

WŁADYSŁAW BIŃKOWSKI

AWARIE DŹWIGNIC I ICH PRZYCZYNY

Streszczenie: Awarye dźwignic pociągają za sobą duże straty materialne, a niekiedy ofiary w ludziach. W artykule poruszono problem niezawodności tych maszyn i podkreślono znaczenie statystycznego ujmowania przypadków awarii dźwignic. Omówiono liczne przyczyny awarii na tle zaistniałych wypadków przy eksploatacji dźwignic.

1. Awarye dźwignic

W eksploatacji dźwignic zdarzają się takie ich uszkodzenia, które pociągają za sobą poważne straty materialne zwłaszcza, gdy zniszczeniu ulegają również pobliskie obiekty i zostaje ograniczona lub wstrzymana produkcja. Skutki są jeszcze dotkliwsze, gdy ogólny bilans strat zamyka się śmiertelnymi ofiarami lub ciężkimi urazami i kalectwem. Wypadki określa się zwykle mianem awarii^{x)}, niezależnie od rozmiarów uszkodzeń i wywołanych nimi skutków. Propozycje terminologiczne [3] z usystematyzowaniem wypadków wg rosnących skutków, a mianowicie: 1. nieprawidłowość 2. uszkodzenie 3. awaria, 4. katastrofa, z uwagi na trudności jednoznacznego zdefiniowania nie będą tu wykorzystane. Ograniczono się do nazw: wypadek i awaria, jako synonimów o utartym znaczeniu.

^{x)} Z franc.: uszkodzenie, szkody, straty i koszty jakie ponosi okręt albo jego ładunek podczas podróży morskiej (A. Arcta Słownik wyrazów obcych, wyd. S. Arcta Warszawa 1947).

2. Niezawodność

Analiza zaistniałych wypadków, którym podlegają dźwignice, pozwala m.in. na dokonanie oceny niezawodności tych maszyn. Za niezawodną uważa się taką maszynę, która "podlega oczekiwanej regule zachowania się" [4]. Wymagania dotyczą tych walorów technicznych, z którymi związana jest pewność działania w danych warunkach. Obok jakości samych maszyn, ich niezawodność zależy również od kwalifikacji dźwignicowych (ich predyspozycji psychotechnicznych) oraz od warunków zewnętrznych (wahania temperatur, zmienne obciążenia wiatrem, zjawiska reologiczne w stanie podtorzy itp.). Obiektywna ocena niezawodności dźwignic winna być odniesiona tylko do jakości maszyn, niezależnie od innych czynników wywierających wpływ na ich eksploatację. Niezawodność dźwignic, jako maszyn złożonych, zależy od niezawodności elementów składowych, od jakości ich wykonania oraz od warunków eksploatacji, a w najwcześniejszej fazie ich tworzenia - od poziomu prac obliczeniowo-konstrukcyjnych.

Większość czynników wpływających na niezawodność ma charakter przypadkowy, dlatego dla ilościowego ujmowania niezawodności stosowane są charakterystyki niezawodności. Są to wielkości statystyczne, określane metodami teorii prawdopodobieństwa i statystyki matematycznej, takie jak np.: prawdopodobieństwo pracy bez uszkodzenia, częstość uszkodzeń, ich nasilenie, średni czas pracy bez uszkodzenia i in., pozostające ze sobą we współzależności.

Prawdopodobieństwo niezawodnej pracy dźwignicy może być określone jako prawdopodobieństwo tego, że maszyna będzie pracowała przez okres czasu T nie mniejszy od wymaganego t . Zapisujemy to następująco:

$$p(t) = p(T \geq t)$$

Na podstawie danych statystycznych, prawdopodobieństwo niezawodnej pracy w okresie czasu t może być wyrażone:

$$p^*(t) = \frac{n-n_1}{n}$$

gdzie:

gwiazdka oznacza statystyczną wartość parametru,

n - początkowa liczba pracujących maszyn,

n_1 - liczba maszyn, które odmówiły działania w badanym okresie

Wielkość

$$q(t) = 1 - p(t)$$

wyraża prawdopodobieństwo pojawienia się w okresie t choćby jednego przypadku odmowy działania.

Pochodna

$$f(t) = \frac{dq(t)}{dt}$$

określa gęstość rozkładu czasu poprawnej pracy do zaprzestania działania.

Nasilenie uszkodzeń może być wyrażone stosunkiem liczby przypadków odmowy działania w jednostce czasu do średnicy liczby urządzeń działających w tym czasie sprawnie. Statystyczne nasilenie uszkodzeń określa się jako:

$$\lambda^*(t) = \frac{n(t)}{N_{\text{śr}} \cdot \Delta t}$$

gdzie:

$n(t)$ - liczba przypadków odmowy działania w okresie od
 $t - \frac{\Delta t}{2}$ do $t + \frac{\Delta t}{2}$

Δt - przedział czasu,

$N_{\text{śr}}$ - średnia liczba sprawnie działających urządzeń w przedziale Δt .

Średni czas niezakłóconej pracy (tzn. bez przypadków odmowy działania) oblicza się wzorem:

