

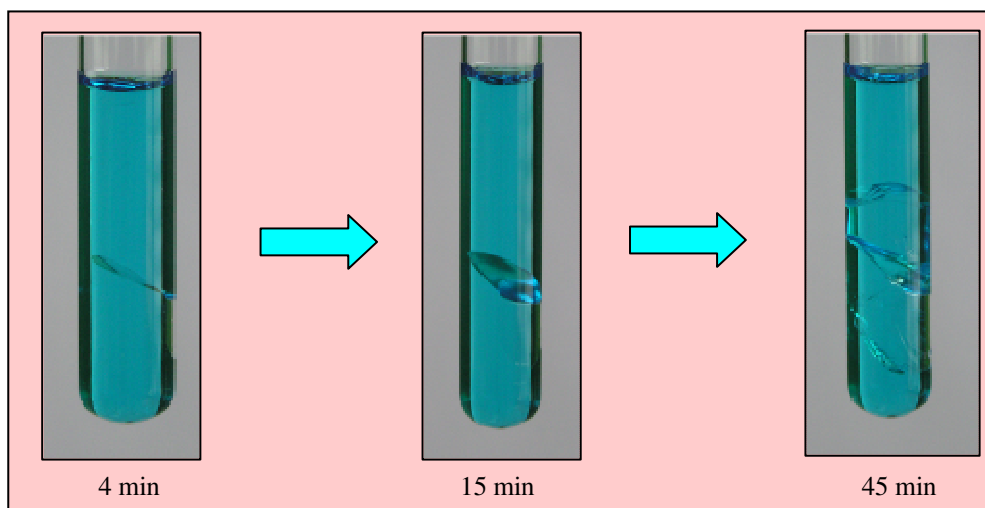
10. DEFEKTY V GÉLOCH

Častým javom vyskytujúcim sa počas starnutia gélov je vznik rôznych defektov. Defekty môžu vzniknúť v dôsledku mechanického namáhania, veľkých tepelných gradientov počas vzniku gélu alebo pri sušení, resp. konečnom tepelnom spracovaní vysušených produktov.

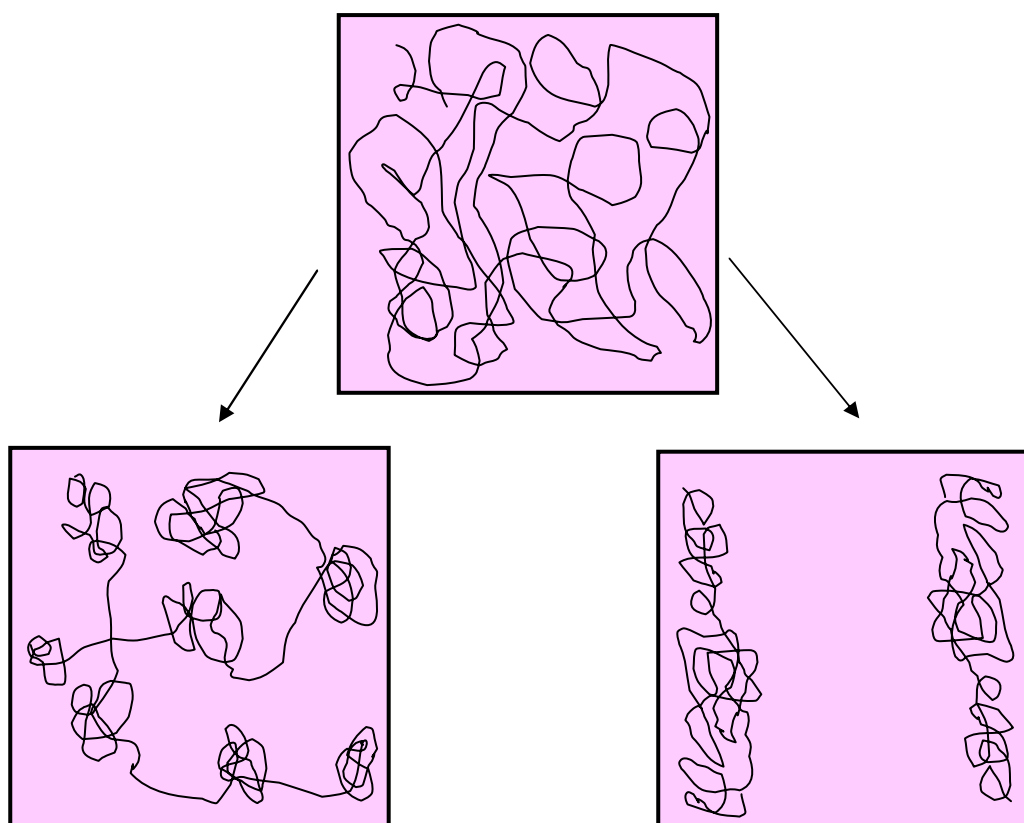
Defekty sú tvorené rôznymi nehomogenitami a vyskytujú sa na rôznej výstavbovej úrovni. Na základe ich rozmeru je možné ich deliť na mikro- a makrodefekty, pričom kritériom pre toto rozdelenie je možnosť ich rozpoznania voľným okom. Existencia defektov môže byť z hľadiska ich plánovaného použitia veľmi významná, a to najmä v prípade aplikácií v mikroelektronike a optike. Naopak, pre mnohé smery použitia nie je prítomnosť defektov v géloch dôležitá. Takýto prípad sú napríklad katalyzátory, sorpčné a izolačné materiály a iné. Defekty v géloch znižujú kvalitu konečných produktov rôznym spôsobom. Môže to byť zvýšenie rozptylu svetla, zníženie tepelno-izolačných alebo zvukovo-izolačných vlastností, resp. zníženie mechanickej pevnosti. Problém mikrodefektov je v tom, že tieto majú tendenciu samovoľne prerastať do makrodefektov počas starnutia gélov alebo pri mechanickom resp. tepelnom namáhaní (obr. 10. 1.).

