzy rodzaje płomienia:

- płomień utleniający do spawania miedzi,
- płomień nawęglający do spawania aluminium i lutowania twardego
- płomień normalny do spawania stali.

Jak pokazuje rys. 2 płomień normalny powinien posiadać ciemne jąderko, białą strefę odtleniającą i żółto-czerwoną kity. Płomień utleniający powinien mieć krótkie ostre jąderko, a płomień nawęglający nie posiada strefy odtleniającej i posiada dużą kity.



Rys. 2 Zdjęcia oraz schemat graficzny 3 typów płomienia

Jak pokazuje rys. 2 na fotografii nie tak łatwo dostrzec te strefy płomienia acetylenowo-tlenowego. Człowiek rozróżnia je bo bardziej widzi mózgiem niż optyką. Oznacza to, że do zrobotyzowania spawania gazowego potrzebne jest komputerowe przetwarzanie informacji. Jak pokazano w literaturze (3) aby komputer rozpoznawał granicę pomiędzy roztopionym a nie roztopionym metalem (granicę jeziorka) potrzebny jest dosyć skomplikowany algorytm porównywania z wzorcem wymagający bardzo szybkiego komputera. Jak wynika z literatury (2) człowiek przez przetwarzanie przestrzenne obrazu może na podstawie ugięcia jeziorka ciepłego metalu ciśnieniem gazów płomienia może określić głębokość wtopienia. Podobnie jest z optycznym sterowaniem regulacją płomienia i prowadzeniem płomienia 2-3 mm pomiędzy jądrem a jeziorkiem ciepłego metalu. Dlatego jak dotąd nikt nie zrobotyzował spawania gazowego. Przydałoby się do spawania stopów miedzi (czy omówionej w niniejszym artykule regeneracji śrub okrętowych (12). Do tego potrzebna jest omówiona poniżej komputerowa analiza obrazów.

Sterowanie wizualne procesem spawania gazowego – przegląd algorytmów

Tak jak zostało to już stwierdzone, zautomatyzowanie przemysłowe spawania gazowego wymaga sterowania wizualnego robotem spawalniczym. Jednakże problem ten jest nie łatwy gdyż do kontroli pozostaje wiele parametrów, których ustawienie wymaga pomiaru bieżących parametrów procesu. W odniesieniu do parametrów spawania, pomiar ten może być wykonany za pomocą kamery podłączonej do komputera z odpowiednim algorytmem analizy obrazu. Stworzenie tego oprogramowania również nie jest zadaniem łatwym. Po pierwsze należy określić czego szukamy w obrazie, a następnie wybrać odpowiednią metodę analizy obrazu. Z pomocą przychodzą nam metody i algorytmy opisane w pracach prof. Cyganka. Podstawowe parametry do określenia na podstawie analizy płomienia palnika gazowego to:

- kolor oraz wielkość płomienia
- granica oraz kształt jeziorka spawalniczego

W wielu systemach rozpoznawania obiektów wykorzystuje się modele szukanych obiektów. Mogą one być zdefiniowane w różny sposób, np. jako obiekty przykładowe, których podobnych kopii szukamy w obrazach. W innych przypadkach, jest to opis matematyczny określający podstawowe właściwości szukanych obiektów. Opis ten często pochodzi z wiedzy eksperta. W przypadku płomienia palnika, szukana część obrazu będzie najprawdopodobniej najjaśniejszą częścią obrazu, o wymiarach które można wpisać w prostokątny obszar. Charakterystyczną cechą jest jądro płomienia oraz jego kity, z drugiej strony obszaru płomienia.

Do analizy obrazu można wykorzystać wiele metod obliczeniowych, takich jak:

- Filtracja liniowa i nieliniowa
- Momenty statystyczne
- Analiza częstości występowania cech za pomocą histogramów
- Analiza Fouriera
- Analiza tekstur
- Morfologia matematyczna
- Metody tensorowe

oraz wiele metod pokrewnych. Niestety, zastosowanie odpowiedniej kombinacji metod, wraz z wyborem ich parametrów, wymaga dogłębnej wiedzy projektanta i ściśle zależy od rozwiązywanego problemu. Stąd też nie ma metod uniwersalnych, które w sposób automatyczny dostarczą nam odpowiedzi na szukane pytania. Metody takie, o ile istnieją, muszą być indywidualnie zaprojektowane, wprowadzone, a następnie przetestowane.

Matematycznie, obraz cyfrowy I można przedstawić jako prostokątną macierz o wymiarach $M \times N$, w której każdy element wektorem o wartościach (r, g, b) , w przypadku obrazów kolorowych, lub też pojedynczą wartością I , w przypadku obrazów monochromatycznych. Własność tę możemy zapisać jako:

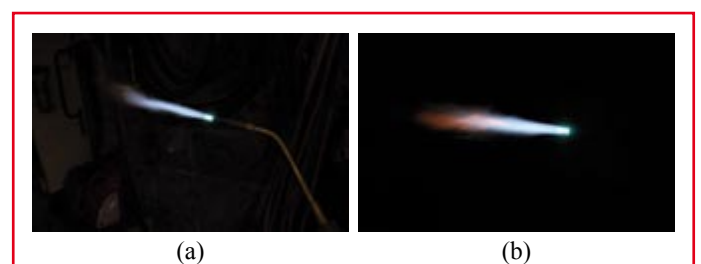
$$I: \{m, n, (r, g, b)\}, \quad 1 \leq m \leq M, \quad 1 \leq n \leq N. \quad (1)$$

W przypadku obrazów kolorowych, zamiana na wersję monochromatyczną jest bardzo prosta i przeważnie polega na policzeniu wartości średniej kanałów kolorowych, czyli

$$I = \frac{1}{3}(r + g + b). \quad (2)$$

Przejsie do drugiej stronie, tzn. z obrazu monochromatycznego do kolorowego, nie jest zadaniem łatwym i wymaga dodatkowych metod i założeń.

Rys. 3. przedstawia przykładowe kolorowe obrazy palnika do spawania gazowego przy różnych nastawach płomienia.

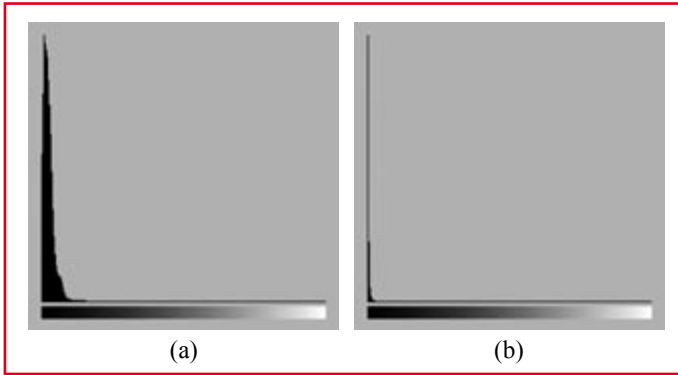


Rys. 3. Przykładowe obrazy zapalnego palnika do spawania gazowego z różnymi nastawami płomienia (a) oraz (b)

Pierwszy problem to warunki akwizycji obrazu, czyli rodzaj użytej kamery, rodzaj obiektywu i ewentualnych filtrów optycznych, ogniskowej obiektywu, odległości od palnika, oświetlenia zewnętrznego, czasu przesłony, itd. Należy pamiętać, że promieniowanie docierające do kamery z samego obszaru płomienia jest bardzo silne. Oznacza to, że zakres wartości (dynamika) sygnału intensywności jest bardzo duży – wartości tła są bliskie 0, podczas gdy wartości płomienia osiągną wartości maksymalne. Powoduje to zupełną dominację obszaru płomienia i „zgubienie” innych obiektów. Przy nieprawidłowych na-

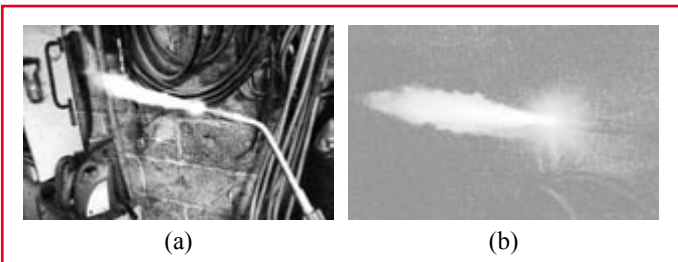
stawach może dojść do prześwietlenia obszaru płomienia, co w praktyce uniemożliwi prawidłową interpretację zawartości obrazu. Pierwszym narzędziem, które pozwala nam ocenić rozkład wartości sygnału intensywności w obrazie jest histogram. Jest to wykres odzwierciedlający ilość pikseli obrazu dla każdej z możliwych wartości. Często histogram jest określany nie dla każdej możliwej wartości, tak jak 0, 1, 2, itd., lecz dla przedziałów wartości, czyli np. 0-8, 9-15, itd.

W celu obliczenia histogramów, obrazy z 3 zostały najpierw przekształcone do postaci monochromatycznej poprzez uśrednienie wartości poszczególnych wartości koloru dla każdego piksela, zgodnie z równaniem (1). Rys. 4 przedstawia histogramy obliczone z obrazów z 3. Widać, że dominujące są wartości bliskie 0, czyli oznaczające bardzo liczne miejsca otaczające płomień.



Rys. 4. Histogramy obrazów z rys. 1 po przetworzeniu do postaci monochromatycznej. Oś pozioma przedstawia wartości intensywności sygnału w zakresie [0-255], natomiast oś pionowa częstotliwość wystąpienia każdej z wartości sygnału

Dodatkowa informacja może być wyłonią w obrazie po wyrównaniu histogramu. Jest to proces takiego przekształcenia wartości pikseli, aby wynikowy histogram nie wykazywał koncentracji wartości tylko w jednym miejscu, tak jak w przypadku histogramów na rys. 4. W wyniku tego procesu, jesteśmy w stanie dostrzec inne obiekty w scenie, tak jak w przypadku obrazu 5(a).



Rys. 5. Obrazy z rys. 1 po wyrównaniu histogramów. W przypadku (a) uzyskano informację o dodatkowych obiektach w scenie. Natomiast w przypadku (b) obiekty takie nie są widoczne ze względu na nieprawidłowe nastawy modułu akwizycji obrazu (kamera oraz optyka kamery)

Jednakże w drugim przypadku, przedstawionego na 5(b), proces wyrównywania histogramu niestety nie ujawnia żadnej dodatkowej informacji ze względu na złe parametry ustawienia kamery.

Ze względu na silne promieniowanie, płomień palnika, w naturalny sposób jest jedną z najjaśniejszych części obrazu. Własność tę wykorzystać można do wydzielenia obszaru płomienia od reszty obrazu wykorzystując prostą metodę progowania. Proces ten przebiega zgodnie z poniższą zależnością

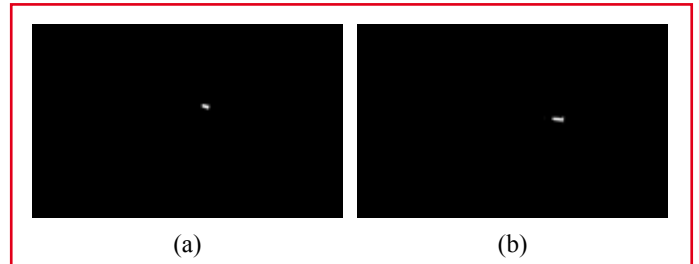
$$T(\mathbf{I}) = \begin{cases} 0, & \text{jeżeli } \mathbf{I}(m,n) < I_r \\ 255, & \text{w przeciwnym przypadku,} \end{cases} \quad (3)$$

gdzie $I(m,n)$ oznacza wartość piksela na pozycji m, n , natomiast I_r oznacza wartość progową. 6 przedstawia obrazy z rys. 1 przetworzone zgodnie z procesem opisanym wzorem (3).



Rys. 6. Widok kity płomienia po operacji progowania

Na rys. 6 wyodrębnione zostały obszary płomienia. Kształt płomienia może być dalej analizowany, np. z wykorzystaniem metody momentów statystycznych lub też za pomocą morfologii matematycznej (13) - (15). W tym przypadku wartość progu została ustawiona na $I_r=200$. Z kolei rys. 7 przedstawia jądro płomienia, uzyskane po ustawieniu wartości $I_r=230$.



Rys. 7. Widok jądra płomienia otrzymany po progowaniu obrazu

Jednym z problemów podczas stosowania metody progowania jest konieczność znajomości wartości progu I_r . Może ona być wyznaczona na podstawie analizy statystycznej sekwencji obrazów palnika wykonanych jednym typem kamery lub też za pomocą metod adaptacyjnych.

Morfologia matematyczna jest nieliniowym procesem przetwarzania obrazu. Polega ona na wybraniu tzw. elementu morfologicznego, który definiuje lokalny obszar wokół każdego wybranego położenia pikseli (x,y) . Podstawowe operacje morfologiczne to erozja i dylatacja, zdefiniowane jak poniżej:

$$E(\mathbf{x}) = \min_{\mathbf{y} \in S^*} [\mathbf{I}(\mathbf{x} + \mathbf{y}) - s^*(\mathbf{y})], \quad (4)$$

$$D(\mathbf{x}) = \max_{\mathbf{y} \in S} [\mathbf{I}(\mathbf{x} + \mathbf{y}) + s(\mathbf{y})], \quad (5)$$

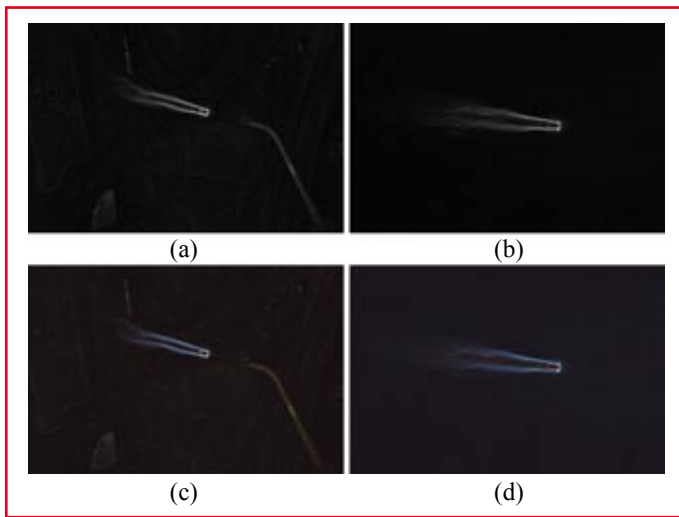
gdzie S oraz S^* oznaczają obszar elementu strukturalnego, indeksowanego wektorem \mathbf{y} , natomiast s^* oraz s są wartościami elementu strukturalnego. W szczególności mogą one być ustawione na 0, co oznacza wyłącznie przetwarzanie wartości pikseli obrazowych. Wektor $\mathbf{x}=(m,n)$ oznacza położenie piksela w obrazie \mathbf{I} . Jak widać, operacje te to odpowiednio znajdowanie minimum, czy też maksimum, z różnicy lub sumy wartości piksela oraz elementu strukturalnego.

Bardzo użytecznym operatorem jest morfologiczny gradient (8) - (9), który można obliczyć na podstawie erozji i dylatacji w następujący sposób

$$G(\mathbf{I}) = D(\mathbf{I}) - E(\mathbf{I}) \quad (6)$$

Rys. 8 przedstawia wyniki morfologicznej erozji (4) oraz morfologicznego gradientu (6), policzonych dla obrazów z Rys. 3. Ciekawostką jest to, że gradient na rys. 6 policzony został dla obrazu kolorowego, zgodnie z metodą opisaną w książce (13). Widać, że morfologia matematyczna umożliwia wyodrębnienie obwiedni płomienia, często wraz z zarysem samego palnika. Umożliwia to m.in. pomiar długości płomienia. Nie bez znaczenia jest też możliwość analizy koloru kity płomienia w przypadku analizy obrazów kolorowych.

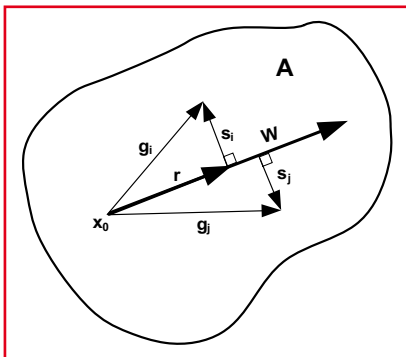
Bardziej szczegółowa analiza obrazu możliwa jest z wykorzystaniem metod zaawansowanej analizy obrazu, do których zaliczyć



Rys. 8. Morfologiczna erozja (górny wiersz) oraz morfologiczny gradient (dolny wiersz) dla obrazów z rys 1.

można tzw. tensor strukturalny (15), (13). Obliczenie tensora strukturalnego polega na znalezieniu takiego wektora w , który w najlepszy sposób reprezentuje lokalne otoczenie wyszczególnionego piksela x_0 w sensie najlepszego dopasowania do wszystkich wektorów gradientu sygnału w lokalnym otoczeniu w obszarze A , tak jak przedstawiono na rys. 9. Oznacza to minimalizację sumy wszystkich wektorów szczytkowych s_i .

Każdy wektor s związany jest z wektorem w oraz gradientem sygnału g (rys. 9).



Rys. 9. Obliczanie tensora strukturalnego poprzez analizę gradientów sygnału intensywności g_i w pewnym spójnym obszarze A

$$s = g - r = g - \frac{w}{\|w\|} \|r\| = g - \frac{wg^T w}{w^T w} \quad (7)$$

Moduł wektora s wyraża następującą zależność

$$e(x, x_0) = \|s\| = \|g(x) - w(x_0)g^T(x)w(x_0)\| \quad (8)$$

Szukamy takiego w , które minimalizuje $\|s\|$ uśrednione w otoczeniu A punktu x_0

$$E(x_0) = \int_A e^2(x, x_0) G_\sigma(x, x_0) dx, \quad (9)$$

gdzie G_σ jest filtrem Gaussa. Wartość minimum E otrzymujemy w następujący sposób

$$\min_w \|E\| = \min_w \left\| \int_A gg^T G_\sigma(x, x_0) dx - w^T \left(\underbrace{\int_A gg^T G_\sigma(x, x_0) dx}_T \right) w \right\| \quad (10)$$

gdzie T jest tensorem strukturalnym, który umożliwia jednocześnie określenie zarówno lokalnej fazy otoczenia LN, jak również jego spójności oraz siły sygnału luminancji. Łatwo wykazać, że szukany wektor w jest wektorem własnym T odpowiadającym jego największej wartości własnej (13), (15). W przypadku obrazów cyfrowych,

tensor strukturalny ma wymiar 2×2 , a każdą z jego wartości (są 3 wartości niezależne) obliczamy w następujący sposób

$$T_{ij} = G(R_i \cdot R_j), \quad (11)$$

gdzie R_i oznacza gradient z obrazu I w kierunku i -tym, natomiast G jest operatorem uśredniającym.

Równoważną postacią jest obliczenie dla każdego piksela następującego wektora s

$$s = \begin{bmatrix} T_{xx} + T_{yy} \\ \angle w \\ c \end{bmatrix}, \quad (12)$$

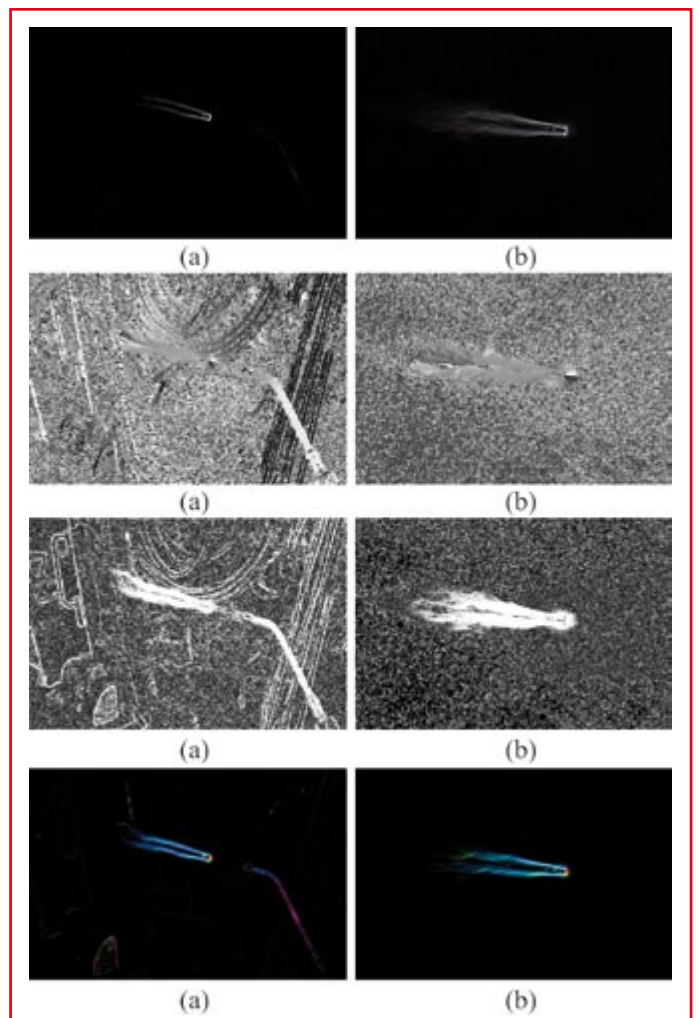
gdzie T_{xx} oraz T_{yy} dane są wzorem (11), natomiast pozostałe dwie składowe obliczyć można z poniższych zależności

$$\angle w = \text{atan2}(T_{xx} - T_{yy}, 2T_{xy}), \quad (13)$$

oraz

$$c = \frac{(T_{xx} - T_{yy})^2 + T_{xy}^2}{T_{xx}^2 + T_{yy}^2} \quad (14)$$

Wartość (13) to wartość kąta wektora w na rys. 9, natomiast wielkość we wzorze (14) oznacza tzw. współczynnik spójności obszaru. Wartość c bliska 1 oznacza obszary o silnej lokalnej strukturalności, natomiast w przypadku c zmierzającego do 0 o takiej strukturze już mówić nie można. Przykładowe wartości tensora strukturalnego w postaci (12) przedstawia rys. 10.



Rys. 10. Wartości tensora strukturalnego dla obrazu z rys. 3. Wartość modułu s_1 (górny wiersz). Wartość kąta s_2 (drugi wiersz). Wartość współczynnika spójności s_3 (trzeci wiersz). Wizualizacja składowych s_1 , s_2 , oraz s_3 na jednym obrazie kolorowym (dolny wiersz)

Wartości tensora strukturalnego dla obrazu z rys. 3. Wartość pierwszej składowej wektora s ze wzoru (12) to moduł s_1 , który przedstawia górny wiersz rys. 10. Wartość kąta (13), tj. składową s_2 , przedstawia drugi wiersz na rys. 8. Wartość współczynnika spójności s_3 , to trzeci wiersz rys. 10. Wizualizacja składowych s_1 , s_2 , oraz s_3 na jednym obrazie kolorowym przedstawione zostały na dolnym wierszu rys. 10.

Podsumowując, w rozdziale tym zaprezentowany został przegląd metod należących do dziedziny przetwarzania obrazów przez komputery, które nadają się do analizy kształtu, wielkości oraz składu płomienia palnika gazowego. Tak jak przedstawiono, wartości te zależą od wielu czynników. Jednakże, w wielu przypadkach mogą one zostać wyodrębnione oraz zmierzone na podstawie prawidłowo zarejestrowanych obrazów, a następnie mogą być użyte do procesu sterowania płomieniem. Tym niemniej, całkowite zautomatyzowanie tego procesu wymaga doboru właściwych narzędzi, a w szczególności kamer z odpowiednim układem optycznym, jak również algorytmów przetwarzania obrazów. Pierwszym zadaniem będzie automatyczna wizualna regulacja płomienia w zakresie mocy cieplnej i rodzaju płomienia. Następnym zadaniem będzie sporządzenie algorytmów przyczynowo skutkowych w oparciu o opisane niżej zasady nauki spawania gazowego.

Wyszkolenie fizyczne spawaczy a szkolenie judo

W spawaniu nie wszystkie mięśnie są ważne. Aby zlikwidować blokowanie przez bicepsy ruchów palnikiem należy wytrenować mięśnie nadgarstka. Jeżeli spawaczowi trzęsie się ręka w wyniku zaciskania dłoni należy łokieć obciążyć ciężarem 8 kg. Odwraca to jego uwagę i pozwala operować palnikiem jak długopisem o ciężarze 2 kg.

Dobry spawacz musi spawać obydwoma rękami. Dlatego szkolenie zaczynamy od spawania mniej sprawną ręką. Jeżeli nauczymy kursanta spawać lewą ręką gazowo, to gdy ta osoba wcześniej spawała metodą MAG, nie będzie umiała spawać MAG lewą ręką. Wynika to z tego, że taka osoba ma w mózgu zakodowane ze spawania prawą ręką metodą MAG, gdyż mniejszym wysiłkiem osiągnie zadowolenie wzrokowe. Aby taka osoba mogła spawać MAG lewą ręką musi się oszukać i myśleć, że boksuje lewym sierpowym (gdy jest to były bokser).

Jeżeli nauczymy spawacza operować palnikiem musimy go nauczyć koncentracji. Może się to wydawać niewiarygodne, że człowiek w momencie spojrzenia wie jakie ruchy należy wykonać aby przejść z zamkniętymi oczami cały korytarz i dotknąć końcem swojego drutu koniec drutu instruktora. Jeżeli kursant nie spojrzy i momentalnie nie zamknie oczu to na skutek zmuszenia mózgu do wielokrotnych obliczeń taka operacja będzie mało precyzyjna.

Ten trening wykonuje się po to aby sterowanie mięśniami nie obciążało świadomego myślenia i aby ten zmysł mógłby być efektywnie wykorzystany do kontrolowania wielkości oczka i jeziorka spawalniczego.

Z robotyki wiadomo, że takie operacje wymagają skomplikowania całkowania i różniczkowania.

W nauce spawania podobnie jak w treningu judo dokładne wytłumaczenie może być bardziej skuteczne niż nauka przez obserwację.

Ponieważ fizyka wody jest inna niż fizyka topienia lepkiego metalu, człowiek myśląc fizyką wody będzie chciał wykonywać ruchy odwrotne niż instruktor, który prowadzi rękę spawacza.

Gdy kursantowi zawiążemy oczy to można poprowadzić jego rękę z palnikiem i wykonać poprawną spoinę. Gdy odwiążemy mu oczy zmysł wzroku będący wyżej w hierarchii sterowania niż zmysł myślenia świadomego przejmie sterowanie nad ruchami rąk i kursant będzie się siłował z instruktorem. Nie pomagają żadne polecenia ustne. W lotnictwie gdy kursant jest silniejszy od pilota instruktora może to prowadzić do rozbicia samolotu. Dlatego opracowano metody szkolenia teoretycznego, które przeprogramowuje mózg człowieka. Ostatnio w lotnictwie i spawaniu korzysta się z trenerów komputerowych (symulatorów). Podobnie jak szkolenie wojskowe polega to na powtarzaniu prostych czynności.

Aby nie było to nudne można zastąpić część wykładów kursem mało znanego języka na tekstach zamieszczonych w tym artykule. Lepsze rezultaty daje szkolenie w silnych emocjach. Np. gdy lektorką jest wyzywająco ubrana feministka lubiąca wyzywać się psychicznie na mężczyznach.

Zaobserwowane, że tłumacze symultaniczni, którzy w silnym stresie tłumaczyli na konferencjach spawalniczych za granicą łatwo uczyli się wykonywania przetopów.

Szkolenie umysłów ścisłych wymaga innego podejścia niż tradycyjne szkolenie przez obserwację. Jeżeli zatrudnimy studenta politechniki jako pomocnika instruktora, który nauczy się poniższej teorii i przez 10 dni po 8 godzin będzie mówił kursantom, jakie mają wykonywać ruchy to praktycznie bez treningu nauczy się spawać. Nigdy nie dopilnujemy, aby nie trenował w przerwie śniadaniowej.

Przy treningu judo musimy się nauczyć obserwować przeciwnika i dobrać najbardziej odpowiednią taktykę walki. Przy spawaniu fizyka topienia metalu jest stała ale mogą się różnić własności drutów od różnych producentów oraz własności materiału podstawowego z poszczególnych wytopów. Do tych warunków początkowych spawacz musi dostosować technikę spawania. Często trzeba wykonać bardzo odpowiedzialne złącza lub zdać egzamin w silnym stresie. Wtedy trzeba się skupić nie na sukcesie lecz na czynnościach, które trzeba wykonać, aby uzyskać dobre złącze spawane. Zawodnik, którego pobiliśmy może wygrać z zawodnikiem, z którym my przegraliśmy. W spawaniu jest podobnie. Spawacz, który jest lepszy w spawaniu stali energetycznych może być gorszy od drugiego w spawaniu stali austenitycznych lub w spawaniu w trudno dostępnych miejscach. Przy pracach spawalniczych na wysokości i w trudno dostępnych miejscach przed przystąpieniem do spawania spawacz musi mieć w głowie plan wykonania spoiny. Jeżeli spawając od dołu zbyt wcześnie przerwie spawanie od strony ściany to od góry już nie dojdzie lub nie będzie widział złącza aby dobrze kontynuować wykonanie spoiny przy ścianie od góry. Dlatego w energetyce często ustawia się próbkę 50 cm od ziemi i obrysowuje się kredą stopy spawacza. Spawacz bez zmiany położenia butów i bez położenia się pod rurą musi wykonać prawidłowe złącze. Spawanie gazowe do lusterka z wypolerowanej stali nierdzewnej i obserwacja spawania w lustrzanym odbiciu wymaga niezwyklej inteligencji spawacza. Gdy taki spawacz nie spawał kilka lat to musi potrenować 2 do 5 dni, aby mógł wykonać kilka spoin w bardzo trudnym dostępie. Jeżeli spawacza nauczymy spawać w lewo (w lewo można się nauczyć spawać przez obserwację samemu a do nauki spawania gazowego w prawo potrzebny jest instruktor) to nie można go już nauczyć spawać w prawo. Wynika to z tego, że spawanie w lewo małym wysiłkiem daje ładną ale przyklejoną i słabą spoinę. Ponieważ spawacz odbiera wrażenia wzrokowe a nie słuchowe to nie zmusi się do większego wysiłku, aby w prawo wykonać brzydszą ale mocniejszą spoinę nawet gdy wiąże się to z utratą pracy. W momencie kiedy na spawanie instalacji gazowych obok badań radiograficznych (nie wykrywają przyklejeń) trzeba było wykonać próby mechaniczne (gięcie lub łamanie) wielu instalatorów zlikwidowało firmy, bo nie byli w stanie zdać egzaminu. Inaczej jest w przypadku spawających kobiet. Dla spawaczki ważniejsza jest wytrzymałość niż wygląd spoiny. Wynika to z tego, że kobiety uzyskują zadowolenie z doznań słuchowych niż wzrokowych. Osobnym problemem jest naturalna obawa człowieka przed wpadaniem w dziurę, którą w spawaniu gazowym jest „oczko”. Dlatego spawacz nie będzie chciał przepychać drutem ciekłego metalu do oczka (dziurki)⁴.

Do spawania gazowego w prawo ważny jest też dobór średnicy drutu. Jeżeli do spawania rur miedzianych o grubości 8 mm dobierzemy drut o średnicy 2,4 mm to nie jesteśmy w stanie „mieszać drutem jeziorka” bo drut będzie się szybciej topił od płomienia i nie będziemy w stanie topić podłoża. Gdy dobierzemy grubszy drut to

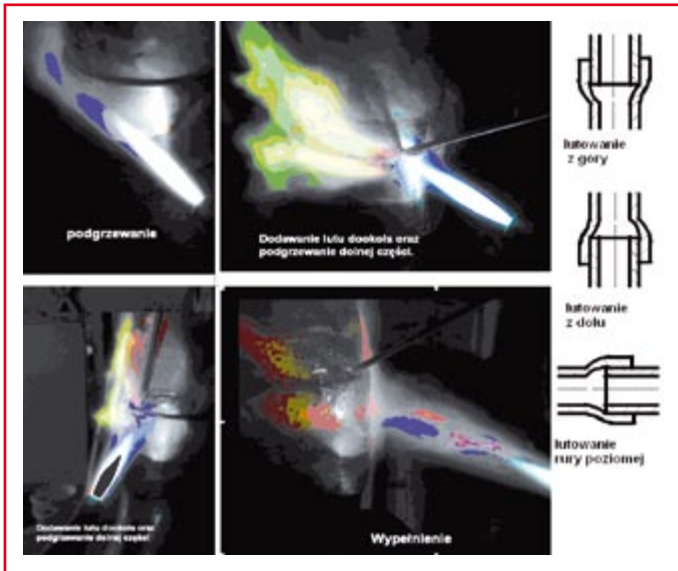
⁴ Jeżeli na stole namalujemy czarny okrąg to niemowlak nie przeçołga się w to miejsce.

nie będzie się on topił od płomienia tylko od jeziora ciekłego metalu pochodzącego ze stopionej rury. Podczas prezentacji w Cramfield University w Anglii polskich metod szkolenia spawaczy angielscy naukowcy interesowali się tym pod kątem adaptacji do szkolenia operatorów pływających robotów do prac podwodnych, a Japończycy pod kątem zastosowania tej wiedzy w robotyzacji.

Algorytmy koordynacji ruchu z obserwacją przy lutowaniu twardym

Lutowanie twarde miedzi z miedzią jest metodą powszechnie stosowaną w chłodnictwie.

Podczas lutowania występują cztery najważniejsze zjawiska, bez których nie moglibyśmy lutować. Pierwszym zjawiskiem jest **zwilżalność** – lut w stanie ciekłym równomiernie pokrywa materiał rodzimy cienką, nieprzerwaną warstwą. Kolejnym zjawiskiem jest **rozplywność**, w którym lut w stanie ciekłym wpływa do szczeliny. Luty miedziano-fosforowe i srebrne szybciej wpływają do szczeliny, są bardziej lejne, niż np. luty mosiężne. **Kapilarność** – zjawisko wznoszenia lub opadania lutu pomiędzy ściankami materiału lutowanego. Ostatnim zjawiskiem jest **dyfuzja** – przemieszczanie się atomów ciekłego lutu do materiału rodzimego i odwrotnie.



Rys. 11. Etapy lutowania rur miedzianych: podgrzewanie, dodawanie lutu dookoła, podgrzewanie dolnej części, wypełnianie. Fotografie Kordian Szczyrbak

Przed rozpoczęciem lutowania, należy wyczyścić materiały, których będziemy używać. Posłuży nam do tego np. papier ścierny „włóknina”. Literatura podaje, że przy lutowaniu rur, zwłaszcza od dołu do góry w metodzie zakładkowej, rura i mufa muszą ciasno pasować (zamawiamy je w takiej jakości i dokładności aby szczelina pomiędzy łączonymi częściami powinna wynosić ok. 0,05 – 0,06 mm). W praktyce sprowadza się to do kupienia odpowiedniej jakości rur i muf. Przy dużych średnicach są one tak drogie, że stosuje się je tylko w chłodnictwie (w instalacjach rury miedziane o dużej średnicy spawamy gazowo). Przy takiej szczelinie zyskujemy efekt kapilarny. W ten sposób oba materiały są odpowiednio zlutowane.

Element miedziany, który będziemy lutować należy poskładać. Następnie podgrzewamy złącze dookoła, całą mufę jak i rurę do czerwonoci. Należy pamiętać by nie przegrzać, ani doprowadzić do postaci ciekłej materiału lutowanego, ponieważ wtedy wystąpiłaby wada złącza. Miejsce, które grzejemy płomieniem palnika, stają się srebrzyste, oznacza to, że złącze jest gotowe do lutowania. Palnik trzymamy 5 – 10 cm od złącza lutowniczego.