$$T = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{n}$$

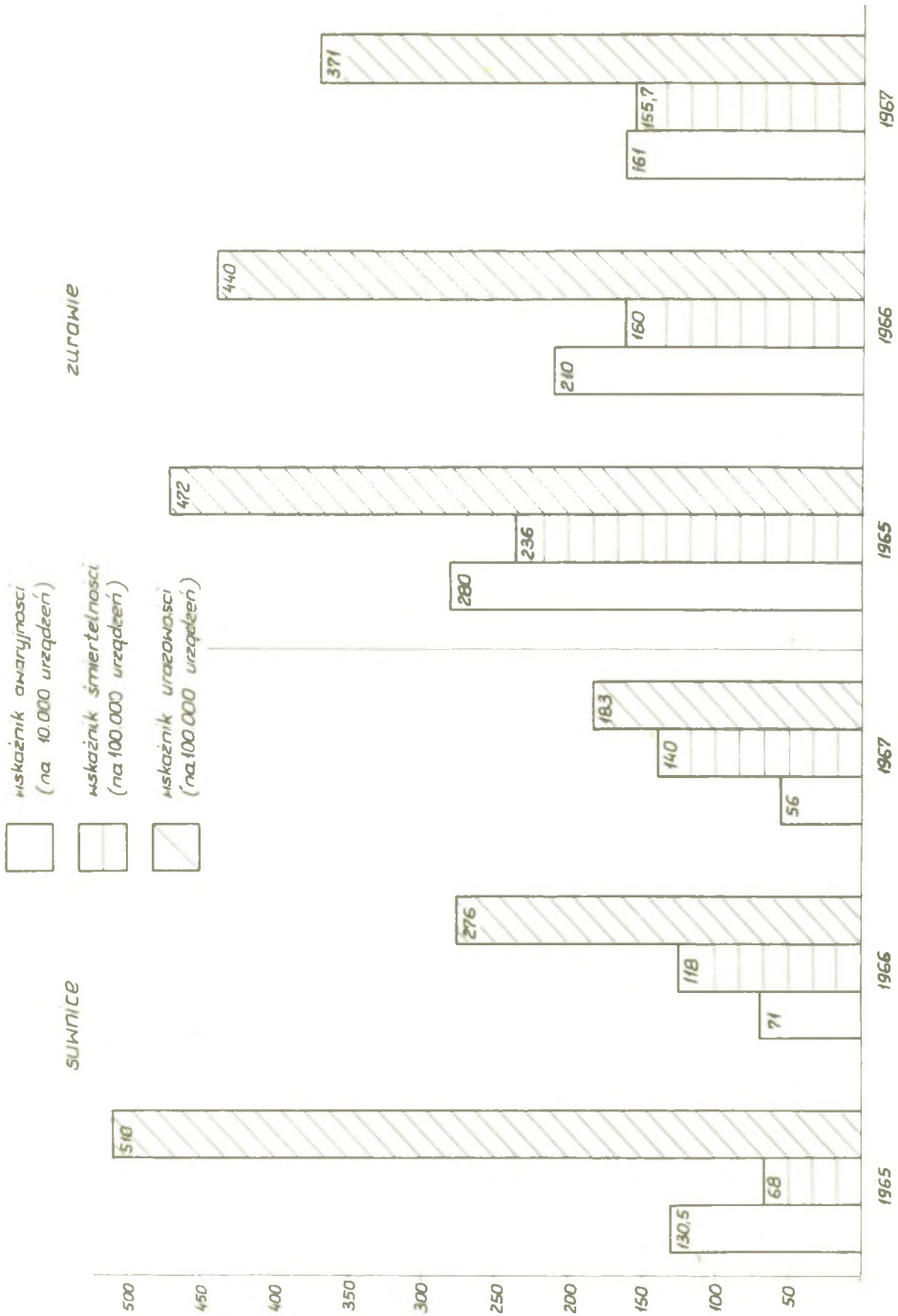
gdzie:

t_i - czas niezakłóconej pracy i-tego urządzenia,

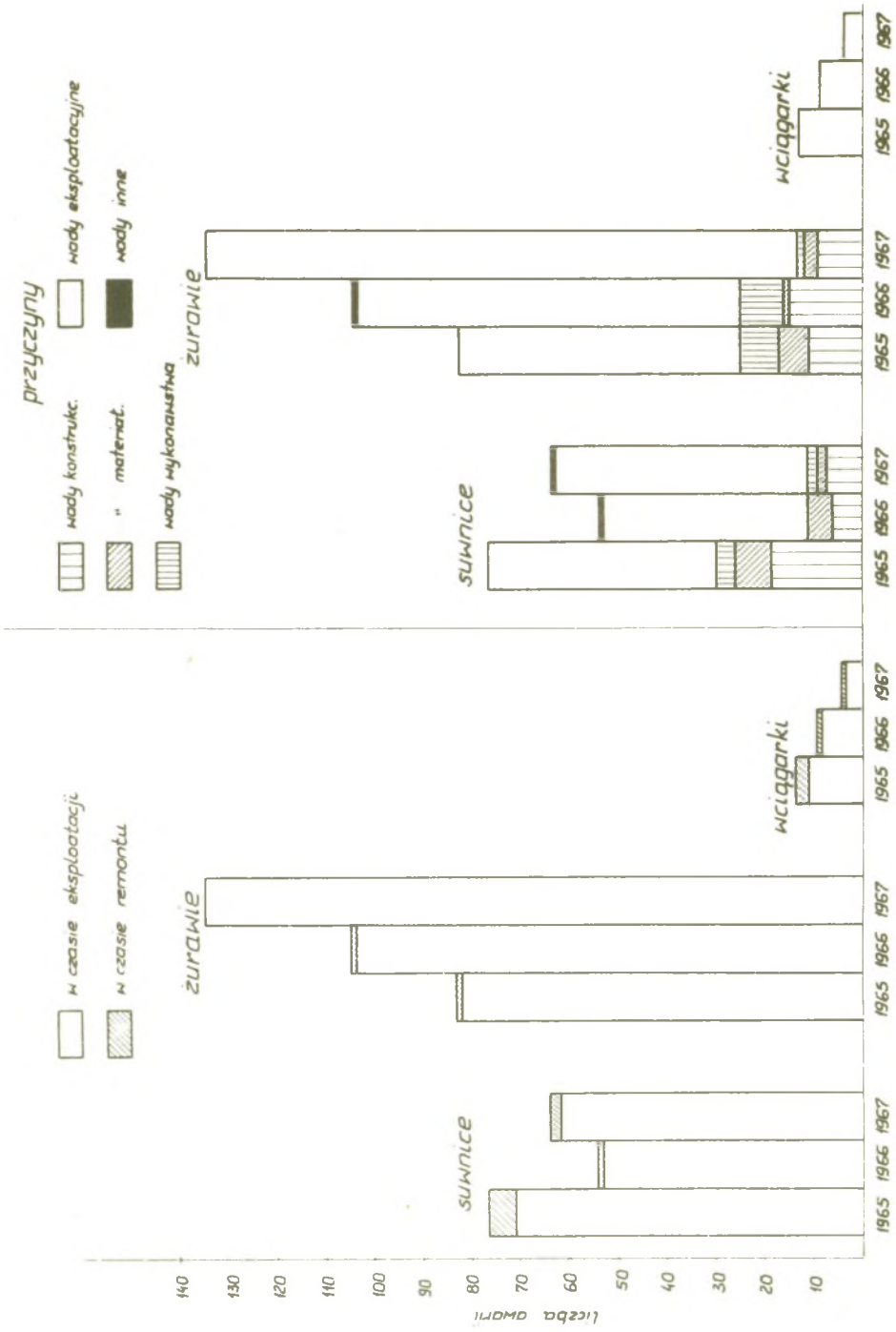
n - ilość badanych urządzeń.

