

Spis treści

Przedmowa

1. Ramowe obiekty stalowe - hale

- 1.1. Rodzaje hal
- 1.2. Ogólny opis głównych układów nośnych hal
- 1.3. Opis konstrukcji układów poprzecznych obliczanych jako płaskie
- 1.4. Opis konstrukcji układów poprzecznych obliczanych przestrzennie
- 1.5. Opis konstrukcji układów ramowych złożonych w całości lub w części z lekkich przekrojów cienkościennych
- 1.6. Przykłady wybranych systemowych rozwiązań konstrukcyjnych

2. Obudowa hal (obiektów) stalowych

- 2.1. Ściany boczne (podłużne)
- 2.2. Ściany szczytowe
- 2.3. Konstrukcje osłonowe (pokrycia ścian)

3. Urządzenia dźwigowe stosowane w halach przemysłowych

- 3.1. Podział urządzeń dźwigowych
 - 3.1.1. Transport niezależny od konstrukcji obiektu
 - 3.1.2. Urządzenia dźwigowe należące do transportu obciążającego układ poprzeczny
- 3.2. Zawiesia suwnic

4. Zasady ustalania obciążeń suwnicami

- 4.1. Uwagi dotyczące opisu obciążeń suwnicami oddziałującymi na konstrukcję układu poprzecznego hali (PN-86/B-02005) [61]
- 4.2. Zasady ustalania obciążeń obliczeniowych urządzeniami dźwigowymi
 - 4.2.1. Obciążenie wciągnikami i wciągarkami
 - 4.2.2. Obciążenia suwnicami natorowymi i podwieszonymi
- 4.3. Klasyfikacja i opis oddziaływań dźwignic pomostowych na konstrukcję podtorza według Eurokodu 1 (PN-EN 1991-3:2009) [60]
 - 4.3.1. Uwagi ogólne
 - 4.3.2. Oddziaływanie pionowe dźwignic
 - 4.3.3. Oddziaływanie poziome suwnic pomostowych

5. Belki podsuwnicowe dla suwnic natorowych

- 5.1. Podział belek podsuwnicowych ze względu na sposób podparcia
- 5.2. Szyny suwnicowe i ich połączenia z belkami suwnic natorowych
 - 5.2.1. Szyny dla suwnic natorowych - podział
 - 5.2.2. Rodzaje połączeń szyn z pasem górnym belki podsuwnicowej
 - 5.2.3. Styki szyn suwnicowych dla torów suwnic natorowych
 - 5.2.4. Zasady ustalania wpływu połączenia szyny z pasem górnym na nośność i sztywność belki podsuwnicowej
- 5.3. Obliczenia statyczne belek podsuwnicowych dla suwnic natorowych. Belki z rozwiniętym pasem górnym lub bez niego
 - 5.3.1. Założenia obliczeniowe [53]
 - 5.3.2. Belki pełnościennie z kształtowników walcowanych
- 5.4. Belki natorowe z rozwiniętą częścią górną w formie belek poziomych (tężników hamownych)
 - 5.4.1. Podział belek ze względu na konstrukcję
 - 5.4.2. Zasady obliczeń statycznych belek podsuwnicowych z tężnikiem poziomym pełnościennym
 - 5.4.3. Zasady obliczeń statycznych blachownicowych belek podsuwnicowych z poziomym tężnikiem kratowym
 - 5.4.4. Belki kratowe z kratowym tężnikiem poziomym

- 5.4.5. Pionowa belka kratowa z blachownicowym tężnikiem poziomym
- 5.5. Zasady obliczeń belek suwnic natorowych według Eurokodu 3 (PN-EN 1993-6:2009/AC) [57]
 - 5.5.1. Uwagi ogólne
 - 5.5.2. Uwagi na temat analizy konstrukcji podsuwnicowych
 - 5.5.2.1. Uwagi ogólne
 - 5.5.2.2. Stany graniczne nośności