Lutując rurę pionową z góry na dół szczelina mufy u góry), palnik trzymamy pod kątem 45°, drut przykładamy o góry pomiędzy rurą a mufą ponad mufą. Przy dobrze nagrzanym złączu, drut

powinien zacząć się sam topić, gdyż temperatura topnienia lutu jest niższa od materiału spawanego. Płomień palnika powinien ogrzewać takie złącze nawet poniżej mufy, gdyż jak wiadomo ciepło unosi się do góry a miedź ma bardzo dobrą przewodność cieplną. Drut trzymamy 1 – 4 cm od osi płomienia palnika, przemieszczając go wraz z płomieniem dookoła złącza podgrzewając jednocześnie mufę tak, by lut spłynął zalewając całe złącze.

Ta pozycja lutowania jest najłatwiejsza bo lut wpływa do szczeliny pod wpływem siły ciężkości. Następnie zalewamy złącze jeszcze raz, tak by wyeliminować ubytki bez przegrzewania mufy. Gdybyśmy podgrzali mufę doprowadziłoby to do nadmiernego wypłynięcia lutu we wnętrzu złącza. Przy małych średnicach rur mogłoby nastąpić całkowite zaślepienie rury. Często takie rury stosuje się w chłodnictwie. Wymaga to od spawacza wielkiego doświadczenia, precyzji, fachowości. Gdyż niewielkie przegrzanie prowadzi do niefunkcjonowania maszyny i zamknięcia obiegu. Ostatnią fazą lutowania jest nadlanie samej góry dla zapewnienia większej wytrzymałości złącza. Nadlewając, topimy lut i lekko podgrzewamy górną część mufy. Zapewnia nam to formowanie wypełnienia w kształcie pachwiny. Musimy robić to w taki sposób by ciekły lut nie spłynął nam po mufie.

Kolejną pozycją lutowania jest metoda lutowania rury **od dołu do góry** (szczelina mufy od dołu, oś pionowa rury). Czynności z podgrzewaniem wykonujemy tak samo. Palnik w trakcie dokładania lutu trzymamy w kierunku od dołu do góry pod kątem 45°, daje nam to efekt „wypchania” lutu do góry siłami napięcia powierzchniowego (efekt kapilarny). W międzyczasie podgrzewamy całą mufę, tak by lut „wyszedł” nam na górę od wewnętrznej strony. Podczas nagrzewania palnik przemieszcza się po obwodzie rury spiralnie. Trzeba wykonać 2 do 3 obrotów palnikiem wokół rury. Spawacz sam musi wyczuć ten moment, kiedy lut już się tam znajduje. Następnie wypełniamy ubytki lutu oraz nadlewamy mufę przykładając drut powyżej końca mufy, aby roztopiony lut spływając utworzył pachwinę (pozycja PD) pomiędzy mufą a rurą. W tym czasie lekko podgrzewamy lut tak by spłynął poniżej mufy formując nam wypełnienie. Ten etap cały czas kontrolujemy oddalając i przybliżając płomień palnika do lutu. Łącze lutowane musi być tak podgrzewane, by lut nam nie spływał poniżej miejsca lutowanego.

Lutując rurę poziomą lutujemy od dołu do góry tak z jednej jak i z drugiej strony. Tak jak w poprzednich metodach, wstępnie podgrzewamy do uzyskania srebrzystego koloru miedzi, trzymając palnik pod kątem 45°. Następnie lut przykładamy od dołu pomiędzy rurą a końcem mufy i dodajemy go stopniowo przesuwając się wzdłuż szczeliny do góry. Mufę podgrzewamy bardziej od dołu. Następnie wypełniamy braki lutu i formujemy wypełnienie, dodając lut między rurą a końcem mufy. Kończąc lutowanie musimy pamiętać o tym, by element lutowany był stabilny, przymocowany, temperatura lutu musi być na tyle niska, by przeszedł ze stanu ciekłego do stanu stałego – musi zakrzepnąć. Przed zakrzepnięciem mogą wystąpić pęknięcia, które są następstwem wady elementów lutowanych. Niedogrzenie elementów lutowanych oraz zbyt wczesne dodanie lutu powoduje przyklejenie go do ścianek. Następstwem tego może być brak wypełnienia pomiędzy ściankami elementów. Nie podgrzewamy lutu bezpośrednio płomieniem palnika, płomień zaś musi być optymalnie ustawiony tak, by nie utleniał ani nie nawęglął. Lut lekko podgrzewamy palnikiem tylko przy wypełnianiu szczeliny.

Algorytmy koordynacji ruchu z obserwacją przy spawaniu gazowym

Spawanie gazowe w lewo (metoda pchania, do 3 mm grubości) polega na nadtopieniu brzegów spawanej rury i sukcesywnym roztopianiu stopiwa w płomieniu przez zbliżanie jego końca do strefy odtleniającej i rozprowadzaniu go w rowku spawalniczym przy pomocy płomienia acetylenowego. Czynność tę należy powtarzać aż do ukończenia złącza spawanego, kierując płomień na nie spawany materiał. Na rurze wykonujemy co najmniej trzy spoiny

szczepne o długości równej trzem grubościom materiału utrzymując odległość między nimi mniejszą od 15 grubości materiału. Po obu stronach szczepu należy wykonać oczka. Szczelina powinna być większa od średnicy drutu po to, aby było możliwe przepchnięcie kropli (równej średnicy drutu) ciśnieniem spalanych gazów na drugą stronę, oraz aby gorące gazy mogły dotrzeć do drugiej krawędzi i nadtopić ją w wyniku bezpośredniego kontaktu.

Oba oczka, na końcu i początku szczepu, służą do tego, aby umożliwić przepchnięcie kropli przy zamykaniu szczeliny, gdyż właśnie wtedy jest ona poddawana siłom napięcia powierzchniowego ze wszystkich czterech stron. Rozpoczęcie spawania następuje po nagraniu do koloru czerwonego krawędzi na długości ok.30 mm. Wykonanie przetopu polega na kontrolowaniu wielkości oczka. Spawacz gazowy niejednokrotnie ma trudności z przewyciężeniem naturalnego łęku człowieka przed „wpadnięciem do dziury” rozumianej tutaj jako wpadanie ciekłego metalu do oczka spawalniczego. Komplikacja w pokonaniu tego problemu tkwi w nieświadomym myśleniu spawacza. I właśnie ten element jest największą przeszkodą, którą obserwujemy w momencie szkolenia spawaczy. Niemniej jednak trudność tę, przewyciężamy poprzez nieustanną obserwację i fizyczne sterowanie rękami uczniów przez instruktora.

Spawanie gazowe w prawo (metoda ciągnięcia, od 2 do 8 mm grubości) polega na nadtopieniu materiału spawanego i utworzeniu dużego jeziorka spawalniczego, w którym należy zanurzyć drut spawalniczy, po czym topić go w jeziorce nagrzewanym płomieniem palnika skierowanym w stronę ułożonej spoiny. Poprzez poruszanie końca drutu zanurzonego w jeziorce następuje formowanie spoiny.

Palnik skierowany na koniec drutu zanurzonego w jeziorce prowadzimy tak, aby przesuwać jezioro ciekłego metalu w kierunku szczeliny, utrzymując oczko i nie zmieniając wymiarów jeziorka spawalniczego.

Przez wykonywanie ruchów bocznych zwiększamy intensywność topienia drutu, powodując odbieranie ciepła z jeziorka, co zmniejsza wielkość jeziorka spawalniczego i wielkość oczka.

Oczko powstaje w wyniku nadtopienia krawędzi rowka spawalniczego, w bezpośredniej bliskości jeziorka ciekłego metalu. Utrzymanie oczka jest warunkiem wykonania poprawnego przetopu (grani).

Gdy jezioro jest odpowiednio duże, i oczko zaczyna się powiększać, drutem opartym o dno jeziorka wykonujemy ruchy okrężne tak, aby ciekły metal został przepchnięty do oczka (tzw. *drapanie* drutem dna jeziorka).

Zbyt intensywne ruchy końcem drutu powodują przyspieszenie jego stapania, odbieranie ciepła topienia, zmniejszanie jeziorka, zniknięcie oczka, a w konsekwencji zatrzymanie topienia krawędzi przez ciekły metal, który nie przewodzi ciepła płomienia palnika „z góry na dół”.

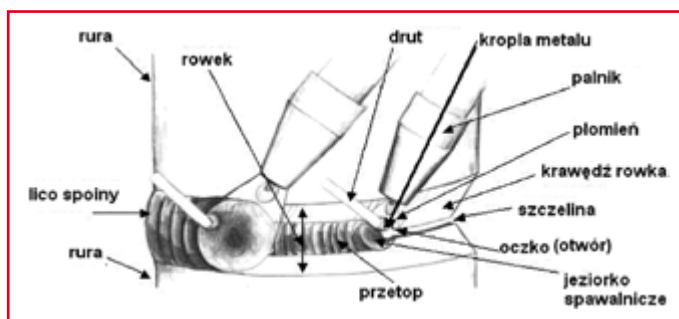
Wówczas należy zwolnić ruchy końcem drutu i skierować płomień palnika na jezioro ciekłego metalu. Po zwiększeniu rozmiaru jeziorka należy skierować płomień na krawędź oczka tak, aby gazy „ślizgały” się po jeziorku a nie wpały (lub nieznacznie) do szczeliny.

W przypadku, gdy oczko nadmiernie się powiększa, należy zwiększyć intensywność przepychania ciekłego metalu celem odciążenia topionych krawędzi od płomienia palnika.

W celu przerwania spawania i zmiany pozycji spawalniczej, należy wyciągnąć drut z jeziorka i ogrzewać palnikiem granice jeziorka celem wyprowadzenia gazów rozpuszczonych w ciekłym metalu.

Spawanie w pozycji naściennej PC wymaga, aby po utworzeniu jeziorka, płomień skierować w stronę dolnej ścianki spawanej rury (rys. 12.). Drutem zanurzonym w jeziorku kreślimy łuki tak, aby w czasie formowania lica przepychać ciekły metal do góry, w kierunku górnej ścianki rury, a w czasie ruchu powrotnego z góry na dół przepychać metal do przodu, w kierunku oczka. Zabezpiecza to przed powstawaniem wad podtopienia górnej krawędzi i nawisu lica.

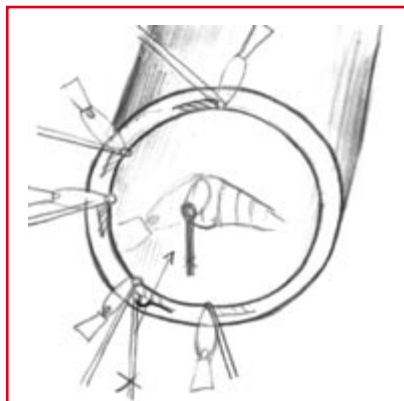
Jeżeli mimo tego powstaje podtopienie, należy zmniejszyć płomień i szybkość spawania, co spowoduje lepsze nagrzanie ścianek i lepszą zwilżalność ciekłego metalu na podłożu.



Rys. 12. Spawanie gazowe w prawo w pozycji naściennej (1)

Ze względu na trudności związane z przetopem podłoża przez tak mało skoncentrowane źródło ciepła jakim jest palnik, powstają trudności przy spawaniu grubszych rur, przy wykonywaniu lica w pozycji naściennej. Wbrew przewidywaniom, zamiast przyklejeń występują podtopienia i nawis lica. Skierowanie uwagi spawacza na duże odprowadzenie ciepła przy grubej ściance powoduje, że dobiera on zbyt dużą nasadkę palnika i ustawia zbyt duży płomień. Konsekwencją tego jest zbyt szybkie topienie krawędzi i drutu, spływanie ciekłego metalu w dół i uniemożliwienie nagrzania metalu do temperatury zwilżalności. Brak zwilżalności powoduje spływanie metalu w dół i powstawanie podtopień w górnej części lica.

Spawanie w pozycji przymusowej PH (oś rury pozioma) wymaga dużych umiejętności (rys. 13.). Rozpoczęcie spawania następuje po nagraniu do koloru czerwonego krawędzi na długości ok.30 mm. Następnie topimy krawędzie w pobliżu szczepu doprowadzając do powstania jeziorka spawalniczego. Dopiero wówczas możemy wprowadzić drut do środkowej części jeziorka.



Rys. 13. Kąty ustawienia palnika i sposób podawania drutu przy spawaniu gazowym w pozycji przymusowej PH (1)

W pozycji pałkowej palnik skierowany jest pionowo w górę, drut zanurzony w jeziorku i lekko odchylony od pionu w kierunku ułożonej spoiny. Płomień ślizgający się po drucie skierowany jest na koniec drutu zanurzonego w jeziorku. W celu uzyskania wypukłego przetopu ustawiamy odpowiednio duży płomień i drutem wykonujemy ruchy posuwisto – zwrotne w kierunku osi rury.

Po ułożeniu spoiny i przesunięciu się do pozycji odpowiedniej dla godziny ósmej, dotarcie drutem do granic spoiny jest utrudnione w wyniku opierania się drutu o lico ułożonej spoiny. Powoduje to powstawanie niezgodności zwanej nawisem lica. Aby jej uniknąć należy zmniejszyć płomień i zmienić pozycję spawania na taką, która umożliwia obtaczanie drutu wzdłuż rury w pozycji zbliżonej do prostopadłej do osi rury. Po przekroczeniu pozycji odpowiedniej godziny dziewiętej, w celu uniknięcia wdmuchiwania ciekłego metalu do środka rury (siła ciężkości), należy zmniejszyć płomień, zmienić pozycję spawania i pochylić palnik, aby zmniejszyć skierowaną pionowo składową ciśnienia wypływającego gazu i zabezpieczyć się przed wykonaniem nadmiernego przetopu. Po zakończeniu spawania, nie należy odrywać płomienia od jeziorka ciekłego metalu.



Rys. 14. Spawanie gazowe rury. Zdjęcie Mariusz Jaworski Kraków

Aby zapewnić wolne krzepnięcie jeziorka i skuteczne wyprowadzenie gazów ze spoiny, należy zatoczyć płomieniem łuk wokół krzepnącego krateru (zatoczenie świńskiego u).

Wykonanie spoin wysokociśnieniowych rur parowych

Wykonanie złączy odbiorowych wymaga szczelności wysokociśnieniowej (do 150 bar) (12). Szczelność wysokociśnieniowa, wymaga spawania dwu ścięgowego z przesuniętymi względem siebie zakończeniami spoiny (pory). Zabronione jest wyciąganie nagrzanego końca drutu spawalniczego z osłony płomienia gazowego. Spawacz musi być wyposażony w „obcinaczki do drutu” i po każdorazowym przerwaniu spawania obcinać kroplę na końcu drutu. Kropla metalu z rozpuszczonymi wewnątrz gazami po przereagowaniu powoduje wybuch w jeziorku co objawia się szczekaniem palnika i porami. Przed przerwaniem spawania w celu wyprowadzenia gazów z jeziorka należy wykonywać palnikiem ruchy koliste wokół jeziorka. Zaniechanie tej czynności jest niedopuszczalne (dyskwalifikuje spawacza ze spawania kotłów). Jeżeli spawacz trzyma jąderko zbyt blisko jeziorka, tlen rozpuszcza się w jeziorku i po przereagowaniu też powoduje wybuch objawiający się szczekaniem palnika.

Usunięcie pory, przez wycięcie fragmentu złącza razem z warstwą graniową (przetopem) i ponowne wykonanie w tym miejscu spoiny, gwarantuje szczelność. Spoiny szczepne należy tak wykonać, aby obydwie strony szczepu były zakończone oczkiem. Przetapienie pory w przetopie jest niedopuszczalne.

Spawanie stali niskostopowych wymaga lepszego nagrzania brzegów przed spawaniem. Zbyt małe nagrzanie może być przyczyną przyklejeń. Zbyt duże nagrzanie może spowodować przegrzanie materiału i rozrost ziaren. W obydwu przypadkach wynik niszczącego badania złącza na zginanie jest ujemny, mimo pozytywnych badań radiograficznych.

W razie pojawienia się ruchów konwekcyjnych w jeziorku ciepłego metalu, należy przerwać prace spawalnicze i sprawdzić poprawny dobór materiału dodatkowego.

Należy dokładnie kontrolować wielkość szczeliny i nie dopuszczać przestawienia ścianek.

Większość spoin kotłowych można wykonać nasadką nr 3 i drutami o średnicy: 3,2 i 2,4 mm. Drut cieńszy stosujemy dla mniejszej szczeliny wywołanej skurczem spawalniczym.

Druty do spawania gazowego wg normy europejskiej mają oznaczenia OI, OII, OIII, OIV, OV⁵⁾. W polskiej normie były jesz-

⁵⁾ „O” od oxygen czyli dolownego tłumaczenia na angielski spawania gazowego „spawania tlenowego” (acetylenowo-tlenowego). W Rosji i Anglii do spawania gazowego stosuje się również mieszanki tlenu i wodoru z elektrolizy wody z dodatkiem węglowodorów czyli „gazu wodnego”.

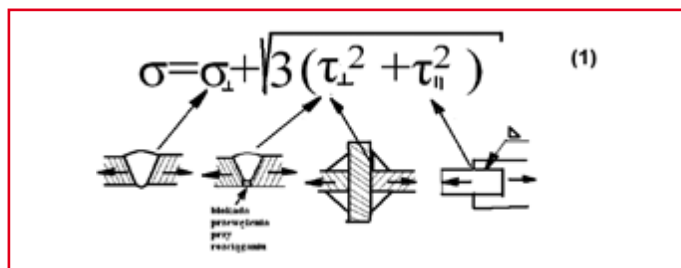
cze druty do spawania gazowego stali 10H2 M i 13HMF. Mangan w drutach do spawania gazowego służy do odtleniania i do uzyskania wytrzymałości na rozciąganie.

TABELA 2. Dobór drutów do spawania gazowego stali rurowych i kotłowych

drut		skład chemiczny drutu						Re max/ temp. pracy	stal	
PN	EN	Mn	Ni	Cr	Mo	V	PN		EN	
SpG1	OI	0,4					275 MPa	St3S	P235JR	
SpG2	OII	1,1					355 MPa	R35,K10	P355JR	
SpG1Ni	OIII	1,1	0,4				-20-+350C	R35Ni	P275J2	
SpG1M1	OIV	1,0			0,5		-40 +400C	16 M, K18	16 Mo3	
SpG1H1M1	OV	0,9		1,0	0,5		+450C	15HM	13CrMo4-5	
SpG1H2M1	-	1,1		2,6	1,0		+500C	10H2 M	10CrMo9-10	
SpG1H1M1F1	-	0,9		0,45	0,85	0,4	+550C	13HMF	14 MoV 6-3	

Podgrzewacze wody i przegrzewacze pary z reguły ulegają awarii na skutek wytarcia kolanek węzownic. Podgrzewacze wody wykonane są ze stali K18, a przegrzewacze pary ze stali 15HM i 10H2 M. Spawacz TIG który spawa stal K18 bez problemu pospawa stal 10H2 m i 15HM. W przypadku spawania gazowego przejście z jednej stali do drugiej to ogromny skok związany z warunkami podgrzewania rury, podgrzewania fazowanej krawędzi. Stal K18 należy do stali łatwo spawalnych, stal 16 M należy do stali średnio spawalnych, stal 15HM należy do stali trudno spawalnych, a stal 10H2 M należy do stali bardzo trudno spawalnych. Tabela 1 podaje temperatury podgrzewania, grubości od których trzeba podgrzewać i temperatury obróbki cieplnej. Są to jedynie sposoby przeciwdziałania pękaniu wodorowemu w wyniku hartowania. Spawacz musi jeszcze podgrzewać krawędzie i regulować warunki cieplne topienia poprzez szybkość mieszania jeziorka drutem i szybkość spawania.

Większość spawaczy którzy spawali kotły parowe do 50 bar pospawalaby rury $\Phi 60 \times 6,3$ mm jednym ścięgiem. W przypadku kotłów energetycznych na ciśnienie powyżej 150bar zakończenie spawania nie daje szczelności (pocenie się spoiny), która po kilku dniach prowadzi do awarii. Przy tym ciśnieniu może to prowadzić do uszkodzenia sąsiednich rur strumieniem wyływającej pary. Dlatego w energetyce zawodowej skuteczne jest tylko spawanie dwoma ścięgami z poprzesuwanymi zakończeniami. Możliwość wystąpienia awarii kotła przez przegrzanie spoiny (wywołany rozrostem ziarna) jest przedmiotem sporu pomiędzy spawaczami kotłów wodnych a spawaczami kotłów energetycznych. W przypadku kotłów energetycznych od przegrzania ważniejsza jest szczelność parowa przy wysokich ciśnieniach. O dziwo jest to bardziej groźne przy niższych temperaturach podgrzewaczy wody ze stali K18, niż przegrzewaczy pary. W temperaturze 300C przy ciśnieniu 150 bar w rurze jest woda. Gdy woda przecieka przez przyklejenie lub porę spada ciśnienie i woda przemienia się w parę, która rozsada materiał stalowy. Naprężenia obwodowe są dwa razy niższe niż naprężenia wzdłużne. Jak wynika ze wzoru (1) spoiny bez przetopu (nie mogą się przewęzać) pękają w wyniku naprężeń ścinających i są 1,7 razy słabsze.

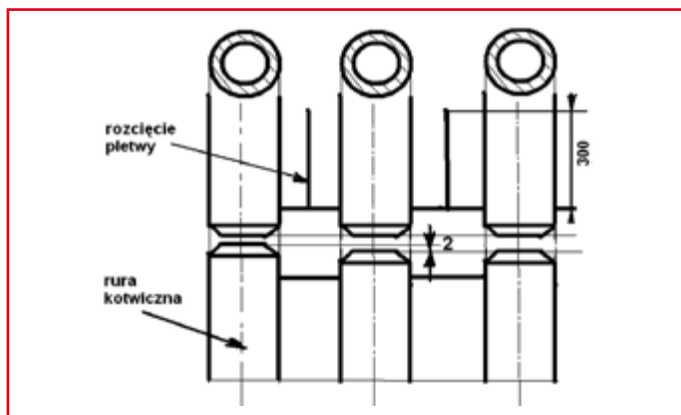


Uwzględnić należy naddatek materiału na korozję. Lenie w rzeczywistości, gdzie spoiny z samym przetopem wytrzymały 30 lat podczas gdy spoiny o pełnym wymiarze lecz bez przetopu pękały po miesiącu.

Naprawa ekranów szczelnych wymaga specjalnego omówienia. Ekran szczelny kotła parowego (parownik) wykonany jest rur połączonych płaskownikiem (rys. 2). Naprawa polega na wspawaniu wstawki o długości 150 mm. Aby zgubić skurcz poprzeczny spoiny należy rozciąć płetwę na długości 300 mm od spoiny umożliwia swobodne odkształcanie się rury).

Aby było możliwe pospawanie rur ekranu szczelnego należy w okolicy spoiny wyciąć w płetwie okienko umożliwiające operowanie palnikiem.

Normalnie, spawanie gazowe tak sztywnego elementu ze względu na małe skupienie źródła ciepła jakim jest palnik acetylenowo-tlenowy i związana z tym duża strefa odkształceń plastycznych było praktycznie nie możliwe. Zmusiło to wykonawców do spawania takich kotłów metodą TIG lub kombinacją przetop TIG+ wypełnienie elektrodą otuloną.



Rys. 15. Przygotowanie ekranów szczelnych do spawania naprawczego

Po czasie okazało się że możliwe są naprawy ekranów szczelnych metodą gazową. Dwóch spawaczy musi tak wykonywać spoiny, aby drugi przejmował od pierwszego nagrzane miejsce rozpoczęcia spawania i przetapiał zakończenie spoiny po drugiej stronie płetwy.

Aby spoina nie pękła po zakończeniu spawania spawacze powinni nagrzewać rurę z płetwą na rozciątnym odcinku płetwy 300 mm tak aby spoina stygła będąc po wpływem naprężeń ściskających.

Wnioski

- 1) Wykonanie przetopu rozpoczynamy od ustawienia w szczytach centrujących fazowanych rur, wykonania spoin szczepnych o długości równej trzem grubościom materiału czyli w okolicach 10 – 20 mm. Spoiny szczepne powinny mieć dwa oczka – z obydwu stron spoiny.
- 2) Wykonanie lica w pozycji naściennej wymaga wykonywania ruchów okrężnych końcem drutu w jeziorku, aby ciekły metal był przeciągany do góry. W przeciwnym wypadku powstają podtopienia i nawis lica. Spawanie gazowe jest możliwe do grubości 8 mm i średnicy rury do 150 mm, jednakże UDT dopuszcza spawanie tylko do grubości 6 mm. Wcześniejsze wymogi dopuszczały wykonywanie tą metodą przetopu na rurach grubościennych fazowanych na „U” tak, aby przetopiona została ścianka o grubości 2 -3 mm i długości 15 mm.
- 3) Spawacz gazowy niejednokrotnie ma trudności z przezwyciężeniem naturalnego łęku człowieka przed „wpadnięciem do dziury” rozumianej tutaj jako wpadanie ciekłego metalu do oczka

spawalniczego. Komplikacja w pokonaniu tego problemu tkwi w nieświadomym myśleniu spawacza. I właśnie ten element jest największą przeszkodą, którą obserwujemy w momencie szkolenia spawaczy. Niemniej jednak trudność tę, przezwyciężamy poprzez nieustanną obserwację i fizyczne sterowanie rękami uczniów przez instruktora.

- 4) Zrobotyzowanie spawania gazowego wymaga sterowania wizualnego robotem. Problem jest w tym że człowiek bardziej widzi mózgiem niż optyką a informatyka nie jest w stanie w czasie rzeczywistym przetwarzać obraz płomienia, granicy jeziorka i obrazu ze stereoskopowego układu kamer
- 5) W Japonii podjęto próby kopiowania ruchów pracownika na ruchy robota. Kluczem do zaadaptowania tej metody do spawania gazowego jest matematyczne określenie wielkości jeziorka podczas spawania gazowego oraz komputerowe przetwarzanie obrazu jeziorka i obrazu płomienia acetylenowo-tlenowego.

PIŚMIENNICTWO

- (1) R. Jastrzębski: „Nadzór i kontrola prac spawalniczych 2002” Wydawnictwo Technokonstrzebski Co sp. z o.o. Kraków
- (2) Z. Wang, Y.M. Zhang, I. Wu: „Pomiar i określenie ugięcia powierzchni jeziorka spawalniczego oraz głębokości wtopienia spoiny w pulsacyjnym spawaniu MIG/MAG”, Welding Journal Vol 89 (tłumaczenie Przegląd Spawalnictwa nr3/2013 str 27-37- pozwolenie na druk w Polsce autor artykułu)
- (3) W. Lucas, J.Smith, C. Balfour, D. Bertaso, G.Melton: „Wizyjna kontrola rozmiaru jeziorka spawalniczego w czasie rzeczywistym” Przegląd Spawalnictwa nr 1/2009 str 11-16 (pozwolenie na druk w Polsce autor tego artykułu)
- (4) B. Cyganek: „Wprowadzenie do pomiaru głębi obrazu za pomocą stereoskopowego układu kamer” Przegląd Spawalnictwa nr3/2013 str. 38-44 (spawacz gazowy i profesor informatyki AGH)
- (5) J.Pałasz: Poradnik spawacza gazowego, Warszawa 1986, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne.
- (6) G.Padula, A.Jadstrzebski, M. Cenin: „Co należy wiedzieć aby bezpiecznie ciąć i spawać” Przegląd Spawalnictwa nr 3/2008 str 38-42. wersja elektroniczna <http://www.pspaw.ps.pl/numery.php>
- (7) K.Nosek: „Zasady zabezpieczenia przeciwpożarowego prac spawalniczych” Przegląd Spawalnictwa nr 3/2008 str 10-13. Wersja elektroniczna <http://www.pspaw.ps.pl/numery.php>
- (8) Hiroshi Kimura, Katsushi Ikeuchi “Human Environment interaction based on observation” Computer Vision Laboratory, Institutes of Industrial Science, University of Tokyo <http://www.cvl.iis.u-tokyo.ac.jp/robotics/bib/bib-j.html>
- (9) Jun Takamatsu, Takuma Morita, Koichi Ogawara, Hiroshi Kimura, Katsushi Ikeuchi, “Representation for Knot-Tying Tasks,” IEEE Transactions on Robotics, Vol. 22, No. 1, pp 65-78, 2006.2
- (10) R. Tadeusiewicz: Rozwój techniki komputerowego przetwarzania obrazów w AGH, Przegląd Spawalnictwa nr 1/2009 str. 39-43
- (11) Piotr Kohut: Metody wizyjne w robotyce, Przegląd Spawalnictwa nr 12/2008str. 21-25 i nr 1/2009str. 31-38
- (12) R. Jastrzębski, A. Wiora, I.Jastrzębska: Spawanie gazowe wciąż potrzebne, Projektowanie i Konstrukcje Inżynierskie maj 2014 str. 60-68
- (13) B. Cyganek: “Object Detection and Recognition in Digital Images. Theory and Practice”, Wiley, ISBN 978-0-470-97637-1, 2013.
- (14) R.C. Gonzalez, R.E.Woods, S.L.Eddins: Digital Image Processing Using Matlab, 3rd Edition, Prentice Hall, 2003.
- (15) B. Jähne: Digital Image Processing. 4th edition, Springer-Verlag, 1997.
- (16) R. Tadeusiewicz, P. Korohoda: Komputerowa analiza i przetwarzanie obrazów, Społeczeństwo Globalnej Informacji, Wyd. Fundacji Postępu Telekomunikacji, Kraków 1997, ISBN 83-86476-15-X.

Artykuł ten powstał dzięki wsparciu finansowemu w roku 2014 projektu badawczego Narodowego Centrum Nauki nr DEC-2011/01/B/ST6/01994

Autorzy dziękują Krystynie Jagodzińskiej⁶, Annie Burtan i Pawłowi Szczepańskiemu za cenne uwagi pomoc w przygotowaniu ostatecznej wersji artykułu.

⁶ Mistrz Polski w tenisie stołowym dla niepełnosprawnych

Kontrola i monitoring jakości wody w układach chłodzenia

Poważnym problemem pojawiającym się w trakcie eksploatacji przemysłowych układów chłodzenia jest występowanie niekorzystnych procesów, prowadzących do pogorszenia efektywności wymiany ciepła, korozyjnego niszczenia elementów konstrukcyjnych instalacji, a także porostania mikrobiologicznego wewnątrz układu urządzeń chłodniczych a szczególnie amoniakalnych skraplaczy natryskowo wyparynych. Wymienione procesy związane są ze środowiskiem wodnym i mają swoje źródło w nieodpowiednim przygotowaniu wody, jako czynnika chłodniczego.

Niniejszy artykuł omawia praktyczne aspekty kontroli i monitoringu jakości wód chłodniczych, z uwzględnieniem prostych w obsłudze testów i aparatury pomiarowej, umożliwiających samodzielny pomiar i interpretację istotnych parametrów wody chłodzącej, bezpośrednio na obiekcie, co niezmiernie pomaga w stosowaniu właściwej profilaktyki zapobiegawczej korozji i osadom.

1. Wstęp

Dla zapewnienia bezpiecznej i efektywnej eksploatacji układu chłodzenia, wymaganiem staje się obecnie ciągła kontrola jakości wody, związana z gromadzeniem i interpretacją danych uzyskanych z badań analitycznych wody obiegowej i uzupełniającej. Badania wody dostarczają m. in. podstawowych informacji, pomocnych w określaniu przyczyn różnorodnych problemów spotykanych w układach chłodzenia, jak np. korozji, powstawania osadów czy występowania zakwitów mikroflory. Szeroka dostępność narzędzi analitycznych, jak i urządzeń monitorujących, daje możliwość dopracowania właściwej i efektywnej technologii obróbki wody chłodzącej. Przy tym sama obsługa wielu z dzisiejszych zestawów analitycznych i urządzeń pomiarowych, jest na tyle prosta, że z powodzeniem może z nich korzystać osoba bez jakiegokolwiek wykształcenia chemicznego. W bardzo wielu przypadkach możliwe jest więc prowadzenie kontroli i monitoringu wody chłodzącej przez samego użytkownika instalacji, bez ponoszenia dodatkowych kosztów związanych ze zlecaniem tego zadania firmie zewnętrznej. Nie oznacza to bynajmniej, że w każdej sytuacji użytkownik układu chłodzenia może poradzić sobie z kontrolą jakości wody chłodzącej i interpretacją uzyskanych wyników samodzielnie. Generalnie można tu wyróżnić dwa przypadki, ze względu na cele prowadzonych analiz:

- w celu kontroli układu chłodzenia, w trakcie jego normalnej eksploatacji – tzw. monitoring operacyjny,
- w celu znalezienia przyczyny zaistniałego w układzie problemu (awarii),
- w celu opracowania najkorzystniejszej technologii uzdatniania wody.

Pierwszy przypadek ogranicza się zwykle do przeprowadzania stosownych pomiarów fizykochemicznych i mikrobiologicznych wody chłodzącej i bardzo często wystarczająca jest tu kontrola prowadzona przez samego użytkownika. W drugim i trzecim przypadku zakres prowadzonego monitoringu jest znacznie szerszy i oprócz standardowej analizy wody, mogą być również wymagane takie badania jak: analiza osadów (nieorganicznych, organicznych, biologicznych), analiza uszkodzeń korozyjnych, monitorowanie procesów korozyjnych (szybkość korozji), analiza metalograficzna, a nawet analiza jakościowa składu mikroflory (gatunki chorobotwórcze, jak np. *Legionella pneumophila*, *Naegleria fowleri*). Kontrola i monitoring układu chłodzenia w tym zakresie mogą być przeprowadzone jedynie przez specjalistyczną firmę zewnętrzną.

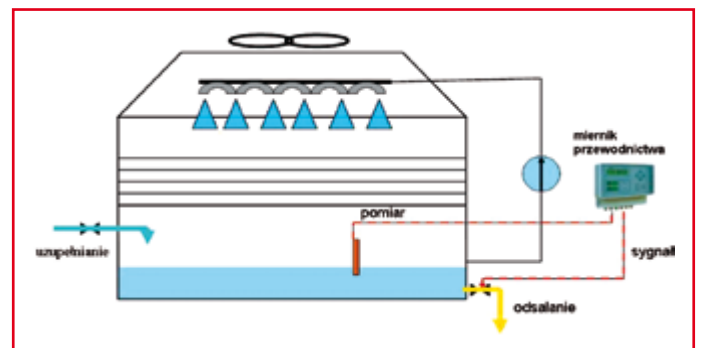
2. Kontrola i monitoring otwartych układów chłodzenia z recyrkulacją w trakcie ich normalnej eksploatacji. Możliwość samodzielnego prowadzenia pomiarów przez użytkownika

W trakcie normalnej eksploatacji otwartego układu chłodzenia w zakres wymaganych czynności kontrolnych wchodzi:

- kontrola zasolenia wody obiegowej i związanej z nim ilości cykli zażęzania,
- kontrola stężenia dozowanych środków korekcyjnych (inhibitorów korozji, antyskalantów, biocydów),
- monitoring wybranych parametrów fizykochemicznych i mikrobiologicznych wody obiegowej i uzupełniającej.