Prawidłowości przypadków odmowy działania mogą być ustalone na podstawie danych statystycznych, ujmujących przypadki uszkodzeń i awarii w odpowiednim okresie czasu. Dla ułatwienia gromadzenia informacji i ich racjonalnego wykorzystywania stosowane są karty perforowane i automatyczne urządzenia selekcyjne [2].

Statystyki awarii dźwignic posiadają duże znaczenie zarówno dla projektanta, jak i producenta maszyny, pozwalają bowiem na wyciągnięcie odpowiednich wniosków przydatnych przy projektowaniu i realizacji nowych oraz usprawnianiu istniejących maszyn. W kraju rejestrację taką prowadzą od pewnego czasu urzędy dozoru technicznego. Autorzy biuletynów dozoru technicznego zastrzegają się jednak, że przy nieznanym stopniu wykrywalności awarii i dopiero kilkuletnim okresie analizy, ryzykowne jest na razie wyciąganie ogólniejszych wniosków.



Rys. 1



Rys. 2

Dane U.D.T. [1] przedstawiając stopień zagrożenia stwarzany przez dźwignice, ujmują ilość awarii przy pomocy trzech następujących wskaźników:

- a) wskaźnik awaryjności - ilość awarii i niebezpiecznych uszkodzeń na 10.000 urządzeń,
- b) wskaźnik śmiertelności - ilość ofiar śmiertelnych na 100.000 urządzeń,
- c) wskaźnik urazowości - ilość osób z obrażeniami ciała na 100.000 urządzeń.

W rozbiciu na lata 1965, 1966, 1967 wskaźniki te ujęto na rys. 1. Z zestawień wypadków w poszczególnych resortach wynika, że awarie suwnic dominują w Przemysle Ciężkim, co wiąże się z największą liczbą eksploatowanych w tym resorcie suwnic, podobnie jak w resorcie Budownictwa i Przemysłu Materiałów Budowlanych, który eksploatuje większość żurawi, udział awarii tych maszyn był największy.

Zestawienie okoliczności, w jakich zaistniały awarie oraz ich przyczyn, przedstawia rys. 2. Przeważająca ilość awarii miała miejsce w czasie eksploatacji, a tylko nieliczne zaistniały w czasie remontu. Z przyczyn dominują błędy eksploatacyjne (żurawie), wady konstrukcyjne, materiałowe oraz wykonawstwa. Przyczyny wynikające z wadliwej eksploatacji dźwignic kształtują się w tym okresie w granicach 75 - 80% ogólnej liczby awarii.

3. Główne przyczyny awarii dźwignic

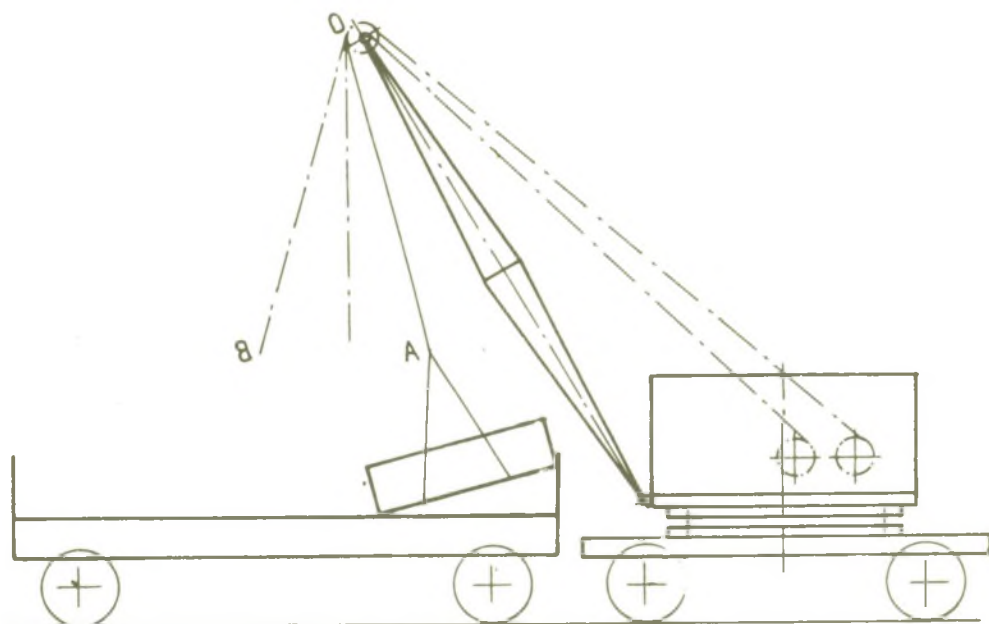
3.1. Przeciążenie statyczne

Przeciążenie statyczne może nastąpić:

- gdy ciężar ładunku nie jest znany i szacuje się go z niedomiarem,

- w przypadkach podnoszenia ładunku przymarzniętego lub zahaczonego o przedmioty napotkane na jego drodze,
- przy zespołowej pracy dźwignic,
- przy przekroczeniu wysięgu, dopuszczalnego dla danego udźwigu (żurawie)

Przeciążeniu ulegają częściej dźwignice o małych udźwigach. W wielu przypadkach przeciążenie następuje bez winy dźwignicowego, np. gdy zawiodą ograniczniki udźwigu (spadek napięcia w



Rys. 3

sieci, zacimanie się przegubów dźwigni, obmarzanie ich w zimie itp). Niektóre ograniczniki reagują już przy krótkotrwałych i niedużych przeciążeniach dynamicznych, pojawiających się

przy normalnej eksploatacji, a wyłączenie wiąże się z ryzykiem przeciążenia dźwignicy.

