

Spis treści

Wprowadzenie	11
1. Charakterystyka i rodzaje posadowień maszyn i urządzeń okrętowych	15
1.1. Ogólne zadania i wymagania dotyczące posadowień maszyn i urządzeń okrętowych	15
1.2. Posadowienia maszyn i urządzeń na podkładkach metalowych	16
1.3. Posadowienia maszyn i urządzeń na podkładkach elastycznych.	17
1.4. Posadowienia maszyn i urządzeń na podkładkach odlewanych z tworzyw sztucznych	18
1.5. Charakterystyka posadowień na podkładkach metalowych i odlewanych z tworzyw sztucznych	20
2. Tworzywa stosowane na podkładki fundamentowe maszyn i urządzeń okrętowych	23
2.1. Wymagania ogólne stawiane tworzywom na podkładki fundamentowe	23
2.2. Rozwój polskich tworzyw i technologii posadawiania na nich maszyn i urządzeń.	29
3. Teoretyczno-doświadczalne podstawy badań i opisu procesu utwardzania układów epoksydowych.	55
3.1. Ogólna charakterystyka procesu utwardzania układów epoksydowych	55
3.2. Wykresy sieciowania tworzyw epoksydowych	59
3.2.1. Uwagi ogólne.	59
3.2.2. Wykres sieciowania TTT: czas—temperatura—przemiana	60
3.2.3. Wykres sieciowania CTT: konwersja—temperatura—przemiana	63
3.2.4. Wykres sieciowania TgTP: temperatura zeszklenia—temperatura—właściwość.	65
3.3. Wykresy sieciowania TTT, CTT i T _g TP dla tworzywa EPY	67
3.3.1. Sposób wykonania wykresów TTT, CTT i T _g TP.	67
3.3.2. Wykres sieciowania TTT dla tworzywa EPY	67
3.3.3. Wykres sieciowania CTT dla tworzywa EPY	72
3.3.4. Wykres sieciowania T _g TP dla tworzywa EPY	74
3.4. Podsumowanie	76
4. Projektowanie posadowień maszyn na podkładkach z tworzywa EPY.	77
4.1. Dokumentacja posadowienia	77
4.2. Informacje ogólne dotyczące projektowania posadowienia	77
4.3. Obliczenia projektowe posadowień na podkładkach z tworzywa EPY	79

4.3.1. Uwagi ogólne	79
4.3.2. Obliczenia minimalnego wymaganego pola powierzchni nośnej podkładek	79
4.3.3. Obliczenia siły poosiowej w napiętej śrubie fundamentowej	79
4.3.4. Obliczenia momentu dokręcającego nakrętki śrub fundamentowych	81
4.3.5. Obliczenia ciśnienia w urządzeniu hydraulicznym do napinania śrub fundamentowych	81
4.3.6. Obliczenia wydłużenia śrub wywołanego napięciem montażowym	81
4.3.7. Obliczenia naprężenia zredukowanego lub rozciągającego, odniesionego do najmniejszej średnicy śruby fundamentowej z uwzględnieniem napięcia montażowego	82
4.3.8. Obliczenia naprężeń rozciągających, odniesionych do średnicy gwintu śruby fundamentowej z uwzględnieniem napięcia montażowego	82
4.4. Przykładowe obliczenia projektowe posadowień	82
5. Technologia posadawiania maszyn i urządzeń okrętowych z zastosowaniem tworzywa EPY	89
5.1. Technologia posadawiania maszyn i urządzeń na podkładkach odlewanych z tworzywa EPY	89
5.2. Technologia posadawiania pochw i tulei łożysk wału śrubowego	97
5.2.1. Tradycyjny i nowoczesny sposób posadawiania pochwy wału śrubowego	97
5.2.2. Uszczelnianie przestrzeni zalewowych	100
5.2.3. Napełnianie przestrzeni zalewowej tworzywem i jego utwardzanie	103
5.2.4. Zabezpieczenia połączeń od wpływu czynników zewnętrznych	106
5.3. Zagadnienia BHP i PPOŻ.	107
6. Praktyczne zastosowania podkładek z tworzywa w posadawianiu maszyn i urządzeń	109
6.1. Uwagi ogólne	109
6.2. Przykłady zastosowania tworzywa w posadowieniach maszyn i urządzeń okrętowych	110
6.2.1. Silniki i przekładnie napędu głównego statków	110
6.2.1.1. Uwagi ogólne	110
6.2.1.2. Posadowienia sztywne	110
6.2.1.3. Posadowienia elastyczne z użyciem tworzywa	113
6.2.2. Pochwy wałów śrubowych oraz tuleje łożysk linii wałów i sterów	117
6.2.3. Zastosowanie tworzywa do osadzania tulei łożyskowej na wale napędowym statku.	117
6.2.3.1. Uwagi wstępne	117
6.2.3.2. Projekt konstrukcyjny osadzenia tulei na wale	121
6.2.3.3. Badania modelowe	124
6.2.3.4. Przygotowanie elementów i przebieg ich montażu.	126
6.2.3.5. Uwagi i wnioski końcowe	129