1.1. Kontrola zasolenia wody obiegowej i cykli zażęzania

Poprzez zasolenie wody obiegowej rozumiemy stężenie wszystkich rozpuszczonych w niej soli wyrażone w mg/dm^3 . W warunkach stosunkowo niewielkiego zasolenia, spotykanych w układach chłodzenia, pomiędzy zasoleniem wody chłodzącej a jej przewodnictwem elektrycznym istnieje w przybliżeniu liniowa zależność (wraz ze wzrostem zasolenia rośnie przewodnictwo), dlatego często jako miarę zasolenia wody obiegowej przyjmuje się jej przewodnictwo, najczęściej wyrażane w $\mu\text{S}/\text{cm}$ lub mS/cm . Zasolenie wody obiegowej w układach z odparowaniem wzrasta w sposób ciągły, w wyniku ubytku wody przez odparowanie. Rozpuszczone sole nie odparowują wraz z wodą, w efekcie czego ich stężenie systematycznie rośnie. Wysokie zasolenie jest czynnikiem niepożądanym w układach chłodzenia i może powodować różnorodne problemy eksploatacyjne, począwszy od korozji elementów konstrukcyjnych po wytrącanie się dużych ilości osadów mineralnych. Aby tym zjawiskom przeciwdziałać konieczne jest utrzymywanie zasolenia na stałym, dopuszczalnym poziomie. W praktyce kontrola zasolenia wody obiegowej, sprowadza się do okresowego odsalania układu, tzn. zrzutu części zasolonej wody obiegowej, przy jednoczesnym uzupełnieniu układu wodą uzupełniającą o niskim zasoleniu. Najwygodniejszą i jednocześnie optymalną formą kontroli zasolenia jest automatyczny układ odsalający. W układzie tym elektroniczny miernik przewodnictwa steruje otwieraniem i zamykaniem elektrozaworu spustowego, na podstawie pomiarów z sondy konduktancji (przewodnictwa) zanurzonej w zbiorniku z wodą obiegową. Zwykle otwarcie zaworu następuje po przekroczeniu tzw. progowej wartości przewodnictwa. Wartość



Rys. 1. Zasada działania automatycznego układu odsalania.

ta często jest podawana w normach dotyczących jakości wody obiegowej, opracowanych przez producentów urządzeń chłodniczych, takich jak skraplacze natryskowo – wyparne czy wieże chłodzące. Z reguły mieści się ona w zakresie pomiędzy 1600 a 2500 $\mu\text{S/cm}$. Poniżej wartości progowej elektrozawór pozostaje zamknięty.

Alternatywą dla odsalania automatycznego jest odsalanie ręczne. W tym wariantcie użytkownik sam dokonuje okresowych pomiarów przewodnictwa wody obiegowej i w przypadku zmierzenia wartości przekraczającej zasolenie progowe, ręcznie otwiera zawór odsalający. Zrzut wody prowadzi się do uzyskania odczytu z miernika znacznie poniżej wartości progowej (przynajmniej 500 $\mu\text{S/cm}$ poniżej progę), co umożliwia wydłużenie czasu pomiędzy kolejnymi zrzutami. Jeszcze innym spotykanym sposobem odsalania jest sprzężenie elektrozaworu spustowego z elektronicznym kontrolerem czasowym. Kontroler uruchamia zasilanie elektryczne zaworu w ustalonych przedziałach czasowych, na ściśle określony czas (np. co godzinę na 5 minut). Dobór odpowiednich czasów najczęściej odbywa się metodą prób i błędów, na podstawie prowadzonych pomiarów przewodnictwa. Minusem tej metody jest konieczność korygowania czasów otwarcia zaworu, w zależności od pory roku. W sezonie letnim, w związku z wyższym odparowaniem wody z układu, zwykle wymagane jest wydłużenie czasu otwarcia zaworu, dla osiągnięcia założonego odsolenia wody obiegowej.

Istotną wartością w kontroli jakości wody obiegowej jest tzw. ilość cykli zateżenia (N). Wyraża ona stosunek zasolenia wody obiegowej do wody uzupełniającej układ. Przykładowo, jeżeli woda obiegowa posiada zasolenie na poziomie 1000 mg/dm^3 , a układ jest uzupełniany wodą o zasoleniu 250 mg/dm^3 , to ilość cykli zateżenia wynosi $N = \frac{1000}{250} = 4$. Analogicznie można ilość cykli zateżenia wyliczyć z wartości przewodnictwa dla wody obiegowej i uzupełniającej. W układach, gdzie może dochodzić do wytrącania osadów z wody obiegowej, wyznaczanie cykli zateżenia na podstawie zasolenia, czy przewodnictwa może być obciążone dużym błędem, ze względu na eliminowanie z wody obiegowej części soli w postaci osadu. W takim wypadku najlepiej jest obliczać cykle zateżenia na podstawie pomiarów stężenia tych jonów, które nie tworzą nierozpuszczalnych soli. Bardzo dobrym wskaźnikiem jest w tym przypadku stężenie chlorków, które najdokładniej odzwierciedla wzrost zasolenia wody obiegowej względem wody uzupełniającej.

Użytkownik układu chłodzenia dysponując normami jakości dla wody obiegowej oraz znając odpowiednie parametry wody uzupełniającej, może metodą obliczeniową sam wyliczyć dopuszczalną ilość cykli zateżenia. Przykładowo: użytkownik uzupełnia układ wodą o twardości całkowitej 100 $\text{mg CaCO}_3/\text{dm}^3$ (ok. 5,5 stopnia niemieckiego). Eksploatuje on skraplacz natryskowo – wyparny firmy Baltimore, dla którego maksymalna dopuszczalna twardość wody wg producenta wynosi 500 $\text{mg CaCO}_3/\text{dm}^3$. Stąd maksymalna ilość cykli zateżenia jaką może on osiągnąć w układzie to $N = \frac{500}{100} = 5$. Podobnych wyliczeń można dokonywać w oparciu o inne parametry wody obiegowej normowane przez producentów urządzeń chłodniczych. Można w ten sposób określić tzw. parametr krytyczny, to znaczy taki, który najsilniej będzie ograniczał ilość cykli zateżenia. Zilustrowano to na poniższym przykładzie.

Użytkownik eksploatuje układ chłodzenia z wieżami wyparnymi o następujących parametrach wody uzupełniającej: zasolenie = 250 $\text{mgCaCO}_3/\text{dm}^3$, zasadowość $m = 200 \text{ mg CaCO}_3/\text{dm}^3$, twardość ogólna = 50 $\text{mgCaCO}_3/\text{dm}^3$.

Producent wież wyparnych określił w normie maksymalne dopuszczalne wartości wymienionych parametrów w wodzie obiegowej na: zasolenie = 2000 $\text{mgCaCO}_3/\text{dm}^3$, zasadowość $m = 1000 \text{ mg CaCO}_3/\text{dm}^3$, twardość ogólna = 500 $\text{mgCaCO}_3/\text{dm}^3$.

Wyliczone dopuszczalne cykle zateżenia wyniosą odpowiednio:

$$a) \text{ dla zasolenia } N = \frac{2000}{250} = 8,$$

$$b) \text{ dla zasadowości } m = \frac{1000}{200} = 5$$

$$c) \text{ dla twardości ogólnej } N = \frac{500}{50} = 10.$$

Parametrem krytycznym w tym wypadku jest więc zasadowość m , bowiem jej wartość w wodzie uzupełniającej limituje możliwy do uzyskania stopień zateżenia do najniższej wartości równej 5.

Jak widać dysponując wynikami analizy wody uzupełniającej oraz odpowiednimi normami dotyczącymi wody obiegowej użytkownik jest w stanie samodzielnie określić wymagany próg odsalania, który w pewnych przypadkach może się okazać nawet niższy niż wartość zasolenia określona w normach.

1.2. Kontrola stężenia dozowanych środków korekcyjnych

Stężenia stosowanych w układzie chłodzenia środków korekcyjnych, powinno być kontrolowane i utrzymywane na stałym, właściwym poziomie. Duże fluktuacje wartości tych stężeń niekiedy mogą zniweczyć całkowicie efekt uzdatniania wody obiegowej. Generalnie przyjętą zasadą w dozowaniu środków korekcyjnych jest utrzymywanie ich stężenia tuż powyżej minimalnego stężenia efektywnego, tak aby zapewnić wystarczający efekt działania, a przy tym utrzymać możliwie najniższe koszty uzdatniania chemicznego. Zwykle chemikalia dozuje się do wody obiegowej z użyciem membranowych pomp dozujących. Ich stężenie kontroluje się rozmaicie. O ile istnieje taka możliwość, optymalną metodą jest bezpośredni pomiar stężenia dozowanych substancji w wodzie i natychmiastowa reakcja na zmiany w ich stężeniu – zwiększenie lub zmniejszenie dawki. Często jednak metody bezpośredniego pomiaru stężenia są niedostępne lub koszty nabycia testów bądź urządzeń pomiarowych są bardzo wysokie. W takim wypadku stosuje się pośrednie metody kontroli stężenia:

- dozowanie sprzężone z odsalaniem – pompka dozująca sprzężona jest z zaworem odsalającym, każde otwarcie elektrozaworu na potrzeby odsalania automatycznie uruchamia dozowanie chemikaliów do wody uzupełniającej,
- dozowanie sterowane elektrycznie – impulsami z wodomierza – zapewnia podanie proporcjonalnej dawki chemikaliów w stosunku do ilości wody uzupełniającej wprowadzonej do układu chłodzenia,
- znakowanie dozowanych chemikaliów markerami fluorescencyjnymi – do dozowanych chemikaliów dodaje się określoną ilość substancji fluorescencyjnej, z pomiaru fluorescencji w próbce wody obiegowej określa się pośrednio stężenie dozowanych chemikaliów.

Użytkownik dobrze zorientowany w bilansie wodnym swojego układu chłodzenia w prosty sposób może obliczyć wymaganą dawkę chemikaliów w oparciu o następujący wzór:

$$W_m = \frac{10^{-3} \times C_m \times 3M}{N}, \text{ gdzie}$$

W_m – wymagana dawka chemikaliów na cele uzdatniania wody obiegowej [kg/h],

C_m – wymagane stężenie chemikaliów w wodzie obiegowej, najczęściej określane przez dostawcę chemikaliów [mg/l],

M – ilość wody uzupełniającej układ [m^3/h],

N – ilość cykli zateżenia.

Wymienione powyżej metody pośredniej kontroli dozowanych chemikaliów są obciążone mniejszym lub większym błędem, nie uwzględniają bowiem strat chemikaliów spowodowanych różnymi czynnikami, jak rozkład abiotyczny i biologiczny, neutralizacja,

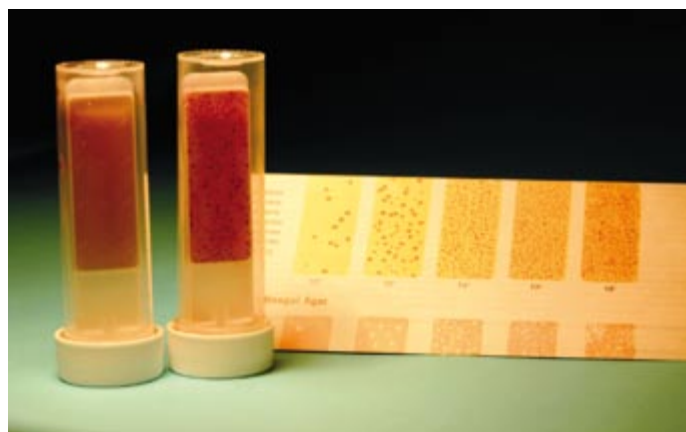
ubytki wraz z niekontrolowanymi wyciekami z instalacji, utlenienie przez biocydy utleniające i wiele innych. Dlatego optymalną metodą kontroli pozostaje zawsze pomiar bezpośredni, a jej najbardziej zaawansowaną formą automatyczne sprzężenie mierników pomiarowych z układami dozującymi, eliminujące do minimum udział czynnika ludzkiego. Jednak ze względu na koszty takich rozwiązań spotykane są one głównie w dużych układach chłodzenia (przemysł ciężki, energetyka jądrowa).

1.1. Przypadek szczególny – kontrola stężenia biocydów

Metody kontroli stężenia substancji biobójczych dozowanych do układu chłodzenia zasadniczo odbiegają od metod stosowanych w przypadku innych komponentów chemicznych uzdatniania wody. Wynika to z faktu, że w przypadku biocydów główny przedmiot zainteresowania użytkownika stanowi nie tyle ich stężenie w wodzie, co ich efektywność biobójcza. Regulacja dawki dozowanych biocydów odbywać się więc będzie w oparciu o efekt dezynfekcyjny jaki daje ich zastosowanie. Jedynie w przypadku biocydów utleniających, takich jak chlor, brom, dwutlenek chloru i inne, dokonuje się bezpośrednich pomiarów tych związków w wodzie, w celu określenia tzw. stężeń resztkowych. Biocydy utleniające ulegają redukcji w reakcji z martwą i żywą materią organiczną. Obecność resztkowych ilości tych biocydów w wodzie obiegowej stanowi więc potwierdzenie zastosowania właściwej ich dawki.

W przypadku biocydów nieutleniających, bezpośrednie pomiary w wodzie obiegowej są rzadkością. Najczęściej kontroli ich dawkowania dokonuje się w oparciu o wyniki monitoringu mikrobiologicznego. Do najczęściej stosowanych metod należą tu:

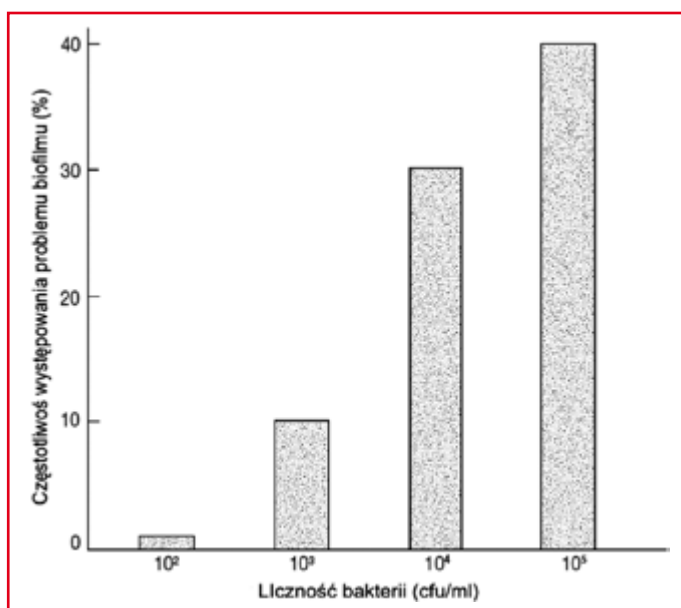
- testy płytkowe na pożywkach agarowych – wykonywane są jedynie przez specjalistyczne laboratoria, na próbkach wody dostarczonych przez eksploatatora układu chłodzenia, czas oczekiwania na wynik testów, związany z inkubacją na pożywce, to minimum 48 godzin, wynik zwykle podawany jest w jednostkach cfu/ml (jednostki zdolne do tworzenia kontroli na ml),
- szybkie testy paskowe, tzw. „dip test” – są to bardzo łatwe w użyciu testy mikrobiologiczne przeznaczone do badań w terenie, mogą być stosowane i inkubowane samodzielnie przez użytkownika układu chłodzenia, ponieważ nie wymagają specjalnej cieplarki do inkubacji, czas inkubacji to zwykle 24 do 48 godzin, często wyposażane są w dwa rodzaje pożywek różnicujących – na bakterie tlenowe i na grzyby/drożdże, dzięki czemu użytkownik może również zgrubnie jakościowo określić rodzaj mikroorganizmów odpowiedzialnych za skażenie, wynik testów podawany jest w jednostkach cfu/ml.
- testy oparte na pomiarze ATP (adenozynotrójfosforanu) – ATP jest podstawowym związkiem energetycznym w świecie ży-



Fot. 1. Przykład testów mikrobiologicznych typu paskowego („dip test”) do określania poziomu skażenia wody chłodzącej. Po prawej – test inkubowany, gotowy do odczytu wyniku.

wym, jego obecność świadczy o egzystowaniu w danym środowisku organizmów żywych, testy na ATP dają szybkie i ilościowe wyniki, jednak są drogie, kłopotliwe w użytkowaniu, a ich wyniki często trudne do zinterpretowania.

Oprócz monitorowania skażenia samej wody, istotne jest również jak biocyd oddziałuje na występujący w układzie biofilm. Praktycznie nie ma testów, które dawałyby możliwość bezpośredniej oceny ilościowej oddziaływania na biofilm. W tym celu stosuje się różne metody pomiaru pośredniego, jak np. specjalne kupony pokryte warstwą tamponu, które instaluje się w wybranych miejscach instalacji. Kupony takie podlegają porastaniu biofilmem. Po ich zdemontowaniu, zostają wysłane do laboratorium, gdzie zdejmuje się warstwę tamponu z biofilmem i z niej oznacza liczbę bakterii, tradycyjną metodą płytkową. Inna metoda wykorzystuje tuby testowe ze szkła lub plastiku, które zanurza się w basenie układu chłodzenia lub na boczniku instalacji i obserwuje zmiany w porastaniu biofilmem ich ścianek. W oznaczaniu biofilmu wykorzystuje się również pomiary mętności oraz pomiary elektrochemiczne (zmiany oporności elektrycznej na powierzchni metalu, związane z pokryciem osadem). Wadą obu tych metod jest niespecyficzność – zawiesiny i osady nieorganiczne również mają wpływ na pomiar.



Rys. 2. Zależność częstotliwości występowania zjawiska biofilmu od stopnia skażenia mikrobiologicznego wody

W ostatnich latach, jako nowość pojawiła się metoda oznaczania zarówno stopnia skażenia mikrobiologicznego wody, jak i ilościowego określania biofilmu, znana jako tzw. metoda biosensorów. Polega ona w prowadzeniu do układu chłodzenia biologicznie aktywnych cząsteczek, podlegających przemianom metabolicznym w komórkach mikroorganizmów. Cząsteczki takie posiadają właściwości fluorescencyjne, przy określonej długości fali światła i mogą dzięki temu być ilościowo mierzone. Jednocześnie produkty ich przemiany w żywych komórkach posiadają również właściwości fluorescencyjne, przy innej, charakterystycznej długości światła. Mierząc odpowiednie stężenie zarówno biosensora, jak i produktu jego przemiany w żywych komórkach, uzyskujemy wiarygodne i ilościowe dane o aktywności mikrobiologicznej w systemie.

Możliwości prowadzenia przez użytkownika układu chłodzenia, samodzielnego monitoringu mikrobiologicznego wody chłodzącej, są ze względu na złożoność problemu ograniczone. Nie mniej w oparciu o szybkie testy paskowe (dip test) oraz prowadzone obserwacje (kontrola porastania biofilmem, obecność zakwitów oraz ich zmienność w zależności od pór roku), możli-

we jest nie tylko określenie w jakiej kondycji mikrobiologicznej znajduje się układ, ale również na ile skuteczny jest stosowany biocyd. Wyniki takich, prowadzonych we własnym zakresie analiz, mogą się okazać niezwykle pomocne dla dostawcy środków biobójczych, ułatwiając zarówno dobór biocydu jak i jego optymalnej dawki.

1.1. Monitoring istotnych parametrów fizykochemicznych i mikrobiologicznych wody obiegowej i uzupełniającej

Zakres kontroli wody przeznaczonej na cele chłodnicze zależy od wielu czynników. Podstawowy zakres badań obejmuje te parametry fizykochemiczne, których dopuszczalne wartości dla wody obiegowej zostały określone przez producenta/ów urządzeń eksploatowanych w układzie chłodzenia.

Ten podstawowy zakres pomiarów często wymaga rozszerzenia w indywidualnych przypadkach, np.:

- w przypadku intensywnego porastania układu biofilmem, wskazane jest prowadzenie pomiarów ChZT w wodzie uzupełniającej i obiegowej, wysoka wartość indeksu ChZT dla wody uzupełniającej wskazuje, na dużą ilość materii organicznej, która stanowi pożywkę dla mikroorganizmów,
- w przypadku wytrącania z wody obiegowej osadów krzemianowych, należy mierzyć stężenie krzemionki i twardość magnezową w wodzie uzupełniającej i obiegowej,
- w układach, w których istotnym elementem konstrukcyjnym jest miedź lub jej stopy, celowe jest prowadzenie pomiarów tego metalu w wodzie, dla określenia narażenia korozyjnego tych elementów.

Tabela 1 przedstawia najważniejsze parametry wody chłodzącej, podlegające kontroli, wraz z ich znaczeniem dla układu chłodzenia.

TABELA 1

NAJWAŻNIEJSZE parametry wody chłodzącej i ich znaczenie w układzie chłodzenia

Parametr	Znaczenie
pH	Pomiar istotny dla określenia tendencji wody do korozji lub strącania osadów
Przewodnictwo	Pomiar służy do wyznaczenia wartości zasolenia. Woda o wysokim przewodnictwie wykazuje właściwości korozyjne
Mętność	Mętność jest miarą ilości nierozpuszczalnych cząstek w wodzie. Wytrącanie i akumulacja tych cząstek w wymiennikach ciepła obniża wydajność cieplną i jest przyczyną korozji podosadowej.
Zasadowość m	Zasadowość m bardzo dobrze koreluje z odczynem pH, a jej pomiar służy określeniu tendencji do wytrącania węglanu wapnia.
Twardość wapniowa	Parametr umożliwiający przewidywanie wytrącania się osadów węglanu wapnia i innych soli. Również dla sprawdzenia ilości cykli zateżnienia wody chłodzącej.
Chlorki	Parametr zwykle używany jako indeks kontrolny liczby cykli zateżnienia. Woda o dużym stężeniu chlorków jest silnie korozyjna.
Siarczany	Woda o dużym stężeniu siarczanów jest silnie korozyjna. Siarczany w dużym stężeniu mogą strącać się w postaci trudno rozpuszczalnego osadu.
Amoniak	Wysokie stężenie amoniaku w wodzie przyspiesza formowanie się i wzrost biofilmu. Jon amonowy przyspiesza korozję miedzi.
ChZT _{Mn}	Zakwity biologiczne zwykle ulegają intensyfikacji dla wysokich wartości ChZT _{Mn} .
Ogólna liczba bakterii	Jest jednym z indeksów kontrolnych określających tendencję do formowania biofilmu. Zwykle za pomocą tego parametru określa się efektywność działania biocydu.
Żelazo ogólne	Żelazo ogólne jest głównym składnikiem zanieczyszczającym wodę chłodzącą. Wytrącanie uwodnionych tlenków żelaza w wymiennikach ciepła jest przyczyną korozji podosadowej.

Obecnie szeroka dostępność na rynku prostych testów i urządzeń pomiarowych sprawia, że pomiar w/w parametrów jest dostępny dla każdego użytkownika układu chłodzenia. Wiele z parametrów (odczyn pH, zasolenie, przewodnictwo) można mierzyć automatycznymi miernikami elektronicznymi, a wynik odczytywać bezpośrednio z wyświetlacza urządzenia. Do oznaczania innych parametrów służą maksymalnie uproszczone testy



Fot. 2. Prosty test miareczkowy do oznaczania zasadowości z barwnym indykatorem.

miareczkowe, w których miareczkuje się próbkę wody z użyciem gotowego roztworu mianowanego odczynnika, w obecności barwnego indykatora. Punkt końcowy miareczkowania sygnalizowany jest zmianą barwy indykatora. Wynik pomiaru uzyskuje się po prostym przeliczeniu ilości zużytego odczynnika miareczkującego. Powyższą metodą można oznaczać szereg parametrów, jak np. twardość ogólną i wapniową, zasadowość m i p, chlorki, amoniak i inne.

Ogólną liczbę bakterii i innych mikroorganizmów oznaczać można z wykorzystaniem opisanych w rozdziale poprzednim testów paskowych (tzw. „dip test”). Spośród wymienionych w tabeli parametrów większą trudnością w oznaczaniu charakteryzuje się jedynie indeks ChZT_{Mn}, wymagający bardziej zaawansowanej procedury analitycznej. Jednak jest to parametr, który nie podlega standardowemu i ciągłemu monitorowaniu, a jedynie w pewnych specyficznych przypadkach (podejrzanie napływu dużego ładunku materii organicznej wraz z wodą uzupełniającą). W tabeli 2 przedstawiono zalecaną częstotliwość pomiarów parametrów wody, dla analiz wykonywanych we własnym zakresie przez użytkownika układu chłodzenia.

TABELA 2

Zalecana częstotliwość pomiaru parametrów w układach chłodzenia z odparowaniem

Parametr	Częstotliwość pomiarów	
	WODA UZUPEŁNIAJĄCA	WODA OBIEGOWA
pH	raz na tydzień	raz na dzień
Przewodnictwo	raz na tydzień	raz na dzień
Mętność	raz na tydzień	raz na tydzień
Zasadowość m	raz na tydzień	raz na tydzień
Twardość wapniowa	raz na tydzień	raz na tydzień
Twardość magnezowa*	raz na tydzień	raz na tydzień
Chlorki	raz na tydzień	raz na tydzień
Siarczany	raz na tydzień	raz na tydzień
Krzemiany*	raz na tydzień	raz na tydzień
ChZT _{Mn}	raz na miesiąc	raz na miesiąc
Żelazo ogólne	raz na tydzień	raz na tydzień

* Oznaczenia wymagane w układach gdzie występuje ryzyko wytrącania osadów krzemianu magnezu

Dysponując wynikami analizy wody, w takim podstawowym zakresie, użytkownik nie tylko kontroluje, czy woda spełnia normy narzucone przez producentów urządzeń w jego układzie, ale może również wyznaczać wartości indeksów korozyjnych i osadowych dla panujących w układzie warunków. Wartości tych, tzw. indeksów stabilności wody (Ryznara, Langeliera, Larsona – Skolda) można albo próbować wyznaczać samodzielnie (korzystając z wzorów publikowanych w literaturze) lub też skorzystać z darmowych kalkulatorów dostępnych w sieci internetowej. Ogólne zasady dotyczące interpretacji wyznaczonych wartości indeksów omówiono w drugiej części niniejszego artykułu („Chłodnictwo” nr 5/2007) Znając te wartości użytkownik może w odpowiedni sposób reagować na niekorzystne tendencje dotyczące wody obiegowej, przykładowo:

- w przypadku nadmiernej korozyjności może podnieść twardość wody uzupełniającej układ, poprzez podmieszanie wody zmiękczzonej wodą surową lub/i zwiększyć dawkę inhibitora korozji,
- w przypadku nadmiernej tendencji do wytrącania osadów można zwiększyć odsalanie układu lub/i zwiększyć dawkę antyskalanta.

W tabeli 3 przedstawiono zbiorcze zestawienie niektórych dostępnych na polskim rynku zestawów testowych do oznaczania parametrów fizykochemicznych wody chłodzącej.

TABELA 3.

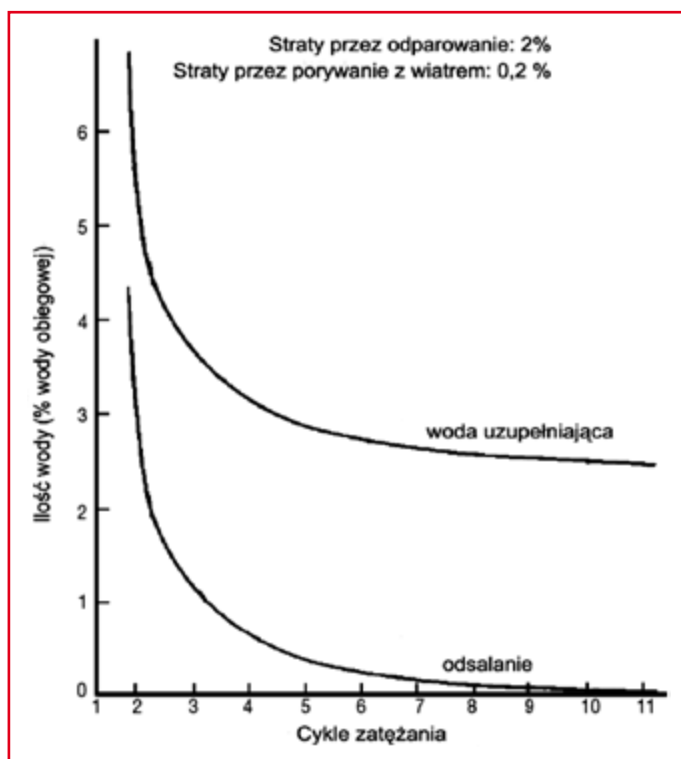
Przegląd wybranych zestawów testowych do oznaczania parametrów wody chłodzącej, dostępnych na polskim rynku

Producent/ Dystrybutor	Nr kat./ Symbol	Liczba ozna- czanych parame- trów	Ozna- czenia mikro- biolo- giczne	Możliwość wyznaczenia indeksów stabilności wody na podstawie pomiarów		
				Langeliera	Ryznara	Larsona – Skolda
Accepta	KS6001	11	NIE	TAK	TAK	NIE
Hach	2350700	11	NIE	TAK	TAK	NIE
Hanna Instruments	HI 3821	7	NIE	NIE	NIE	NIE
Kittiwake	FG- K25084- KW	7	NIE	TAK	TAK	NIE
Marcor	WCH-1	6	TAK	TAK	TAK	NIE
OMC Envag	KS-4	6	NIE	NIE	NIE	NIE

3. Podsumowanie

Kontrola jakości wody obiegowej w trakcie normalnej eksploatacji układu chłodzenia, czyli tzw. monitoring operacyjny, to proces, z którym obecnie bezproblemowo może poradzić sobie każdy użytkownik instalacji chłodniczej. Jest to możliwe dzięki szerokiej dostępności prostych w użyciu mierników i testów służących do analizy wody. Dzięki temu użytkownik uzyskuje możliwość wpływania nie tylko na bezawaryjną pracę instalacji, ale również na ekonomikę jej eksploatacji, poprzez efektywną regulację zużycia wody (odsalanie), czy też optymalizację dawek dozowanych chemikaliów.

Szczególnie często spotykanym błędem eksploatacyjnym jest całkowita rezygnacja z prowadzenia odsalania układu. Zwykle jest to tłumaczone potrzebą oszczędności wody uzupełniającej. Tymczasem prawdziwy efekt ekonomiczny tego zaniechania jest w rzeczywistości ujemny, bowiem straty spowodowane spadkiem wydajności cieplnej urządzeń, na których wytrącił się osad z nadmiernie zasolonej wody, jak również niszczenie korozyjne materiałów konstrukcyjnych, w dłuższej perspektywie stanowią koszt znacznie przekraczający zyski z zaoszczędzonej wody. Te ostatnie zresztą rosną znacząco tylko do osiągnięcia



Rys. 3. Zależności pomiędzy ilością wody uzupełniającej, odsalaniem i cyklami załadowania w układzie chłodzenia z odparowaniem.

określonej liczby cykli załadowania, natomiast po jej przekroczeniu realna oszczędność wody uzupełniającej jest już bardzo niewielka. Zjawisko to zilustrowane jest na rysunku 3. Jak widać największą oszczędność wody uzupełniającej uzyskuje się dla 4, maksymalnie 5 cykli załadowania. Większe załadowanie wody obiegowej nie przynosi już znaczących oszczędności na wodzie uzupełniającej.

Z drugiej strony równie często spotykanym błędem jest prowadzenie układu chłodzenia w tzw. systemie „na przelew”. W tym wariantcie zawór spustowy pozostaje otwarty non – stop. Ubytek wody obiegowej jest w sposób ciągły bilansowany poprzez uzupełnianie wodą świeżą. Najczęściej rozwiązania tego typu stosowane są w sytuacji, gdy woda uzupełniająca jest wodą nieuzdatnioną, o dużej twardości. Unikając jej załadowania w obiegu użytkownik może spowolnić i wydłużyć czas odkładania się osadów mineralnych na powierzchniach wymiany ciepła, nie jest jednak w stanie całkowicie tym procesom zapobiec. Oczywiście takie prowadzenie układu chłodzenia wiąże się z ogromnym marnotrawstwem wody. Kilkuletnia eksploatacja układu chłodzenia w takim systemie generuje koszty za zużycie wody porównywalne z kosztami montażu stacji zmiękczenia i układu odsalania. Jeśli dodatkowo uwzględnimy straty związane z pogorszeniem wydajności cieplnej w układzie, spowodowane odłożonymi osadami, bilans ekonomiczny dla metody „na przelew” okazuje się zdecydowanie niekorzystny.

Reasumując należy stwierdzić, że dla zapewnienia właściwych warunków pracy układu chłodzenia konieczne jest podjęcie następujących działań w zakresie kontroli i monitoringu:

- określenie właściwego stopnia wymiany wody,
- uzupełnianie sprzężone z odsalaniem,
- pomiary analityczne podstawowych właściwości fizykochemicznych i mikrobiologicznych wody w ramach monitoringu operacyjnego,
- dozowanie i kontrola chemikaliów korekcyjnych zgodnie z opracowanym na podstawie analizy wody programem.

LM Serwis PRO – Diagnostyka w trybie zdalnym realizowana jako usługa w formie SaaS (Software as a Service)

Streszczenie

W Pro Novum od dziesięciu lat rozwijamy projekt, który przybrał formę platformy informatycznej LM System PRO+®. Podstawę systemu informatycznego stanowi diagnostyka.

Diagnostyka postojowa i eksploatacyjna zintegrowane są w sposób pozwalający na bieżącą aktualizację oceny stanu technicznego oraz weryfikację prognozy. System zbudowany jest z pakietów funkcjonalnych, które z kolei składają się z modułów i funkcji. Niektóre pakiety funkcjonalne Systemu mogą działać autonomicznie. LM Serwis PRO jest jednym z tak działających pakietów. Software as a Service to usługa, która polega na udostępnianiu aplikacji LM Serwis PRO z serwera Pro Novum. Stwarza to liczne korzyści i otwiera nowe formy współpracy z Klientem.

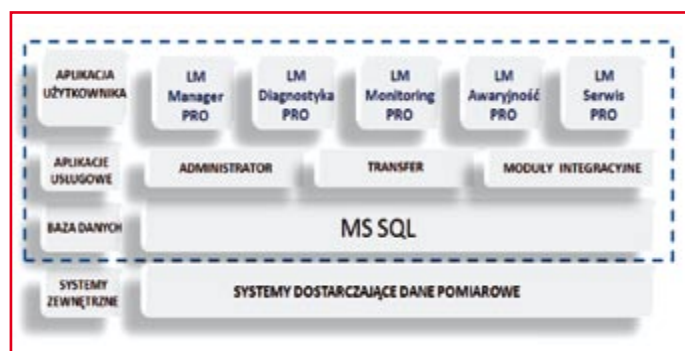
Wstęp

Trudno wyobrazić sobie dzisiaj działanie, którego nie wspiera lub nie może wspierać informatyka. W Pro Novum zauważyliśmy to paręnaście lat temu a od dziesięciu lat rozwijamy projekt, który przybrał formę platformy informatycznej LM System PRO+®. Podstawą systemu informatycznego jest diagnostyka w jej naturalnym otoczeniu [1]. System wspiera planowanie i zarządzanie realizacją badań. Integruje diagnostykę postojową i eksploatacyjną w sposób pozwalający na bieżącą aktualizację oceny stanu technicznego oraz weryfikację prognozy. Aktualizacja oceny stanu technicznego oraz weryfikacja prognozy trwałości odbywa się na podstawie:

- diagnostyki postojowej,
- analizy warunków pracy (cieplno – mechaniczno – chemicznych)
- analizy awaryjności

Platforma informatyczna Pro Novum LM System PRO+® – Rys. 1 [2] stanowi specjalistyczne narzędzie informatyczne wspomagające zarządzaniem klasycznym procesem (systemem) diagnostycznym urządzeń/elementów energetycznych. Platforma ta zbudowana jest z odpowiednich pakietów funkcjonalnych, które z kolei składają się z poszczególnych modułów Systemu. Wybrane pakiety funkcjonalne Systemu mogą być wykorzystane jako odrębne aplikacje platformy informatycznej do wyspecyfikowanych zadań diagnostycznych.

LM Serwis PRO jest jednym z pakietów funkcjonalnych, który stanowi narzędzie do sprawowania nadzoru diagnostycznego. Celem tej usługi może być nadzór nad stanem technicznym wybranych węzłów konstrukcyjnych ich urządzeń lub elementów. Monitorowane mogą być również wybrane problemy czy zjawiska występujące na blokach energetycznych.



Rys. 1. Pakiety funkcjonalne platformy informatycznej LM System PRO+®.

