

Inhaltsverzeichnis

Formelzeichen und Abkürzungen	VII
1 Einleitung	1
1.1 Stand der Forschung	2
1.1.1 Fügetechnik	3
1.1.2 Experimentelle Arbeiten	8
1.1.3 Theoretische Arbeiten	9
1.2 Problemstellung und Zielsetzung der Arbeit	12
2 Fügeteile und Versuchseinrichtung	15
2.1 Fügeteile	15
2.1.1 Material der Fügeteile	15
2.1.2 Geometrie der Fügeteile	16
2.2 Experimentelle Versuchseinrichtung	18
2.2.1 Lagerung der Welle	19
2.2.2 Lagerung der Nabe	21
2.2.3 Heizung der Nabe	22
2.2.4 Kühlung der Welle	24
2.3 Fügen der Verbindung	25
3 Meßtechnik	27
3.1 Temperaturmessung mit Thermoelementen	28
3.1.1 Meßprinzip der Thermoelemente	28
3.1.2 Beschreibung der Meßkette	30
3.1.3 Genauigkeitsuntersuchung der Thermoelement-Messung	30
3.2 Temperaturmessung mit einer Infrarot-Kamera	33
3.2.1 Zur Physik der Wärmestrahlung	33
3.2.2 Funktionsweise der Infrarot-Kamera	37
3.2.3 Strahlengang im Fügeversuch	38
3.2.4 Aufbau des Infrarot-Meßsystems	40
3.2.5 Genauigkeitsuntersuchung der Messung mit der Infrarot-Kamera	41
3.2.6 Auswerteeinheit Monitor	47
3.3 Dehnungsmessung mit Dehnungsmeißstreifen	49
3.3.1 Physikalisches Wirkprinzip der Dehnungsmeißstreifen	51
3.3.2 Dehnungsmeißstreifen im zweiachsigen Dehnungsfeld	56
3.3.3 Dehnungsmessung bei hohen Temperaturen	59
3.3.4 Bestimmung der mechanischen Dehnungen aus einer temperaturbehafteten Messung	62
3.3.5 Messung der Widerstandsänderung	64
3.3.6 Genauigkeitsuntersuchung der Dehnungsmessung	66
3.4 Zeitliche Synchronisation der Meßkette	69

4	Versuchsablauf und -planung	70
4.1	Einteilung des Fügeprozesses in Meßzyklen	70
4.2	Versuchsplanung	70
5	Numerische Simulation des Fügevorgangs	73
6	Diskussion der Ergebnisse	79
6.1	Experimentelle Ergebnisse	80
6.1.1	Ergebnisse der Temperaturmessung	82
6.1.2	Ergebnisse der Dehnungsmessung	88
6.2	Vergleich der Meßergebnisse mit der Simulation	90
6.2.1	Vergleich und Diskussion für die Versuchsreihe V*	91
6.2.2	Vergleich und Diskussion für die Versuchsreihe I*	95
7	Schlußfolgerungen aus den Ergebnissen	97
8	Zusammenfassung	99
	Anhang	101
A	Statistische Formeln zur Meßdatenauswertung	102
B	Untersuchte Hochtemperatur-Lacke	103
C	Meßergebnisse	104
	Literatur	112