Niebezpieczne jest podnoszenie ładunku przy niepionowych linach. Przypadek taki przedstawia rys. 3. Dźwignicowy żurawia kolejowego z powodu ograniczonego miejsca zdecydował się na podnoszenie ładunku przy liniach odchylonych od pionu w kierunku mniejszego wysięgu, co zasadniczo nie stwarzało zagrożenia stateczności. Równoczesne włączenie mechanizmu obrotu wywołało wychylenie ładunku w przeciwnym kierunku (położ. OB) i wyrócenie żurawia.

3.2. Przeciążenie dynamiczne

Obciążenia dynamiczne, pojawiające się w okresach nieustalonego ruchu mechanizmów dźwignic, nie przedstawiają na ogół niebezpieczeństwa, ponieważ ich maksima trwają krótko, a dla wyrócenia dźwignicy niezbędny jest pewien czas minimalny. Na podstawie badań Kogana [6] obciążenie dynamiczne, wyrażające się współczynnikiem 1,5, odpowiada przeciążeniu statycznemu ok. 16%. Ciągłe działanie obciążeń dynamicznych wywołuje jednak zmęczenie elementów konstrukcyjnych.

Obciążenia dynamiczne, pojawiające się przy hamowaniu mechanizmów, mogą mieć źródło w pracy zwalniaków hamulcowych, zwłaszcza elektromagnetycznych. Przy sterowaniu ręcznym, np. w czasie hamowania opuszczanego ładunku, mogą również wystąpić duże obciążenia dynamiczne, a niekiedy także trudności zatrzymania opadającego już przez pewien czas ładunku.

Dla żurawi niebezpieczne są obciążenia dynamiczne związane z ruchami zmiany wysięgu, obrotu i jazdy. Przy podnoszeniu wychylnego wysięgnika, pozioma składowa prędkości jego końca wzrasta, a przy gwałtownym zatrzymaniu może nastąpić tzw. "zarzucenie" wysięgnika. W takim przypadku żuraw powinien posia-

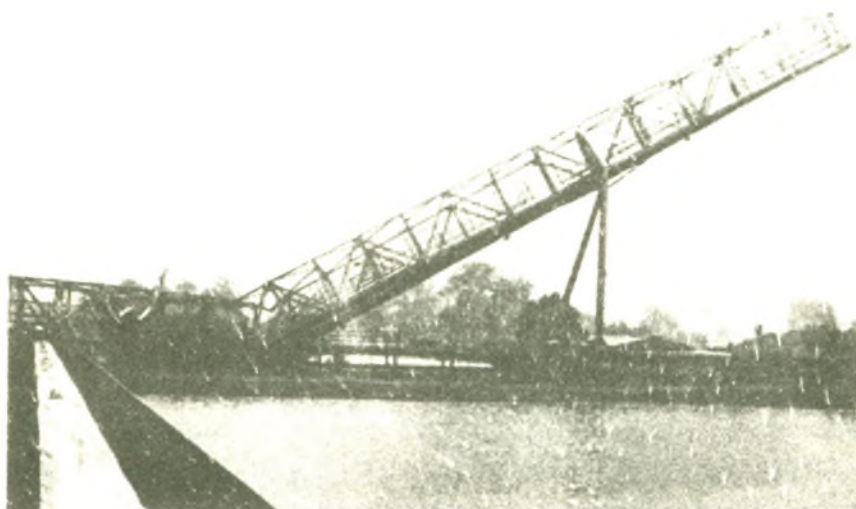
dać możliwość hamowania wciągarki zmiany wysięgu przed osiągnięciem przez wysięgnik skrajnego położenia.

Hamulce mechanizmów jazdy i obrotu dobierane są z uwzględnieniem działania wiatru. Przy pogodzie bezwietrznej oraz w czasie ruchu "pod wiatr" hamulce działają bardzo gwałtownie, wywołując duże obciążenia dynamiczne. W takich przypadkach korzystne jest hamowanie nożne lub ręczne.

Pożądane efekty redukcji obciążeń dynamicznych można osiągnąć drogą automatyzacji rozruchu silnika i tzw. dwustopniowego hamowania. W niektórych dźwignicach (żurawie f-my Stotert i Pitt) stosowane są sprzęgła hydrauliczne, zapewniające płynny rozruch i hamowanie także przy silnikach klatkowych, co pozwala na uproszczenie schematu elektrycznego.

Obciążenia dynamiczne mogą być też wywołane nadmiernymi luzami w przekładniach zębatych, sprzęgłach itp. Np. w mechanizmie jazdy jednej z krajowych suwnic zastosowano dla wału pędzianego 9 sprzęgieł wychylnych Cardana wykonanych z takimi luzami, że ich likwidacja następowała po wykonaniu pół obrotu tarczy hamulcowej, usytuowanej na wale silnika. Fakt ten przyczynił się do awarii mechanizmu jazdy tej suwnicy.