6. Tory suwnic podwieszonych - opis konstrukcji i obliczeń

- 6.1. Opis konstrukcji torów suwnic podwieszonych
- 6.2. Opis stanu naprężeń w belce suwnicowej według PN-90/B-03200
- 6.3. Zasady obliczania belek suwnic podwieszonych według Eurokodu 3 (PN-EN 1993-6:2009) [62]
 - 6.3.1. Uwagi ogólne
 - 6.3.2. Wpływ nacisków pionowych kół na wartość naprężeń oraz nośność pasów dolnych belek suwnic podwieszonych lub wciągników
 - 6.3.2.1. Naprężenia od lokalnego zginania pasa dolnego belki
 - 6.3.2.2. Nośność pasów dolnych w pobliżu odbojnic, końców wspornikowych oraz przy końcach podpartych (usztynwionych)

7. Opis naprężeń w środkach belek obciążonych naciskiem skupionym (kołem suwnicy)

- 7.1. Uwagi ogólne
- 7.2. Zasady wyznaczania nośności środka na miejscowy docisk według badań eksperymentalnych oraz PN-90/B-03200 [53]
- 7.3. Lokalne naprężenia w środku belki pod naciskiem koła suwnicy według PN-EN 1993-6:2009 [57, 63]
- 7.4. Opis wpływu podkładki sprężystej na stan naprężeń w szynie, pasie górnym i w środku belki
- 7.5. Przykłady elastycznego połączenia belek podsuwnicowych ze słupami hali
 - 7.5.1. Połączenie belki ze słupem
 - 7.5.2. Elastyczne łączniki belek podsuwnicowych swobodnie podpartych

8. Drugi stan graniczny (warunek użytkowości) dla belek podsuwnicowych

- 8.1. Określenie warunków II stanu granicznego (warunek użytkowości) według PN-90/B-03200 [53]
 - 8.1.1. Przemieszczenia bezwzględne
 - 8.1.2. Przemieszczenia względne
 - 8.1.3. Warunek II stanu granicznego dla układu podłużnego
- 8.2. Określenie warunków użytkowości według Eurokodu 3 (PN-EN 1993-6) [57]
 - 8.2.1. Uwagi ogólne
 - 8.2.2. Warunki graniczne dla odkształceń poziomych
 - 8.2.3. Warunki graniczne dla odkształceń pionowych
 - 8.2.4. Ograniczenia dodatkowe - lokalne ugięcie środków belek podsuwnicowych
 - 8.2.5. Dodatkowe ograniczenie dotyczące drgań pasów dolnych
 - 8.2.6. Różnice w warunkach użytkowości według [53] i [57]

9. Ograniczniki końcowe - odbojnice suwnicowe

- 9.1. Zasady obliczania ograniczników końcowych
- 9.2. Zasady konstrukcji ograniczników końcowych belek podsuwnicowych

10. Zmęczenie w belkach podsuwnicowych

- 10.1. Problem zmęczenia belki podsuwnicowej
- 10.2. Określenie nośności zmęczeniowej dla belek podsuwnicowych
- 10.3. Problem niejednorodności widma i sposób jego znormalizowania
- 10.4. Wyznaczanie warunku zmęczenia w belkach stalowych obciążonych urządzeniami wywołującymi określone widma naprężeń - przykład liczbowy
- 10.5. Opis zasady projektowania konstrukcji stalowych ze względu na zmęczenie według PN-EN 1993-1-9:2007 [59] i PN-EN 1993-1:2009 [60]

- 10.5.1. Uwagi wstępne
- 10.5.2. Metody oceny zmęczenia
- 10.5.3. Zasady ustalania modeli obliczeniowych konstrukcji poddanych zmęczeni u
- 10.5.4. Sprawdzanie nośności zmęczeniowej
- 10.5.5. Ustalanie wielkości oddziaływań zmęczeniowych pojedynczej suwnicy

11. Estakady podsuwnicowe

- 11.1. Opis konstrukcji i jej elementów
- 11.2. Stężenia estakad
- 11.3. Konstrukcja słupów estakady

