

# Spis treści

Wykaz ważniejszych oznaczeń .....	9
<b>1. Wprowadzenie .....</b>	<b>13</b>
<b>2. Przegląd stanu wiedzy z zakresu połączeń elementów z blach cienkich .....</b>	<b>17</b>
2.1. Przegląd literatury przedmiotu .....	17
2.1.1. Prace z zakresu połączeń klejowych i hybrydowych, kombinowa- nych z klejem .....	17
2.1.2. Prace z zakresu zakładkowych połączeń śrubowych i wkrętowych elementów z blach cienkich .....	35
2.2. Ogólne zasady projektowania połączeń śrubowych elementów z blach cien- kich .....	42
2.3. Zasady projektowania i formy zniszczenia połączeń elementów z blach cienkich w ujęciu normowym .....	43
2.3.1. Zasady projektowania połączeń elementów z blach cienkich, realizo- wanych z wykorzystaniem śrub z nakrętką.....	45
2.3.2. Zasady projektowania połączeń elementów z blach cienkich, realizo- wanych z wykorzystaniem wkrętów samowiercących lub samogwin- tujących .....	48
2.3.3. Projektowanie połączeń na łączniki mechaniczne, wspomagane ba- daniami.....	51
2.3.4. Projektowanie połączeń adhezyjnych i hybrydowych.....	55
2.4. Mechanika połączeń klejowych .....	58
2.4.1. Kształtowanie konstrukcyjne złączy klejowych .....	58
2.4.2. Modele zniszczenia i mechanika połączeń klejowych.....	60
2.5. Wnioski wynikające z dokonanego przeglądu literaturowego.....	62
<b>3. Cel i zakres pracy .....</b>	<b>65</b>
<b>4. Badania doświadczalne .....</b>	<b>69</b>
4.1. Wstęp. Program badań .....	69
4.2. Badania właściwości mechanicznych stopów aluminium i stali.....	70

4.2.1.	Przygotowanie próbek i przebieg badań .....	70
4.2.2.	Opracowanie wyników badań .....	73
4.2.3.	Wnioski z badań materiałowych stopów metali .....	76
4.3.	Badania mechanicznych właściwości sklein .....	76
4.3.1.	Charakterystyka klejów wykorzystanych w badaniach .....	76
4.3.2.	Przygotowanie próbek i przebieg badań .....	78
4.3.3.	Opracowanie wyników badań modułów sprężystości podłużnej sklein (zwanymi także pozornymi modułami sprężystości podłużnej kleju).....	84
4.3.4.	Opracowanie wyników badań modułów sprężystości poprzecznej sklein .....	89
4.3.5.	Metodyka wyznaczania wartości modułów sprężystości klejów oraz ich współczynników Poissona .....	94
4.3.6.	Opracowanie wyników badań nośności sklein .....	98
4.3.7.	Wnioski z badań materiałowych klejów użytych w badaniach .....	103
4.4.	Badania doraźnej nośności obciążonych mimośrodowo zakładkowych połą- czeń klejowych, klejowo-śrubowych i śrubowych blach cienkich .....	105
4.4.1.	Przygotowanie próbek i przebieg badań .....	105
4.4.2.	Badania eksperymentalne serii wstępnej .....	110
4.4.3.	Badania eksperymentalne serii właściwej.....	112
4.4.4.	Wnioski z badań obciążonych mimośrodowo zakładkowych połą- czeń klejowych, klejowo-śrubowych i śrubowych blach cienkich .....	122
4.5.	Badania zakładkowych klejowych, wkrętowych i hybrydowych klejowo- wkrętowych ścinanych połączeń elementów z profili cienkościennych, ob- ciążonych w płaszczyźnie styku.....	124
4.5.1.	Badania nośności doraźnej zakładkowych połączeń ścinanych w złą- czach obciążonych siłą rozciągającą .....	125
4.5.2.	Badania nośności doraźnej zakładkowych połączeń ścinanych w złą- czach obciążonych momentem zginającym .....	143
4.5.3.	Wnioski z badań nośności doraźnej ścinanych połączeń elementów z profili cienkościennych, obciążonych w płaszczyźnie styku .....	157
4.5.4.	Analiza odkształcalności ścinanych połączeń klejowych, wkręto- wych i klejowo-wkrętowych elementów z profili cienkościennych, obciążonych w płaszczyźnie styku .....	160
4.5.5.	Wnioski z analiz odkształcalności ścinanych połączeń elementów z profili cienkościennych, obciążonych w płaszczyźnie styku .....	169
4.6.	Badania pełzania sklein rozciąganych i ścinanych.....	169
4.6.1.	Przygotowanie próbek i przebieg badań .....	169
4.6.2.	Opracowanie wyników badań .....	174
4.6.3.	Wnioski z badań pełzania sklein .....	178
4.7.	Statystyczne opracowanie wyników badań doświadczalnych .....	179
4.7.1.	Analiza wyników odstających .....	179
4.7.2.	Ocena ufności wyników badań .....	181
<b>5.</b>	<b>Wybrane uwagi dotyczące analiz numerycznych .....</b>	<b>183</b>
5.1.	Lepkosprężyste związki konstytutywne spoiwa klejowego .....	183

5.2. Analiza numeryczna połączeń – uwagi ogólne dotyczące modelu .....	189
5.3. Wnioski z analiz numerycznych z wykorzystaniem MES .....	193
<b>6. Porównanie wyników doświadczeń z wynikami analiz numerycznych. Analiza możliwości zastosowania analiz numerycznych w procesie prognozowania nośności i odkształcalności nowo projektowanych połączeń z użyciem klejów.....</b>	<b>195</b>
<b>7. Uwagi i wnioski końcowe.....</b>	<b>199</b>
7.1. Uwagi dotyczące perspektyw stosowania konstrukcyjnych połączeń klejowych i hybrydowych, kombinowanych z klejem, w budownictwie metalowym .....	201
7.2. Kierunki dalszych badań .....	203
<b>Bibliografia .....</b>	<b>205</b>
<b>Wykaz tabel .....</b>	<b>221</b>
<b>Wykaz rysunków .....</b>	<b>223</b>
<b>Załącznik. Procedura materiałowa UMAT uwzględniająca lepkosprężysty model kleju.....</b>	<b>227</b>
<b>Streszczenie.....</b>	<b>230</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>231</b>