Diagnostyka jako źródło wiedzy

Diagnostyka stanowi podstawowe źródło danych do oceny stanu technicznego urządzenia/elementu. Analiza awaryjności, wybrane informacje remontowe, oraz dotyczące warunków pracy stanowią niezbędne uzupełnienie – rys. 2.



Rys. 2. Źródła informacji zapewniające wiedzę o stanie technicznym urządzenia/elementu.

W LM System PRO+® zaimplementowano kompletny proces planowania, wykonywania oraz interpretacji wyników badań. Proces ten zintegrowano z pracą urządzenia oraz wykonawcami badań w sposób pokazany schematycznie na rys. 3.

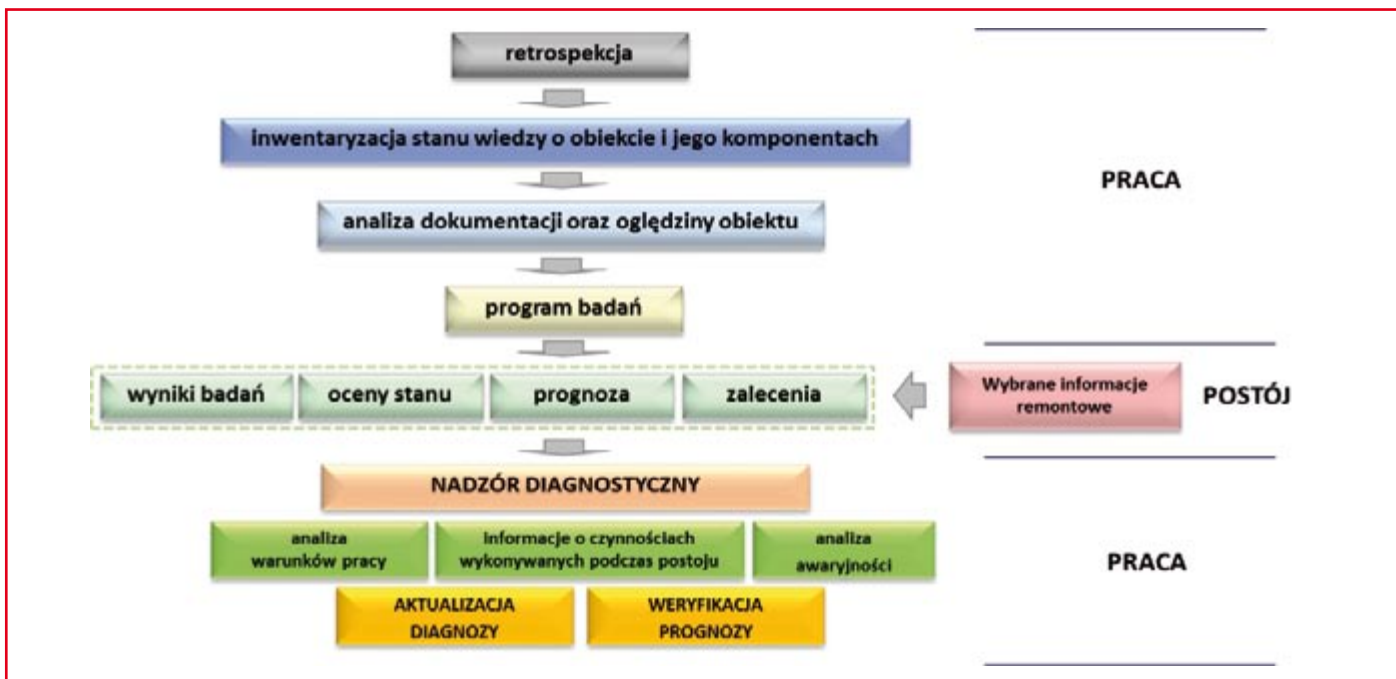
Nadzór diagnostyczny

Nadzór diagnostyczny wykonywany jest pod kątem ściśle zdefiniowanego celu w odniesieniu do określonych elementów, węzłów konstrukcyjnych i urządzeń ciepłno-mechanicznych:

- analizując warunki pracy w zakresie ciepłno-mechanicznym i chemicznym,
- aktualizując oceny stanu technicznego,
- weryfikując prognozy trwałości,

Nadzór diagnostyczny wymaga komunikacji pomiędzy koordynatorem diagnostyki ze strony Elektrowni a Ekspertem z Pro Novum na podstawie uzgodnionych z Klientem procedur.

LM Serwis PRO wyposażony jest w okno serwisowe – rys. 4, na którym dostępne są poszczególne moduły, niezbędne do wykonywania usługi. W tym trybie odbywa się m.in. wprowadzanie danych oraz informacji z postojów, tj. tej części procesu diagnozowania,



Rys. 3. Diagnostyka zintegrowana ze stanem pracy bloku/urządzenia.

kotłowego dotychczas nie można zautomatyzować. W chwili odstąpienia bloku, System automatycznie generuje tzw. Kartę Postojową, którą koordynator z Elektrowni komentuje w wymagany przez System sposób, określając:

- rodzaj postoju,
- przeprowadzone badania, naprawy, wymiany, konserwacje, czyszczenia,
- przyczynę bezpośrednią, pośrednią wystąpienia awarii (w przypadku odstawień awaryjnych).

Komunikacja pomiędzy Specjalistami Elektrowni a Specjalistami Pro Novum odbywa się przy pomocy moduły Komunikator. Stanowi on wewnątrz systemową komunikację przechowując całą historię korespondencji. W module Problemy Użytkownik otrzymuje informacje od Systemu/lub od Eksperta Pro Novum o możliwości wystąpienia problemu. Informacja ta może być potrzebna Użytkownikowi, aby mógł on wcześniej przewidzieć czynności profilaktyczne/zapobiegawcze podczas najbliższego remontu.

Raport systemowy, który oprócz stałych sekcji generowanych automatycznie dot. m.in.:

- historii pracy
- analizy warunków pracy ciepłno-mechaniczno-chemicznych
- analizy awaryjności
- aktualizacji stanu technicznego
- aktualizacji prognozy trwałości

raz na określony czas jest komentowany przez Specjalistę Pro Novum w formie wniosków, zalecań, uwag – Rys. 5.



Rys. 4. Okno serwisowe – LM Serwis PRO.



Rys. 5. Nadzór diagnostyczny – raport systemowy.



Rys. 6. Nadzór diagnostyczny – monitorowanie obiegu wodno-parowego

Software as a Service to usługa, która polega na udostępnianiu aplikacji LM Serwis PRO z serwera Pro Novum. W modelu SaaS wszystkie sprawy związane z utrzymaniem aplikacji, sprzętu pozostają po stronie Pro Novum. Klient nie jest odpowiedzialny za utrzymanie oprogramowania co poprawia jego bezpieczeństwo i redukuje koszty. Dużą zaletą wdrożenia metodą SaaS jest szybki czas rozpoczęcia nadzoru diagnostycznego. Dostęp do aplikacji poprzez połączenia VPN do serwerów Pro Novum może odbywać się z każdego miejsca, bez względu na lokalizację. Jedynym wymaganiami jest dostęp do internetu.

Chemiczny nadzór diagnostyczny

Długoletnie doświadczenia specjalistów naszej firmy, zajmujących się zagadnieniami pod kątem chemii energetycznej przy eksploatacji urządzeń energetycznych, pozwoliło na wykorzystanie informacji pochodzących z pomiarów fizyko-chemicznych czynnika obiegowego elektrowni i cieplno-mechanicznych pracy bloku do przekształcenia w wiedzę odnośnie właściwej oceny stanu technicznego urządzeń, oceny warunków pracy urządzeń i automatyczną identyfikację problemów w układzie wodno-parowym bloku m.in.:

- korozja chemiczna stopów miedzi,
- korozja chemiczna w układzie widy zasilającej,
- FAC (Flow Accelerated Corrosion) stopów miedzi i stali,
- perforacja rurek kondensatora/przecieki wody chłodzącej,
- korozja ługowa,
- korozja kwasowa,
- korozja postojowa,
- unos mechaniczny/chemiczny,
- zasilanie przegrzewaczy i turbiny,
- transport zanieczyszczeń tlenkowych.

Na rysunku nr 6 przedstawiono przykładowy wygląd generowanego raportu uwzględniającego warunki eksploatacji, diagnostykę i warunki wodno-parowe przedstawione w graficzny sposób. Informacje wynikające z opracowywanego okresowo raportu ułatwiają podejmowanie kluczowych decyzji dotyczących eksploatacji bloku i racjonalne planowanie prac remontowych:

- przewidywanie ewentualnych konsekwencji nieprawidłowego funkcjonowania urządzeń energetycznych związanych z przekroczeniem wartości reżimowych lub nieodpowiednim doбором parametrów pracy – odpowiednie wczesne reagowanie na takie nieprawidłowości przyczynia się do wydłużenia trwałości urządzeń (elementów urządzeń), zminimalizowanie uszkodzeń spowodowanych procesami korozyjnymi i inne.

- zalecania na potrzeby chemicznego czyszczenia kotła i obróbki chemicznej powierzchni wewnętrznej w celu polepszenia sprawności eksploatacji,
- zaplanowanie oraz określenie technologii i zakresu konserwacji bloku na czas postoju.

Podsumowanie

Bez systemowego wsparcia diagnostycznego nie można aktualnie wykonywać diagnostyki na wysokim poziomie technicznym oraz przy względnie niskich kosztach. Problem ten mają zarówno Centra Usług Wspólnych grup energetycznych jak również firmy wykonujące na ich rzecz diagnostykę. Ten problem wiele lat temu został rozwiązany przez Pro Novum. Platforma informatyczna LM System PRO+® jest kompletnym narzędziem w tym zakresie. Usługa w trybie SaaS zapewnia największy komfort Klientowi zwłaszcza redukcję kosztów bez wpływu na wysoką jakość diagnostyki.

Aktualnie powstaje wersja 3.0 Systemu, w której zaimplementowano m.in. zaawansowane analizy oparte na diagnostyce, m.in. do zarządzania stanem technicznym urządzeń na podstawie analizy ryzyka (Risk Based Maintenance) [3].

PIŚMIENNICTWO

- [1] Jerzy Trzeszczyński: „System diagnostyczny zapewniający bezpieczną pracę bloków 200 MW eksploatowanych powyżej 300 000 godzin.” Dozór Techniczny, Nr 2/2012.
- [2] Jerzy Trzeszczyński, Sławomir Białek, Wojciech Murzynowski: „Monitorowanie stanu technicznego urządzeń cieplno-mechanicznych bloków energetycznych przy wykorzystaniu platformy informatycznej LM System PRO+®.” Dozór Techniczny Nr 5/2011.
- [3] Jerzy Trzeszczyński, Wojciech Murzynowski, Radosław Stanek – Analiza ryzyka jako wsparcie utrzymania stanu technicznego urządzeń cieplno-mechanicznych elektrowni Dozór Techniczny, Nr 4/2012
- [4] Agata Duda, Paweł Gawron, Alfred Śliwa, Rejestracja wybranych wielkości chemicznych w LM System PRO+® elementem oceny stanu technicznego urządzeń i prognozy ich trwałości, X Sympozjum Informatyczno-Szkoleniowe pt. Diagnostyka i remonty długoeksploatowanych urządzeń energetycznych. Wydłużanie czasu pracy urządzeń energetycznych – szanse i ograniczenia, Ustroń 2008.
- [5] Paweł Gawron, Sylwia Danisz, Od badań diagnostycznych i analizy warunków pracy urządzeń do systemowego monitorowania ich trwałości – doświadczenia w funkcjonowaniu LM System PRO+®, XIV Konferencja Naukowo-Techniczna pn. Udział chemii we wzroście efektywności urządzeń. Wpływ warunków pracy na trwałość urządzeń cieplno-mechanicznych, Wisła 2012

Zmiany wytycznych dotyczących jakości czynnika obiegowego w układach wodno-parowych bloków energetycznych

Streszczenie

Z uwagi na rozwój technologii uzdatniania wody na potrzeby energetyczne i zmiany w podejściu do eksploatacji elektrowni i elektrociepłowni stale dokonywane są zmiany wytycznych jakości czynnika obiegowego w odniesieniu do sposobu korekcji jak i sposobu podejścia do oceny wyników.

W niniejszym opracowaniu omówione zostały zmiany jakie w ostatnim czasie pojawiły się w wytycznych opracowywanych przez różne jednostki badawczo-rozwojowe dotyczących jakości czynnika obiegowego.

1. Wstęp

Jakość wody jako czynnika obiegowego w układach wodno – parowych w urządzeniach energetycznych jest niezwykle istotna. Zarówno długoletnia, bezawaryjna eksploatacja, a także idące z nią w parze względy finansowe są czynnikami, z którymi liczy, a przynajmniej powinien się liczyć każdy eksploata tor tych urządzeń. Odpowiedni dobór reżimu chemicznego dla użytkowanych jednostek wytwórczych ma ogromne znaczenie w czasie ich eksploatacji w kolejnych latach pracy. Właściwy dobrany reżim chemiczny pozwala na uniknięcie wielu problemów, takich jak:

- uszkodzenia korozyjne powierzchni ogrzewalnych
- powstawanie osadów o charakterze korozyjnym generujących awarie urządzeń
- obniżenie jakości wytwarzanej pary z wtórnym wachlarzem problemów
- wytrącanie się osadów podczas nieustalonych stanów pracy
- obniżenie ogólnej sprawności urządzeń

Na przestrzeni lat, wraz z pojawianiem się coraz bardziej zaawansowanych technologicznie jednostek wytwórczych zaostreniu ulegały również parametry dotyczące jakości stosowanego w nich czynnika obiegowego. Coraz wyższe parametry pracy bloków energetycznych oraz wymagania jakościowe dla wytwarzanej w nich pary wymusiły stopniowe zaostrenie wymagań, które stawia się jakości czynnika obiegowego w układach wodno-parowych.

2. Aktualny stan

Wraz z kolejnymi latami rozwoju energetyki na świecie oraz postępowaniem w dziedzinie uzdatniania wody na cele energetyczne powstało wiele wytycznych i zaleceń dotyczących korekcji oraz wymaganych parametrów czynnika w układach wodno – parowych. Modyfikacje tych wytycznych, które wprowadzono na przestrzeni lat przy uwzględnieniu doświadczeń eksploatacyjnych i wiedzy remontowej pozwoliły na coraz skuteczniejsze zabezpieczenie się przed problemami występującymi w poprzednich latach w trakcie eksploatacji bloków energetycznych. Nie bez znaczenia w ograniczeniu ilości występujących problemów miała rewolucja w sposobach przygotowania wody na cele energetyczne, po której jakość wody dodatkowej używanej do pokrycia strat w obiegach wodno – parowych zaczęła spełniać najostrejsze wymagania. Większość kart reżimowych obowiązujących w polskiej energetyce opracowana została w oparciu o historyczne już edycje wytycznych VGB (1988r, 2004 r.), wytyczne Energopomiaru Gliwice z 1990 roku oraz rzadziej o pol-

ską normę PN-EN 12952-12:2006 i wytyczne Electric Power Research Institute:

- Cycle Chemistry Guidelines for Fossil Plants: Phosphate Treatment for Drum units (EPT/PT), 1994 r.
- Cycle Chemistry Guidelines for Fossil Plants: All Volatile Treatment (AVT) 1996 r.
- Cycle Chemistry Guidelines for Fossil Plants: Oxygenated Treatment (OT) 1994 r.
- Cycle Chemistry Guidelines for Fossil Plants: Caustic Treatment (CT), 1994 r.

Polska norma przywoływana jest przede wszystkim dla urządzeń nowych, wprowadzanych do eksploatacji.

Na dzień dzisiejszy chronologicznie najnowsze wydania norm i wytycznych w europejskiej i światowej energetyce to:

- Polska norma **PN-EN 12952-12:2006** „Kotły wodnorurowe i urządzenia pomocnicze. Część 12: Wymagania dotyczące jakości wody zasilającej i wody kotłowej”
- Wytyczne **VGB Power Tech VGB-R 450 Le** – Feed Water, Boiler Water and Steam Quality for Power Plants/Industrial Plants *Third edition 2011*
- Wytyczne **EPRI COMPREHENSIVE CYCLE CHEMISTRY GUIDELINES FOR FOSSIL PLANTS** *Grudzień 2011*
- Wytyczne **IAPWS** Technical Guidance Documents: Cycle Chemistry Guidelines for Fossil and Combined Cycle Plants:
 - Corrosion Product Sampling and Analysis for Fossil and Combined Cycle Plants
 - Steam Purity for Turbine Operation
 - Instrumentation for monitoring and control of cycle chemistry for the steam-water circuits of fossil-fired and combined-cycle power plants
 - Phosphate and NaOH treatments for the steam-water circuits of drum boilers of fossil and combined cycle/HRSG power plants
 - Volatile treatments for the steam-water circuits of fossil and combined cycle/HRSG power plants
 - Procedures for the Measurement of Carryover of Boiler Water into Steam

Oprócz wymienionych wyżej norm i wytycznych istnieją również zalecenia dotyczące jakości czynnika obiegowego dostarczane przez dostawców urządzeń, oparte na ich własnych doświadczeniach eksploatacyjnych. Mnogość sposobów korekcji, zakresu parametrów jakości wykorzystywanego czynnika obiegowego oraz sposobu prowadzenia pomiarów fizyko – chemicznych w obiegu daje możliwość na dostosowanie reżimu w sposób indywidualny, uwzględniający lokalne uwarunkowania oraz możliwości, jakie daje dany obiekt energetyczny. Czasami jednak tylko możliwość, bo z uwagi na złożoność problemu oraz konieczność zaspokojenia

nia wielu, często sprzecznych racji ustalenie właściwego sposobu prowadzenia systemu korekcji jest zadaniem trudnym, często długotrwałym a zawsze wymagającym dużego doświadczenia wdrożeniowo - eksploatacyjnego. Częste próby ustalania reżimu chemicznego metodą „przez analogię” skazane są zwykle na niepowodzenie z uwagi na praktyczny brak jednakowych rozwiązań układów technologicznych, nawet w obrębie bloków tego samego typu. A diabeł tkwi w szczegółach.

PN-EN 12952-12:2006 „Kotły wodnorurowe i urządzenia pomocnicze. Część 12: Wymagania dotyczące jakości wody zasilającej i wody kotłowej”

Jest to tłumaczenie normy EN 12952-12:2003 bez jakichkolwiek zmian. Celem normy było określenie warunków fizyko - chemicznych, które utrzymanie ograniczyłyby zagrożenia występujące podczas eksploatacji kotła/bloku. Ma ona zastosowanie jedynie dla fragmentu pomiędzy wlotem wody zasilającej do kotła a wypływem pary, natomiast nie uwzględnia ona jakości wytwarzanej pary. W normie określone są jedynie **minimalne** wymagania, jakie musi spełniać woda zasilająca oraz woda kotłowa, a zawarte w niej wytyczne mają na celu zmniejszenie niebezpieczeństwa wystąpienia korozji czy powstawania osadów mogących prowadzić do uszkodzeń lub innych problemów eksploatacyjnych.

Norma ma zastosowanie do wszystkich rodzajów konwencjonalnych kotłów wodnorurowych do wytwarzania pary lub ciepłej wody, lecz nie uwzględnia ekonomicznych aspektów ich eksploatacji. Dodatkowo jej zastosowanie wiąże się z wieloma ograniczeniami takimi jak:

- brak informacji o sposobach prowadzenia korekcji chemicznej czynnika obiegowego
- brak metodyki kontroli parametrów fizyko – chemicznych
- brak rozróżnienia stanów, w jakich znajduje się blok (uruchomienie, praca ciągła, odstawienie)
- brak uwzględnienia pracy urządzeń wytwórczych w intensywnej regulacji
- wskazanie jako korygentów jedynie związków nieorganicznych

Optymalizacja charakterystyk chemicznych przerzucona jest w niej na eksploatatorów urządzeń. Wymienione ograniczenia zawężają obszar stosowalności normy, a pokazanie jedynie minimalnych wymagań, jakie musi spełnić czynnik obiegowy w układzie wodno – parowym, powoduje że jest ona zwykle podstawowym dokumentem przywoływanym przez dostawców nowych urządzeń.

Wytyczne VGB Power Tech VGB-R 450 Le – Feed Water, Boiler Water and Steam Quality for Power Plants/Industrial Plants, Third edition 2011

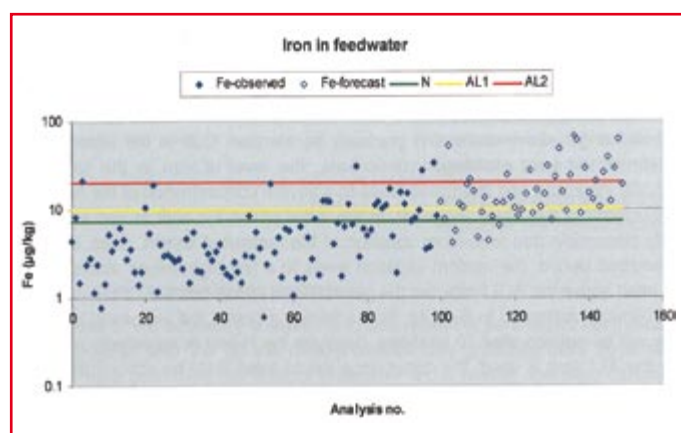
Dyrektywa VGB określa wymagania jakościowe dla czynnika w obiegach wodno – parowych w obiektach energetycznych i ma zastosowanie do urządzeń pracujących w całym zakresie ciśnień. W przeciwieństwie do Normy EN-12952-12 (zawierającej jedynie minimalne parametry jakościowe), zawarte w niej wytyczne opracowano z uwzględnieniem długofalowych czynników ekonomicznych oraz niezawodności urządzeń podczas ich eksploatacji. Dodatkowym atutem wytycznych R450Le jest uwzględnienie parametrów dla różnych stanów, w jakich znajdują się w danej chwili urządzenia tzw. *Action level*. Dzięki temu możliwe jest dosyć dokładne dostosowanie reżimu podczas stanów pracy innych niż stabilna praca kotła, co pozwala na znacznie bezpieczniejszą eksploatację.

Dotychczas wytyczne VGB pozwalały na ustalenie reżimu oraz dopuszczalnych wartości parametrów fizyko-chemicznych

w różnych stanach pracy urządzenia. Jednakże, uwzględniając mnogość typów urządzeń energetycznych a także sposobów ich eksploatacji, ustalenie stałych wartości na kolejnych poziomach przekroczeń (*Action level*) okazało się nienajlepszym rozwiązaniem. Najnowszy wydany dokument VGB podchodzi do tematu w nieco inny sposób. Najważniejszą zmianą jest na nowo zdefiniowany normalny zakres pracy (*N-ranges*), uwzględniający stan danego urządzenia oraz możliwe do osiągnięcia przez nie wartości parametrów fizyko-chemicznych. Taki zabieg pozwolił na optymalizację działania jednostek wytwórczych nie generując dodatkowych kosztów, a zarazem sprecyzowanie parametrów fizyko-chemicznych w sposób indywidualny dla urządzenia.

Na nowo zdefiniowana wartość normalna (*N-value*) oparta o obserwacje trendów oraz odstępstw w wynikach analizowanych parametrów fizyko – chemicznych pozwala na znacznie wcześniejsze rozpoznanie zagrożenia, zanim przekroczony zostanie zdefiniowany limit przekroczeń (*Action level 1*). Zazwyczaj zawiera się on pomiędzy 80-90% wartości poziomu AL1. Zaletą zakresu normalnego (*N-ranges*) jest oparcie jego poziomu o proste kalkulacje bazujące na dostępnych już danych pochodzących z analiz pracującej jednostki oraz pomiarów on-line. Stosowanie zakresu normalnego pozwala na przedłużenie żywotności elementów urządzeń oraz minimalizuje ryzyko wystąpienia uszkodzeń w trakcie eksploatacji.

Na poniższym schemacie można zaobserwować, że zastosowanie wyżej opisanego mechanizmu pozwoliło na wykrycie zagrożenia (zwiększona zawartość żelaza) już przy 70 analizie, natomiast przekroczenie AL1 nastąpiło dopiero przy 85-90 analizie. Bufor czasowy jaki dostaje do ręki eksploatator urządzenia pozwala na podjęcie działań eliminujących zagrożenie praktycznie zanim ono wystąpi bądź jego „siła” oddziaływania jest jeszcze niewielka.



Dodatkowymi zmianami, które pojawiły się z uaktualnionym dokumencie VGB są:

- przegląd obszarów analiz w układzie wodno – parowym w zależności od analizowanego parametru
- zalecenia częstości analiz parametrów w zależności od otrzymanych wyników
- wskazówki dotyczące umiejscowienia punktów poboru próbek oraz analizatorów on-line

EPRI Comprehensive Cycle Chemistry Guidelines For Fossil Plants, 2011

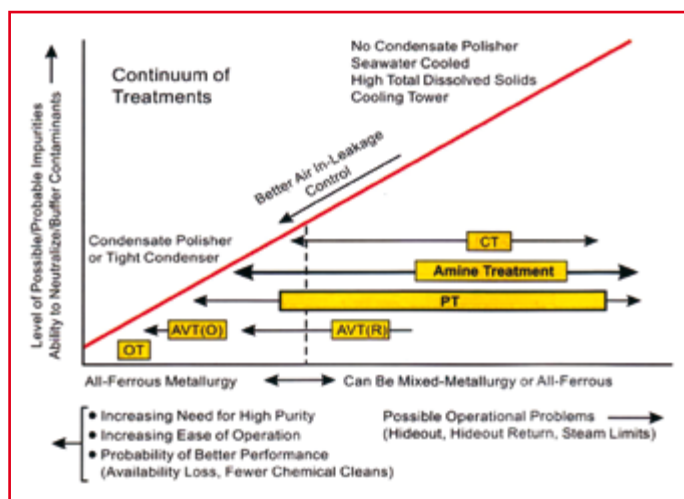
Jest to zbiór wytycznych mających zastosowanie we wszelkiego rodzaju kotłach. Zawarte w nich zalecenia opierają się o ponad 30-letnie obserwacje oraz badania, które miały na celu zrozumienie mechanizmu uszkodzeń korozyjnych zachodzących wewnątrz kotła.

Najnowsze wydanie wytycznych *Electric Power Research Institute* skupia się na optymalizacji reżimu chemicznego w celu utrzymania dyspozycyjności, niezawodności urządzeń oraz optymalizacji kosztów ich eksploatacji.

COMPREHENSIVE CYCLE CHEMISTRY GUIDELINES FOR FOSSIL PLANTS zawiera w sobie aktualne wytyczne:

- Cycle Chemistry Guidelines for Fossil Plants: All-Volatile Treatment: Revision 1
- Cycle Chemistry Guidelines for Fossil Plants: Phosphate Continuum and Caustic Treatment
- Cycle Chemistry Guidelines for Fossil Plants: Oxygenated Treatment
- Cycle Chemistry Guidelines for Fossil Plants: Oxygenated Treatment

Na poniższym schemacie przedstawiono rekomendowane przez EPRI sposoby prowadzenia korekcji chemicznej wody w układach wodno – parowych elektrowni.



Zastosowanie się do wytycznych proponowanych *Electric Power Research Institute* pozwala na:

- Określenie najbardziej efektywnego reżimu chemicznego dla czynnika obiegowego danej jednostki z uwzględnieniem specyficznych uwarunkowań dla danego obiektu, rodzaju materiałów konstrukcyjnych w obiegu wodno-parowym oraz poziomu eksploatacji w tym poziomie wyposażenia jednostki w instalacje do obróbki fizyko – chemicznej czynnika obiegowego.
- Optymalizację istniejących już reżimów chemicznych
- Identyfikację oraz sposób reagowania na wyniki analiz, które odbiegają od ustalonych w reżimie chemicznym, a także ustalenie konsekwencji przy braku reakcji w momencie ich wystąpienia

Dyrektywa VGB tak jak wytyczne EPRI w podobny sposób odnoszą się do wprowadzanych reżimów dla obiektów energetycznych oraz metodologii kontroli parametrów fizyko – chemicznych czynnika obiegowego. W najnowszych publikacjach obie podchodzą do tematu reżimu chemicznego biorąc pod uwagę uwarunkowania i czynniki charakterystyczne dla elektrowni. Obie jednostki rekomendują korekcję chemiczną wody w obiegu wodno – parowym prowadzoną w oparciu o zastosowanie koregentów „prostych” (amoniak, NaOH, Na₃PO₄, tlen, reduktor) w dwóch

Z wykorzystaniem koregentów lotnych, AVT (All Volatile Treatment):

- OT (oxygenated treatment)
- AVT-O (bez użycia reduktora)
- AVT-R (z użyciem reduktora)

Z wykorzystaniem koregentów stałych (wyłącznie dla kotłów walczkowych):

- CT (Caustic Treatment) – z wykorzystaniem NaOH
- PT (Phosphate Treatment) – z wykorzystaniem Na₃PO₄
- Inne stałe alkalizatory

W dalszym ciągu nie ma jasno zdefiniowanej rekomendacji dla użycia organicznych koregentów, tym niemniej są one ujęte jako fakt, związany z coraz powszechniejszym ich użyciem. Podnoszone są jednocześnie potencjalne problemy jakie mogą się wiązać z ich wykorzystaniem oraz konieczność zwrócenia szczególnej uwagi na zjawiska towarzyszące stawianiu związków organicznych do korekcji układów wodno – parowych.

We wszystkich omawianych dokumentach brakuje również ścisłych informacji dotyczących metod korekcji chemicznej czynnika oraz ograniczeń jakie narzuca eksploatacja bloków na parametry nadkrytyczne.

Najważniejszą różnicą pomiędzy powyższymi zaleceniami jest fakt, że VGB oprócz podawania wartości granicznych dla parametrów chemicznych podczas ustalania reżimu chemicznego (tak jak EPRI), pomaga także ustalić jego dopuszczalny, bezpieczny zakres eksploatacji dla danego urządzenia.

3. Podsumowanie

Kolejne lata eksploatacji urządzeń energetycznych, a wraz z nimi nabyta wiedza eksploatacyjna pozwoliła na opracowanie coraz dokładniejszych, doprecyzowanych wytycznych dla wprowadzanych reżimów jakości czynnika obiegowego. Aktualne zalecenia pozwalają uwzględniać nie tylko parametry pracy, budowę oraz indywidualne uwarunkowania danego obiektu, ale także zastosować je dla różnych stanów pracy urządzenia. Pozwala to na bezpieczną, bezawaryjną eksploatację, która nie generuje dodatkowych kosztów związanych z uszkodzeniami, wymuszonymi postojami oraz innymi nieoczekiwanymi sytuacjami.

PIŚMIENNICTWO

- [1] Feed Water, Boiler Water and Steam Quality for Power Plants/Industrial Plants, 2011. VGB Power Tech Service GmbH, Essen, Germany, VGB-S-010-T-00;2011-12.EN
- [2] PN-EN 12952-12:2006 “Kotły wodnorurowe I urządzenia pomocnicze. Część 12: Wymagania dotyczące jakości wody zasilającej i wody kotłowej”
- [3] Bursik A., *PowerPlantChemistry* 2013, 15(5) 393.
- [4] Bursik A., *PowerPlantChemistry* 2013, 15(1) 35.
- [5] Mathews A. J., *PowerPlantChemistry* 2012, 14(7) 396.
- [6] Gawron P., *Normy, wytyczne dotyczące jakości czynnika obiegowego*, 2010, XIII Konferencja Naukowo-Techniczna
- [7] <http://www.iapws.org/techguide.html> IAPWS Technical Guidance Documents: Cycle Chemistry Guidelines for Fossil and Combined Cycle Plants, dostęp 15.04.2014
- [8] <http://www.epri.com/abstracts/Pages/ProductAbstract.aspx?ProductId=00000000001021767> Comprehensive Cycle Chemistry Guidelines for Fossil Plants, dostęp 15.04.2014

www.sigma-not.pl

Największa baza artykułów technicznych online!

XV Konferencja Naukowo-Techniczna pn.: Udział chemii energetycznej we wzroście efektywności urządzeń

W dniach 21–23 maja 2014 r. w Hotelu STOK w Wiśle-Jawornik odbyła się zorganizowana przez Przedsiębiorstwo Usług Naukowo-Technicznych „Pro Novum” Sp. z o.o. XV Konferencja Naukowo-Techniczna pn.: **Udział chemii energetycznej we wzroście efektywności urządzeń.**

Konferencja została zorganizowana przy współpracy z **TAURON Wytwarzanie S.A., Urzędem Dozoru Technicznego** oraz **Towarzystwem Gospodarczym Polskie Elekrownie Grupa Chemiczna.**

Patronat medialny sprawowały czasopisma: *Energetyka*, *Dozór Techniczny*, *Przegląd Energetyczny*, *Energetyka Ciepła i Zawodowa*, *Chemia Przemysłowa* i *Nowa Energia* oraz portal *Elektroenergetyka i przemysł on-line. Inżynieria w praktyce.*

Tegoroczna, XV edycja Konferencji zamknęła 30-letni okres historii polskiej energetyki, mającej za sobą głębokie zmiany ustrojowe, własnościowe, organizacyjne i techniczne. Techniczne, bo to zawsze technika, a chemia energetyczna w szczególności była na pierwszym miejscu zainteresowania Organizatorów oraz Uczestników konferencji. Mnogość problemów i zagadnień technicznych, jakie przewinęły się w ramach konferencji pokazały, jaką drogę przebyła polska energetyka w obszarze chemii energetycznej.



Wyznacznikiem poziomu merytorycznego Konferencji, była niezmiennie od lat wysoka frekwencja uczestników zajmujących się zagadnieniami szeroko pojętej chemii energetycznej z praktycznie wszystkich jednostek polskiej energetyki zawodowej i przemysłowej oraz przedsiębiorstw krajowych i zagranicznych współpracujących z branżą energetyczną. Tegoroczna edycja zgromadziła ponad 150 uczestników.

Podkreśleniem jubileuszowego charakteru tegorocznej edycji był zorganizowany pierwszego dnia konferencji „Chemiczny wieczór wspomnień z Hide – Out” w trakcie którego oprócz wystąpień Pana Alfreda Śliwy i Pani Sławomiry Wnuk podsumowujących historię organizacji Konferencji oraz obszaru techniki, jaki był przedmiotem zainteresowania jej Uczestników wyświetlono skróty dwóch archiwalnych filmów zrealizowanych przez inż. Adama Jakubika w 1967 r. i 1970 r. dotyczących korozji rur ekranowych i procesów fizyko-chemicznych na powierzchniach grzewalnych.



W sześciu sesjach plenarnych ogłoszono w sumie 24 referatów, których tematyka dotyczyła szerokiego zakresu zagadnień i problemów technicznych, organizacyjnych i prawnych związanych z szeroko pojętą chemią energetyczną.

Referaty w sesjach plenarnych koncentrowały się wokół zagadnień dotyczących m.in.:

- Wpływu zmian właściwości fizyko – chemicznych czynnika pracującego w warunkach nadkrytycznych na trwałość elementów obiegu oraz zakresu problemu, jakie może nieść za sobą praca kotłów nadkrytycznych w obszarze podkrytycznym,
- Obróbki wstępnej wody używanej w obiegach energetycznych z wykorzystaniem najnowocześniejszych metod jej uzdatniania oraz doświadczeń eksploatacyjnych Użytkowników instalacji uzdatniania,
- Nowego podejścia do kwestii związanych z zapewnieniem trwałości elementów obiegów wodno – parowych oraz metod określenia wpływu przekroczeń parametrów reżimowych na skrócenie rezerwu ich pracy,
- Rozwiązań technologicznych układów odazotowania spalin bloków 200 MW, efektów ich proekologicznej modernizacji oraz problemów eksploatacyjno-remontowych związanych ze zmianami w konstrukcji urządzeń wytwórczych. Zasygnalizowano również możliwość wystąpienia nowych problemów związa-



- nych z trwałością elementów, głównie powierzchni ogrzewalnych kotłów, w nowych warunkach ich pracy,
- Techniczno – ekonomiczno – prawnych problemów związanych z budową, modernizacją i eksploatacją układów oczyszczania ścieków po instalacjach IMOS,
 - Nowoczesnych i skutecznych metod dezynfekcji i kontroli mikrobiologicznej wód technologicznych z wykorzystaniem dwutlenku chloru,
 - Chemicznego oczyszczania kotłów i innych instalacji technologicznych z punktu widzenia Centralnego Laboratorium Dozoru Technicznego,
 - Regulacji prawnych dotyczącymi laboratoriów badawczych,
 - Zarządzania wiedzą o stanie technicznym urządzeń realizowanego w różnych formach nadzoru diagnostycznego,
 - Zabezpieczenia antykorozyjnego turbin parowych na czas stojów.