Również znaczne obciążenia pochodzić mogą od uderzeń przy przejeździe przez styki szyn lub przy nieodpowiednim środkowaniu obrotnic żurawi. Wypadek jaki zdarzył się w jednej z krajowych kopalni węgla spowodowany był obciążeniem dynamicznym o charakterze uderzeniowym. Suwnica bramowa, chwytakowa o rozpiętości 30 m z wysięgnicami po ok. 15 m, została wyposażona w nieprzewidywane w dokumentacji technicznej, a wykonane przez użytkownika, kleszcze szynowe połączone łańcuchem z konstrukcją balansjera. Kleszcze nie zostały zdjęte przed uruchomieniem mechanizmu jazdy mostem, a opierając się o łubki łączące końce szyn spowodowały zniszczenie jednej z podpór, a w konsekwencji całego mostu (rys. 4).



Rys. 4

Duże niebezpieczeństwo przedstawiają obciążenia dynamiczne wywołane nagłym odciążeniem dźwignicy, np. przy zsunięciu się ładunku lub zerwaniu pęt zawiesia. Spadnięcie ładunku może nastąpić przy podnoszeniu mało statecznej jednostki ładunkowej utworzonej przez stertowanie ładunków częściowych. Zaistniały w jednej z hut wypadek spadnięcia ładunku zakończył się tragicznie. Ze stertowanych 3 skrzyń formierskich, tworzących jednostkę ładunkową, górna niezabezpieczona wiązadłami spadła tak niefortunnie, że uderzyła o krawędź znajdującego się pod nią wózka szynowego, który pod wpływem tego impulsu zaczął się toczyć po torze na którym znalazł się przechodzący robotnik.

3.3. Wpływ wiatru

Przy dużych prędkościach wiatru (> 15 m/s) praca dźwignic jest niebezpieczna, gdyż mogą one zostać porwane przez wiatr, a nagłe zatrzymanie przez zderzak może mieć fatalne następstwa.

Dźwignice wysokie powinny posiadać anemometry. Porywy wiatru mogą spowodować również wspomniane poprzednio "zarzucanie" wysięgników żurawi.

Zabezpieczenia przeciwburzowe nie zapobiegają skutecznie wywróceniu, gdyż szyny nie są w stanie podejmować reakcji ujemnych i w takich przypadkach odrywane są od podkładów. Racjonalne jest wykonanie wzmocnionego odcinka toru jezdnego, np. w postaci ław betonowych, wykorzystywanego w warunkach burzowych.

3.4. Niewłaściwy stan toru jezdnego

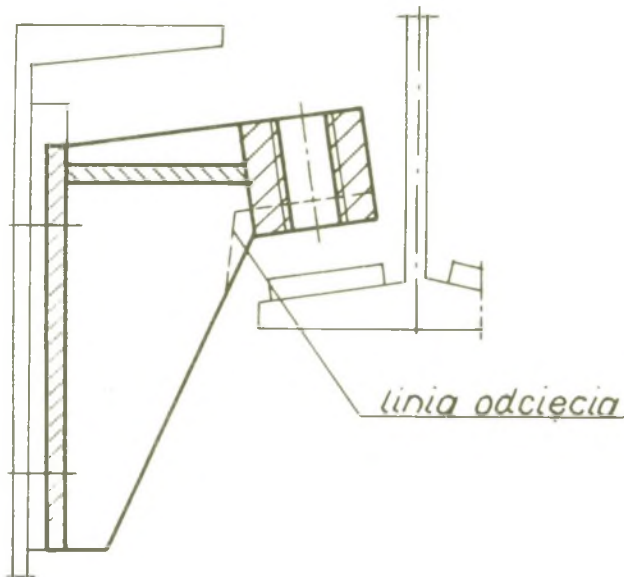
W eksploatacji dźwignic często występuje niewłaściwa praca mechanizmu jazdy. Niebezpieczne jest ukosowanie się mostów suwnic na torze jazdy. Z licznych przyczyn ukosowania znaczna część wiąże się stanem toru. Na terenach zagrożonych uszkodzonymi górnictwami występują czasem pokaźne przemieszczenia słupów i belek podsuwnicowych.

Awarie mogą być spowodowane również niewłaściwym ułożeniem szyn na podłożu. Mała nośność gruntu lub niezabezpieczony nasyp mogą spowodować niebezpieczne przemieszczenia szyn jezdnych. Groźne są jamy i rzadzizny, którym sprzyja tiksotropia niektórych gruntów.

Nie należy do rzadkości objaw poprzecznego pęknięcia szyn, zwłaszcza w miejscach osłabionych wadliwie wykonywanymi otworami dla łączenia końców lub innymi uszkodzeniami, które przy istnieniu zmiennych obciążeń są zaczątkami przełomów zmęczenia. Niekiedy ulegają złamaniu podkłady, zwłaszcza długie, krótsze natomiast grzęzną w gruncie nieumocnionym. W pracy żurawi samowznoszących się notowane są przypadki awarii, spowodowane montażem na świeżym murze wznoszonego budynku.

3.5. Wadliwy montaż i niewłaściwy transport

Niekiedy skutki wadliwego montażu nie powodują w początkowym okresie eksploatacji widomych oznak złej pracy i nawet uchodzą uwagi organów U.D.T., dopiero po pewnym czasie wady montażowe mogą się ujawnić, w najgorszym przypadku już po zaistniałej w ich wyniku awarii.



Rys. 5

Przyczyny błędów montażu mogą mieć źródło w niedokładnościach dokumentacji technicznej, wadach wykonania elementów lub podzespołów, a także w brakach kwalifikacji montujących brygad. Niekiedy trudności montażowe rozwiązywane są bez porozumienia się z konstruktorami.

Znamiennym przykładem takiego postępowania może być sprawa montażu suwnicy podwieszanej w jednym z zakładów przemysłowych. Odcięcie części łap oporowych dla umożliwienia montażu (rys. 5)

spowodowało ich zniszczenie i spadnięcie mostu suwnicy z szyn toru jezdnego.