Veľmi častou príčinou defektov v géloch je synerézny efekt, spôsobujúci oddelenie tuhej a kvapalnej fázy gélu. Tento efekt sa vysvetľuje jednak lokálnym zhustením spolymerizovanej siete (obr. 10. 2.), ako aj kontrakciou tuhého skeletu gélu v dôsledku tvorby Si-O-Si väzieb kondenzáciou dvoch -OH skupín, viazaných na povrchu protihľých stien dutín (obr. 10. 3.). Ďalšou príčinou je tvorba molekúl vody a alkoholu počas polymerizácie. Táto nová vznikajúca kvapalina sa uvoľňuje do krehkej štruktúry gélu a vyvoláva v nej vnútorné pnutie. Každá pórovitá matrica má určité hraničné hodnoty prietoku kvapaliny, po prekročení ktorej dochádza k jej roztrhnutiu. Vo všeobecnosti, pórovité matrice s mezopórmami majú veľmi nízke permeability, takže aj veľmi nízke množstvá kvapaliny vyvolávajú tento efekt oddelenia oboch fáz. Vznik synerézneho efektu je podporovaný najmä pri použití nadstechiometrických množstiev reakčnej vody. Rozsah

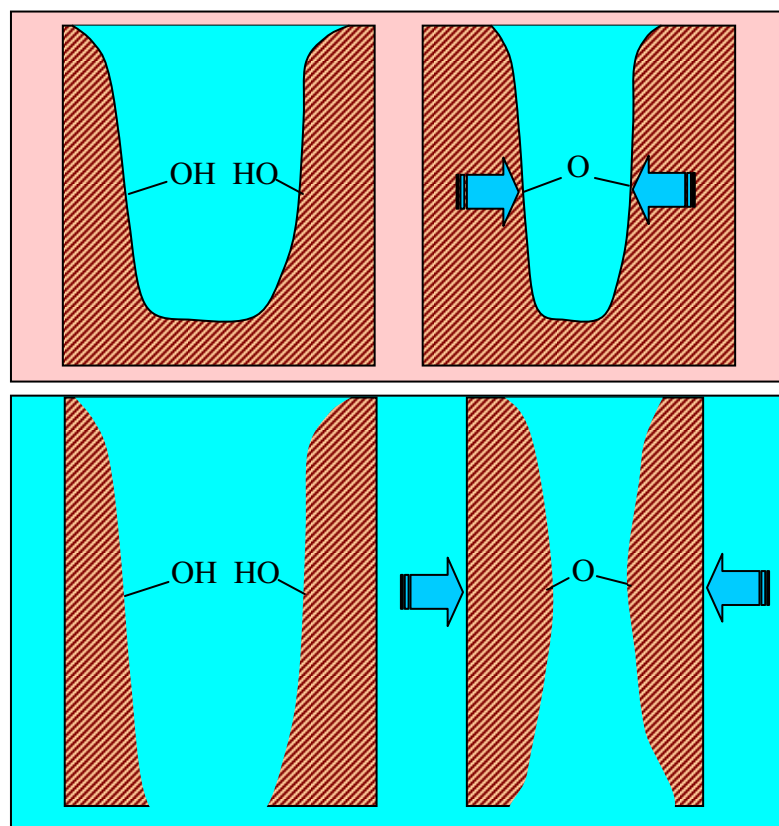
synerézneho efektu sa s dobou starnutia gélu zvyšuje a je závislý na pH hodnote reakčnej zmesi (obr. 10. 4.). Ako ukazuje obr. 10. 5, architektúra a rozmery týchto defektov môžu byť veľmi rôznorodé.



