

TIIVISTELMÄ

Lappeenrannan teknillinen yliopisto
Teknillinen tiedekunta
Kemiantekniikan koulutusohjelma

Henna Lempiäinen

Ultrasuodatuskalvon modifiointi paineen, lämpötilan ja emäksen avulla

Diplomityö

2011

82 sivua, 24 kuvaa, 8 taulukkoa ja 3 liitettä

Työn tarkastajat: Prof. Mika Mänttari
TkT Mari Kallioinen

Avainsanat: Ultrasuodatuskalvo, modifiointi, paine, lämpötila, pH, analysointi, vuo, retentio, pyyhkäisyelektronimikroskopia

Työssä tutkittiin polymeerisen ultrasuodatuskalvon modifiointimahdollisuuksia prosessiolosuhteita muuttamalla. Kalvon modifioimisella pyritään sen suodatusominaisuuksien muuttumiseen, joka voi lisätä kalvon käyttökohteita ja parantaa kalvon soveltuvuutta tiettyjen yhdisteiden suodatukseen. Hydrofiilisiä, tiukkoja polymeerisiä ultrasuodatuskalvoja on kaupallisesti saatavilla vähän, joten työssä tutkittiin niiden valmistusta modifioimalla markkinoilla olevaa, löysempää, hydrofiilistä, polymeeristä ultrasuodatuskalvoa. Ultrasuodatuskalvo modifioitiin paineen, lämpötilan ja emäksen avulla. Modifioinnin aiheuttamat muutokset voidaan jakaa pysyviin, osittain palautuviin tai palautuviin muutoksiin. Kalvon rakenteen muuttuessa pysyvästi voidaan kalvo modifioida ennen suodatuksen aloittamista. Tällöin modifioinnissa käytetyt olosuhteet eivät vaikuta suodatukseen kuten muissa tapauksissa. Modifioinnin vaikutusta kalvoon voidaan analysoida eri menetelmillä. Näitä ovat esimerkiksi elektronimikroskopia ja kalvon vuon tai retention analysointi. Mikroskooppikuvia ei voida ottaa suodatuksen aikana, vaan kalvosta saada tietoa ainoastaan alku- ja lopputilanteissa suodatusolosuhteista poistettuna. Vuon ja retention avulla saadaan reaaliaikaista tietoa modifioidun kalvon suodatuskapasiteetin ja erotuskyvyn muutoksista. Työssä modifioinnin vaikutusta seurattiin vuo- ja retentiomittausten avulla ja kalvon rakenteessa tapahtuvia muutoksia tutkittiin pyyhkäisyelektronimikroskooppikuvien ja mikrometrimittausten avulla. Korkeampaa painetta tai lämpötilaa käytettäessä havaittiin vuon alenevan modifioitaessa enemmän kuin matalammissa paineissa tai lämpötiloissa. Korkeampi puristuslämpötila kasvatti myös retentiota. Modifiointiolosuhteiden ollessa emäksisiä aleni permeabiliteetti neutraaleissa olosuhteissa tehtyä puristusta enemmän. Myös retentio aleni emäksen avulla tehdyssä modifioinnissa. Kalvon rakenteessa tapahtuneiden muutosten palautuminen riippui modifiointilämpötilasta, korkeassa lämpötilassa modifioidussa kalvossa palautumista ei tapahtunut. Modifioinnin aiheuttamat kalvojen paksuuden muutokset tukivat retentio- ja vuomittauksia. Pyyhkäisyelektronimikroskooppikuvista voitiin havaita kalvon huokosrakenteen puristuneen modifioinnin aikana.

ABSTRACT

Lappeenranta University of Technology
Faculty of Technology
Degree Programme in Chemical Engineering

Henna Lempiäinen

Modification of ultrafiltration membrane by changing pressure, temperature and pH

Master's Thesis

2011

82 pages, 24 pictures, 8 tables and 3 appendices

Examiners: Prof. Mika Mänttari
D.Sc. (Tech.) Mari Kallioinen

Keywords: ultrafiltration, membrane, modification, pressure, temperature, pH, analyze, flux, retention, SEM

In this study modification of ultrafiltration membranes by change of filtration conditions was examined. Modification of a membrane can expand the usage of the membrane for example by changing its separation efficiency. For example hydrophilic ultrafiltration membranes are used in filtration of organic molecules. Hydrophilic tight polymeric ultrafiltration membranes are not easily commercially available. The aim of this study was to modify tight hydrophilic ultrafiltration membrane from loose hydrophilic ultrafiltration membrane. Modification of ultrafiltration membranes was done by changing pressure, temperature or pH of filtration. In addition to modification conditions, also membrane material has significant influence on the efficiency of modification process. This originates from different chemical, mechanical and thermal resistances of different membrane materials. The change in membrane's structure can be irreversible, partly reversible or reversible. In former case the modification can be done before filtration and modification does not disturb the filtration process. There are many methods to analyze the effect of modification. Typical ones are images from scanning electron microscope and measurement of flux or retention. Flux and retention measurements can provide real-time information during the filtration and modification. On the other hand scanning electron microscope images require that membrane is removed from filtration conditions for scanning. In experimental part effect of modification was studied with flux and retention measurements and compaction of membrane was measured with SEM and micrometer device. In modifications pressure, temperature and alkaline conditions were used. Flux decreased after modification with increasing modification temperature and modification pressure. Increasing of modification temperature increased retention. Temperature also affected the recovery of membrane. In alkaline modification conditions permeability decreased more than in neutral conditions and also retention decreased. Compaction measurements with SEM and micrometer supported the results of flux and retention measurements.