Tradycyjnie konferencji towarzyszyły stoiska wystawowe, gdzie firmy krajowe i zagraniczne prezentowały swoje najnowsze produkty i technologie mogące mieć zastosowanie w eksploatacji i w pracach remontowych urządzeń energetycznych:

- BUDMECH WT Sp. J.
- Georg Fischer Sp. z o.o.
- Przedsiębiorstwo Usług Technicznych DEMPOL-ECO
- NALCO Polska Sp. z o.o.
- PKPU „ORIONTEC” Krzysztof Jasik
- ProMinent Dozotechnika Sp. z o.o.
- Przedsiębiorstwo Usług Naukowo-Technicznych „Pro Novum” Sp. z o.o.
- Purolite Sp. z o.o.
- TECHNOPOMIAR Sp. z o.o.
- VAG Armatura Polska Sp. z o.o.

15 Konferencji Naukowo-Technicznych pn.: Udział chemii energetycznej we wzroście efektywności urządzeń

Tegoroczna konferencja pn.: **Udział chemii energetycznej we wzroście efektywności urządzeń** była jubileuszowym – już 15-stym spotkaniem inżynierów chemików i energetyków pracujących w jednostkach energetyki zawodowej i przemysłowej ze specjalistami firm działających w branży okołoenerygetycznej.



Historia piętnastu spotkań i tematyka konferencji ewoluowała zgodnie z trendami zmian w polskiej energetyce, na bieżąco reagując na problematykę chemii energetycznej.

Prekursorem obecnie odbywających się konferencji były spotkania zapoczątkowane w 1964 roku przez Zakłady Energetyczne Okręgu Południowego z siedzibą w Katowicach (ZEOPd), i które przypadały na lata 60-te i 70- te czyli lata największych inwestycji



i rozwoju energetyki w kraju. Początki Konferencji nierozdzielnie wiążą się z działalnością Służby Chemicznej Zakładów Energetycznych Okręgu Południowego z inż. Adamem Jakubikiem na czele. To z jego inicjatywy w 1964 roku odbyła się pierwsza Ogólnokrajowa Konferencja Chemików Energetyków w Katowicach. Spotkania te były miejscem gdzie wymieniano doświadczenia, przedstawiano wyniki badań eksploatacyjnych i diagnostyki remontowej, które tworzyły w tym czasie wiedzę o nowo budowanych blokach 120 MW i 200 MW.

Po zmianach organizacyjnych w latach 80-tych w 1986 roku zadebiutowała pierwsza Konferencja Naukowo-Techniczna z tego cyklu i trwa do tej pory. W tym okresie ważną tematyką konferencji stały się przemiany i plany modernizacyjne tj. ograniczenie wpływu pracy elektrowni i elektrociepłowni na zanieczyszczenie środowiska naturalnego. Organizowane w ten czas konferencje gromadziły bardzo dużą liczbę uczestników,



co wpływało na wysoki poziom merytoryczny i wymianę doświadczeń między uczestnikami.

Od 2002 roku organizację konferencji przejęło Przedsiębiorstwo Usług-Naukowo Technicznych „Pro Novum” Sp. z o.o. i organizatorzy musieli zmierzyć się po raz kolejny z nowymi trendami jakie powstawały w związku z przystąpieniem Polski do Unii Europejskiej i otwarciem polskiej energetyki na świat. Zmiany organizacyjne i własnościowe oraz idący za tym wzrost konkurencyjności pomiędzy poszczególnymi grupami zarządzającymi elektrowniami zmieniły bezpowrotnie formułę konferencji. Skończył się etap swobodnej wymiany doświadczeń i wiedzy pomiędzy uczestnikami Konferencji na rzecz raczej bardziej stonowanego i powściągliwego podejścia do dzielenia się informacjami eksploatacyjnymi i technologicznymi. Ograniczenie przepływu informacji pomiędzy użytkownikami urządzeń spowodowało przeniesienie „ciężaru” edukacji branżowej na firmy czerpiące swoje doświadczenia z realizacji prac dla klientów z sektora energetycznego. Zmiana podejścia nie wpłynęła negatywnie na zainteresowanie Konferencją i poziom merytoryczny dlatego w dalszym ciągu cieszyła się dużym zainteresowaniem uczestników. W ostatnich latach tematyka porusza coraz szerszy zakres problemów, z którymi boryka się branża energetyczna. Różnego rodzaju regulacje prawne oraz regulacyjny sposób prowadzenia pracy bloków energetycznych kreuje nowe problemy i sposoby zarządzania elektrowniami. Niezmiernie istotna i często krytyczna dla dyspozycyjności bloków, zwłaszcza nowych na wysokie parametry, jest jakość czynnika w obiegu wodno-parowym i prawidłowy sposób jej kontroli. Tematyce konferencji również nie umknęły nowe technologie także informatyczne, które w sposób systemowy pomagają w zarządzaniu wiedzą, w tym od blisko dekady rozwijanej przez Pro Novum platforma informatyczna LM System PRO+®.

Tematyka tej cyklicznie powtarzanej co dwa lata od 1986 roku Konferencji obejmowała głównie:

- problematykę wodno-chemiczną,
- przygotowanie wody do celów energetycznych,
- reżimy chemiczne w układach wodno-parowych bloków energetycznych,
- chemiczne oczyszczanie urządzeń energetycznych,
- problemy korozji i zabezpieczeń antykorozyjnych urządzeń energetycznych,
- badania diagnostyczne i systemowa analiza warunków pracy cieplno-mechanicznych i chemicznych urządzeń energetycznych,
- nowe technologie i usługi z zakresu chemii energetycznej.

Referaty wygłoszone w ciągu 30 lat oparte o doświadczenia licznej rzeszy inżynierów chemików zawierają przegląd historycznych zmian w polskiej energetyce. Kolejne lata również będą obfitowały w nowe wyzwania w tej dziedzinie energetyki i z pewnością przysporzą równie ciekawych zagadnień, które będą poruszane podczas następnych edycji Konferencji.

Szanowni Państwo! Zapraszamy i zachęcamy do prenumeraty czasopisma

DOZÓR TECHNICZNY

Zakład Kolportażu tel./fax (22) 840-35-89, 840-59-49, 840-30-86, e-mail: kolportaz@sigma-not.pl

Profesor dr hab. inż. Włodzimierz Walczak

(21.03.1937 r.-14.08.2012 r.)

Profesor dr hab. inż. Włodzimierz Walczak nie był pospolitym naukowcem. Wielu dziwiło się, że na Politechnice Gdańskiej, uczelni, na której ścierały się różne interesy: polityczne, religijne, kulturowe i światopoglądowe Profesor nie miał żadnych wrogów. Czasami w przyptywie szczerości ubolewał, że jego koledzy wychwalają jakichś naukowców, a w oficjalnych dokumentach piszą zupełnie odwrotne opinie. W świetle nowej ustawy nadającej uprawnienia dr habilitowanego na podstawie punktów z listy filadelfijskiej czasopism prof. Walczak nie musiałby się obawiać, że nie wykształci następców, bo jego uczeń, dr Bogumił Wronka, uzyskał habilitację w oparciu o te zasady.

Rozwinięta na przez wybitnego praktyka, jakim był Profesor Włodzimierz Walczak, technologia zgrzewania wybuchowego była w rankingach światowych na znacznie wyższym poziomie niż polskie spawalnictwo. W czasach zimnej wojny zachód czerpał wiedzę o poziomie polskiego zgrzewania wybuchowego z patentów i dopuszczeń robionych przez wszystkie światowe towarzystwa kwalifikacyjne. W tym roku to, w Polsce odbyła się międzynarodowa konferencja zgrzewania wybuchowego.

Spśród prawie 227 publikacji Profesora w większości są to wystąpienia na konferencjach naukowych. Dwadzieścia z tych publikacji to artykuły prezentowane w Niemczech (7), Szwajcarii (konferencja Europejskiej Federacji Spawalniczej, 2 artykuły), Czechach i Czechosłowacji (6), Rosji (4) i na Litwie. W publikacjach współpracował z dr. Jackiem Bielawskim, dr. Wojciechem Kielczyńskim, dr. Dariuszem Frydrychem, synem Włodzimierzem Jackiem Walczakiem, Edmundem Kruszyńskim, Marianem Jakubcem, Henrykiem Czajkowskim, Tadeuszem Janekowskim, Bernardem Siudą i dr. Bogumiłem Wronką z Politechniki Warszawskiej.

Na swojego następcę proponował naukowca promującego fizykę w spawaniu, czyli dr. Wojciecha Kielczyńskiego (obecnego prodziekana), który według profesora tworzy prawdziwą naukę w spawalnictwie. W praktyce na skutek rozgrywek ambicjonalnych pomiędzy fizykami (Zakład Fizyki był integralną częścią Instytutu Spawania Politechniki Gdańskiej) profesor Uniwersytetu w Bremie nie uzyskał habilitacji i kierownictwo katedry przejął profesor metaloznawstwa.

Firmy, z którymi Profesor Włodzimierz Walczak współpracował w pracach badawczo- wdrożeniowych to: Stocznia Komuny Paryskiej w Gdyni, Stocznia Remontowa „Nauta” w Gdyni, Stocznia Gdańska, Stocznia Północna w Gdańsku, Stocznia Szczecińska, Stocznia Remontowa w Szczecinie, Huta im Lenina, Huta Częstochowa, Petrochemia Płocka, Państwowe Zakłady Lotnicze w Rzeszowie, Zamech w Elblągu, PEBUCH Gdańsk, Instytut Mechaniki Precyzyjnej w Warszawie, Energomontaż Wybrzeże, Naftoport w Gdańsku.

Profesor Walczak tak lubił szybko przetwarzać informacje jak amerykańscy i niemieccy milionerzy, którzy dorobili się majątku za swojego życia. Jako wybitny praktyk Profesor cenił sobie spotkania z naukowcami na konferencjach naukowych. Wiele nocy, na spotkaniach dla inżynierów, przegadałem z Profesorem Walczakiem. Były to bardzo pouczające dyskusje, szczególnie ważne dla mnie wykłady z wpływu struktury metalograficznej na pękanie spoin.

Pomimo, że największe sukcesy Profesor uzyskał w zgrzewaniu wybuchowym, to był dobrym praktykiem w innych metodach spawania. Pracował przecież przy tworzeniu technologii budowy elektrowni jądrowej w Żarnowcu.

Dzięki temu, że Profesor był znany we Francji (wykładał na Uniwersytecie Technicznym Label w Tunezji) francuskie towarzystwo klasyfikacyjne Bureau Veritas zwróciło się do niego o zaproponowanie fachowców, którzy sprawowałyby nadzór nad jakością spawania Rurociągu Jamalskiego.

Jako dziekan i dyrektor katedry Profesor Walczak zajął się podwyższaniem poziomu pozostałych dziedzin spawalnictwa. Robił to w trudnych czasach, gdy środki dla katedry trzeba było pozyskiwać na spotkaniach biznesowych. Tak powstał pomysł listy sponsorów i umowy reklamy na Politechnice urządzeń i sprzętu spawalniczego. Profesor organizował coroczne spotkania inżynierów spawalnictwa, naukowców, pracowników UDT i PRS z producentami sprzętu i materiałów na Politechnice Gdańskiej. Innym elementem tej pracy było przeforsowanie przez Politechnikę Gdańską drogi szkolenia przez polskie politechniki inżynierów spawalników dla budownictwa wg programu Europejskiej Federacji Spawalniczej. Profesor Walczak wykorzystał akcję wprowadzania dyplomów Europejskiego Inżyniera Spawalnictwa do skłonienia pracowników Politechniki Gdańskiej do spisania dla przyszłych pokoleń wiedzy praktycznej i do uporządkowania działalności naukowej w dziedzinie spawalnictwa. Profesor Walczak uważał, że do rozwoju spawalnictwa najważniejszy jest porządek w umysłach naukowców. W tych trudnych czasach kontynuowano badania podwodnego spawania, zgrzewania wybuchowego, naprężeń i odkształceń spawalniczych. W ramach współpracy z Wydziałem Elektroniki uruchomiono i zmodernizowano pozyskane z Niemiec stare zrobotyzowane stanowiska spawalnicze. Był to przyczynek do rozwoju mechatroniki. Jako dziekan ubolewał nad tym, że polski system edukacji bardziej promuje inteligencję odtwórczą niż potrzebną dla gospodarki inteligencję twórczą. Bardzo cenił sobie rozsądnych studentów, którzy nigdy nie mieli z egzaminu niższej oceny niż 3. Był niezadowolony z tego, że musi postawić bardzo dobry studentowi, który umiał wkuć na pamięć wiedzę, a nie umiał zastosować w praktyce.

Kiedyś Profesor powiedział inżynierom, że w 3 godziny omówi to, co ze studentami omawia w 30 godzin. Zaniepokojonych inżynierów uspokoił, że jeżeli ma się słuchaczy z rozwiniętymi zdolnościami praktycznymi da się to zrobić bez szkody dla przekazywanej wiedzy. O zdolnościach pedagogicznych Profesora Walczaka świadczy fakt, że wielu absolwentów Politechniki zamiast iść do specjalisty wołało prosić Profesora, aby omówił zagadnienia, którymi zajmowali się naukowcy katedry. Próbował też przywrócić dla gospodarki geniuszy, którzy na marketingu i zarządzaniu nauczyli się nieróbstwa.

Burko dziekana Walczaka było zawsze puste, bo miał zasadę załatwiać sprawy od razu i polecał tak działać swoim współpracownikom. Teraz Profesor Włodzimierz Walczak będzie z Nieba kibicował młodym naukowcom technologii i pilnował porządku w swojej katedrze i umysłach naukowców.

Ryszard Jastrzębski

Nieszczęśliwe wypadki i niebezpieczne uszkodzenia dźwigów w latach 2003-2010. Część 2. Rok 2009 i 2010.

2009 r.

W grupie dźwigów objętych dozorem pełnym (liczba dźwigów – 96668), z przyczyn innych niż czynniki zewnętrzne, wydarzyło się **25 nieszczęśliwych wypadków i 5 niebezpiecznych uszkodzeń**. W wyniku **nieszczęśliwych wypadków** 2 osoby poniosły **śmierć**, w tym 1 osoba z obsługi i 1 osoba postronna, a 24 osoby doznały **obrażeń ciała**, w tym 22 osoby z obsługi i 2 osoby postronne.

Nieszczęśliwe wypadki z ofiarami śmiertelnymi w grupie dźwigów objętych dozorem pełnym, wystąpiły w dwóch przypadkach:

- nie zachowanie należytej ostrożności podczas modernizacji dźwigu, spowodowało upadek osoby poszkodowanej, stojącej na dachu kabiny, między kabinę a ścianę szybu i zaczepienie tzw. smyczą od telefonu komórkowego o śrubę mocującą kotwę przewodnicy kabinowej;
- podczas demontażu dźwigu niezgodnie z zasadami bhp, nastąpił niekontrolowany ruch kabiny w kierunku na dół i przygnięcie osoby poszkodowanej.

Nieszczęśliwe wypadki z obrażeniami ciała w grupie dźwigów objętych dozorem pełnym zostały spowodowane w 24 przypadkach:

- w 6 przypadkach, po odesłaniu przez nieznane osoby kabin w kierunku do góry i pozostawieniu niedomkniętych drzwi przystankowych, osoba poszkodowana wpadła do szybu;
- w 2 przypadkach, ozdobna płyta sufitowa uderzyła osobę poszkodowaną;
- niewłaściwe połączenia elektryczne w układzie sterowania wykonane przez konserwatora, spowodowały zbocznikowanie łączników bezpieczeństwa drzwi przystankowych oraz niekontrolowane i nieoczekiwane uruchomienie zespołu napędowego w momencie wchodzenia osoby poszkodowanej do kabiny, co spowodowało jej przygnięcie;
- niezachowanie należytej ostrożności podczas próby opuszczenia szybu, po nie zatrzymaniu się jadącej w górę kabiny w rejonie górnego przystanku, doprowadziło do zakleszczenia konserwatora pomiędzy dachem kabiny dźwigu a ościeżnicą drzwi przystankowych;
- podczas demontażu dźwigu niezgodnie z zasadami bhp, nastąpił niekontrolowany ruch kabiny w dół i przygnięcie osoby poszkodowanej;
- zatrzymanie się z nieznanych przyczyn, kabiny powyżej przystanku, spowodowało potknięcie się o próg podczas wchodzenia do kabiny osoby poszkodowanej;
- włożenie ręki przez osobę poszkodowaną w szczelinę między dachem kabiny, a drzwiami przystankowymi, doprowadziło do obrażeń ciała po uruchomieniu dźwigu;
- włożenie ręki przez osobę poszkodowaną w szczelinę między progiem kabiny, a drzwiami przystankowymi, podczas jazdy kabiny doprowadziło do obrażeń ciała;
- z nieustalonych przyczyn osoba poszkodowana doznała obrażeń ciała podczas próby wyjścia z kabiny;
- niezachowanie należytej ostrożności podczas jazdy kabiny spowodowało zaczepienie smyczy psa o elementy szybu, co doprowadziło do podcięcia nóg i upadku osoby poszkodowanej;
- podczas jazdy kabiny dźwigu, koło roweru ustawionego w ten sposób, aby toczyło się po ścianie dźwigu i drzwiach przystankowych najechało na szybę drzwi, co spowodowało jej wybite i zranienie ręki odłamkiem szkła osoby poszkodowanej;
- podczas jazdy kabiny w kierunku do góry, osoba poszkodowana kopnęła w szyby wziernikowe drzwi przystankowych, co spowo-

- doowało wybite szyby, zakleszczenie nogi w otworze po wybitej szybie i wciągnięcie nogi między próg kabiny, a ścianę szybu;
- podczas wchodzenia do kabiny dźwigu osoba poszkodowana przytrzymała zamykające się drzwi przystankowe i doznała stłuczenia palca lewej ręki, który dostał się między skrzydło drzwi a ościeżnicę;
- podczas wciągania ładunku kabiny, drzwi kabinowe zaczęły się zamykać, co spowodowało uderzenie osoby poszkodowanej w rękę podtrzymującą ładunek;
- z nieznanych przyczyn osoba poszkodowana doznała obrażeń palca ręki, po uderzeniu przez drzwi przystankowe;
- z powodu nieprawidłowego działania układu sterowania, kabina zatrzymała się o ok. 10 cm poniżej przystanku, co spowodowało upadek osoby wchodzącej do kabiny i obrażenia ciała;
- podczas jazdy w kierunku do góry osoba poszkodowana została uderzona przez niestabilny ładunek, co spowodowało zakleszczenie stopy pomiędzy krawędzią progu kabiny, a drzwiami przystankowymi;
- w wyniku niezachowania należytej ostrożności podczas jazdy dźwigu w górę, nastąpiło zaczepienie transportowym wózkiem o drzwi przystankowe i przyciśnięcie poszkodowanego do ściany szybu.

Niebezpieczne uszkodzenia w grupie dźwigów objętych dozorem pełnym zostały spowodowane w 5 przypadkach:

- w 4 przypadkach niebezpieczne uszkodzenie związane było z nieszczęśliwymi wypadkami opisanymi powyżej;
- wcześniejsze uszkodzenie mechanizmu awaryjnego zwalniania hamulca wciągarki spowodowało, podczas czynności konserwacyjnych wykonywanych przez osoby bez wymaganych uprawnień, samoczynny przejazd kabiny do góry, uderzenie kabiny w nadszybie, przeciwwagi w zderzak w podszybiu i uszkodzenie kabiny, przeciwwagi i zderzaka przeciwwagi.

W grupie dźwigów objętych dozorem technicznym, z przyczyn spowodowanych **czynnikami zewnętrznymi**, wydarzyło się **9 niebezpiecznych uszkodzeń**.

Niebezpieczne uszkodzenia zostały spowodowane w następujących przypadkach;

- w 2 przypadkach osoby bezdomne przebywające w maszynowni doprowadziły do pożaru i uszkodzenia wyposażenia maszynowni;
- w 7 przypadkach, w wyniku podpalenia kabiny dźwigu, zniszczeniu uległa kabina oraz wyposażenie szybu i maszynowni.

W grupie dźwigów nie objętych dozorem technicznym wydarzył się **1 nieszczęśliwy wypadek**, w wyniku którego 1 osoba obsługująca doznała **obrażeń ciała**.

Nieszczęśliwy wypadek miał miejsce podczas montażu dźwigu. Na skutek niezachowania należytej ostrożności doszło do zaklinowania się nogi osoby poszkodowanej między górnymi belkami ramy kabinowej.

2010 r.

W grupie dźwigów objętych dozorem pełnym (liczba dźwigów – 100054), z przyczyn innych niż czynniki zewnętrzne, wydarzyło się **15 nieszczęśliwych wypadków i 10 niebezpiecznych uszkodzeń**. W wyniku **nieszczęśliwych wypadków** 1 osoba z obsługi poniosła **śmierć**, a 15 osób doznało **obrażeń ciała**, w tym 14 osób z obsługi i 1 osoba postronna.

Nieszczęśliwy wypadek z ofiarą śmiertelną w grupie dźwigów objętych dozorem pełnym, wystąpił, gdy konserwator został uderzony przez przeciwwagę w trakcie jazdy inspekcyjnej na dachu kabiny.

Nieszczęśliwe wypadki z obrażeniami ciała w grupie dźwigów objętych dozorem pełnym zostały spowodowane w 14 przypadkach:

- w 4 przypadkach, w wyniku odesłania kabiny z przystanku przez nieustalone osoby i pozostawieniu niedomkniętych drzwi przystankowych, 5 osób uszkodowanych wpadło do szybu;
- osoba uszkodowana przewróciła się i doznała obrażeń podczas wsiadania do kabiny dźwigu, która zatrzymała się z nieznaną przyczyną poniżej poziomu przystanku;
- osoba uszkodowana przewróciła się i doznała obrażeń podczas wsiadania do kabiny dźwigu, która zatrzymała się poniżej poziomu przystanku z powodu awarii fotoimpulsatora;
- stopa chłopca jadącego w kabinie dźwigu została wciągnięta pomiędzy próg kabiny a ścianę szybu;
- stopa osoby obsługującej jadącej w kabinie dźwigu towarowo-osobowego została wciągnięta pomiędzy próg kabiny a ścianę szybu, co doprowadziło do obrażeń ciała oraz uszkodzeń kabiny i drzwi przystankowych;
- chłopiec jeżdżący na dachu kabiny zaczepił kapturem o kotwę prowadnicy i doznał obrażeń głowy;
- jedna z osób uwięzionych w kabinie dźwigu stojącego pomiędzy przystankami, próbując samodzielnie się uwolnić wpadła do podszybia, co doprowadziło ponadto do uszkodzeń wyposażenia elektrycznego;
- mężczyzna jadący w kabinie wybił nogą szybę drzwi przystankowych i nie zdążył jej cofnąć w wyniku czego doszło do jej zakleszczenia między drzwiami przystankowymi i kabiną;
- wózek transportowany w kabinie zahaczył o pręt ryglujący drzwi przystankowe, przechylił się, przygniół do ściany osobę korzystającą z dźwigu i uszkodził kabinę; mężczyzna stojący na przystanku wybił szybę w drzwiach przystankowych używając obu rąk, które zostały złamane przez przejeżdżającą kabinę;
- mężczyzna wyważył drzwi szybowe i wpadł do szybu.

Niebezpieczne uszkodzenia w grupie dźwigów objętych dozorem pełnym zostały spowodowane w 10 przypadkach:

- w 7 przypadkach niebezpieczne uszkodzenia powiązane były z nieszczęśliwymi wypadkami opisanymi powyżej;
- podczas rozruchu dźwigu w kierunku do góry z powodu nieprawidłowego nastawienia prędkości jazdy dźwigu o ok. 12% powyżej prędkości nominalnej nastąpiło wyzwolenie ogranicznika prędkości i zatrzymanie kabiny przez chwytacze; – na skutek nieprawidłowego montażu zniszczeniu uległo połączenie lin z przeciwwagą a kabina i przeciwwaga spadły do szybu; – na skutek nieprawidłowego montażu połączenia lin z ramą kabiny doszło do zerwania zawieszenia kabiny, która została zatrzymana na chwytaczach a przeciwwaga spadła do szybu

W grupie dźwigów objętych dozorem technicznym, z przyczyn spowodowanych czynnikami zewnętrznymi, wydarzyło się 8 **niebezpiecznych uszkodzeń**. **Niebezpieczne uszkodzenia** zostały spowodowane w następujących przypadkach: – w 1 przypadku pożar w maszynowni wywołany prawdopodobnie przez wstawio-

ne do maszynowni, dodatkowe urządzenie, nienależące do dźwigu; w 7 przypadkach, umyślne podpalenie kabiny dźwigu.

W grupie dźwigów nie objętych dozorem technicznym wydarzyły się 3 **nieszczęśliwe wypadki** i 2 **niebezpieczne uszkodzenia**. W wyniku **nieszczęśliwych wypadków** 4 osoby z obsługi doznały **obrażeń ciała**.

Nieszczęśliwe wypadki z obrażeniami ciała zostały spowodowane w 3 przypadkach:

- podstawa ładunkowa dźwigu towarowego z 2 osobami i ładunkiem spadła na skutek zerwania liny nośnej;
- na skutek wyrwania liny nośnej z mocowania na kabinie doszło do spadku kabiny dźwigu powodującego obrażenia u osoby dokonującej załadunku;
- mężczyzna wpadł do szybu przez otwarte drzwi przystankowe, a obwód bezpieczeństwa drzwi nie funkcjonował właściwie tj. umożliwiał odjazd kabiny z przystanku przy niezaryglowanych drzwiach przystankowych.

Niebezpieczne uszkodzenia wystąpiły w 2 przypadkach i związane były z nieszczęśliwymi wypadkami opisanymi powyżej.

PIŚMIENNICTWO

- [1] Analiza nieszczęśliwych wypadków i niebezpiecznych uszkodzeń urządzeń technicznych za rok 2003 – Praca zbiorowa, Dozór Techniczny nr 5(215), wrzesień-październik 2004 r, str. 98-102 oraz nr 6(216), listopad-grudzień 2004 r., str. 122-129
- [2] Analiza nieszczęśliwych wypadków i niebezpiecznych uszkodzeń urządzeń technicznych za rok 2004 – Praca zbiorowa, Dozór Techniczny nr 5(221), wrzesień-październik 2005 r, str. 98-105 oraz nr 6(222), listopad-grudzień 2005 r., str. 122-128
- [3] Analiza nieszczęśliwych wypadków i niebezpiecznych uszkodzeń urządzeń technicznych za rok 2005 – Praca zbiorowa, Dozór Techniczny nr 5(221), wrzesień-październik 2006 r, str. 98-106 oraz nr 6(228), listopad-grudzień 2006 r., str. 122-124
- [4] Analiza nieszczęśliwych wypadków i niebezpiecznych uszkodzeń urządzeń technicznych za rok 2006 – Praca zbiorowa, Dozór Techniczny nr 3(231), maj-czerwiec 2007 r. str. 50-55 oraz Dozór Techniczny nr 4(232), lipiec-sierpień 2007 r., str. 74-78.
- [5] Analiza nieszczęśliwych wypadków i niebezpiecznych uszkodzeń urządzeń technicznych za rok 2007 – Praca zbiorowa, Dozór Techniczny nr 4(238), lipiec-sierpień 2008 r., str. 74-87.
- [6] Analiza nieszczęśliwych wypadków i niebezpiecznych uszkodzeń urządzeń technicznych za rok 2008 – Praca zbiorowa, Dozór Techniczny nr 4(244), lipiec-sierpień 2009 r., str. 74-86.
- [7] Analiza nieszczęśliwych wypadków i niebezpiecznych uszkodzeń urządzeń technicznych za rok 2009 – Praca zbiorowa, Dozór Techniczny nr 5(250), wrzesień-październik 2010 r. str. 101-IV okł. oraz Dozór Techniczny nr 6(251), listopad-grudzień 2010 r., str. 128-132.
- [8] Analiza nieszczęśliwych wypadków i niebezpiecznych uszkodzeń urządzeń technicznych za rok 2010 – Praca zbiorowa, Dozór Techniczny nr 6(257), listopad-grudzień 2011 r. str. 131-142 oraz Dozór Techniczny nr 1(258), styczeń-luty 2012 r., str. 13-18. ■

Nieszczęśliwe wypadki i niebezpieczne uszkodzenia suwnic w latach 2003-2010

Wprowadzenie

Opisane w niniejszym zestawieniu nieszczęśliwe wypadki i niebezpieczne uszkodzenia suwnic są wybrane z rocznych analiz opracowywanych w **Urzędzie Dozoru Technicznego**, udostępnionych Redakcji i publikowanych w kolejnych rocznikach **Dozoru Technicznego**, wymienionych na końcu opracowania (rozdział: **Piśmiennictwo**). Celem jest przedstawienie zmieniającej się liczby niebezpiecznych zdarzeń w latach 2003-2010.

Red.

2003 r.

W grupie suwnic objętych dozorem pełnym (liczba suwnic – 26606) wydarzyło się 8 **nieszczęśliwych wypadków** i 7 **niebezpiecznych uszkodzeń**. W wyniku **nieszczęśliwych wypadków** 3 osoby z obsługi poniosło **śmierć**, a 5 osób odniosło **obrażenia ciała**, w tym 2 osoby postronne.

Nieszczęśliwe wypadki z ofiarami śmiertelnymi w grupie suwnic objętych dozorem pełnym zostały spowodowane:

- konserwator znajdujący się na moście suwnicy podczas jej jazdy uderzył głową o stały element,

- podczas wymiany liny nośnej ślusarz stojący na bębnie wciągarki przewrócił się i uderzył głową o stalowe elementy wciągarki,
- nastąpiło zsuniecie się dopiero co ułożonych przez suwnicę przenoszonych krat, które zsuwając się przysgniotły obsługującego z poziomu roboczego suwnicę.

Nieszczęśliwe wypadki z obrażeniami ciała w grupie suwnic objętych dozorem pełnym zostały spowodowane w 5 przypadkach, w tym w 2 połączone z **niebezpiecznym uszkodzeniem**:

- w dwóch przypadkach na skutek niewłaściwej organizacji miejsca pracy jadąca suwnica przysgniotła osoby znajdujące się w polu jazdy suwnicy;
- jadąca suwnica najechała na pracujący w polu pracy suwnicy podest ruchomy, pracujący na podeście pracownik wypadł z kosza;
- pracownik schodząc z suwnicy chwycił się niewłaściwie przymocowanego do konstrukcji suwnicy elementu i spadł na ziemię;
- przesunięcie się ładunku w zawiesiu spowodowało przygniecenie dłoni obsługującego suwnicę.

Niebezpieczne uszkodzenia w grupie suwnic objętych dozorem pełnym zostały spowodowane w 5 przypadkach:

- zmęczeniowe uszkodzenie materiału, z którego wykonane było ramię ustalające motoreduktor spowodowało jego opadnięcia na poziom roboczy,
- pozostawiony bez nadzoru włączony grzejnik elektryczny spowodował zapalenie się kabiny suwnicy;
- niewłaściwie zabezpieczona przed działaniem wiatru suwnica bramowa przemieściła się pod wpływem podmuchu do końca torowiska i wyrzuciła się;
- uszkodzona obudowa krążka linowego zbocza górnego spowodowała spadnięcie liny z krążka i jej przecięcie co spowodowało przechylenie zawieszanej kadzi odlewniczej,
- na skutek nie zadziałania łącznika krańcowego „góra” nastąpiło zerwanie liny nośnej.

W grupie suwnic, nie objętych dozorem technicznym zgłoszono 1 **nieszczęśliwy wypadek**, w którym 1 osoba postronna doznała **obrażeń ciała**. Podczas przenoszenia ładunku nastąpiło zerwanie się witek opasujących przenoszony ładunek i przygniecenie ładunkiem znajdującym się w pobliżu pracownika.

2004 r.

W grupie suwnic objętych dozorem pełnym (liczba suwnic 26991) wydarzyło się 8 **nieszczęśliwych wypadków** i 9 **niebezpiecznych uszkodzeń**. W wyniku **nieszczęśliwych wypadków** 1 osoba postronna poniosła **śmierć**, a 7 osób odniosło **obrażenia ciała**, w tym 4 osoby z obsługi i 3 osoby postronne.

Nieszczęśliwy wypadek z ofiarą śmiertelną połączony z niebezpiecznym uszkodzeniem, w grupie suwnic objętych dozorem pełnym został spowodowany uderzeniem jadącą suwnicą pomostową w wózek podnośnikowy; wózek miał podniesione widły z zamontowanym koszem, z którego pracownik wykonywał prace na wysokości; nastąpiło przewrócenie się uderzonego wózka; śmierć poniósł pracownik znajdujący się w koszu wózka.

Nieszczęśliwe wypadki z obrażeniami ciała w grupie suwnic objętych dozorem pełnym zostały spowodowane w 7 przypadkach:

- w czasie wykonywania czynności konserwacyjnych przy suwnicy lejniczej konserwator został porażony prądem elektrycznym,
- osoba postronna próbująca wejść na suwnicę pomostową spadła z wysokości 4,5 m na poziom podłogi hali,
- podczas podnoszenia ładunku przy pomocy suwnicy pomostowej nastąpiło zahaczenie nim o stały element; spadający ładunek uderzył osobę znajdującą się w pobliżu,
- nastąpiło zerwanie liny mechanizmu podnoszenia suwnicy lejniczej osłabionej na skutek wpływu ciepła; poparzeń gorącym powietrzem nagrzanym od rozlanej surówki doznał operator suwnicy,

- na skutek niewłaściwego podwieszenia ładunku do suwnicy natorowej nastąpiło gwałtowne, niespodziewane przemieszczenie się ładunku, który uderzył znajdującą się w pobliżu osobę,
- opadnięciem belki torowiska suwnicy na skutek użycia śrub łączących elementy podtorza wykonanych z niewłaściwego materiału; obrażeń ciała doznał operator opadającej wraz z belką podtorza suwnicy,
- przygnieceniem pracownika elementem uderzonym niespodziewanie przez hak jadącej suwnicy pomostowej.

Niebezpieczne uszkodzenia w grupie suwnic objętych dozorem pełnym zostały spowodowane w 9 przypadkach:

- pęknięciem niewłaściwie wykonanych spojów rur stanowiących ustrój nośny podpory suwnicy półbramowej,
- zerwaniem liny mechanizmu podnoszenia suwnicy natorowej spowodowanym przeciążeniem suwnicy,
- zarwaniem się skorodowanej konstrukcji wsporczej toru jezdnej suwnicy pomostowej,
- w dwóch przypadkach utratą stateczności suwnic bramowych na skutek działania wiatru,
- w 4 przypadkach w okolicznościach opisanych powyżej w akapitach dotyczących nieszczęśliwych wypadków.

2005 r.

W grupie suwnic objętych dozorem pełnym (liczba suwnic – 27464) wydarzyło się 8 **nieszczęśliwych wypadków** i 5 **niebezpiecznych uszkodzeń**. W wyniku **nieszczęśliwych wypadków** 3 osoby poniosły **śmierć** w tym 1 osoba z obsługi i 2 osoby postronne, a 5 osób odniosło **obrażenia ciała**, w tym 4 osoby z obsługi i 1 osoba postronna.