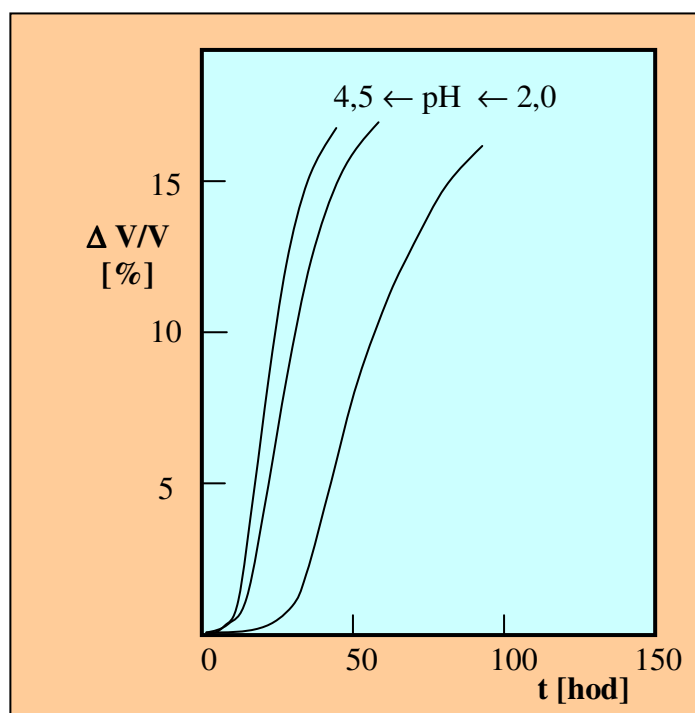
Obr. 10. 1. Postupnosť vzniku defektov v dôsledku synerézneho efektu (SiO_2 -gél, pripravený z TMOS, H_2O a CH_3OH)