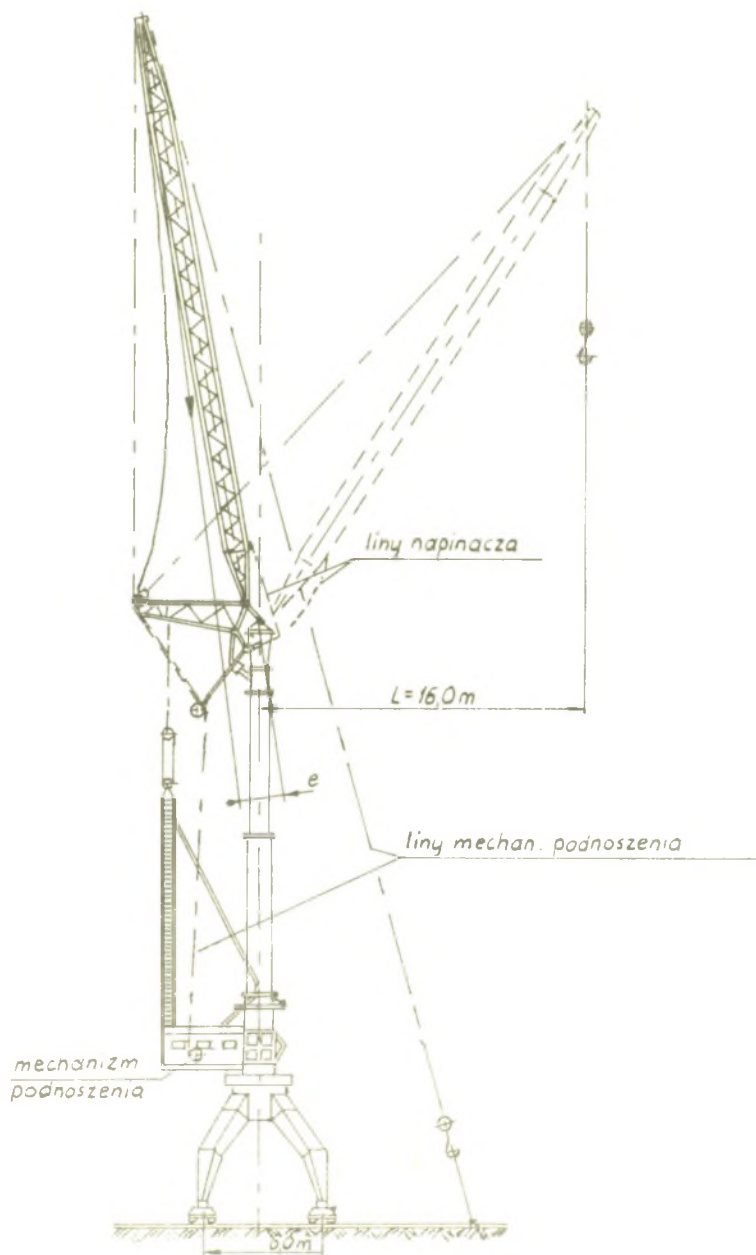
Awaria żurawia wieżowego ŻRB-120 jest przykładem pochopnie podjętej decyzji przez nadzór montażowy z ramienia użytkownika. Skrócenie liny układu zmiany wysięgu spowodowało przerzucenie wysięgnika do tyłu, a w następstwie dalszych manipulacji żuraw uległ wywróceniu (rys. 6).

Ważne jest zapewnienie stateczności żurawia we wszystkich fazach montażu i demontażu. Rys. 7 [6] uwidacznia 3 fazy montażu żurawia wieżowego. W pierwszej fazie, przy pomocy wciągarki podnoszenia, koniec wysięgnika jest przyciągany ku podstawie żurawia, powodując podnoszenie wieży. W drugiej napinanie lin zmiany wysięgu (4) powoduje podniesienie wieży z wysięgnikiem, którego koniec podtrzymywany jest linami odciągającymi (6), luzowanymi przy pomocy ręcznej wciągarki. W fazie trzeciej lekkie podciągnięcie wysięgnika spowodowało zachwianie żurawia, zerwanie elementów dolnego przegubu wieży i spadnięcie jej oraz wysięgnika.