6.2.4.	Urządzenia pokładowe	130
6.2.5.	Zbiorniki montowane na pokładzie i wewnątrz statków	130
6.2.6.	Zastosowanie tworzywa na morskich pływających platformach wiertniczych . . .	142
6.2.7.	Posadowienie toru obrotowego bębna i krzyżaka osi kosza na statku przeznaczonym do układania kabla na dnie morza	142
6.2.8.	Zastosowanie tworzywa EPY w montażu dulek transoceanicznej łodzi wiosłowej	145
6.2.9.	Zastosowanie tworzywa EPY w posadawianiu maszyn i urządzeń napędu głównego arktycznych lodołamaczy	147
6.3.	Przykłady zastosowania tworzywa w posadawianiu maszyn i urządzeń lądowych	148
6.3.1.	Zastosowanie tworzywa w naprawie i modernizacji posadowień dużych sprężarek tłokowych	148
6.3.1.1.	Ogólna charakterystyka dużych sprężarek tłokowych i występujących w nich problemów	148
6.3.1.2.	Analiza porównawcza posadowień tradycyjnych i nowoczesnych	151
6.3.1.3.	Modernizacja posadowień sprężarek tłokowych	154
6.3.2.	Nowoczesne posadowienia sprężarek tłokowych firmy NEUMAN ESSER	162
6.3.3.	Zastosowanie tworzywa w posadawianiu maszyn i urządzeń górniczych	164
6.3.4.	Zastosowanie tworzywa w montażu koparek i zwałowarek eksploatowanych w górnictwie odkrywkowym	167
6.3.5.	Zastosowanie tworzywa EPY w posadawianiu maszyn i urządzeń energetycznych	171
6.3.6.	Zastosowanie tworzywa w posadawianiu szyn na konstrukcjach stalowych i na fundamentach lub podkładach wykonanych z betonu	173
6.3.7.	Zastosowanie tworzywa EPY w montażu mostów	176
6.4.	Podsumowanie i dane ilościowe dotyczące posadowień wykonanych na podkładkach odlewanych z tworzywa w latach 1974—2019.	180
7.	Badania tworzyw sztucznych stosowanych na podkładki fundamentowe maszyn	183
7.1.	Ogólne wymagania stawiane tworzywom sztucznym na podkładki fundamentowe maszyn	183
7.2.	Uwagi ogólne dotyczące badań tworzyw przeznaczonych na podkładki fundamentowe.	184
7.3.	Badania wpływu różnych ośrodków i temperatury na wytrzymałość tworzywa EPY przy ściskaniu	185
7.4.	Badania wpływu niskich temperatur na charakterystyki tworzywa i wartości wybranych parametrów wytrzymałościowych przy ściskaniu	188
7.5.	Ustalenie zależności między temperaturą zeszklenia a stopniem usieciowania tworzywa EPY	192
7.6.	Badania wpływu stanów utwardzenia i dotwardzenia tworzywa EPY na jego charakterystyki wytrzymałościowe przy ściskaniu	194

7.7.	Badania wpływu szybkości odkształcenia tworzywa EPY na jego charakterystyki wytrzymałościowe przy ściskaniu.	198
7.8.	Badania wpływu podwyższonej temperatury na charakterystyki tworzywa i wartości wybranych parametrów wytrzymałościowych przy ściskaniu	201
7.9.	Badania podatności tworzywa EPY na odkształcenia pod stałym obciążeniem ściskającym przy różnych szybkościach jego nagrzewania	210
7.10.	Badania liniowej rozszerzalności cieplnej tworzywa EPY	214
7.11.	Badania procesu pełzania i temperatury ugięcia cieplnego tworzywa EPY	217
7.12.	Badania wpływu oziębienia tworzywa EPY w ciekłym azocie na jego wytrzymałość na ściskanie i udarność.	220
7.13.	Badania wpływu WGS na właściwości dielektryczne tworzywa EPY	223
7.14.	Badania wytrzymałości zmęczeniowej tworzywa EPY przy ściskaniu.	224
7.15.	Badania dynamicznych właściwości tworzywa EPY	225
7.15.1.	Uwagi wstępne	225
7.15.2.	Wyznaczenie logarytmicznego dekrementu tłumienia oraz dynamicznego modułu ścinania	226
7.15.3.	Wyznaczenie współczynnika strat oraz dynamicznego modułu sprężystości przy ściskaniu.	228
7.15.4.	Wyznaczenie impedancji akustycznej	233
7.16.	Badania porównawcze właściwości statycznych i dynamicznych trzech różnych tworzyw sztucznych stosowanych na podkładki fundamentowe maszyn i urządzeń.	235
8.	Badania i modelowanie połączeń konstrukcyjnych z udziałem tworzywa EPY.	241
8.1.	Badania płaskich połączeń stykowych bezpośrednich i z cienką warstwą tworzywa EPY	241
8.1.1.	Połączenia stykowe obciążone siłą normalną.	241
8.1.2.	Połączenia stykowe obciążone stałą siłą normalną i zmienną siłą styczną	246
8.2.	Badania modeli śrub fundamentowych pasowanych w tworzywie	248
8.3.	Badania tworzywa EPY w aspekcie jego optymalnego wykorzystania w posadawianiu urządzeń pokładowych na statkach	254
8.3.1.	Uwagi wstępne	254
8.3.2.	Analiza teoretyczna.	255
8.3.3.	Badania modelowe podkładki fundamentowej windy kotwicznej.	256
8.3.4.	Wnioski wynikające z badań	257
8.4.	Badania wpływu powłok malarskich na osiadanie maszyn i urządzeń okrętowych posadawianych na podkładkach odlanych z tworzywa sztucznego.	257
8.4.1.	Uwagi wstępne	257
8.4.2.	Próbki użyte do badań i stanowisko badawcze.	258
8.4.3.	Program, realizacja i przykładowe wyniki badań.	259
8.4.4.	Wnioski wynikające z badań	263