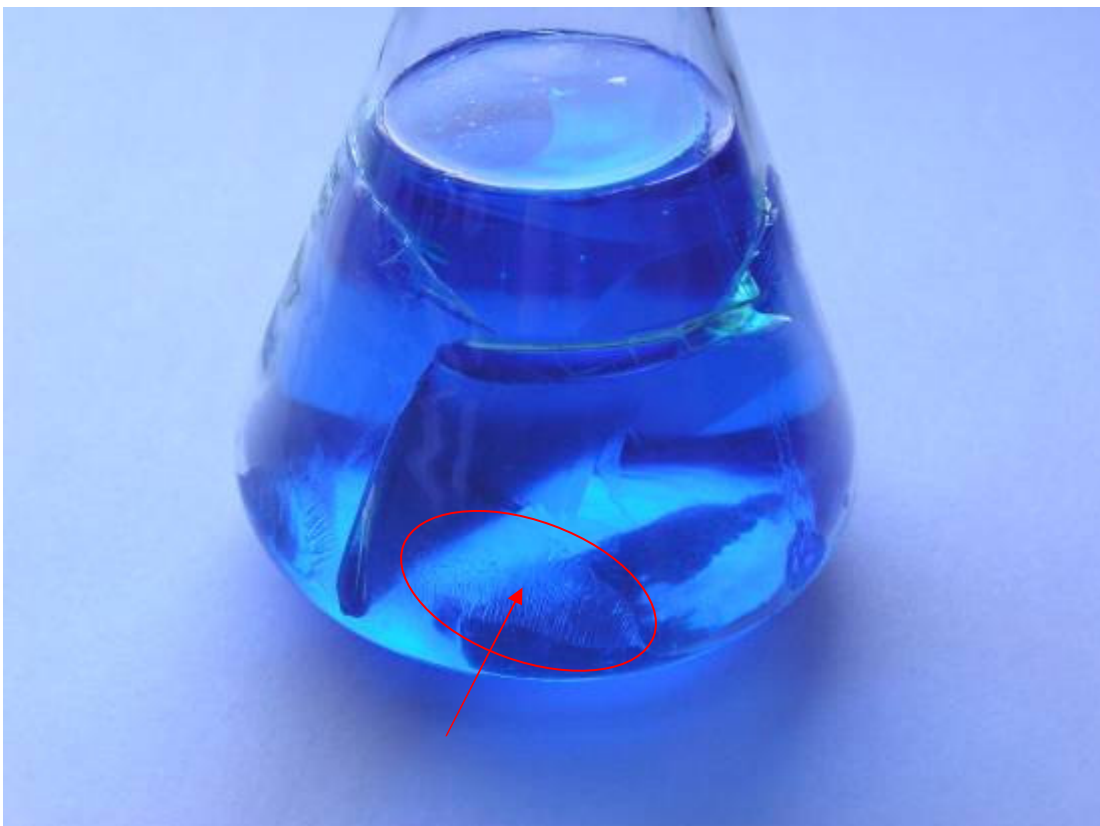
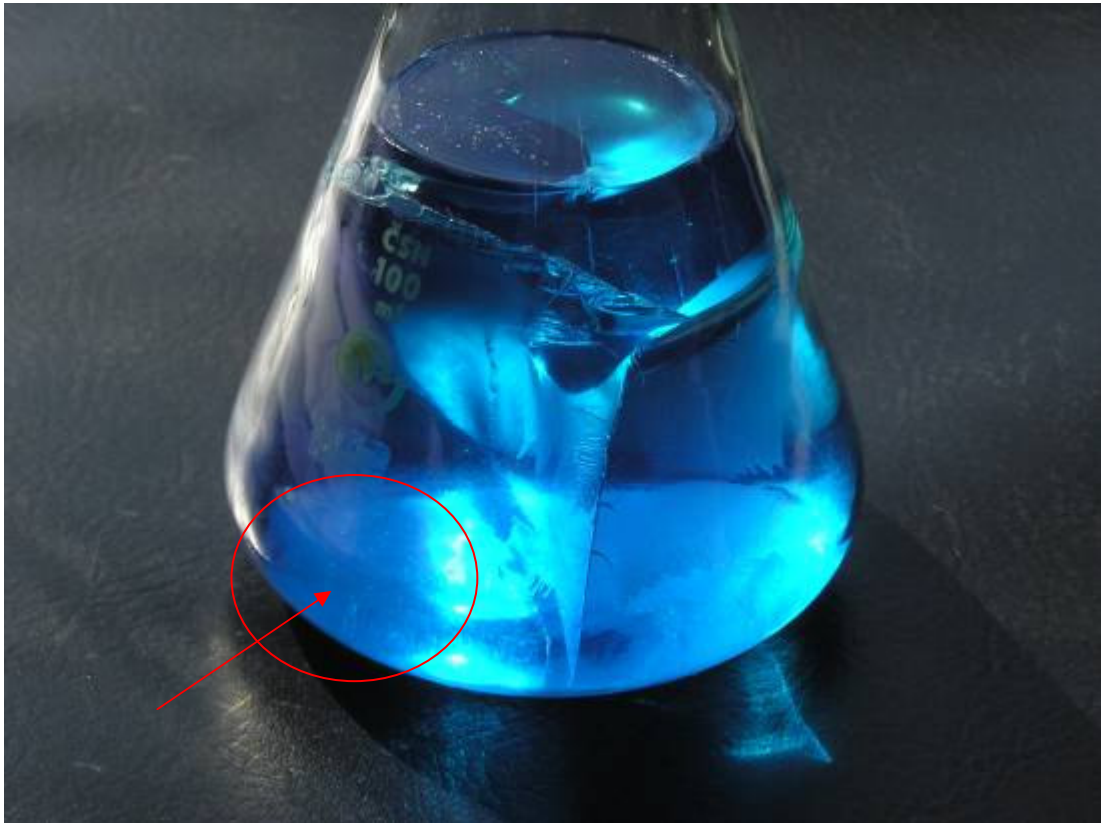
Obr. 10.2. Ilustrácia lokálneho oddelenia tuhej a kvapalnej fázy gélu



Obr. 10. 3. Pnutie v géloch vyvolané interakciou dvoch -OH skupín, nachádzajúcich sa na protíahlych stenách pórov a kanálov v pórovitej matici



Obr. 10. 4. Závislosť relatívnej zmeny objemu gélu v dôsledku synerézneho efektu v závislosti na čase a pH hodnote



Obr. 10. 5. Synerézny efekt v kremičitých géloch. Vyznačené matné plochy sú spôsobené odtrhnutím sa gélu od stien nádoby v dôsledku jeho kontrakcie