Nieszczęśliwe wypadki z ofiarami śmiertelnymi w grupie suwnic objętych dozorem pełnym zostały spowodowane w 3 przypadkach:

- przygnieceniem osoby postronnej, znajdującej się na torze jezdnej suwnicy pomostowej 1-hakowej do konstrukcji hali;
- przygnieceniem osoby postronnej przewracającym się ładunkiem przenoszonym przy pomocy suwnicy wspornikowej 2-belkowej konsolowej;
- pracownik znajdujący się wbrew instrukcji obsługi na pomoście jadącej suwnicy pomostowej uderzył w element konstrukcyjny hali.

Nieszczęśliwe wypadki z obrażeniami ciała w grupie suwnic objętych dozorem pełnym zostały spowodowane w 5 przypadkach:

- w czterech przypadkach przygnieceniem hakowego przenoszonym ładunkiem do burty samochodu, konstrukcji hali lub podłoża;
- zerwaniem liny pomocniczego mechanizmu podnoszenia suwnicy rozlewniczej na skutek wcześniejszego jej przewinięcia na bębnie linowym; obrażeń spadającym zboczem doznał pracownik znajdujący się na poziomie roboczym.

Niebezpieczne uszkodzenia w grupie suwnic objętych dozorem pełnym zostały spowodowane w 5 przypadkach:

- w dwóch przypadkach zerwaniem wcześniej uszkodzonej liny mechanizmu podnoszenia;
- wyrwaniem uchwytu transportowego z podnoszonego ładunku;
- na skutek niewłaściwego rozwiązania konstrukcyjnego w czasie przenoszenia ładunku nastąpiło pęknięcie wspornika mocującego zespół napędowy mechanizmu jazdy wciągarki suwnicy pomostowej;
- 2-krotne przeciążenie suwnicy bramowej typu SB-5 spowodowało zniszczenie wciągacza suwnicy.

2006 r.

W grupie suwnic objętych dozorem pełnym (liczba suwnic – 27986) wydarzyło się 10 **nieszczęśliwych wypadków** i 8 **niebezpiecznych uszkodzeń**. W wyniku **nieszczęśliwych wypadków** 8 osób poniosło **śmierć** w tym 3 osoby z obsługi i 5 osób postronnych, a 3 osoby odniosły **obrażenia ciała**, w tym 1 osoba z obsługi i 2 osoby postronne.

Nieszczęśliwe wypadki z ofiarami śmiertelnymi w grupie suwnic objętych dozorem pełnym zostały spowodowane w 7 przypadkach:

- upadkiem z mostu suwnicy dwóch pracowników dokonujących remontu suwnicy; bezpośrednią przyczyną było uderzenie suwnicy drugą pracującą na tym samym torowisku;
- w trzech przypadkach nastąpiło śmiertelne przygniecenie pracowników ładunkiem; w jednym przypadku spowodowane to było niecałkowitym wypięciem ładunku z zawiesi, w drugim przypadku upadek ładunku nastąpił po przypadkowym zaczepieniu go zawieszami, w trzecim oberwaniem się uchwytu, za który zaczepione było zawiesie;
- uderzeniem przez pracownika znajdującego się wbrew instrukcji obsługi na pomoście jadącej suwnicy pomostowej w element konstrukcyjny hali;
- niezadziałaniem łącznika krańcowego, co spowodowało zerwanie liny i upadek zblocza, które uderzyło ze skutkiem śmiertelnym pracownika znajdującego się pod suwnicą;
- podczas poprawiania za pomocą chwytника elektromagnetycznego ułożenia złomu w wagonie, nastąpiło przetoczenie się wagonu i przejechanie pracownika, który znalazł się na torowisku wagonu.

Nieszczęśliwe wypadki z obrażeniami ciała w grupie suwnic objętych dozorem pełnym zostały spowodowane w 3 przypadkach:

- uderzeniem przenoszonym ładunkiem na skutek zasterowania niewłaściwego ruchu;
- potrąceniem jadącym mostem suwnicy geodety, pracującego przy torowisku suwnicy;
- upadkiem pracownika z platformy, po niespodziewanym uderzeniu w nią transportowanym ładunkiem.

Niebezpieczne uszkodzenia w grupie suwnic objętych dozorem pełnym zostały spowodowane w 8 przypadkach:

- upadkiem wciągnika stanowiącego mechanizmem podnoszenia suwnicy bramowej na skutek skorodowania śrub mocujących wózek wciągnika;
- upadkiem dwóch bliźniaczych wózków wciągarek suwnicy pomostowej na poziom podłogi hali z nieustalonej przyczyny; prawdopodobnie wcześniej nastąpiło wystawienie kół wózków z szyn;
- zmęczeniowym pęknięciem blach węzłowych w miejscach mocowania dźwigara z czołownicami w suwnicy hakowej jednodźwigarowej;
- w pozostałych 5 przypadkach niebezpieczne uszkodzenia powiązane były z wyżej opisanymi nieszczęśliwymi wypadkami.

2007 r.

W grupie suwnic objętych dozorem pełnym (liczba suwnic 29137), z przyczyn innych niż czynniki zewnętrzne, wydarzyło się 16 **nieszczęśliwych wypadków** i 11 **niebezpiecznych uszkodzeń**. W wyniku **nieszczęśliwych wypadków** 7 osób poniosło **śmierć**, w tym 3 osoby z obsługi i 4 osoby postronne, a 10 osób odniosło **obrażenia ciała**, w tym 8 osób z obsługi i 2 osoby postronne.

Nieszczęśliwe wypadki z ofiarami śmiertelnymi w grupie suwnic objętych dozorem pełnym zostały spowodowane w 7 przypadkach:

- zawiesia suwnicy zaczepiły o ustawioną na poziomie roboczym spawaną konstrukcję i przewróciły ją na spawacza;
- podczas przenoszenia ładunku zerwaniu uległo zawiesie pasowe; ładunek przygniół osobę obsługującą;
- z niewyjaśnionych przyczyn ładunek przygniół osobę obsługującą;
- podczas jednostronnego podnoszenia słupa betonowego za pomocą zawiesia tekstylnego w złym stanie technicznym, nastąpiło pęknięcie zawiesia, co spowodowało niekontrolowany obrót i upadek słupa, który przygniół osobę obsługującą; osoba postronna znajdująca się w pobliżu doznała obrażeń ciała;
- podczas przenoszenia ładunku dwoma suwnicami nastąpiło wyczepienie się zawiesia; hak zawiesia uderzył znajdującą się w bezpośrednim sąsiedztwie osobę postronną;

- podczas przenoszenia ładunku nastąpiło wysunięcie się z zacisku zawiesia przenoszonej blachy, która przygnióła znajdującą się w pobliżu osobę postronną;
- podczas przenoszenia ładunku operator suwnicy, nie posiadający uprawnień do obsługi, nieprawidłowo zasterował ruch suwnicy, co spowodowało wahnięcie ładunku, który przygniół osobę postronną.

Nieszczęśliwe wypadki z obrażeniami ciała w grupie suwnic objętych dozorem pełnym zostały spowodowane w 10 przypadkach:

- podczas gdy suwnica była przepychana drugą suwnicą, osoba obsługująca usiłowała wejść na suwnicę i została przygnieciona pomiędzy barierami podestu wejściowego i podestu na suwnicy;
- podczas przenoszenia worka typu BIG-BAG nastąpiło zerwanie uszu zaczepowych worka spowodowane nieprawidłowym zaczepieniem zawiesi; upadający ładunek przycisnął osobę obsługującą;
- podczas pracy suwnicy spadła z niej nieprzymocowana osłona wentylatora silnika mechanizmu jazdy wózka suwnicy i uderzyła osobę obsługującą;
- pomocnik konserwatora schodził z jadącego wózka suwnicy i dostał się pomiędzy element prowadzący przewody elektryczne a szynę podtrzymującą przewody;
- podczas demontażu suwnicy przeznaczonej do remontu, nastąpiło przewrócenie się dźwigara suwnicy i uderzenie nim w będącą w pobliżu osobę postronną;
- po zdjęciu zabezpieczeń z zawiesi, które zabezpieczają przed ich samoczynnym odczepieniem od ładunku, odczepiono tylko dwa zawiesia, co po włączeniu mechanizmu podnoszenia spowodowało utratę stateczności ładunku i przyciśnięcie osoby obsługującej;
- z powodu przekroczenia dopuszczalnego stopnia zużycia przewodnik linowy wciągnika pękł i spadł na głowę osoby obsługującej;
- podczas prowadzenia akcji gaśniczej nastąpił upadek osoby postronnej z suwnicy;
- podczas przenoszenia blach nastąpiło wyczepienie się jednego z uchwytów; uchwyt uderzył w głowę stojącego obok hakowego;
- w jednym przypadku nieszczęśliwy wypadek z obrażeniami ciała powiązany był z wypadkiem ze skutkiem śmiertelnym opisanym powyżej.

Niebezpieczne uszkodzenia w grupie suwnic objętych dozorem pełnym zostały spowodowane w 11 przypadkach:

- zawiesia suwnicy zaczepiły i przewróciły ustawioną na poziomie roboczym spawaną konstrukcję; uszkodzeniu uległa kaseta sterownicza;
- ścięcie śrub mocujących zespół rolek prowadzących do czołownicy suwnicy oraz pęknięcie spawu łączącego blachy konstrukcyjne w/w elemencie; nie uzgodniono modernizacji suwnicy polegającej na zastosowaniu tych rolek;
- podczas przenoszenia ładunku nastąpiło wysunięcie się przenoszonej blachy z zacisku zawiesia; uszkodzeniu uległa kaseta sterowa suwnicy;
- podczas pracy suwnicy spadła z niej nieprzymocowana osłona wentylatora silnika mechanizmu jazdy wózka suwnicy;
- na skutek przeciążenia suwnicy nastąpiło zerwanie liny nośnej;
- na skutek nadmiernego zużycia eksploatacyjnego liny nastąpiło jej zerwanie;
- podczas demontażu suwnicy przeznaczonej do remontu nastąpiło przewrócenie się dźwigara suwnicy;
- podczas pracy suwnicy nastąpiło zetknięcie się tlawersy z dolną powierzchnią dźwigarów suwnicy, co doprowadziło do jej zukośowania, całkowitego zsunienia się i uwolnienia obejmę jednego zawiesia tlawersy, co z kolei spowodowało wzrost obciążeń w drugim zawiesiu, jego zerwanie i upadek ładunku;
- wykrcenie się niezabezpieczonej przed samoczynnym wykrceniem się śruby mocującej belkę suwnicową, co spowodowało jej upadek na poziom roboczy;

- podczas przenoszenia ładunku nastąpiło pęknięcie żeliwnego elementu hamulca, co doprowadziło do upadku ładunku;
- z powodu przekroczenia dopuszczalnego stopnia zużycia pękł przewodnik linowy wciągnika suwnicy.

W grupie suwnic objętych dozorem ograniczonym, z przyczyn innych niż czynniki zewnętrzne, wydarzyło się 1 **niebezpieczne uszkodzenie**. Z powodu przeciążenia o około 100% nastąpiło zerwanie łańcucha nośnego mechanizmu podnoszenia wciągnika o napędzie ręcznym, zamontowanego na suwnicy.

W grupie suwnic nie objętych dozorem technicznym wydarzyły się 3 **nieszczęśliwe wypadki** i 1 **niebezpieczne uszkodzenie**. W wyniku **nieszczęśliwych wypadków** 1 osoba postronna poniosła **śmierć** a 2 osoby doznały **obrażeń ciała**, w tym jedna osoba z obsługi i jedna osoba postronna.

Nieszczęśliwy wypadek z ofiarą śmiertelną w grupie suwnic nie objętych dozorem technicznym został spowodowany w sytuacji gdy operator nie zauważył, że na drodze suwnicy pracowała inna osoba. Doprowadziło to do przygniecenie pracownika jadącą suwnicą.

Nieszczęśliwe wypadki z obrażeniami ciała w grupie suwnic nie objętych dozorem technicznym zostały spowodowane w 2 przypadkach:

- podczas manipulacji ładunkiem opartym o stojak nastąpiło nieoczekiwane zsuniecie się ładunku i uderzenie stojącej w pobliżu osoby;
- z uwagi na niezamocowane torowisko suwnicy do podłoża, po błędnym zaczepieniu ładunku i jego nieoczekiwanym wyczepieniu, nastąpiło uderzenie w stojący pod ładunkiem samochód, jego przesunięcie, uderzenie i uszkodzenie nogi suwnicy, podniesienie się toru jazdy i przyciśnięcie nogi operatora.

Niebezpieczne uszkodzenie połączone było z **nieszczęśliwym wypadkiem** opisanym powyżej.

2008 r.

W grupie suwnic objętych dozorem pełnym (liczba suwnic – 30075), z przyczyn innych niż czynniki zewnętrzne, wydarzyło się 15 **nieszczęśliwych wypadków** i 7 **niebezpiecznych uszkodzeń**. W wyniku **nieszczęśliwych wypadków** 2 osoby z obsługi poniosły **śmierć**, a 13 osób odniosło **obrażenia ciała**, w tym 10 osób z obsługi i 3 osoby postronne.

Nieszczęśliwe wypadki z ofiarami śmiertelnymi w grupie suwnic objętych dozorem pełnym zostały spowodowane w 2 przypadkach:

- nieprawidłowe operowanie zawiesiem, spowodowało zaczepienie nieużywanym hakiem o wyposażenie hali, co doprowadziło do naprężenia liny zawiesia, nieoczekiwanego uwolnienia haka i uderzenia w głowę osoby obsługującej;
- z powodu przypadkowego zasterowania mechanizmu jazdy suwnicy, nastąpiło przygniecenie poszkodowanego do elementu wyposażenia hali.

Nieszczęśliwe wypadki z obrażeniami ciała w grupie suwnic objętych dozorem pełnym zostały spowodowane w 13 przypadkach:

- w dwóch przypadkach, poszkodowany nie zachował należytej ostrożności i nie zauważył nadjeżdżającej suwnicy, która najechała na jego rękę;
- podczas podnoszenia wiązki kształtowników stalowych obwiązanych drutem, za które zaczepiony był hak suwnicy, nastąpiło zerwanie drutu i upadek ładunku na obsługującego, który odniósł obrażenia ciała;
- podczas transportu, nastąpiło zaklinowanie transportowanej formy na trzpieniach prowadzących, a po próbie szarpnięcia ręką nieoczekiwane opadnięcie ładunku i zmiżdżenie środkowego palca lewej ręki;
- po zaczepieniu przez hakowych jednego z czterech zawiesi, obsługujący uruchomił mechanizm podnoszenia, co spowodowało przechylenie się podnoszonej sekcji statku i upadek jednego z hakowych z wysokości około 7 m;

- podczas transportowania arkusza blach za pomocą trawersy, nastąpiło niekontrolowane przemieszczenie blachy i dociśnięcie dłoni poszkodowanego do elementu wyposażenia hali;
- podczas transportowania wiązki prętów stalowych w zawieszaniu pasowym, nastąpiło niekontrolowane przemieszczenie prętów i dociśnięcie dłoni poszkodowanego do ściany hali;
- podczas transportu ładunku nastąpiło jego rozkołysanie, które obsługujący próbował zniwelować, co doprowadziło do uderzenia obsługującego ładunkiem i obrażeń ciała;
- podczas odczepiania haków zawiesia od ładunku obsługujący suwnicę uruchomił mechanizm podnoszenia, co spowodowało obrócenie ładunku i dociśnięcie hakowego do wyposażenia hali;
- podczas zmiany ustawienia pozycji spawanego elementu, nastąpiło rozłączenie się jednego haka zawiesia łańcuchowego z ładunkiem, co spowodowało przewrócenie elementu i przygniecenie lewej nogi osoby obsługującej;
- nie zachowanie ostrożności podczas wykonywania czynności w szafie sterowniczej doprowadziło do poparzenia konserwatora łukiem elektrycznym;
- podczas wchodzenia na suwnicę przepychaną przez inną suwnicę, poszkodowany został zakleszczony pomiędzy barierką pomostu, a barierką kabiny, co spowodowało u niego obrażenia ciała i uszkodzenie barierki;
- podczas jazdy suwnicy nastąpiło uderzenie czołownicą w rusztowanie ustawione w polu jej pracy, co doprowadziło do przewrócenia rusztowania i upadku pracowników, z których jeden odniósł obrażenia.

Niebezpieczne uszkodzenia w grupie suwnic objętych dozorem pełnym zostały spowodowane w 7 przypadkach:

- w 1 przypadku niebezpieczne uszkodzenie związane było z nieszczęśliwym wypadkiem opisanym powyżej;
 - zmęczeniowe pęknięcie wałka napędowego reduktora mechanizmu podnoszenia spowodowało upadek ładunku wraz ze zbloczem hakowym na podłogę;
 - z powodu wypadnięcia osi koła jezdnego z gniazda w czołownicy mostu nastąpiło uszkodzenie mechaniczne czołownicy i zestawów jezdnych mostu suwnicy;
 - podczas pracy suwnicy nastąpiło owinięcie łańcucha nośnego kablem zasilającym trawersę, co spowodowało jego wyrwanie z wtyczki umieszczonej w gnieździe na trawersie;
 - z powodu korozji nastąpiło zerwanie połączenia śrubowego mocowania sworzni nośnego wciągnika suwnicy i przechylenie wciągnika;
 - niezadziałanie łącznika krańcowego mechanizmu podnoszenia w kierunku góra spowodowało uszkodzenie konstrukcji nośnej;
 - uszkodzenie konstrukcji nośnej suwnicy na skutek uderzenia zbloczem hakowym suwnicy pracującej na wyższym poziomie.
- W grupie suwnic objętych dozorem technicznym, z przyczyn spowodowanych **czynnikami zewnętrznymi**, wydarzyło się 2 **niebezpieczne uszkodzenia**, gdy silny wiatr spowodował przemieszczenie się suwnicy po torze jezdnym, uderzenie o odboje i uszkodzenie konstrukcji nośnej.

2009 r.

W grupie suwnic objętych dozorem pełnym (liczba suwnic – 30504), z przyczyn innych niż czynniki zewnętrzne, wydarzyło się 8 **nieszczęśliwych wypadków** i 5 **niebezpiecznych uszkodzeń**. W wyniku **nieszczęśliwych wypadków** 1 osoba z obsługi i 1 osoba postronna poniosły **śmierć**, a 6 osób odniosło **obrażenia ciała**, w tym 4 osoby z obsługi i 2 osoby postronne.

Nieszczęśliwe wypadki z ofiarami śmiertelnymi w grupie suwnic objętych dozorem pełnym zostały spowodowane w 2 przypadkach:

- podczas eksploatacji suwnicy wbrew decyzji wstrzymującej eksploatację, w trakcie odpinania zawiesi ze względu na brak zabezpieczeń przed wywróceniem długich, wąskich elementów, przenoszony ładunek przygniół hakowego powodując jego śmierć;

- podczas przenoszenia ładunku przy pomocy chwytника elektromagnetycznego, nastąpił upadek ładunku z powodu zbyt małej powierzchni przylegania do chwytника, co spowodowało śmiertelne obrażenia osoby postronnej; dodatkowo stwierdzono brak luzowników mechanizmów jazdy mostu, jazdy wózka i nadmierne zużycie liny nośnej.

Nieszczęśliwe wypadki z obrażeniami ciała w grupie suwnic objętych dozorem pełnym zostały spowodowane w 6 przypadkach:

- podczas bezprzewodowego obsługiwanego suwnicy przez osobę bez uprawnień zahaczono o konstrukcję stalową, która pochylając się przygniotła obsługującego do słupa hali;
- podczas prac spawalniczych nastąpił niekontrolowany obrót podniesionej kratownicy, która zrzuciła z drabiny operatora suwnicy wykonującej prace spawalnicze;
- obrażeniem ciała uległ obsługujący suwnicę z powodu wypadnięcia haka ze zbloca hakowego, ze względu na niebezpieczne uszkodzenia spowodowane niewłaściwym wykonaniem spiny zabezpieczającej nakrętkę haka przed odkręceniem;
- z powodu niezachowania przez hakowego ostrożności podczas wypinania zawiesia łańcuchowego, łańcuch zawiesia podwieszono do poruszającego się w górę nieobciążonego zbloca spowodował obrażenia prawej dłoni hakowego;
- podczas prac związanych z naprawą torowiska suwnicy bez powiadomienia o tym operatora suwnicy, nastąpiło przygniecenie pracownika wykonującego naprawę przez przejeżdżającą suwnicę sterowaną bezprzewodowo z poziomu roboczego;
- podczas opuszczania ładunku doszło do uszkodzenia zbloca hakowego, koło linowe zsunęło się z czopa trawersy haka i nastąpił upadek ładunku na osobę poszkodowaną.

Niebezpieczne uszkodzenia w grupie suwnic objętych dozorem pełnym zostały spowodowane w 5 przypadkach:

- w 2 przypadkach niebezpieczne uszkodzenia związane były z nieszczęśliwymi wypadkami opisanym powyżej;
- podczas opuszczania kontenera dwoma wciągarkami suwnicy nastąpiło zerwanie lin obu wciągarek z powodu ich zużycia eksploatacyjnego;
- z powodu pozostawienia zbloca hakowego suwnicy na zbyt małej wysokości nad drogą transportową wózek jezdniowy zahaczył maszt o zbloce, co spowodowało upadek i uszkodzenie wciągnika, liny nośnej, zbloca hakowego, odboju i blachy zamykającej belkę jezdnią wciągnika;
- z powodu pęknięcia śruby zawieszenia torowiska nastąpił upadek konstrukcji torowiska, domniemaną przyczyną pęknięcia śruby mogły być dynamiczne najazdy wciągnika na odbój lub pobieranie ładunku przy odchyleniu od pionu ciągnięcia lub niewłaściwy jej montaż.

W grupie suwnic objętych dozorem technicznym, z przyczyn spowodowanych **czynnikami zewnętrznymi**, wydarzyły się 3 **niebezpieczne uszkodzenia**.

Niebezpieczne uszkodzenia zostały spowodowane;

- w 2 przypadkach, w wyniku nagłego podmuchu wiatru, suwnice samoczynnie zaczęły się przemieszczać i utraciły stateczność po uderzeniu w odboje znajdujące się na końcach torowisk, uszkodzeniu uległy konstrukcje nośne i mechanizmy podnoszenia;
- w wyniku pożaru, powstałego z zapalenia się oleju podczas procesu hartowania metalowych elementów, uległy uszkodzeniu liny nośne wraz ze zblocem hakowym, szafka aparaturą elektryczną, kasetą sterowniczą, instalacja elektryczna, łączniki krańcowe i powłoki lakiernicze konstrukcji nośnej.

2010 r.

W grupie suwnic objętych dozorem pełnym (liczba suwnic -31032), z przyczyn innych niż czynniki zewnętrzne, wydarzyło się 7 **nieszczęśliwych wypadków** i 3 **niebezpieczne uszkodzenia**. W wyniku **nieszczęśliwych wypadków** 1 osoba z obsługi poniosła **śmierć**, a 6 osób odniosło **obrażenia ciała**, w tym 5 osób z obsługi i 1 osoba postronna.

Nieszczęśliwy wypadek z ofiarą śmiertelną w grupie suwnic objętych dozorem pełnym został spowodowany podczas transportu ładunku, przez przygniecenie ładunkiem osoby obsługującej;

Nieszczęśliwe wypadki z obrażeniami ciała w grupie suwnic objętych dozorem pełnym zostały spowodowane w 6 przypadkach:

- transportowany ładunek przygniotł palce hakowego;
- przemieszczające się zbloce hakowe przygniotło dłoń hakowego do stojaka z zawieszami;
- podczas transportowania ładunku nastąpiło przygniecenie i zmiżdżenie palców stopy osoby obsługującej, nieposiadającej uprawnień do obsługi suwnic;
- z powodu niezachowania należytej ostrożności oraz używania niewłaściwego zawiesia, nastąpiło wyczepienie się ładunku, który opadając potrafił i przewrócił parawan, raniąc osobę postronną;
- podczas transportowania ładunku z wykorzystaniem chwytника elektromagnetycznego, nastąpiło uderzenie chwytnikiem o regał magazynowy, oderwanie się ładunku od chwytника, jego upadek i obrażenia ciała u osoby obsługującej;
- z powodu braku zabezpieczenia przed odkręceniem się śrub łączących tor jezdny suwnicy z konstrukcją budynku, nastąpił upadek elementów łączących, obrażenia u osoby obsługującej i uszkodzenie suwnicy;

Niebezpieczne uszkodzenia w grupie suwnic objętych dozorem pełnym zostały spowodowane w 3 przypadkach:

- w 1 przypadku niebezpieczne uszkodzenie powiązane było z nieszczęśliwym wypadkiem opisanym powyżej;
- niewłaściwe zabezpieczenie kleszczami szynowymi suwnicy przed skutkami naporu wiatru, doprowadziło po gwałtownym porywie wiatru, do uderzenia suwnicy w odboje, wypadnięcia jej z torów jezdnych i uszkodzenia konstrukcji nośnej;
- niewłaściwe zabezpieczenie kleszczami szynowymi przed skutkami naporu wiatru jednej suwnicy oraz zdemontowanie dwóch z czterech kleszczy szynowych drugiej suwnicy, doprowadziło, po gwałtownym porywie wiatru, do uderzenia suwnic w odboje, wypadnięcia z torów jezdnych i uszkodzenia konstrukcji nośnej jednej suwnicy, a wciągnika drugiej.

PIŚMIENNICTWO

- [1] Analiza nieszczęśliwych wypadków i niebezpiecznych uszkodzeń urządzeń technicznych za rok 2003 – Praca zbiorowa, Dozór Techniczny nr 5(215), wrzesień-październik 2004 r, str. 98-102 oraz nr 6(216), listopad-grudzień 2004 r., str. 122- 129
- [2] Analiza nieszczęśliwych wypadków i niebezpiecznych uszkodzeń urządzeń technicznych za rok 2004 – Praca zbiorowa, Dozór Techniczny nr 5(221), wrzesień-październik 2005 r, str. 98-105 oraz nr 6(222), listopad-grudzień 2005 r., str. 122- 128
- [3] Analiza nieszczęśliwych wypadków i niebezpiecznych uszkodzeń urządzeń technicznych za rok 2005 – Praca zbiorowa, Dozór Techniczny nr 5(227), wrzesień-październik 2006 r, str. 98-106 oraz nr 6(228), listopad-grudzień 2006 r., str. 122- 124
- [4] Analiza nieszczęśliwych wypadków i niebezpiecznych uszkodzeń urządzeń technicznych za rok 2006 – Praca zbiorowa, Dozór Techniczny nr 3(231), maj-czerwiec 2007 r. str. 50-55 oraz Dozór Techniczny nr 4(232), lipiec-sierpień 2007 r., str. 74-78.
- [5] Analiza nieszczęśliwych wypadków i niebezpiecznych uszkodzeń urządzeń technicznych za rok 2007 – Praca zbiorowa, Dozór Techniczny nr 4(238), lipiec-sierpień 2008 r. str. 74-87.
- [6] Analiza nieszczęśliwych wypadków i niebezpiecznych uszkodzeń urządzeń technicznych za rok 2008 – Praca zbiorowa, Dozór Techniczny nr 4(244), lipiec-sierpień 2009 r. str. 74-86.
- [7] Analiza nieszczęśliwych wypadków i niebezpiecznych uszkodzeń urządzeń technicznych za rok 2009 – Praca zbiorowa, Dozór Techniczny nr 5(250), wrzesień-październik 2010 r. str. 101-IV okł. oraz Dozór Techniczny nr 6(251), listopad-grudzień 2010 r., str. 128-132.
- [8] Analiza nieszczęśliwych wypadków i niebezpiecznych uszkodzeń urządzeń technicznych za rok 2010 – Praca zbiorowa, Dozór Techniczny nr 6(257), listopad-grudzień 2011 r. str. 131-142 oraz Dozór Techniczny nr 1(258), styczeń-luty 2012 r., str. 13-18.

Nieszczęśliwe wypadki i niebezpieczne uszkodzenia przy eksploatacji żurawi, podestów ruchomych, przenośników kabinowych, wózków jezdniowych podnośnikowych, dźwigników, wciągarek i pozostałych urządzeń transportu bliskiego w latach 2003-2010

Wprowadzenie

Opisane w niniejszym zestawieniu nieszczęśliwe wypadki i niebezpieczne uszkodzenia żurawi, podestów ruchomych, przenośników kabinowych, wózków jezdniowych podnośnikowych, dźwigników, wciągarek oraz pozostałych urządzeń transportu bliskiego są wybrane z rocznych analiz opracowywanych w Urzędzie Dozoru Technicznego, udostępnionych Redakcji i publikowanych w kolejnych rocznikach Dozoru Technicznego, wymienionych na końcu opracowania (rozdział: Piśmiennictwo). Celem jest przedstawienie zmieniającej się liczby niebezpiecznych zdarzeń w latach 2003 – 2010. Nieszczęśliwe wypadki i niebezpieczne uszkodzenia przy eksploatacji dźwignów oraz suwnic zostały przedstawione w osobnych zestawieniach. **Red.**

2003 r.

Żurawie

W grupie żurawi objętych dozorem pełnym wydarzyło się 11 nieszczęśliwych wypadków i 18 niebezpiecznych uszkodzeń. W wyniku nieszczęśliwych wypadków 3 osoby z obsługi i 5 osób postronnych poniosło śmierć, a 5 osób odniosło obrażenia ciała, w tym 3 osoby postronne.

Nieszczęśliwe wypadki z ofiarami śmiertelnymi w grupie żurawi objętych dozorem pełnym zostały spowodowane w 7 przypadkach:

- w trzech przypadkach nastąpiło dotknięcie lub nadmierne zbliżenie wysięgnikiem żurawia do linii wysokiego napięcia; śmiertelnemu porażeniu uległy osoby znajdujące się w pobliżu żurawia; w jednym z tych przypadków zginęły jednocześnie dwie osoby;
- w czasie wyjmowania bijaka z rury pala nastąpiło zerwanie kabłąka krętlika i przygniecenie osoby znajdującej się obok żurawia; żuraw typu ŻK 162 pracował wówczas jako kafar; przyczyną zerwania było zmęczenie materiału kabłąka krętlika;
- niewłaściwe rozstawienie podpór żurawia typu ZSH-6 było przyczyną utraty stateczności i przygniecenia ofiary;
- nieprawidłowo zamocowany i obracający się niespodziewanie ładunek w zawiesiu linowym przygniótł dwie osoby, z których jedna poniosła śmierć a jedna doznała obrażeń ciała.

Nieszczęśliwe wypadki z obrażeniami ciała (połączone w 2 przypadkach z niebezpiecznym uszkodzeniem) w grupie żurawi objętych dozorem pełnym zostały spowodowane w 4 przypadkach:

- podczas pracy żurawiem typu LIEBHER 112 ECH przenoszonym ładunkiem uderzony został pracownik znajdujący się na poziomie roboczym;
- podczas niedozwolonego instrukcją obsługi wrywaniu szalunku nastąpiło złamanie wysięgnika żurawia typu ŻB 75/100, który uderzył znajdującego się w pobliżu pracownika;
- rozszczelnienie się układu hydraulicznego żurawia typu DSO-61R spowodowało zapalenie się mgły olejowej od rozgrzanej rury wydechowej i poparzenie operatora żurawia;
- użycie niewłaściwego zawiesia podczas przenoszenia ładunku żurawiem typu AD 20 T spowodowało wypięcie ładunku i przygniecenie osoby znajdującej się w polu pracy żurawia.

Niebezpieczne uszkodzenia w grupie żurawi objętych dozorem pełnym zostały spowodowane w 12 przypadkach:

- w trzech przypadkach utratą stateczności na skutek osunięcia się terenu, na którym stał lub jechał żuraw;
- utratą stateczności żurawia typu Hydros T-321 na skutek przenoszenia ładunku o znacznych rozmiarach i nieznannej masie;
- utratą stateczności z niewyjaśnionych przyczyn żurawia typu POTAIN GMR HD 32A;
- utratą stateczności żurawia typu LTM 1400 na skutek nagłego silnego podmuchu wiatru;
- ukłuciem wałka szybkoobrotowego przekładni mechanizmu podnoszenia żurawia typu ŻB 75/100;
- niekontrolowanym, grawitacyjnym zsunięciem się drugiego członu wysięgnika żurawia typu DS-0401T na skutek samoczynnego odkręcenia się śrub mocujących cylinder teleskopowania;
- brakiem przetopu spoiny łączącej tuleję z blachą wysięgnika żurawia typu Fuchs MHL 340;
- nie zadziałaniem łącznika krańcowego w żurawiu typu Hydros K-061 co spowodowało wyrwanie z podstawy wysięgnika zaczepu linki asekuracyjnej wysięgnika;
- oderwaniem się konstrukcji mechanizmu podnoszenia kabiny operatora żurawia typu Fuchs Bagger 714 MU spowodowane pęknięciem spoiny;
- niekontrolowanym przemieszczeniem się przenoszonego ładunku w wyniku silnego podmuchu wiatru, co spowodowało uszkodzenie konstrukcji stalowej wysięgnika żurawia typu TMS475 GROVE.

Podesty ruchome

W grupie podestów ruchomych objętych dozorem pełnym wydarzyło się 8 nieszczęśliwych wypadków w tym 7 połączonych z niebezpiecznymi uszkodzeniami. W wyniku wypadków 3 osoby z obsługi poniosły śmierć, a 13 osób z obsługi doznało obrażeń ciała.

Nieszczęśliwe wypadki z ofiarami śmiertelnymi w grupie podestów ruchomych objętych dozorem pełnym zostały spowodowane w 3 przypadkach:

- podczas podnoszenia podestu wiszącego typu PW1S-250/100 z 4 pracownikami nastąpiło zsuniecie się z dachu budynku wysięgnika z balastem na skutek nie zamontowania rur dystansowych pomiędzy wysięgnikami; spowodowało to upadek podestu z wysokości 8 piętra wraz z 4 pracownikami; jedna osoba poniosła śmierć a 3 osoby doznały obrażeń ciała;
- podczas podnoszenia podestu wiszącego typu V77 z 4 pracownikami nastąpiło przełamanie się podestu w jego środkowej części na skutek przecięcia; spowodowało to upadek podestu z wysokości 8 piętra wraz z 4 pracownikami; jedna osoba poniosła śmierć a 3 osoby doznały obrażeń ciała;
- przy niezgodnym z dokumentacją techniczno-ruchową wykorzystaniu podestu typu P-184H do wrywania słupa oświetleniowego z posadowienia nastąpiło pęknięcie zawiesia i nagłe odciążenie wysięgnika podestu; pracownik znajdujący się w koszu został z niego wyrzucony i spadł na ziemię.

Nieszczęśliwe wypadki z obrażeniami ciała połączone (w 4 przypadkach) z niebezpiecznymi uszkodzeniami w grupie podestów

ruchomych objętych dozorem pełnym zostały spowodowane w 5 przypadkach:

- na skutek niewłaściwego zablokowania podpór podestu typu PK-15 nastąpiła utrata jego stateczności; obrażeń doznały 2 osoby znajdujące się w koszu podestu,
- na skutek nie zabezpieczenia podpory podestu typu PK-12BE nastąpiła utrata jego stateczności; obrażeń doznała 1 osoba znajdująca się w koszu podestu;
- podczas wykonywania prac z kosza podestu typu PMO184H nastąpiło pociągnięcie kosza wyrwanym końcem naprawianego przewodu wysokiego napięcia; spowodowało to przelamanie dolnego członu wysięgnika podestu i wypadnięcie 2 osób z kosza podestu;
- w podeście typu P-100 nastąpiło zerwanie połączenia gwintowego nakrętki z cylindrem siłownika; na skutek tąpnięcia w tym momencie kosza obrażeń doznał pracownik, który w nim się znajdował;
- w podeście typu PMT-027 nastąpiło zmęczeniowe pęknięcie łańcucha poziomowania kosza; pracownik znajdujący się w koszu wypadł z niego na poziom roboczy i doznał obrażeń ciała.

