

V předložené práci se věnujeme studiu fyzikálních systémů sestávajících alespoň ze dvou nemísitelných tekutin, kde každá z nich vyplňuje jinou část prostoru a tvoří takzvanou fázi. S prouděním vícefázových tekutin se často setkáváme v průmyslových aplikacích, což přirozeným způsobem zvyšuje poptávku po numerických simulacích tohoto fyzikálního jevu. Výzkum prováděný v rámci předložené práce je motivován snahou modelovat proces výroby plochého plaveného skla. Studované systémy jsou matematicky popsány pomocí takzvaných modelů s neostrým rozhraním, přičemž práci samotnou lze tematicky rozdělit do dvou částí.

Ve fyzikálně zaměřené části práce nejprve odvodíme standardní modely s neostrým rozhraním a jejich zobecněné varianty. Zvolený postup se opírá o pojem vícesložkového kontinua a jeho důkladnou termodynamickou analýzu. Důležitou součástí odvození je kritické posouzení předpokladů, které svou podstatou vedou k odlišným modelům pro daný systém. Námi nově zformulovaná třída modelů typu Cahn–Hilliard–Navier–Stokes–Fourier (CHNSF) je využitelná při modelování neizotermálních procesů. Modely spadající do této třídy popisují směs separabilních, tepelně vodivých newtonských tekutin, které jsou buď stlačitelné nebo nestlačitelné. Jednotlivé modely zachycují kapilární a tepelné jevy uvnitř tenkého fázového rozhraní, kde fakticky dochází k mísení tekutin.

Ve výpočetní části práce se soustředíme na vývoj efektivního a zároveň robustního numerického řešiče pro vybraný izotermální model popisující nestlačitelné tekutiny. Navržené numerické schéma, založené na metodě konečných prvků, rozděluje na úrovni časové diskretizace systém řídicích rovnic na menší pod-systémy. Podstatnou část diskuze věnujeme návrhu moderní předpodmiňovací strategie pro výpočetně nejnáročnější podsystém, který koresponduje se systémem nestlačitelných rovnic typu Navier–Stokes s variabilními koeficienty. Numerické schéma je implementováno s využitím výpočetní platformy FEniCS. Vlastní zdrojový kód, zprostředkovávající možnost provádět simulace vícefázového proudění v paralelním módu ve 2D i 3D, je dostupný v nově vyvinuté knihovně MUFLON založené na FEniCS platformě.