12. Modele obliczeniowe układów poprzecznych hal stalowych

- 12.1. Podział ram ze względu na ich sztywność postaciową
- 12.2. Modele analizy konstrukcji przyjmowane w obliczeniach statycznych układów ramowych
- 12.3. Podatność węzłów narożnych (wierzchołkowych) układów ramowych
 - 12.3.1. Opis ścieżek równowagi statycznej (ŚRS) wybranych węzłów ram portalowych
 - 12.3.2. Wybrane zagadnienia dotyczące opisu charakterystyki węzłów według PN-EN 1993-1-8:2006 [58]
 - 12.3.3. Algorytm obliczania ram o węzłach podatnych metodą kolejnych przybliżeń
 - 12.3.3.1. Opis metody kolejnych przybliżeń w analizie globalnej ram z węzłami podatnymi
 - 12.3.3.2. Przykład obliczeniowy

13. Zagadnienia obliczeń i kształtowania geometrii hal modelowanych jako układy płaskie lub przestrzenne

- 13.1. Zasady kształtowania geometrii hal oraz wyboru modelu obliczeniowego
- 13.2. Zasady wyboru modelu obliczeniowego układu poprzecznego hali
 - 13.2.1. Hale niskie - dwuprzegubowe, obliczane jako układy płaskie
 - 13.2.2. Hale wysokie z węzłami sztywnymi
 - 13.2.3. Płaskie hale wieloprzegubowe
- 13.3. Hale z jednostronnymi, odwracalnymi przegubami odkształcanymi
- 13.4. Hale obliczane jako układy przestrzenne
 - 13.4.1. Hale „na wahaczach” - obiekty z ramami czteroprzegubowymi
 - 13.4.2. Hale obliczane jako przestrzenne, złożone z ram samostatecznych
 - 13.4.3. Usztywnienia tarczowe
 - 13.4.4. Hale obliczane przestrzennie z usztywnieniami w postaci stężeń prętowych
 - 13.4.4.1. Opis konstrukcji usztywniających halę
 - 13.4.4.2. Uproszczony algorytm obliczeń hali pracującej przestrzennie
 - 13.4.4.3. Obliczania przestrzenne hal z różnymi rozstawami słupów skrajnych i środkowych

14. Zasady projektowania elementów układu poprzecznego hal stalowych

- 14.1. Słupy hal
 - 14.1.1. Wiadomości ogólne
 - 14.1.2. Przekroje poprzeczne słupów hal - konstrukcja
 - 14.1.3. Nośność graniczna prętów ściskanych i zginanych według PN-90/B-03200 - założenia obliczeniowe
 - 14.1.4. Wybrane zagadnienia obliczeń pełnościennych elementów zginanych i ściskanych - komentarz do zapisów normowych
 - 14.1.5. Długości wyboczeniowe słupów hal
 - 14.1.5.1. Zasady ustalania długości wyboczeniowych w płaszczyźnie układu poprzecznego ramy słupów o skokowo zmiennym momencie bezwładności
 - 14.1.5.2. Zasady ustalania długości wyboczeniowych słupów o stałym momencie bezwładności ze zróżnicowaną podatnością podpór
 - 14.1.6. Słupy pełnościenne o zmiennym liniowo momencie bezwładności
 - 14.1.7. Ściskane i zginane słupy skratowane
 - 14.1.8. Ściskane i zginane słupy z przewiązkami