Niebezpieczne uszkodzenie w grupie podestów ruchomych objętych dozorem pełnym zostało spowodowane w jednym przypadku zerwaniem liny nośnej w podeście typu PWS3. Zerwanie nastąpiło na skutek jej spadnięcia z kół linowych i dostaniem się pomiędzy dolne koło linowe a blachę zabezpieczającą.

Przeñośniki kabinowe i krzeselkowe

W grupie przeñośników kabinowych i krzeselkowych objętych dozorem pełnym wydarzyły się 2 nieszczęśliwe wypadki. W wyniku wypadków 5 osób postronnych doznało obrażeń ciała.

Nieszczęśliwe wypadki z obrażeniami ciała zostały spowodowane w 2 przypadkach:

- podczas ruchu karuzeli nastąpiło otwarcie się niedokładnie zamkniętej barierki i wypadnięcie 2 osób,
- niestabilne podparcie segmentu podłogi na podeście wejściowym na karuzelę spowodowało spadnięcie z niego 3 osób.

Wózki jezdniowe podnośnikowe

W grupie wózków jezdniowych podnośnikowych objętych dozorem pełnym wydarzył się 1 nieszczęśliwy wypadek, w którym 1 osoba postronna doznała obrażeń ciała.

Osoba ta została uderzona spadającym z przewożonej wózkiem palety bloczkiem

Wciągarki i wciągniki, przeñośniki osobowe, układnice magazynowe, wyciągi towarowe, dźwignice linotorowe, urządzenia do przemieszczania osób niepełnosprawnych, dźwigniki.

W grupie wciągarek i wciągników, przeñośników osobowych, układnic magazynowych, wyciągów towarowych, dźwignic linotorowych, urządzeń do przemieszczania osób niepełnosprawnych oraz dźwigników objętych dozorem pełnym nie zgłoszono w 2003 roku nieszczęśliwych wypadków oraz niebezpiecznych uszkodzeń.

2004 r.

Żurawie

W grupie żurawi objętych dozorem pełnym wydarzyło się 10 nieszczęśliwych wypadków i 14 niebezpiecznych uszkodzeń. W wyniku nieszczęśliwych wypadków 1 osoba z obsługi i 1 osoba postronna poniosła śmierć, a 11 osób odniosło obrażenia ciała, w tym 9 osób z obsługi i 2 osoby postronne.

Nieszczęśliwe wypadki z ofiarami śmiertelnymi w grupie żurawi objętych dozorem pełnym zostały spowodowane w 2 przypadkach:

- w czasie przeprowadzania operacji montażu żurawia LIEBHERR przy wykorzystaniu żurawia COLES Hydro Truck na-

stąpiło przeciążenie żurawia COLES i utrata jego stateczności; spowodowało to upadek pracownika przeprowadzającego montaż żurawia LIEBHERR z wysokości na ziemię i jego śmierć; drugi pracownik odniósł obrażenia ciała; przy wykonywaniu montażu nie zachowano wymagań dokumentacji techniczno-ruchowej żurawia,

- przy demontażu szalunku nastąpiło przeciążenie żurawia POLAN ŻK-162 i zerwanie liny mechanizmu zmiany wysięgu; opadający wysięgnik przygniótł osobę znajdującą się pod wysięgnikiem.

Nieszczęśliwe wypadki z obrażeniami ciała w grupie żurawi objętych dozorem pełnym zostały spowodowane w 9 przypadkach:

- w czasie przeprowadzania demontażu żurawia LIEBHERR przy użyciu żurawia GROVE TM875 na skutek nie przestrzegania wymagań dokumentacji techniczno-ruchowej złamaniu uległ bocian żurawia GROVE; dwie osoby przeprowadzające demontaż żurawia doznały obrażeń ciała,
- przewracający się żuraw GROVE RT 640 C oparł się o drugi żuraw ŻSH-6P, który wskutek tego również utracił stateczność; obrażenia odniosły dwie osoby; operator żurawia GROVE, który zapoczątkował zdarzenie błędnie zaprogramował ogranicznik obciążenia żurawia,
- na skutek niewłaściwego podczepienia ładunku nastąpiła utrata stateczności żurawia samojezdnego DS061R; obrażenia odniósł operator przewracającego się żurawia,
- na skutek niewłaściwego podczepienia ładunku do żurawia Jonsered 1090 nastąpiło opadnięcie ładunku; obrażeń ciała doznał hakowy przygnieciony opadającym ładunkiem,
- na skutek niewłaściwego podczepienia ładunku do żurawia samojezdnego DS-010R nastąpiło rozkołysanie ładunku; obrażeń ciała doznał hakowy uderzony rozkołysanym ładunkiem,
- podczas pracy żurawiem ŻK-162 z odłączonym ogranicznikiem obciążenia nastąpiło jego przeciążenie; spowodowało to zerwanie liny odciągowej wysięgnika i jego uszkodzenie; opadający wysięgnik uderzył operatora,
- podczas pracy żurawiem ŻB-75/100 nastąpiło przypadkowe sprzęgnięcie bębna linowego mechanizmu zmiany wysięgu z bębniem linowym mechanizmu podnoszenia kabiny; doprowadziło to do upadku z wysokości niewłaściwie zamontowanej kabiny operatora z znajdującym się w niej operatorem,
- na skutek rozszczelnienia układu hydraulicznego żurawia LTM 1160/1 oraz niewłaściwego rozstawienia jego podpór nastąpiła utrata stateczności żurawia, który wpadł do kanału portowego; obrażenia odniósł operator żurawia,
- jedno zdarzenie zostało opisane powyżej w akapicie dotyczącym nieszczęśliwych wypadków z ofiarami śmiertelnymi. Niebezpieczne uszkodzenia w grupie żurawi objętych dozorem pełnym zostały spowodowane w 14 przypadkach:
 - utratą stateczności żurawia ADK 125-2 spowodowaną przeciążeniem żurawia; operator źle ustawił przełącznik rodzaju pracy ogranicznika obciążenia,
 - utratą stateczności żurawia ŻB-75/100 na skutek zjechania z torowiska; powodem nie zatrzymania się żurawia na końcu toru jazdy było sklejenie się stycznika kierunkowego jazdy,
 - utratą stateczności żurawia Hydros T-253 na skutek parcia bardzo silnego wiatru,
 - złamaniem wysięgnika żurawia FUCHS MHL 340 na skutek wadliwego wykonania spoin ustroju nośnego żurawia,
 - uderzeniem hakiem w konstrukcję bociana żurawia MDK 504 przy niesprawnym łączniku krańcowym mechanizmu podnoszenia żurawia,
 - w trakcie jazdy samochodu z zamontowanym żurawiem MK 93 RL 7,55/2 niezłożonym do pozycji transportowej nastąpiło uderzenie wysięgnikiem w przęsło wiaduktu,
 - pozostałe 8 zdarzeń opisane zostało powyżej w akapitach dotyczących nieszczęśliwych wypadków

Podesty ruchome

W grupie podestów ruchomych objętych dozorem pełnym wydarzył się 1 nieszczęśliwy wypadek i 1 niebezpieczne uszkodzenie. W wyniku wypadku 1 osoba z obsługi doznała obrażeń ciała.

Nieszczęśliwy wypadek w grupie podestów ruchomych objętych dozorem pełnym wydarzył się przy podeście PK-15; nastąpiła utrata stateczności podestu spowodowana pracą bez wysunięcia czwartej podpory; obrażeń ciała doznał operator znajdujące się w koszu podestu.

Niebezpieczne uszkodzenie zostało spowodowane uruchomieniem ruchów podestu P-100 bez zainstalowania go na podwoziu; nastąpiła utrata stateczności podestu.

Wózki jezdniowe podnośnikowe

W grupie wózków jezdniowych podnośnikowych objętych dozorem pełnym wydarzyły się 4 nieszczęśliwe wypadki, w którym 4 osoby doznały obrażeń ciała w tym 2 postronne i 2 z obsługi oraz 2 niebezpieczne uszkodzenia.

Nieszczęśliwe wypadki z obrażeniami ciała zostały spowodowane w 4 przypadkach i polegały na:

- w dwóch przypadkach potrąceniu osoby postronnej przez jadący wózek podnośnikowy,
- potrąceniu przez jadący wózek stojącego elementu, który z kolei przygniótł stojącego w bezpośrednim sąsiedztwie pracownika,
- uderzeniu jadącym wózkiem o przeszkodę; obrażeń ciała doznał operator wózka.

Niebezpieczne uszkodzenia w grupie wózków podnośnikowych objętych dozorem pełnym zostały spowodowane w 2 przypadkach i polegały na:

- zmęczeniowym zerwaniu haka osprzętu wózka podnośnikowego,
- opisanym powyżej w akapicie dotyczącym nieszczęśliwych wypadków uderzeniu jadącym wózkiem o przeszkodę

Wciągarki i wciągniki, przenośniki osobowe, układnice magazynowe, wyciągi towarowe, dźwignice linotorowe, urządzenia do przemieszczania osób niepełnosprawnych, dźwigniki, przenośniki kabinowe i krzeselkowe

W grupie wciągarek i wciągników, przenośników osobowych, układnic magazynowych, wyciągów towarowych, dźwignic linotorowych, urządzeń do przemieszczania osób niepełnosprawnych, dźwigników oraz przenośników kabinowych i krzeselkowych objętych dozorem pełnym nie zgłoszono w 2004 roku nieszczęśliwych wypadków oraz niebezpiecznych uszkodzeń.

2005 r.

Żurawie

W grupie żurawi objętych dozorem pełnym wydarzyło się 15 nieszczęśliwych wypadków i 18 niebezpiecznych uszkodzeń. W wyniku nieszczęśliwych wypadków 2 osoby z obsługi i 2 osoby postronne poniosły śmierć, a 13 osób odniosło obrażenia ciała, w tym 6 osób z obsługi i 7 osób postronnych.

Nieszczęśliwe wypadki z ofiarami śmiertelnymi w grupie żurawi objętych dozorem pełnym zostały spowodowane w 4 przypadkach:

- podczas jazdy żurawia samojezdnego typu ADK-70 nastąpiło dotknięcie podniesionym wysięgnikiem do linii wysokiego napięcia; porażeniu uległ hakowy trzymający za zawieszony na zbloczu zawiesia;
- utrata stateczności komina demontowanego przy użyciu żurawia samojezdnego typu LTM 1090 LIEBHERR i podestu; operator żurawia został przygnięciony wysięgnikiem przewracającego się podestu;
- operator żurawia samojezdnego typu Ż-161 POLAN w sposób niedozwolony odblokowywał mechaniczne hamulec mechanizmu zmiany wysięgu powodujące niespodziewane, gwałtowne

i niekontrolowane opadnięcie wysięgnika, który uderzył postronną osobę,

- podczas demontażu wiaty przy wykorzystaniu żurawia samojezdnego kołowego typu HYDROM T-161 nastąpiło przeciążenie żurawia i utrata stateczności; przeciążenie żurawia było spowodowane wcześniejszym niedozwolonym instrukcją obsługi zablokowaniem ogranicznika obciążenia; przewracający się żuraw przygniótł operatora żurawia.

Nieszczęśliwe wypadki z obrażeniami ciała w grupie żurawi objętych dozorem pełnym zostały spowodowane w 11 przypadkach:

- w czterech przypadkach niewłaściwe wykonywanie manewrów przez operatora żurawia lub użycie niewłaściwych zawiesi doprowadziło do uderzenia hakowych lub postronnych osób przenoszonym ładunkiem; w dwóch z tych przypadków jednocześnie obrażeń ciała doznały po dwie osoby;
- w dwóch przypadkach przeciążenie żurawi pracujących z niesprawnym ogranicznikiem obciążenia spowodowało utratę stateczności; obrażeń ciała doznali operatorzy żurawi;
- podczas niedozwolonej jazdy żurawia samojezdnego typu Coles Husky 18/22 TSC z wysięgnikiem odchylonym od osi wzdłużnej pojazdu nastąpiła utrata stateczności; obrażeń ciała doznał operator żurawia;
- na skutek niewłaściwego rozstawienia podpór żurawia samojezdnego typu DS-401T nastąpiła utrata stateczności; obrażeń ciała doznał operator żurawia;
- osoba postronna stała obok szyny toru jazdy żurawia stocznioowego; jadący żuraw najechał na jej stopę;
- osoba postronna została uderzona spadającą niedokręconą śrubą mocującą elementy wieży żurawia wieżowego typu PEINER SK126/1;
- uszkodzenie żurawia na skutek niewłaściwego wykonania naprawy korpusu żurawia przenośnego leśnego doprowadziło do uszkodzenia żurawia; spadające elementy ugodziły osobę postronną.

Niebezpieczne uszkodzenia w grupie żurawi objętych dozorem pełnym zostały spowodowane w 18 przypadkach:

- w siedmiu przypadkach utratą stateczności żurawi spowodowaną przeciążeniem przy niesprawnym ograniczniku obciążenia, niewłaściwym rozstawieniem podpór lub niedozwoloną jazdą w rozsuniętym wysięgnikiem;
- zapadnięcie się gruntu pod betonowymi płytami, na których ustawiony był żuraw samochodowy typu DST-0402 spowodowało uszkodzenie jego podpory;
- na skutek korozji nastąpiło przełamanie konstrukcji wysięgnika żurawia stacjonarnego typu DERRICK;
- opadnięcie wysięgnika na skutek przzerwania ciągu kinematycznego w mechanizmie pochylania wysięgnika żurawia stacjonarnego typu DERRICK DK25/50;
- przy przenoszeniu ładunku nastąpiło zerwanie wcześniej uszkodzonej liny nośnej żurawia wieżowego typu COMANSA;
- nieprawidłowe zabezpieczenie sworznia mocującego element zblocza hakowego do konstrukcji wodzaka doprowadziło do upadku ładunku przenoszonego przy pomocy żurawia wieżowego WK 71 SL;
- przy opuszczaniu ładunku nastąpiło niespodziewane zwiększenie jego prędkości na skutek pęknięcia oporu regulacyjnego wciągarki haka żurawia wieżowego typu 256 HC; hamulec nie był w stanie wyhamować poruszającego się zbyt szybko ładunku;
- podczas podnoszenia ładunku doszło do zgięcia wstawki wysięgnika żurawia budowlanego typu ŻB-75/100; jednoznacznej przyczyny niebezpiecznego uszkodzenia nie ustalono;
- z powodu zmęczenia materiału i korozji nastąpiło pęknięcie dolnego ucha zawieszenia sworznia podpory zestawu jezdnego do podstawy żurawia wieżowego typu C-981A;
- pozostałe 3 zdarzenia opisane zostały powyżej w akapitach dotyczących nieszczęśliwych wypadków.

Wciągarki i wciągniki

W grupie wciągarek i wciągników objętych dozorem pełnym wydarzył się 1 nieszczęśliwy wypadek połączony z niebezpiecznym uszkodzeniem. W wyniku wypadku 1 osoba postronna doznała obrażeń ciała.

Nieszczęśliwy wypadek w grupie ciągników objętych dozorem pełnym wydarzył się przy wciągniku typu GM5 2000.5-21 F4. Na skutek niewłaściwej obsługi zawiesia specjalnego przeznaczenia, nastąpił upadek przenoszonego ładunku na nogę operatora wciągnika. Uszkodzeniu uległa kasetta sterowa wciągnika.

Podesty ruchome

W grupie podestów ruchomych objętych dozorem pełnym wydarzył się 1 nieszczęśliwy wypadek. W wyniku wypadku 1 osoba z obsługi poniosła śmierć.

Nieszczęśliwy wypadek w grupie podestów ruchomych objętych dozorem pełnym wydarzył się przy podeście ruchomym masztowym typu FRSM 3000; poszkodowany przebywając na zewnątrz oporęczowania podestu na przystawce zewnętrznej, niezabezpieczony sprzętem ochrony indywidualnej stracił równowagę i spadł z dużej wysokości.

Dźwigniki

W grupie dźwigników objętych dozorem pełnym wydarzyły się 2 nieszczęśliwe wypadki. W wyniku wypadków obrażeń ciała doznała 1 osoba z obsługi i 1 osoba postronna.

Nieszczęśliwe wypadki z obrażeniami ciała w grupie dźwigników objętych dozorem pełnym zostały spowodowane w 2 przypadkach:

- przy wykonywaniu prac konserwacyjnych przy dźwigniku śrubowym czterokolumnowym typu SDO-3 poszkodowany sprawdzając naciąg łańcucha sworzniowego nie zachował ostrożności i doznał obrażeń ręki;
- podczas prac wykonywanych przy użyciu samochodowego dźwignika obsługowego dwukolumnowego typu SDO-2,5 poszkodowany trzymał się paska klinowego; po zasterowaniu ruchu opuszczania dźwignika – poszkodowany doznał uszkodzenia palców ręki.

Wózki jezdniowe podnośnikowe

W grupie wózków jezdniowych podnośnikowych objętych dozorem pełnym wydarzyło się 9 nieszczęśliwych wypadków, w których 4 osoby poniosły śmierć w tym 2 osoby z obsługi i 2 osoby postronne a 5 osób doznało obrażeń ciała w tym 3 osoby z obsługi i 2 osoby postronne oraz 4 niebezpieczne uszkodzenia.

Nieszczęśliwe wypadki z ofiarami śmiertelnymi w grupie wózków jezdniowych podnośnikowych objętych dozorem pełnym zostały spowodowane w 4 przypadkach:

- w dwóch przypadkach utratą stateczności na skutek zbyt szybkiej jazdy po łuku; śmierć ponieśli operatorzy wózków przyniesieni przewracającym się wózkiem;
- w dwóch przypadkach przygnieceniem osoby postronnej spadającym z wideł wózka ładunkiem.

Nieszczęśliwe wypadki z obrażeniami ciała zostały spowodowane w 5 przypadkach:

- przygnieceniem poszkodowanego przez jadący wózek;
- wbrew instrukcji obsługi na widłach wózka podnoszony był człowiek na palecie; przy opuszczaniu wideł zmiążdżeniu uległ palec ręki, który znalazł się między osłoną i masztem wózka;
- podczas wykonywania konserwacji wózka typu EV 720, który niezabezpieczony nieoczekiwanie ruszył i przejechał po stopie poszkodowanego; jednoznacznej przyczyny nieoczekiwanego uruchomienia nie ustalono;
- jadący tyłem wózek spadł z rampy; obrażeń doznał operator wózka;

- omyłkowe wybranie dźwignią przeciwnego kierunku ruchu w stosunku do zamierzonego spowodowało przygniecenie osoby postronnej.

Niebezpieczne uszkodzenia w grupie wózków podnośnikowych objętych dozorem pełnym zostały spowodowane w 4 przypadkach:

- pożarem w komorze silnika wózka STEINBOCK BOSS, prawdopodobnie na skutek rozszczelnienia przewodu układu hydraulicznego wózka;
- pozostałe 3 zdarzenia opisane zostały powyżej w punktach dotyczących nieszczęśliwych wypadków.

Układnice magazynowe, wyciągi towarowe, dźwignice linotorowe, urządzenia do przemieszczania osób niepełnosprawnych, przenośniki osobowe, przenośniki kabinowe i krzeselkowe.

W grupie układnic magazynowych, wyciągów towarowych, dźwignic linotorowych, urządzeń do przemieszczania osób niepełnosprawnych, przenośników osobowych, przenośników kabinowych i krzeselkowych objętych dozorem pełnym nie zgłoszono w 2005 roku nieszczęśliwych wypadków oraz niebezpiecznych uszkodzeń.

2006 r.

Żurawie

W grupie żurawi objętych dozorem pełnym wydarzyło się 11 nieszczęśliwych wypadków i 12 niebezpiecznych uszkodzeń. W wyniku nieszczęśliwych wypadków 1 osoba z obsługi i 1 osoba postronna poniosła śmierć, a 10 osób odniosło obrażenia ciała, w tym 5 osób z obsługi i 5 osób postronnych.

Nieszczęśliwe wypadki z ofiarami śmiertelnymi w grupie żurawi objętych dozorem pełnym zostały spowodowane w 2 przypadkach:

- podczas pracy żurawia typ ŻB 75/100 z mostkowym ogranicznikiem obciążenia, nastąpiło przeciążenie żurawia i utrata jego stateczności; operator znajdujący się w kabinie żurawia poniósł śmierć;
- podczas przenoszenia ładunku za pomocą żurawia wieżowego typu PEINER SMK 205, nastąpiło zerwanie drutu zastosowanego jako tymczasowe zawiesie; upadający ładunek przygniótł pracownika znajdującego się w pobliżu żurawia.

Nieszczęśliwe wypadki z obrażeniami ciała w grupie żurawi objętych dozorem pełnym zostały spowodowane w 9 przypadkach:

- uszkodzeniem zmęczeniowym płytek sprzęgła elektromagnetycznego w mechanizmie podnoszenia żurawia wieżowego typu 112 EC-H, co spowodowało zerwanie więzi kinematycznej i upadek przenoszonego wraz z operatorem pojemnika z betonem; upadający pojemnik potrafił drabinę, na której znajdował się drugi poszkodowany;
- w trzech przypadkach przeciążeniem żurawi pracujących z niesprawnym, zmostkowanym lub ustawionym na niewłaściwy zakres ogranicznikiem obciążenia, co spowodowało utratę stateczności; obrażeń ciała doznali operatorzy żurawi;
- zerwaniem jednorazowego zawiesia, co spowodowało upadek ładunku, który ranił pracownika znajdującego się w pobliżu żurawia;
- pęknięciem bociana żurawia samojezdnego typu LTM-1045 w wyniku przekroczenia obniżonej wytrzymałości materiału (przegrzanie materiału i wcześniejsze wgniecenie rury pasa górnego bociana); spowodowało to opadnięcie ładunku, który ranił pracownika znajdującego się w pobliżu żurawia;
- upadkiem operatora ze śliskiej konstrukcji żurawia przenośnego, po wcześniejszym przypadkowym zasterowaniu opuszczania wysięgnika; opadający wysięgnik uszkodził przewody hydrauliczne żurawia;
- podczas załadunku złomu przy pomocy żurawia z chwytakiem, odprysk złomu ugodził w pracownika znajdującego się w pobliżu;

- zsunięciem się ładunku – kontenerów, ustawionych w warstwach na kabinę żurawia samojezdnego typu LTM 1045/1; obrażeń doznał operator wyskakując z kabiny żurawia.
- Niebezpieczne uszkodzenia w grupie żurawi objętych dozorem pełnym zostały spowodowane w 12 przypadkach:
 - przeciążeniem żurawia typu KC-55713-4, co doprowadziło do rozerwania kieszeni prawej tylnej podpory;
 - utratą stateczności na skutek niewłaściwego rozstawienia podpór żurawia samojezdnego typu AD 28;
 - zerwaniem śrub wieńca obrotowego i upadkiem części obrotowej żurawia samojezdnego typu AT 880 na skutek wystąpienia sił dynamicznych przy pracach z dużym gabarytowo ładunkiem;
 - opadnięciem wysięgnika żurawia samojezdnego POLAN, po wysunięciu się lin odciągowych z nieprawidłowo założonych zacisków linowych;
 - w pozostałych 8 przypadkach niebezpieczne uszkodzenia powiązane były z wyżej opisanymi nieszczęśliwymi wypadkami.

Podesty ruchome.

W grupie podestów ruchomych objętych dozorem pełnym wydarzyło się 8 nieszczęśliwych wypadków i 7 niebezpiecznych uszkodzeń. W wyniku nieszczęśliwych wypadków 1 osoba z obsługi poniosła śmierć, a 10 osób odniosło obrażenia ciała, w tym 9 osób z obsługi i 1 osoba postronna.

Nieszczęśliwy wypadek z ofiarą śmiertelną w grupie podestów ruchomych objętych dozorem pełnym wydarzył się przy podeście ruchomym przejezdnym typu WS 270; podest na skutek pomyłki został rozstawiony do pracy pod niewłaściwą, nieodłączoną linią wysokiego napięcia; śmiertelnemu porażeniu prądem elektrycznym uległ pracownik znajdujący się w koszu podestu.

Nieszczęśliwe wypadki z obrażeniami ciała w grupie podestów ruchomych objętych dozorem pełnym zostały spowodowane w 7 przypadkach:

- uderzeniem opadającego wierzaka demontowanego dachu w wysięgnik podestu ruchomego typu P-183; w wyniku braku odpowiedniego wyposażenia zabezpieczającego dwóch pracowników wypadło z kosza;
- zniszczeniem połączenia przegubowego dolnego wysięgnika podestu samojezdnego typu AT 45, co spowodowało gwałtowne opadanie kosza na ziemię wraz z znajdującymi się w nim dwoma montażystami;
- wejściem dwóch pracowników na zdemontowaną i niezabezpieczoną platformę podestu masztowego typu FRSM 3000, co spowodowało utratę jej stateczności i w konsekwencji jej upadek wraz z pracownikami;
- utratą stateczności podestu ruchomego samojezdnego firmy AERIAL ustawionego na nieutwardzonym podłożu, w wyniku, czego pracownik wypadł z kosza;
- oderwaniem się zaworu blokującego w podeście P-183, co spowodowało niekontrolowany wypływ oleju i opadanie górnego członu podestu na wspornik członu dolnego; opadający wysięgnik uderzył w operatora stojącego w pobliżu wysięgników;
- sterujący pracą podestu typu P-183 pracownik bez uprawnień przycisnął się barierką kosza do konstrukcji wiaduktu;
- podczas pracy podestu typu P-183 nastąpiło ścięcie śrub ustalających położenie cięgien mechanizmu podnoszenia górnego ramienia ze sworzniem; spowodowało to opadanie górnego ramienia i wypadnięcie pracownika z kosza.

Niebezpieczne uszkodzenia w grupie podestów ruchomych objętych dozorem pełnym były połączone w 7 przypadkach z wyżej opisanymi nieszczęśliwymi wypadkami.

Dźwigniki

W grupie dźwigników objętych dozorem pełnym wydarzyło się 1 niebezpieczne uszkodzenie. W podnośniku pojazdów samo-

chodowych typu DHS-2,5 s, nastąpiło zerwanie liny nośno-synchronizującej i nie zadziałało zabezpieczenie zęba chwytacza; zerwanie liny było następstwem braku należytej konserwacji dźwignika.

Wózki jezdniowe podnośnikowe

W grupie wózków jezdniowych podnośnikowych objętych dozorem pełnym wydarzyło się 12 nieszczęśliwych wypadków, w których 13 osób doznało obrażeń ciała, w tym 7 osób z obsługi i 6 osób postronnych oraz 8 niebezpiecznych uszkodzeń.

Nieszczęśliwe wypadki z obrażeniami ciała zostały spowodowane w 12 przypadkach:

- w pięciu przypadkach przygnieceniem lub potarciem poszkodowanych przez jadący wózek;
- w dwóch przypadkach upadkiem wózka wraz z operatorem z rampy przeładunkowej;
- utratą stateczności wózka ustawionego na pochyleniu terenu; obrażeń ciała doznało dwóch pracowników, którzy wbrew instrukcji obsługi urządzenia byli podnoszeni na palecie na wysokość 5 m;
- utratą stateczności podczas jazdy przeciążonym wózkiem; obrażeń doznał operator przewracającego się wózka;
- pożarem wózka z napędem gazowym, po zsunięciu się przewodu elastycznego z końcówki przyłączeniowej mieszalnika gazu; poparzeniom uległ operator wózka;
- podczas przejazdu wózka ze zbyt nisko podniesionymi widłami i zahaczeniem o wystający z podłogi element; obrażenia odniósł operator wózka;
- niekontrolowanym zjazdem wózka po pochyłej nawierzchni i uderzeniem w znajdujące się obok trasy przejazdu rusztowanie; obrażenia odniósł pracownik, który w wyniku uderzenia spadł z rusztowania.

Niebezpieczne uszkodzenia w grupie wózków podnośnikowych objętych dozorem pełnym zostały spowodowane w 8 przypadkach:

- upadkiem na dach kabiny wózka palety z regału, wcześniej potrąconej przez kratę osłonową karetki widel;
- w pozostałych 7 przypadkach niebezpieczne uszkodzenia powiązane były z wyżej opisanymi nieszczęśliwymi wypadkami.

Przenośniki kabinowe i krzeselkowe

W grupie przenośników kabinowych i krzeselkowych objętych dozorem pełnym wydarzył się 1 nieszczęśliwy wypadek połączony z niebezpiecznym uszkodzeniem. W wyniku tego zdarzenia 1 osoba postronna doznała obrażeń ciała.

W przenośniku kabinowym Rock and Roll nastąpiło zmęczenie rozerwanie ramienia zabezpieczenia przed wypadnięciem osób z gondoli; jedna z osób znajdujących się w gondoli doznała urazu ręki.

Układnice magazynowe, wyciągi towarowe, dźwignice linotorowe, urządzenia do przemieszczania osób niepełnosprawnych, przenośniki osobowe

W grupie układnic magazynowych, wyciągów towarowych, dźwignic linotorowych, urządzeń do przemieszczania osób niepełnosprawnych, przenośników osobowych objętych dozorem pełnym nie zgłoszono w 2006 r. nieszczęśliwych wypadków oraz niebezpiecznych uszkodzeń.

2007 r.

Żurawie

W grupie żurawi objętych dozorem pełnym, z przyczyn innych niż czynniki zewnętrzne, wydarzyło się 10 nieszczęśliwych wypadków i 18 niebezpiecznych uszkodzeń. W wyniku nieszczęśliwych wypadków 3 osoby z obsługi poniosły śmierć, a 8 osób odniosło obrażenia ciała, w tym 7 osób z obsługi i 1 osoba postronna.

Nieszczęśliwe wypadki z ofiarami śmiertelnymi oraz 1 osobą, która doznała obrażeń ciała, w grupie żurawi objętych dozorem pełnym zostały spowodowane w 3 przypadkach:

- złamanie wysięgnika żurawia wieżowego typu LIEBHERR 90EC podczas przenoszenia ładunku spowodowało złamanie wieży żurawia i upadek kabiny z dwoma operatorami, z których jeden poniósł śmierć a drugi doznał obrażeń ciała; złamanie wieży zostało spowodowane wadami wytwarzania;
- operator żurawia podczas schodzenia bez środków ochrony dodatkowej z żurawia wieżowego typu LIEBHERR 45K, spadł z konstrukcji żurawia ponosząc śmierć;
- w trakcie prac konserwacyjnych operator żurawia wieżowego portowego typu EBERSWALDE, zdemontował kratki zabezpieczające otwór w podłodze kabiny; wypadł przez ten niezabezpieczony otwór ponosząc śmierć.

Nieszczęśliwe wypadki z obrażeniami ciała w grupie żurawi objętych dozorem pełnym zostały spowodowane w 7 przypadkach:

- podczas przemieszczania ładunku przeciążonym żurawiem wieżowym typu ŻB 75/100, zainstalowanym na nieprawidłowo wypoziomowanym torowisku, obsługiwanym przez nietrzeźwego operatora, nastąpiło jego wywrócenie; nie zadziałał ogranicznik obciążenia żurawia; obrażeń ciała doznał operator żurawia;
- podczas skracania wysięgnika żurawia samojezdnego typu ŻK 161 operator nie zaczepił liny montażowej do podstawy wysięgnika i nie podparł go; po wybiciu sworznia z jednej strony wysięgnika opadł on na znajdujące się pod wysięgnikiem pracownika;
- w trakcie eksploatacji żurawia samojezdnego typu COLES „Congueror Mobile” operator zasterował ruch podnoszenia pustego haka do góry przy pomocy mechanizmów podnoszenia i zmiany wysięgu; zblozce hakowe nie zatrzymało się w swoim krańcowym położeniu przez co nastąpiło przetrzucenie wysięgnika i uszkodzenie konstrukcji wysięgnika oraz kabiny; obrażeń ciała doznał operator znajdujący się w kabinie;
- operator żurawia samojezdnego gąsienicowego bocznego typu CAT571 G rozpoczął manewr podnoszenia ładunku bez upewnienia się czy hakowy nie jest w strefie zagrożenia; w tym momencie hakowy poprawiał zamocowanie ładunku; nabiegająca na krążek lina wciągnęła dłoń hakowego między linę a krążek linowy powodując uraz ręki;
- w trakcie podnoszenia ładunku przez żuraw samojezdnego typu AD-28, nieposiadający sprawnego ogranicznika obciążenia, nastąpiła utrata stateczności spowodowana przeciążeniem żurawia; obrażeń ciała doznał operator;
- w trakcie podnoszenia ładunku przez żuraw samojezdnego typu KAMAZ KC-55713-4 nastąpiła jego utrata stateczności; obrażeń ciała doznał operator żurawia;
- w trakcie podnoszenia pojemnika z betonem, wyposażonego w podest, na którym przebywał pracownik obsługujący pojemnik, nastąpiło zerwanie liny mechanizmu podnoszenia żurawia wieżowego typu LIEBHERR 90EC i upadek ładunku z pracownikiem; przyczyną zerwania liny było jej zużycie zewnętrzne i korozja.

Niebezpieczne uszkodzenia w grupie żurawi objętych dozorem pełnym zostały spowodowane w 18 przypadkach:

- w wyniku przeciążenia żurawia wieżowego typu POTAIN GTM-R336B nastąpiła utrata stateczności; nie zadziałał ogranicznik obciążenia żurawia;
- w wyniku przeciążenia żurawia wieżowego typu PEKA-ZETT TK 4010 nastąpiła utrata stateczności; nie zadziałał ogranicznik obciążenia żurawia;
- w trakcie prac konserwacyjnych żurawia wieżowego typu ŻB 75/100, konserwator przypadkowo uruchomił mechanizm obrotu w sytuacji, gdy zblozca zaczepione było o stały element; spowodowało to odkształcenie środkowej wstawki wysięgnika;

- w trakcie eksploatacji żurawia wieżowego typu ŻB 75/100, operator zasterował ruch podnoszenia wysięgnika do góry, którego nie mógł następnie zatrzymać; nastąpiło przetrzucenie wysięgnika i uszkodzenie konstrukcji wysięgnika oraz podstawy wieży;
- w wyniku źle przygotowanego podłoża nastąpiło pęknięcie i przesunięcie płyty betonowej pod prawą tylną podporą żurawia samojezdnego typu LIEBHERR LTM 1120/1, nad którą znajdował się wysięgnik z ładunkiem; nastąpiło wywrócenie żurawia, uszkodzenie obu prawych podpór i podstawowego członu wysięgnika;
- w trakcie wycinania drzewa, gdy zawisło ono na haku żurawia samojezdnego typu AD-28, nastąpił gwałtowny podmuch wiatru, który spowodował utratę stateczności żurawia;
- w trakcie przenoszenia ładunku nastąpił gwałtowny podmuch wiatru, który spowodował utratę stateczności przez żuraw samojezdnego typu DEMAG AC-200;
- w trakcie rozładunku ładunku z samochodu żuraw samojezdnego typu ADK 125-2 utracił stateczności;
- w trakcie przeciągania portalu żurawia ŻB 75/100 za pomocą żurawia samojezdnego typu STAWO 40, niezgodnie z zasadami pracy, nastąpiło przegięcie i skręcenie wysięgnika żurawia STAWO 40 a następnie jego wywrócenie się;
- w trakcie podnoszenia ładunku przez żuraw samojezdnego typu GROVE RT-75S nastąpiło rozerwanie wspornika prawej podpory, jej całkowite wypadnięcie oraz rozerwanie podstawowego członu wysięgnika; przyczyną było zmęczenie materiału tłoczyska siłownika wysunięcia podpory;
- na skutek nie złożenia żurawia przenośnego typu HIAB 052 do pozycji transportowej, w czasie jazdy nastąpiło uderzenie wysięgnikiem żurawia o konstrukcję wiaduktu kolejowego;
- pozostałych 7 niebezpiecznych uszkodzeń połączonych było z nieszczęśliwymi wypadkami opisanymi powyżej.

