

Obsah

| | |
|--|-----------|
| Obsah | 3 |
| Předmluva | 5 |
| Seznam použitých symbolů | 7 |
| 1 Úvod | 10 |
| 1.1 Vakuová technika a manipulační systémy v praxi | 13 |
| 1.2 Koncept návrhu úchopné hlavice s využitím počítačové simulace..... | 15 |
| 2 Specifika automatické manipulace ve sklářském průmyslu | 17 |
| 2.1 Automatická manipulace na teplém konci výrobní linky | 17 |
| 2.2 Automatická manipulace na studeném konci výrobní linky..... | 18 |
| 3 Dynamika manipulační úlohy | 20 |
| 3.1 Dynamické zatížení manipulovaného objektu..... | 20 |
| 3.2 Kmitání tenkých desek..... | 23 |
| 3.2.1 Volné kmitání obdélníkové desky | 26 |
| 3.2.2 Diskretizace geometrie výpočetního modelu | 28 |
| 4 Podtlakové úchopné hlavice - přísavky | 32 |
| 4.1 Pasivní podtlakové úchopné hlavice | 32 |
| 4.2 Aktivní podtlakové úchopné hlavice | 33 |
| 4.3 Silové držení objektu pomocí přísavek | 34 |
| 4.4 Koeficient bezpečnosti..... | 35 |
| 5 Experimentální analýza | 38 |
| 5.1 Identifikace soustavy & identifikační experiment..... | 38 |
| 5.2 Experimentální analýza kmitů desky..... | 40 |
| 5.2.1 Klasická modální analýza..... | 41 |
| 5.2.2 Operační modální analýza | 42 |
| 5.2.3 Laboratorní experimentální zařízení..... | 43 |
| 5.2.3.1 Řídící systém manipulátoru | 44 |
| 5.2.3.2 Snímače..... | 46 |
| 5.2.3.3 Zpracování měřeného signálu | 48 |
| 5.3 Experimentální data | 50 |
| 5.3.1 Vlastní frekvence 4-bodově uložené desky..... | 50 |
| 5.3.1.1 Čtvercová deska..... | 51 |
| 5.3.1.2 Obdélníková deska..... | 54 |
| 5.3.2 Studie výchylek vybraných bodů desky..... | 57 |

| | | |
|----------|---|------------|
| 5.3.3 | <i>Deformační chování úchopného prvku – přísavky</i> | 61 |
| 5.4 | <i>Třecí poměry na rozhraní sklo – přísavka</i> | 66 |
| 5.4.1 | <i>Koeficienty tření</i> | 68 |
| 6 | <i>Numerická simulace</i> | 72 |
| 6.1 | <i>Kontaktní analýza</i> | 73 |
| 6.2 | <i>Rozdělení kontaktů</i> | 76 |
| 6.3 | <i>Matematické aspekty kontaktu</i> | 78 |
| 6.4 | <i>Materiálové vlastnosti</i> | 81 |
| 6.4.1 | <i>Sklo – objekt manipulace</i> | 81 |
| 6.4.2 | <i>Elastomer – úchopný prvek</i> | 83 |
| 6.5 | <i>Tlumení</i> | 89 |
| 6.6 | <i>Přibližné metody řešení dynamických úloh</i> | 93 |
| 6.6.1 | <i>Newmarkova metoda</i> | 94 |
| 6.6.1.1 | <i>Algoritmus Newmarkovy metody</i> | 96 |
| 6.6.1.2 | <i>Stabilita Newmarkovy metody</i> | 97 |
| 7 | <i>Prezentace výsledků numerické simulace</i> | 99 |
| 7.1 | <i>Model aktivního podtlakového úchopného prvku</i> | 100 |
| 7.1.1 | <i>Axiální zatěžování přísavky</i> | 100 |
| 7.1.2 | <i>Radiální zatěžování přísavky</i> | 104 |
| 7.2 | <i>Model 4-bodově centricky uchopené desky</i> | 106 |
| 7.2.1 | <i>Modální analýza</i> | 108 |
| 7.2.2 | <i>Numerická simulace dynamické manipulace</i> | 116 |
| 7.3 | <i>Model uchopené tabule jumbo formátu</i> | 122 |
| 7.3.1 | <i>Matematická formulace optimálního návrhu rozmístění přísavek</i> . 122 | |
| 7.3.2 | <i>Syntéza pružného uložení přísavek</i> | 127 |
| 8 | <i>Výsledky, nové poznatky a praktické přínosy</i> | 133 |
| 9 | <i>Literatura</i> | 136 |
| | <i>Shrnutí</i> | 145 |
| | <i>Summary</i> | 146 |
| | <i>Přílohy</i> | 147 |
| A | <i>Modální analýza</i> | 148 |
| B | <i>Analýza výchylek</i> | 162 |