8.5. Analiza konstrukcji i badania modelowe montażu pochwy wału śrubowego z zastosowaniem tworzywa sztucznego.	264
8.5.1. Uwagi wstępne	264
8.5.2. Cel pracy badawczej	264
8.5.3. Analiza właściwości izolacji cieplnej układu z warstwą tworzywa	264
8.5.4. Analiza odkształceń termicznych	266
8.5.5. Badania modelowe montażu pochwy wału śrubowego	268
8.5.6. Wniosek końcowy	273
8.5.7. Epilog	273
8.6. Badania możliwości wykorzystania mikrofal do dotwardzania tworzywa EPY i odlewanych z niego podkładek fundamentowych.	274
8.6.1. Uwagi wstępne	274
8.6.2. Badania próbek tworzywa.	275
8.6.3. Badania modeli podkładek fundamentowych	275
8.6.4. Ważniejsze wnioski wynikające z badań	280
8.7. Badania wytrzymałościowe zakotwiczeń śrub fundamentowych w betonie wykonanych z użyciem tworzywa EPY	280
8.8. Badania przyczepności tworzywa EPY do trzpienia śruby fundamentowej	284
8.8.1. Uwagi wstępne	284
8.8.2. Badania przyczepności tworzywa do trzpienia stalowej śruby fundamentowej	285
8.8.2.1. Metoda i próbki przyjęte do badań	285
8.8.2.2. Realizacja i wyniki badań dla próbek z trzpieniami gładkimi	287
8.8.2.3. Badania przyczepności tworzywa do trzpieni z naciętymi rowkami	288
8.8.2.4. Porównanie wyników badań przyczepności tworzywa do trzpieni gładkich oraz z naciętymi rowkami	291
8.8.3. Badania przyczepności tworzywa do betonu.	292
8.8.3.1. Próbkę przyjęte do badań	292
8.8.3.2. Realizacja i wyniki badań	294
8.8.3.3. Analiza otrzymanych wyników badań	296
8.9. Badania doświadczalne modeli podkładek fundamentowych wykonanych ze stali oraz z tworzywa EPY	297
8.9.1. Uwagi wstępne	297
8.9.2. Modele podkładek fundamentowych i sposób wykonania badań	298
8.9.3. Realizacja i wyniki badań układu z podkładką stalową	300
8.9.4. Realizacja i wyniki badań układu z podkładką odlaną z tworzywa EPY	304
8.9.5. Porównanie wyników badań i wnioski	307
8.10. Badania charakterystyk tarcia konstrukcyjnego i przemieszczeń względnych w fundamentowych złączach śrubowych z podkładką stalową i odlaną z tworzywa EPY	308
8.10.1. Uwagi wstępne	308
8.10.2. Przyjęte układy i sposób wykonania badań	309
8.10.3. Realizacja i wyniki badań złącza z podkładką stalową	311

8.10.4. Realizacja i wyniki badań złącza z podkładką z tworzywa EPY	316
8.10.5. Analiza porównawcza wyników badań złączy śrubowych z podkładką stalową oraz odlaną z tworzywa EPY	321
8.11. Wyznaczenie stanu naprężenia i odkształcenia w złączach śrubowych z podkładką fundamentową wykonaną z tworzywa sztucznego EPY i ze stali	324
8.11.1. Wprowadzenie	324
8.11.2. Model fundamentowego złącza śrubowego	325
8.11.3. Wyznaczenie montażowego stanu naprężenia i odkształcenia	326
8.11.4. Wyznaczenie eksploatacyjnego stanu naprężenia i odkształcenia oraz charakterystyki obciążenia eksploatacyjnego dla śruby	330
8.11.5. Wpływ zmiany temperatury na montażowy stan naprężenia i odkształcenia w złączu śrubowym z podkładką z tworzywa	334
8.11.6. Podsumowanie i wnioski.	336
Literatura	339
Chronologiczny wykaz prac naukowo-badawczych dotyczących polskich tworzyw sztucznych oraz ich praktycznych zastosowań w montażu maszyn i urządzeń	349
Abstract	365
Резюме.	367