Podesty ruchome

W grupie podestów ruchomych objętych dozorem pełnym, z przyczyn innych niż czynniki zewnętrzne, wydarzyły się 3 nieszczęśliwe wypadki i 3 niebezpieczne uszkodzenia. W wyniku nieszczęśliwych wypadków 1 osoba z obsługi poniosła śmierć, a 4 osoby odniosły obrażenia ciała, w tym 2 osoby z obsługi i 2 osoby postronne.

Nieszczęśliwy wypadek, w którym 1 osoba poniosła śmierć a 1 osoba doznała obrażeń ciała, w grupie podestów ruchomych objętych dozorem pełnym, wydarzył się przy podeście ruchomym wiszącym typu PW1S-250/100. Podczas przenoszenia wysięgników podestu na nowe miejsce pracy, pracownik stojący na krawędzi dachu utracił równowagę i spadł z budynku razem z wysięgnikiem, ponosząc śmierć. Wysięgnik uderzył i zranił też drugą osobę.

Nieszczęśliwe wypadki z obrażeniami ciała w grupie podestów ruchomych objętych dozorem pełnym zostały spowodowane w 2 przypadkach:

- podest ruchomy samojezdnego typu P-183 został ustawiony w polu pracy suwnicy bramowej; operator suwnicy nie zauważył podestu; uderzył w niego suwnicą i przycisnął pomost podestu z 2 osobami do ściany hali;
- podczas wykonywania prac z kosza podestu typu PA-60 operator przez nieuwagę przycisnął nogą dźwignię sterowniczą kasey sterowej i uruchomił mechanizm jazdy podestu ruchomego, co spowodowało uderzenie w głowę operatora o konstrukcję budynku.

Niebezpieczne uszkodzenia w grupie podestów ruchomych objętych dozorem pełnym zostały spowodowane w 3 przypadkach:

- suwnica bramowa najechała na podest ruchomy samojezdnego typu PMT0300 znajdujący się na trasie ruchu suwnicy; uszkodzeniu uległ podest;
- w pozostałych 2 przypadkach niebezpieczne uszkodzenia związane były z nieszczęśliwymi wypadkami opisanymi powyżej.

Urządzenia do przemieszczania osób niepełnosprawnych

W grupie urządzeń do przemieszczania osób niepełnosprawnych objętych dozorem pełnym, z przyczyn innych niż czynniki zewnętrzne, wydarzył się 1 nieszczęśliwy wypadek i 1 niebezpieczne uszkodzenie. W wyniku nieszczęśliwego wypadku 1 osoba z obsługi doznała obrażeń ciała.

Nieszczęśliwy wypadek zdarzył się podczas ruchu opuszczania platformy urządzenia typu KALEA. Nastąpiło przyciśnięcie nogi osoby przez platformę do podłoża. Nie zadziało lub zadziało przy zbyt dużej sile nacisku urządzenie zabezpieczające – listwa naciskowa.

Niebezpieczne uszkodzenie nastąpiło przy urządzeniu typu A500. Po wciśnięciu przycisku jazdy, z uwagi na 2-krotne przeciążenie platformy, nie nastąpił odjazd z przystanku przy jednoczesnym zaryglowaniu drzwi i zablokowaniu układu sterowania.

Przenośniki osobowe

W grupie przenośników osobowych objętych dozorem pełnym, z przyczyn innych niż czynniki zewnętrzne, wydarzyło się 1 niebezpieczne uszkodzenie.

Brak stałej opieki nad dzieckiem w czasie przejazdu schodami spowodował zakleszczenie się buta dziecka między stopniem i dolnym podestem schodów ruchomych. Doprowadziło to do przesunięcia stopnia schodów ruchomych i konieczności ich ponownej regulacji.

Dźwigniki

W grupie dźwigników objętych dozorem pełnym, z przyczyn innych niż czynniki zewnętrzne, wydarzył się 1 nieszczęśliwy wypadek i 2 niebezpieczne uszkodzenia. W wyniku nieszczęśliwego wypadku 1 osoba postronna doznała obrażeń ciała.

Nieszczęśliwy wypadek zdarzył się podczas podnoszenia ładunku za pomocą dwóch dźwigników przemysłowych typu KUTTRUFF TR-21 i TR-22. Na skutek niewłaściwego podwieszenia ładunku nastąpiło opadnięcie trawersy i przygniecenie nią pracownika.

Niebezpieczne uszkodzenia w grupie dźwigników objętych dozorem pełnym zostały spowodowane w 2 przypadkach:

- w dźwigniku dwukolumnowym typu PS2CN3, na skutek korozji oraz ocierania liny o konstrukcję, nastąpiło zerwanie liny nośnej i upadek samochodu znajdującego się na dźwigniku,
- w dźwigniku typu DHD 2,5 nieprawidłowo wykonane zabezpieczenie przed spadnięciem liny z krążka linowego, doprowadziło do jej spadnięcia i zakleszczenia się w konstrukcji, co spowodowało upadek pojazdu i uszkodzenie dźwignika.

Przenośniki kabinowe i krzeselkowe

W grupie przenośników kabinowych i krzeselkowych objętych dozorem pełnym, z przyczyn innych niż czynniki zewnętrzne, wydarzyły się 3 nieszczęśliwe wypadki, w których 14 osób postronnych doznało obrażeń ciała oraz 1 niebezpieczne uszkodzenie.

Nieszczęśliwe wypadki z obrażeniami ciała zostały spowodowane w 3 przypadkach:

- błędne zaryglowanie ramy zabezpieczającej siedziska urządzenia typu ławka przez osobę obsługującą lub otwarcie rygla przez osobę postronną doprowadziło do wypadnięcia 7 osób z siedzisk, i ich upadku z wysokości;
- podczas pracy urządzenia typu UFO nastąpiło zmęczeniowe pęknięcie wieńca ślimacznicy przekładni mechanizmu obrotu gondoli i upadek wózka z gondolami, co doprowadziło do obrażeń ciała u 6 osób;
- z nieustalonych przyczyn urządzenie typu przenośnik krzeselkowy, niespodziewanie uruchomiło się w momencie, gdy

pasażer przygotowywał się do zejścia z siedziska, a zabezpieczenie przed wypadnięciem pasażera z siedziska było centralnie zwolnione; doprowadziło to do wypadnięcia pasażera z siedziska.

Niebezpieczne uszkodzenie związane było z nieszczęśliwym wypadkiem urządzenia typu UFO opisanym powyżej.

Wózki jezdniowe podnośnikowe

W grupie wózków jezdniowych podnośnikowych objętych dozorem pełnym, z przyczyn innych niż czynniki zewnętrzne, wydarzyło się 25 nieszczęśliwych wypadków i 7 niebezpiecznych uszkodzeń. W wyniku nieszczęśliwych wypadków 5 osób poniosło śmierć w tym 4 osoby z obsługi i 1 osoba postronna, a 22 osoby odniosło obrażenia ciała, w tym 6 osób z obsługi i 16 osób postronnych.

Nieszczęśliwe wypadki z ofiarami śmiertelnymi zostały spowodowane w 5 przypadkach:

- niezachowanie należytej ostrożności podczas jazdy wózkiem doprowadziło do uderzenia wózkiem w przeszkodę, wyrzucenie poszkodowanego z kabiny, uszkodzenie wózka oraz jego przewrócenie na poszkodowanego;
- na skutek niesumiennej obsługi i niewłaściwej organizacji miejsca pracy, wózek jezdniowy typu H1.75XM doprowadził do przemieszczenia zestawu transportowego, przy którym dokonywano prac załadunkowych; doprowadziło to do wyrócenia wózka typu GPW 2007, który przygnoił osobę obsługującą;
- niedotrzymanie warunków instrukcji użytkowania wózków jezdniowych doprowadziło podczas transportowania ładunku z wykorzystaniem dwóch wózków jezdniowych do utraty stateczności wózka i przygniecenia osoby obsługującej;
- w wyniku niesumiennej obsługi nastąpiło najechanie wózkiem na przeszkodę, co spowodowało utratę stateczności wózka i przygniecenie operatora;
- w wyniku niesumiennej obsługi i niewłaściwej organizacji miejsca pracy podczas transportowania ładunku o nieznanym masie nastąpiło jego zsuniecie się z wideł i przygniecenie osoby postronnej.

Nieszczęśliwe wypadki z obrażeniami ciała zostały spowodowane w 20 przypadkach:

- niezachowanie należytej ostrożności podczas jazdy wózkami doprowadziło do kolizji dwóch wózków, wypadnięcia osoby obsługującej z kabiny jednego z wózków;
- z niewyjaśnionych przyczyn na prostym odcinku drogi nastąpił skręt wózka, uderzenie o krawężnik i wyrócenie wózka, co doprowadziło do przygniecenia ręki obsługującego;
- niedotrzymanie warunków instrukcji użytkowania wózka jezdniowego oraz niesumienna obsługa doprowadziło podczas wykonywania skrętu z ładunkiem umieszczonym na wysokości około 2,5 m do utraty stateczności wózka i obrażeń ciała osoby obsługującej;
- nieodpowiednie kwalifikacje obsługującego, niesumienna obsługa oraz niezachowanie należytej ostrożności przez osobę obsługującą doprowadziło podczas wykonywania skrętu przez wózek jezdniowy do zjechania koła wózka z rampy, utraty stateczności i przygniecenia nogi poszkodowanego;
- podczas jazdy wózka z podniesionymi widłami obsługujący wykonał gwałtowny manewr zawracania; wózek utracił stateczność i przygnoił nogi obsługującego;
- podczas dokonywania manipulacji przy widłach nastąpił upadek wideł na nogę obsługującego;
- osoba obsługująca wózek jezdniowy doprowadziła do kolizji z wózkiem jezdniowym unoszącym niepodlegającym dozorowi technicznemu, co doprowadziło do obrażeń ciała osoby obsługującej wózek unoszący;
- niezachowanie należytej ostrożności podczas jazdy wózkiem (ograniczona widoczność) doprowadziło do uderzenia wóz-

kiem w uszkodzonego i przygniecenia go transportowanym ładunkiem;

- na skutek niesumiennej obsługi wózek jezdniowy najechał na stopę osoby postronnej;
- z powodu niesumiennej obsługi i niewłaściwej organizacji miejsca pracy po gwałtownym zahamowaniu nastąpił upadek ładunku i przygniecenie nóg osoby postronnej;
- w wyniku niedotrzymania warunków instrukcji użytkownika, po nieoczekiwanym zasterowaniu ruchu opuszczania ładunku, nastąpiło uderzenie ładunkiem w nogę osoby postronnej;
- w wyniku nie zastosowania się do przepisów bhp przez osobę postronną (wejście tyłem na drogę komunikacyjną) podczas hamowania wózka nastąpiło zsuniecie się ładunku z wideł i przygniecenie nogi;
- niedotrzymanie warunków instrukcji użytkownika wózka jezdniowego doprowadziło podczas opuszczania osoby stojącej na paletach ułożonych na widłach wózka do przygniecenia ręki między elementami masztu;
- niesumienna obsługa oraz niezachowanie należytej ostrożności przez osobę postronną doprowadziło podczas wykonywania skrętu przez wózek jezdniowy do potrącenia osoby postronnej;
- niezachowanie należytej ostrożności przez osobę postronną jadącą na rowerze doprowadziło do kolizji z jadącym wózkiem jezdniowym;
- niewłaściwa organizacja miejsca pracy oraz niesumienna obsługa wózka jezdniowego doprowadziły do zsunienia się przesuwanego widłami wózka elementu i zmiążdżenia ręki osoby postronnej;
- niezachowanie należytej ostrożności przez osobę obsługującą wózek jezdniowy podczas jego jazdy doprowadziło do uderzenia karetką wóзка w osobę postronną;
- podczas podejmowania ładunku z regału o dużej wysokości operator dokonał skrętu z podniesionym ładunkiem, który spadł na osobę postronną;
- podczas wykonywania prac na wysokości dwóch osób znajdujących się w koszu nieprzeznaczonym do takiej pracy, podniesionym na widłach wózka nastąpił ich upadek z koszem;
- podczas wykonywania prac na wysokości z kosza nieprzeznaczonego do tego celu, ustawionego na widłach wózka, przy jednocześnie zbyt krótkich łańcuchach nośnych spowodowało uszkodzenie konstrukcji nośnej, przechylenie wideł i upadek kosza z dwoma osobami.

Niebezpieczne uszkodzenia w grupie wózków podnośnikowych objętych dozorem pełnym zostały spowodowane w 7 przypadkach:

- niezachowanie należytej ostrożności podczas jazdy wózkiem, doprowadziło do uderzenia wózkami w przeszkodę i jego uszkodzenia;
- z niewyjaśnionych przyczyn na prostym odcinku drogi nastąpił skręt wózka i po reakcji obsługującego skręt w prawo uderzenie o krawężnik i wywrócenie wózka;
- osoba obsługująca wózek z uwagi nie zachowanie wymagań instrukcji użytkownika (nadmierna prędkość) doprowadziła, do utraty stateczności i uszkodzenia wyposażenia dodatkowego wózka;
- w wyniku niesumiennej obsługi, nastąpiło najechanie wózkiem na przeszkodę, co spowodowało utratę stateczności wózka;
- niedotrzymanie warunków instrukcji użytkownika wózka jezdniowego oraz niesumienna obsługa, doprowadziło podczas wykonywania skrętu z ładunkiem umieszczonym na wysokości około 2,5 m, do utraty stateczności wózka;
- nieodpowiednie kwalifikacje obsługującego, niesumienna obsługa oraz niezachowanie należytej ostrożności przez osobę obsługującą, doprowadziło podczas wykonywania skrętu przez

wózek jezdniowy do zjechania koła wózka z rampy i utraty stateczności;

- podczas jazdy wózka z podniesionymi widłami obsługujący wykonał gwałtowny manewr zawracania, wózek utracił stateczność.

Pozostałe urządzenia transportu bliskiego

W pozostałych grupach urządzeń transportu bliskiego objętych dozorem pełnym, z przyczyn innych niż czynniki zewnętrzne, nie zgłoszono w 2007 r. nieszczęśliwych wypadków oraz niebezpiecznych uszkodzeń.

2008 r.

Żurawie

W grupie żurawi objętych dozorem pełnym, z przyczyn innych niż czynniki zewnętrzne, wydarzyło się 17 nieszczęśliwych wypadków i 26 niebezpiecznych uszkodzeń. W wyniku nieszczęśliwych wypadków 5 osoby poniosły śmierć, w tym 2 osoby z obsługi i 3 osoby postronne, a 15 osób odniosło obrażenia ciała, w tym 12 osób z obsługi i 3 osoby postronne.

Nieszczęśliwe wypadki z ofiarami śmiertelnymi, w grupie żurawi objętych dozorem pełnym zostały spowodowane w 5 przypadkach:

- podczas montażu żurawia przy wykorzystaniu niewłaściwej i zbyt długiej liny mechanizmu rozkładania wysięgnika oraz niezachowaniu przepisów bhp podczas montażu urządzenia, nastąpiło nagle i nieoczekiwane opadnięcie wysięgnika na podłoże, co doprowadziło do śmierci jednej osoby postronnej i obrażeń ciała u drugiej osoby postronnej oraz uszkodzenia wysięgnika i układu ciągnowego;
- osoba z obsługi znajdująca się w koszu zawieszonym na haku żurawia, nie przypięta szelkami ochronnymi, z niewyjaśnionych przyczyn upadła na podłoże z wysokości ok. 7 m
- na skutek przeciążenia żurawia, nastąpiła utrata stateczności, przygniecenie operatora i uszkodzenie konstrukcji nośnej;
- na skutek przeciążenia żurawia, nastąpiła utrata stateczności, przygniecenie operatora i osoby postronnej oraz uszkodzenie konstrukcji nośnej;
- podczas wyciągania ładunku z gruntu, w wyniku przeciążenia żurawia przy nieprawidłowo ustawionym ograniczniku obciążenia, nastąpiło zerwanie połączenia gwintowego na łączniku prawym oraz pęknięcie lewego łącznika teleskopowego stojaka platformy obrotowej, w wyniku czego wysięgnik żurawia opadł uderzając osobę postronną.

Nieszczęśliwe wypadki z obrażeniami ciała w grupie żurawi objętych dozorem pełnym zostały spowodowane w 14 przypadkach:

- w dwóch przypadkach nieszczęśliwe wypadki z obrażeniami ciała związane są z wypadkami ze skutkami śmiertelnymi i niebezpiecznymi uszkodzeniami opisanymi powyżej;
- w dwóch przypadkach, nieprawidłowe działanie ogranicznika obciążenia żurawia, spowodowało jego przeciążenie i utratę stateczności, co doprowadziło do obrażeń osoby obsługującej oraz uszkodzenia konstrukcji nośnej, kabiny i urządzeń sterowniczych;
- podczas transportowania ładunku, operator wykonał obrót wysięgnikiem żurawia, co spowodowało zepchniecie dwóch uszkodzonych na ziemię z wysokości 3,5 m;
- utrata stateczności żurawia, która wystąpiła z nieustalonych przyczyn spowodowała obrażenia ciała u osoby z obsługi oraz uszkodzenia konstrukcji stalowej wieży, wysięgnika, kabiny i urządzeń sterowniczych;
- podczas pracy żurawia, nastąpiło rozłączenie połączenia śrubowego mocującego podest sterowniczy do konstrukcji wieży żurawia i jego upadek na ziemię wraz z operatorem;

- podczas podnoszenia nieprawidłowo zamocowanego ładunku nastąpiło jego zsuniecie się z zawiesia widłowego i przygniecenie nogi uszkodzonego;
- niezachowanie kolejności montażu, spowodowało przeciążenie i zerwanie śrub mocujących, upadek ramy dolnej z częścią przeciwwagi, jej deformację oraz upadek osoby montującej żuraw;
- po demontażu przetwornika ciśnienia, nastąpił gwałtowny wypływ oleju i opadnięcie wysięgnika, co spowodowało przygniecenie uszkodzonego do siłownika zmiany wysięgu;

na skutek przeciążenia żurawia nastąpiło zerwanie jednej liny nośnej, uszkodzenie wysięgnika i obrażenia ciała u jednej osoby z obsługi;

- pęknięcie u podstawy kolumny obrotowej, było przyczyną upadku żurawia, co spowodowało obrażenia ciała u obsługującego;
- na skutek niesumiennej obsługi i niewłaściwej organizacji miejsca pracy, podczas wykonywania ruchu cofania podwoziem żurawia, nastąpiło uderzenie o kręgi blach i przygniecenie osoby postronnej;
- na skutek niesumiennej obsługi, nastąpiło wysunięcie się blachy z uchwytu do transportu blach i uderzenie spawacza.

Niebezpieczne uszkodzenia w grupie żurawi objętych dozorem pełnym zostały spowodowane w 26 przypadkach:

- w 12 przypadkach niebezpieczne uszkodzenia związane były z nieszczęśliwymi wypadkami opisanymi powyżej;
- w 6 przypadkach, przeciążenie żurawia, doprowadziło do utraty jego stateczności i uszkodzenia konstrukcji nośnej;
- w wyniku przeciążenia spowodowanego prawdopodobnie zaczepieniem ładunkiem o konstrukcję budynku, nastąpiła utrata stateczności żurawia i uszkodzenie konstrukcji nośnej;
- zerwanie śrub mocujących podest serwisowy umieszczony na wysięgniku, spowodowało jego upadek na ziemię;
- z powodu niedostatecznego nadzoru nad elementami zbrocza hakowego, nastąpiło rozłączenie połączenia śrubowego i upadek zbrocza na podłoże;
- niewłaściwe ustawienie na niestabilnym podłożu było przyczyną utraty stateczności nieprzeciążonego żurawia i uszkodzenia wysięgnika i podpór;
- z powodu zagłębienia się w podłoże płyty betonowej, na której ustawiona była podpora żurawia, nastąpiło odchylenie wieży żurawia od pionu;
- zakleszczenie się liny stalowej mechanizmu podnoszenia w głowicy wysięgnika było przyczyną rozerwania liny nośnej;
- wada zastosowanego siłownika zmiany wysięgu spowodowała pęknięcie stopy siłownika, upadek wysięgnika i jego uszkodzenie;
- z powodu pęknięcia płyty betonowej, na której ustawiona była podpora żurawia, nastąpiła utrata stateczności i uszkodzenia konstrukcji nośnej.

Podesty ruchome

W grupie podestów ruchomych objętych dozorem pełnym, z przyczyn innych niż czynniki zewnętrzne, wydarzyły się 4 nieszczęśliwe wypadki i 4 niebezpieczne uszkodzenia. W wyniku nieszczęśliwych wypadków 1 osoba z obsługi poniosła śmierć a 4 osoby z obsługi odniosły obrażenia ciała.

Nieszczęśliwy wypadek z ofiarą śmiertelną, w grupie podestów ruchomych objętych dozorem pełnym wydarzył się w wyniku niezachowania należytej ostrożności i pracy niezgodnej z wymaganiami bhp, co doprowadziło do porażenia prądem elektrycznym osoby z obsługi.

Nieszczęśliwe wypadki z obrażeniami ciała w grupie podestów ruchomych objętych dozorem pełnym zostały spowodowane w 3 przypadkach:

- podczas montażu konstrukcji z wykorzystaniem podestu ruchomego, nastąpiło przechylenie się montowanego elementu

i przyciśnięcie ręki osoby obsługującej do barierki pomostu roboczego;

- osoba bez uprawnień do obsługi, prawdopodobnie przypadkowo wyzwoliła elementy sterownicze i spowodowała uruchomienie mechanizmów, co doprowadziło do dociśnięcia jej do konstrukcji hali;
- nieprawidłowe działanie obwodów zabezpieczających przed przekroczeniem dopuszczalnego położenia pomostu roboczego, doprowadziło do kolizji i uszkodzenia elementów konstrukcji nośnej, przechylenia kosza i wypadnięcie dwóch osób z obsługi.

Niebezpieczne uszkodzenia w grupie podestów ruchomych objętych dozorem pełnym zostały spowodowane w 4 przypadkach:

- w 1 przypadku niebezpieczne uszkodzenie związane było z nieszczęśliwym wypadkiem opisanym powyżej;
- z nieznanymi przyczynami nastąpiła utrata stateczności, uszkodzenie podpór i pomostu roboczego;
- podest ruchomy rozstawiony na torowisku kolejowym został uderzony przez pociąg, co doprowadziło do uszkodzenia podpór wyposażenia elektrycznego i podwozia samochodowego;
- podczas pracy podestu ruchomego, z powodu zanieczyszczenia układu hydraulicznego nastąpiło zablokowanie działania zaworu zabezpieczającego przed skutkami pęknięcia przewodu hydraulicznego, co doprowadziło do niekontrolowanego, samoczynnego obrócenia pomostu roboczego w płaszczyźnie pionowej.

Przenośniki osobowe

W grupie przenośników osobowych objętych dozorem pełnym, z przyczyn innych niż czynniki zewnętrzne, wydarzyły się 3 nieszczęśliwe wypadki. W wyniku nieszczęśliwych wypadków 3 osoby postronne odniosły obrażenia ciała.

Nieszczęśliwe wypadki z obrażeniami ciała w grupie przenośników osobowych objętych dozorem pełnym zostały spowodowane w 3 przypadkach:

- na górnym podejściu pracujących schodów dziecko włożyło palec pomiędzy stopień schodów, a grzebień podestu, co doprowadziło do obrażeń ręki;
- podczas pracy schodów ruchomych nastąpiło pochwylenie, zakleszczenie i obrażenia ręki dziecka we wlocie poręczy ruchomej w balustradę;
- podczas pracy schodów ruchomych nastąpiło zakleszczenie dziecięcego buta gumowego pomiędzy stopniem schodów, a obudową cokołu balustrady, co spowodowało otarcie naskórka nogi dziecka.

Dźwigniki

W grupie dźwigników objętych dozorem pełnym, z przyczyn innych niż czynniki zewnętrzne, wydarzył się 1 nieszczęśliwy wypadek. W wyniku nieszczęśliwego wypadku 1 osoba z obsługi doznała obrażeń ciała.

Nieszczęśliwy wypadek zdarzył się przy przesuwaniu dźwignika przejezdnego po torze, podczas którego z powodu niezachowania ostrożności, nastąpiło uderzenie o odbój znajdujący się na końcu toru, wypadnięcie dźwignika i uderzenie w osobę obsługującą, co spowodowało obrażenia ciała.

Przenośniki kabinowe i krzeselkowe

W grupie przenośników kabinowych i krzeselkowych objętych dozorem pełnym, z przyczyn innych niż czynniki zewnętrzne, wydarzył się 1 nieszczęśliwy wypadek, w którym 3 osoby postronne doznały obrażeń ciała.

Nieszczęśliwy wypadek z obrażeniami ciała został spowodowany podczas pracy przenośnika z powodu nie zaryglowania przez osobę obsługującą barierki zabezpieczającej pasażerów przed wy-

padnięciem z siedzisk, co spowodowało otwarcie bariery i wypadnięcie trzech osób.

Wózki jezdniowe podnośnikowe

W grupie wózków jezdniowych podnośnikowych objętych dozorem pełnym, z przyczyn innych niż czynniki zewnętrzne, wydarzyło się 19 nieszczęśliwych wypadków i 12 niebezpiecznych uszkodzeń. W wyniku nieszczęśliwych wypadków 3 osoby poniosło śmierć w tym 2 osoby z obsługi i 1 osoba postronna, a 16 osób odniosło obrażenia ciała, w tym 6 osób z obsługi i 10 osób postronnych.

Nieszczęśliwe wypadki z ofiarami śmiertelnymi zostały spowodowane w 3 przypadkach:

- w wyniku gwałtownego zahamowania lub uderzenia o belkę stropową pomostem roboczym niezabezpieczonym przed zsunieniem się z widel, nastąpił upadek pomostu z uszkodzonym z wysokości ok. 8 m;
- osoba obsługująca wykonała prawdopodobnie zbyt gwałtowny skręt przy dużej prędkości, co spowodowało utratę stateczności wózka, przygniecenie uszkodzonego i uszkodzenie kabiny;
- z powodu niezachowania należytej ostrożności, nastąpiło uderzenie przez jadący wózek osoby postronnej wykonującej prace porządkowe.

Nieszczęśliwe wypadki z obrażeniami ciała zostały spowodowane w 16 przypadkach:

- podczas jazdy nieobciążonego wózka, obsługujący wykonał gwałtowny zakręt, co spowodowało utratę stateczności wózka i obrażenia ciała obsługującego;
- podczas jazdy wózka operator zdezorientowany w wyniku olśnienia światłem odbitym od szyby samochodu wykonał gwałtowny skręt, uderzył wózkami w słup wiaty i doznał obrażeń głowy;
- uszkodzony bez uprawnień do obsługi wózka, najechał na krawężnik, co spowodowało utratę stateczności wózka i obrażenia ciała;
- wózek jezdniowy wjechał tylnymi kołami na naczepę samochodu ustawionego przy rampie rozładowniczej, który po chwili odjechał, co spowodowało upadek wózka z rampy, obrażenia ciała u operatora, który wyskoczył z wózka oraz uszkodzenie konstrukcji nośnej, dachu ochronnego i przeciwwagi;
- z powodu niezachowania ostrożności, nastąpiła kolizja między wózkiem jezdniowym podnośnikowym, a wózkiem unoszącym, w wyniku czego stopa osoby obsługującej wózek unoszący została przygnieciona między elementami wózków;
- z powodu nieprawidłowego zabezpieczenia ładunku na widłach wózka, nastąpiło przygniecenie operatora zsuwającym się ładunkiem;
- niezachowanie ostrożności przez operatora, który bez uzasadnienia uruchomił mechanizm podnoszenia, co spowodowało, że osoba postronna, trzymająca się górnej krawędzi poprzeczki wysuwanego segmentu maszty doznała zmiżdżenia palców ręki;
- podczas jazdy wózka, obsługujący po zauważeniu, że osoba postronna stojąca tyłem do nadjeżdżającego wózka wykonała gwałtowny ruch do tyłu, gwałtownie zahamował, co spowodowało przesunięcie się ładunku, uderzenie w plecy i przygniecenie stopy uszkodzonego;
- przed jadącym wózkiem wyszła osoba postronna, co spowodowało gwałtowne hamowanie przez obsługującego wózek, zsuniecie się części ładunku z widel i przygniecenie uszkodzonego;
- uszkodzenie przekładni hydrokinetycznej po zastosowaniu nieodpowiedniego oleju hydraulicznego, spowodowało wzrost ciśnienia w układzie hydraulicznym, co podczas wyjmowania wskaźnika poziomu oleju spowodowało nagły

i nieoczekiwany wypływ gorącego oleju i poparzenie twarzy osoby postronnej;

- po podniesieniu ładunku operator wysiadł z wózka w celu odłożenia belki, na którym składowany był ładunek i w tym momencie nastąpił samoczynny przejazd wózka do tyłu i przygniecenie osoby postronnej, która odniosła obrażenia ciała;
- podczas układania palet, w wyniku nieporozumienia między operatorem wózka, a uszkodzonym, ładunek został opuszczony zanim ten zdążył wyciągnąć spod palety rękę, co spowodowało jej obrażenia;
- podczas pracy wózka przy regale magazynowym nastąpiło najechanie wózkiem i zgniecenie stopy osoby postronnej między rolką prowadzącą wózek, a szyną prowadzącą do regału oraz uszkodzenie koła prowadzącego wózek;
- podczas wykonywania manewru cofania, osoba postronna została potrącona, przewróciła się, i następnie została najechana przez koło wózka, wózek uderzył w naczepę, co spowodowało uszkodzenie dachu ochronnego wózka;
- niezachowanie ostrożności przez osobę obsługującą bez uprawnień oraz osobę postronną spowodowało uderzenie w nogę i ramię osoby postronnej i obrażenia ciała;
- podczas jazdy wózka po pochyłości z drugą osobą siedzącą obok siedziska, czego nie przewiduje instrukcja eksploatacji wózka, w momencie wykonywania gwałtownego skrętu wózek utracił stateczność, co spowodowało obrażenia ciała u pasażera i uszkodzenie silnika spalinowego.

Niebezpieczne uszkodzenia zostały spowodowane w 12 przypadkach:

- w 5 przypadkach niebezpieczne uszkodzenia związane były z nieszczęśliwymi wypadkami opisanymi powyżej;
- operator wózka jadąc wózkami bez ładunku po łuku, uderzył masztem w słup będący elementem konstrukcyjnym hali, co spowodowało uszkodzenia konstrukcji nośnej, zestawów jezdnych i silnika spalinowego wózka;
- na skrzyżowaniu dróg transportowych w hali, nastąpiła kolizja dwóch wózków, z czego w jednym został uszkodzony chwytak do papieru;
- podczas manewrowania ładunkiem nieoczekiwanie i w sposób niekontrolowany opadł na podłogę mechanizm przesuwu bocznego z widłami oraz ładunkiem, co spowodowało uszkodzenie mechanizmu przesuwu bocznego wózka oraz widel;
- kolizja dwóch wózków spowodowała utratę stateczności oraz uszkodzenie konstrukcji nośnej i akumulatorów jednego z nich;
- niezachowanie ostrożności przez operatora, spowodowało uderzenie w belkę konstrukcyjną hali wysuniętym masztem wózka, co spowodowało utratę stateczności i uszkodzenie konstrukcji nośnej;
- podczas operowania obciążonym wózkiem na pochylni, wózek nieoczekiwanie dla obsługującego gwałtownie ruszył do tyłu, co spowodowało jego upadek z wysokości ok. 0,7 m i uszkodzenie dachu ochronnego, rury kolektora ssącego, oraz przewodu zasilającego z butli gazowej;
- z powodu niezachowania ostrożności, nastąpiło uderzenie wysuniętym masztem w belkę konstrukcyjną hali, co doprowadziło do utraty stateczności wózka i uszkodzeń mechanicznych.

Pozostałe urządzenia transportu bliskiego

W pozostałych grupach urządzeń transportu bliskiego objętych dozorem pełnym, z przyczyn innych niż czynniki zewnętrzne, nie zgłoszono w 2008 r. nieszczęśliwych wypadków oraz niebezpiecznych uszkodzeń.

Dokończenie w następnym numerze

Zaprenumeruj wiedzę fachową



2014

WWW.SIGMA-NOT.PL

Nasze czasopisma według branż

Ceny (brutto) podstawowej wersji prenumeraty rocznej na 2014 r. Prenumerata **PLUS*** – należy doliczyć 73,80 zł brutto (60 zł netto) do ceny podstawowej prenumeraty.

***Prenumerata PLUS to prenumerata w wersji papierowej + roczny dostęp (poprzez Portal Informacji Technicznej) do elektronicznych wersji publikacji z zaprenumerowanego tytułu. Cena brutto tej prenumeraty zawiera stawkę 5 lub 8 % VAT na czasopisma w wersji papierowej i 23 % VAT na dostęp do Portalu.**

Przemysł Spożywczy	Budownictwo	Elektronika, Energetyka, Elektrotechnika	Hutnictwo, Górnictwo	Czasopisma Ogólnotechniczne	Czasopisma Wielobranżowe
Chłodnictwo (miesięcznik) 340,20 zł	Ciepłownictwo, Ogrzewnictwo, Wentylacja (miesięcznik) 315,00 zł	Elektronika – Konstrukcje, Technologie, Zastosowania (miesięcznik) 390,60 zł	Hutnik + Wiadomości Hutnicze (miesięcznik) 352,80 zł	Atest – Ochrona Pracy (miesięcznik) 277,20 zł	Aura – Ochrona Środowiska (miesięcznik) 201,60 zł
Gospodarka Mięsna (miesięcznik) 293,93 zł	Gaz, Woda i Technika Sanitarna (miesięcznik) 315,00 zł	Przegląd Elektrotechniczny (miesięcznik) 504,00 zł	Inżynieria Materiałowa (dwumiesięcznik) 360,00 zł	Problemy Jakości (miesięcznik) 327,60 zł	Dozór Techniczny (dwumiesięcznik) 189,00 zł
Przegląd Gastronomiczny (miesięcznik) 239,40 zł	Materiały Budowlane (miesięcznik) 277,20 zł	Przegląd Telekomunikacyjny + Wiadomości Telekomunikacyjne (miesięcznik) 327,60 zł	Rudy i Metale Nieżelazne (miesięcznik) 352,80 zł	Przegląd Techniczny (dwutygodnik) 270,27 zł	Ochrona Przed Korozją (miesięcznik) 453,60 zł
Przegląd Piekarski i Cukierniczy (miesięcznik) 216,04 zł	Przegląd Geodezyjny (miesięcznik) 302,40 zł	Wiadomości Elektrotechniczne (miesięcznik) 352,80 zł	Przemysł Pozostały		Opakowanie (miesięcznik) 226,80 zł
Przegląd Zbożowo-Młynarski (miesięcznik) 327,60 zł	Szkło i Ceramika (dwumiesięcznik) 151,20 zł	Przemysł Lekki	Gospodarka Wodna (miesięcznik) 352,80 zł		
Przemysł Spożywczy (miesięcznik) 302,40 zł	Wokół Płytek Ceramicznych (kwartalnik) 79,80 zł	Przegląd Włókienniczy – Włókno, Odzież, Skóra (miesięcznik) 340,20 zł	Przegląd Papierniczy (miesięcznik) 288,00 zł		
Przemysł Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny (miesięcznik) 302,40 zł			Przemysł Chemiczny (miesięcznik) 567,00 zł		

Zakład Kolportażu

Wydawnictwa SIGMA-NOT

ul. Ku Wiśle 7, 00-707 Warszawa, tel. (22) 840 35 89, 840 30 86, faks (22) 891 13 74

e-mail: kolportaz@sigma-not.pl

NOWOŚĆ!
Prenumerata PLUS
z dostępem do
e-publicacji