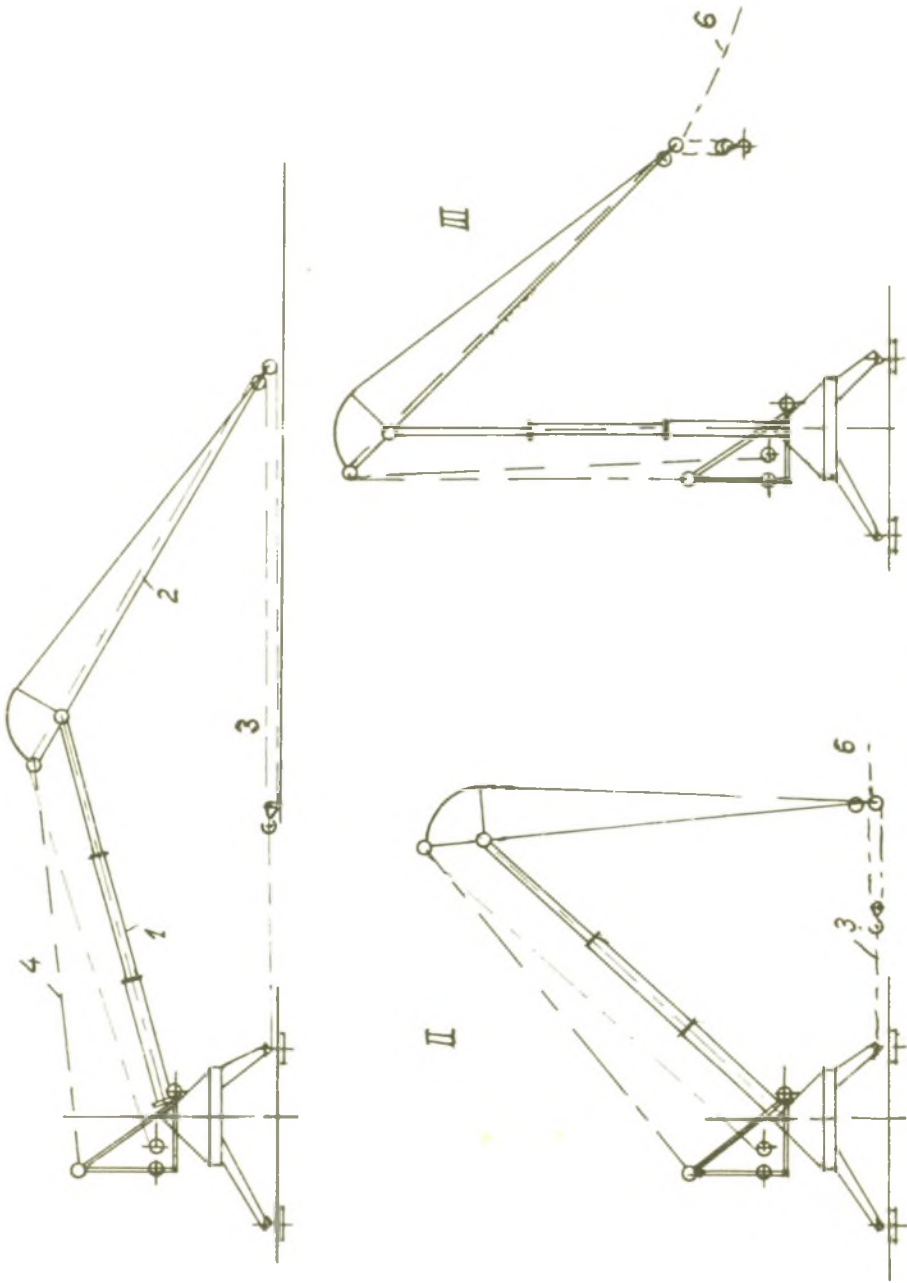
Czasem ulegają zgubieniu śruby montażowe i zamiast nich używa się dowolnych, nie zawsze odpowiednich. Gdy posiadają za mały przekrój lub są za krótkie, złącza ulegają zniszczeniu. W złączu śrubowym mocującym portal z wieżą żurawia (montowanego za granicą) na ogólną liczbę przewidywanych 24 śrub $\Phi 22$ tylko 2 były właściwe, pozostałe miały średnice od 16 ÷ 19 mm. Wkrótce po oddaniu żurawia do eksploatacji złącze uległo zniszczeniu i wieża upadła.

3.6. Błędy konstrukcyjne

Przykładem może tu być zaprojektowanie mostu suwnicy z dźwigarami Vierendeela, który przy obciążeniu wykazał za dużą



Rys. 6



Rys. 7 [6]

strzałkę ugięcia. Celem usztywnienia dźwigarów zastosowano diagonalne pręty, tworząc pewnego rodzaju konstrukcyjne "curiosum".

W wielu przypadkach błędy konstrukcyjne wynikają z niedokładności obliczeń, zwłaszcza ustrojów nośnych. W żurawiach ŻB-45 występowały przypadki złamań wysięgników w pobliżu stóp, co wiązało się z nagłą zmianą sztywności.

W konstrukcjach kratowych spotyka się błędy wynikające z obarczenia ich momentami węzłowymi. Węzły spawane wykazują bardzo często wiele nieprawidłowości.

Spośród częstych błędów konstrukcyjnych należy ponadto wymienić:

- brak zabezpieczeń lin przed spadnięciem,
- utrudniony dostęp do punktów smarowania, połączeń śrubowych itp.,
- niewłaściwe mocowanie reduktorów, łożysk itp.,
- niedostateczna hermetyczność urządzeń sterowania, ograniczników udźwigu i innych,
- niewygodne kabiny dla dźwignicowych, zła widoczność,
- zbyt duże siły na dźwigniach i pedałach (prowadzone badania ergonomiczne przyczynią się niewątpliwie do poprawy stanu istniejącego).

3.7. Wady wykonawstwa i remontu

Przy niedostatecznym zapleczu technicznym i braku odpowiedniego doświadczenia powstawały w początkowym okresie odbudowy kraju urządzenia o nie zawsze pełnej sprawności. Ustroje nośne odbiegały od wymagań, dużo kłopotów sprawiały inne elementy wykonane bądź z nieodpowiednich materiałów, bądź też przy niezachowaniu warunków technologicznych. Obecnie również spotyka się wady wykonawstwa i remontu.

W suwnicach częstą wadą jest niewłaściwe ustawienie kół jezdnych.

Złe nałożenie spoin lub pozostawienie kraterów na metalu rodzimym było często przyczyną zniszczenia połączeń.

Pewien udział błędów wykonawstwa przypada na elementy odlewane i kute.

Dużo kłopotów przysparza wykonanie łożysk tocznych dla obrotnic żurawi i ich właściwa zabudowa.

3.8. Wady materiałowe, wpływ korozji i zużycia

Przepisy U.D.T ujmują ogólne wymagania dotyczące materiałów do budowy i naprawy nośnych elementów dźwignic, sprecyzowane są również wymagania dotyczące stosowania żeliwa i metali nieżelaznych. W praktyce zdarzają się przypadki stosowania materiałów nieodpowiednich. W konstrukcjach spawanych trafiają się kształtowniki ze stali o zbyt dużej zawartości węgla, siarki i fosforu. W brązach duża zawartość gazów w odlewach powoduje ich nadmierną porowatość.

Do częstych "praktyk" przy wykonywaniu ustrojów nośnych należy "zabezpieczanie" przed korozją już skorodowanych powierzchni bez należytego oczyszczenia. Korozja jest szczególnie niebezpieczna w nieszczelnych konstrukcjach wykonanych z rur

Awarie mogą być spowodowane również nadmiernym zużyciem elementów dźwignic. Najważniejszymi czynnikami wpływającymi na zużycie jest tarcie oraz zmęczenie. Elementami, które podlegają dużemu zużyciu są koła jezdne i szyny. Znacznym ubytkom materiałowym podlegają też łańcuchy, liny, haki, blachy oporowe kół jezdnych, elementy łożysk, hamulców, sprzęgieł i inne.