- 14.1.9. Głowice pośrednie słupów hal
- 14.1.10. Zasady obliczania elementów zginanych i ściskanych o stałym przekroju według PN-EN 1993-1-1:2006 [56]
 - 14.1.10.1. Uwagi ogólne
 - 14.1.10.2. Formuły interakcyjne do oceny nośności prętów zginanych i ściskanych o przekroju pełnościennym - metoda uproszczona
 - 14.1.10.3. Słupy skratowane i słupy z przewiązkami z blach obliczane według Eurokodu 3 [56]
- 14.2. Węzły w ramach stalowych
 - 14.2.1. Wiadomości ogólne
 - 14.2.2. Węzły narożne dwuramiennie (wierzchołkowe)
 - 14.2.2.1. Zalety i wady węzłów narożnych (wierzchołkowych)
 - 14.2.2.2. Zasady obliczania dwuramiennych węzłów spawanych o współśrodkowo zakrzywionych pasach w obszarze naroża
 - 14.2.3. Węzły trójramiennie (pośrednie) słupa
 - 14.2.4. Wybrane zasady konstrukcji naroży spawanych
 - 14.2.5. Węzły narożne prostokątne o konstrukcji zwykłej
- 14.3. Przykłady rozwiązań konstrukcyjnych węzłów ram stalowych
 - 14.3.1. Węzły, które można uznać za sztywne
 - 14.3.2. Połączenia podatne bliskie węzłom o charakterze połączeń sztywnych
 - 14.3.3. Połączenia podatne bliskie węzłom o charakterystyce M-c)) węzłów przegubowych
 - 14.3.4. Połączenie o charakterystyce M-(o) jak dla węzłów przegubowych

15. Warunki nośności i stateczności w obliczeniach węzłów fundamentowych

- 15.1. Uwagi ogólne do obliczeń według PN-B-03215:1998 [54]
- 15.2. Założenia obliczeniowe dotyczące węzłów ściskanych mimośrodowo
- 15.3. Zasady obliczania i kształtowania węzłów fundamentowych wykonanych w całości
 - 15.3.1. Opis metod przybliżonych
 - 15.3.2. Metody dokładne opisujące stan naprężeń i odkształceń węzła fundamentowego
- 15.4. Zasady obliczania dwudzielnych węzłów fundamentowych
- 15.5. Zakotwienia słupów
- 15.6. Przykłady przegubowych węzłów fundamentowych
- 15.7. Wybrane informacje na temat obliczania węzłów fundamentowych (podstaw słupów) według PN-EN 1993-1-8:2006
 - 15.7.1. Uwagi ogólne
 - 15.7.2. Podstawy słupów obciążonych osiowo
 - 15.7.2.1. Modelowanie węzłów obciążonych osiowo
 - 15.7.2.2. Klasyfikacja węzłów fundamentowych ze względu na sztywność obrotową
 - 15.7.3. Podstawy słupów obciążonych siłą podłużną i momentem zginającym
 - 15.7.3.1. Nośność obliczeniowa
 - 15.7.3.2. Sztywność obrotowa podstawy słupa obciążonego mimośrodowo
 - 15.7.3.3. Śruby kotwiące w strefie rozciągania
 - 15.7.3.4. Siły poprzeczne w węźle fundamentowym

16. Stateczność ogólna budynków halowych. Stężenia prętowe jednokondygnacyjnych układów portalowych

- 16.1. Uwagi ogólne
- 16.2. Zasady rozmieszczania stężeń połaciowych w halach jedno- i wielonawowych
 - 16.2.1. Stężenie poprzeczne
 - 16.2.2. Stężenie połaciowe podłużne
- 16.3. Podstawy teoretyczne obliczeń poziomych stężeń połaciowych
- 16.4. Międzyśłupowe stężenia pionowe
 - 16.4.1. Uwagi ogólne
 - 16.4.2. Zasady wyznaczania obciążeń na kratowe stężenia umieszczone między słupami układów podłużnych
 - 16.4.3. Zasady rozmieszczania stężeń pionowych w halach

- 16.4.3.1. Stężenia nadsuwnicowe
- 16.4.3.2. Stężenia podsuwnicowe
- 16.5. Przykład obliczeniowy układu stężeń hali
- 16.6. Relacje między układem stężeń słupów i obudowy hali a sposobem ustalenia długości wyboczeniowej oraz długości na zwichrzenie słupów
- 16.7. Stężenia ściany szczytowej
- 16.8. Wpływ podatności tężnika pionowego na przemieszczenia układu podłużnego
- 16.9. Zasady obliczania stężeń według Eurokodu 3 (PN-EN 1993-1-1:2006) [55]
- 16.9.1. Uwagi ogólne
- 16.9.2. Stężenia poziome poprzeczne
- 16.9.3. Stężenia międzysłupowe pionowe

Bibliografia