3.9. Inne przypadki naruszenia zasad eksploatacji

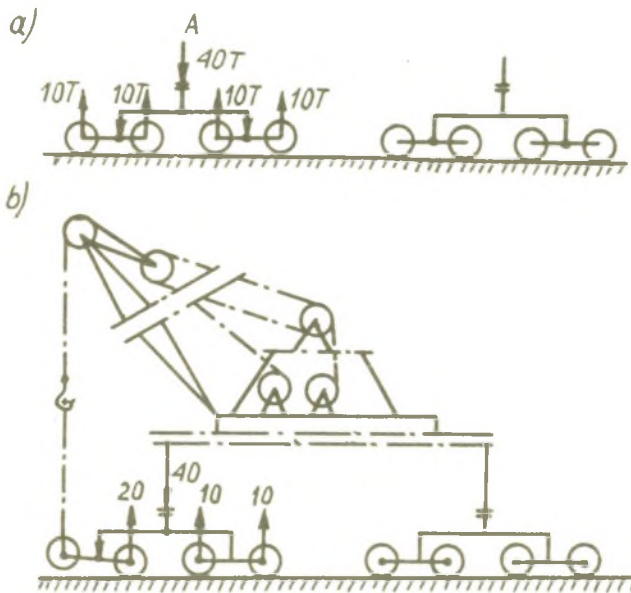
Bardzo często spotkać się można z lekceważeniem przepisów bhp odnośnie zabezpieczenia dźwignic podczas remontów, prze-

glądów i konserwacji. Personel współpracujący nie jest informowany o odbywających się pracach, czasem występuje brak koordynacji czynności pracowników, związanych z tymi pracami i dźwignicowego.

Pewna ilość przypadków wynika z niezachowania należytej ostrożności przy pracy w pobliżu linii wysokiego napięcia.

3.10. Inne przyczyny

Niekiedy zdarzają się awarie, których przyczyny są tak mało prawdopodobne, że dopiero przy pewnej dozie fantazji można



Rys. 8.

domniemywać o możliwości ich zaistnienia. Do takich przypadków zaliczyć można operację podnoszenia koła balansjera jednej z podpór żurawia przy pomocy własnej wciągarki (rys. 8). Przy unoszeniu koła nastąpił 2-krotny wzrost nacisku na pozostałe.

W takiej sytuacji może ponadto nastąpić przemieszczenie podnoszonego balansjera w kierunku poprzecznym do szyny i utrata stateczności żurawia.

- Inne nieomówione jeszcze okoliczności awarii wiążą się z:
- tendencją lin do wirowania pod wpływem obciążenia;
 - złą widzialnością miejsca pracy przez dźwignicowego w nocy, podczas mgły, deszczu i śniegu;
 - zwarciami w sieci, mogącymi wywoływać groźne pożary;
 - indukowaniem się prądów wysokiej częstotliwości na urządzeniach dźwigowych, pracujących w pobliżu stacji nadawczych radiowo-telewizyjnych.

W ograniczonych ramach artykułu nie mogły być ujęte opisy szeregu charakterystycznych awarii, których analiza posiadać może dużą wartość zarówno do użytkownika jak i konstruktora dźwignic.

Wnioski

Poważne straty materialne i ofiary w ludziach, jako bilans awarii dźwignic, stanowią dostateczne uzasadnienie dla działalności zapobiegawczej. Aby działalność taka mogła być rozwinięta niezbędne jest rozpoznanie najczęstszych przyczyn wypadków.

Wszystkie wypadki powinny podlegać rejestracji niezależnie od podporządkowania urządzeń różnym urządcom dozoru technicznego. System rejestracji powinien być ujednolicony i tak prowadzony, by materiały nadawały się do racjonalnego wykorzystania. Gromadzenie informacji mogłyby ułatwić odpowiednio opracowane karty perforowane, stwarzające możliwość zautomatyzowania pracy przy selekcji informacji.

LITERATURA

- [1] Biuletyn informacyjny dozoru technicznego, AWARIE 1967, ODT Warszawa 1968.
- [2] Braude W.I.: Nadieżność portalnych i pławučių kranow, Mašinostrojenje, Leningrad 1967.
- [3] Braun K.: Przyczynek do problemu awarii, katastrof i wzmacniania budowli, Inżynieria i Budownictwo 3/1969.
- [4] Haviland R.: Niezawodność urządzeń technicznych, PWN Warszawa, 1968.
- [5] Jerofiejew N.I.: Sposoby prieduprieżdjenja awarijnych powreżdzenij strielowych kranow, Morskoj transport Moskwa 1958.
- [6] Kogan I.S.: Biezopasnost' raboty na bašennych kranach, Izdat. liter. po stroitielstvu, Moskwa 1966.
- [7] Przepisy dozoru technicznego, Sawnice, żurawie, wciągarki W.K.C., Warszawa 1967.

АВАРИИ ГРУЗОПОДЪЕМНЫХ МАШИН И ИХ ПРИЧИНЫ

Р е з ю м е

Аварии грузоподъемных машин приводят к великим материальным потерям а нередко человеческим жертвам.

В статье рассмотрено проблему надежности этих машин и подчеркнута значение статистического учета аварийных повреждений грузоподъемных машин. Приведены основные причины возникновения аварий в условиях эксплуатации кранов.

BREAK-DOWNS OF CRANES AND THEIR CAUSES

S u m m a r y

Break-Downs of cranes entail great economic losses and sometimes casualties.

The article deals with the problem of the reliability of these machines and stresses the importance of a statistical recording of the breakdowns of cranes. A large number of the break-down causes is discussed with respect to the accidents that had taken place in the use of cranes.