****

**دانشگاه آزاد اسلامی**

**واحد تهران جنوب**

**دانشکده تحصیلات تکمیلی**

**پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد “M.Sc”**

**مهندسي شیمی - فرایند**

**عنوان :**

**مطالعه تجربی جداسازی اتیلن گلیکول از پسابهای آبی بوسیله فرایند تقطیر غشایی**

**استاد راهنما :**

**استاد مشاور :**

**نگارش:**



**فهرست مطالب**

|  |  |
| --- | --- |
| **عنوان مطالب** | **شماره صفحه** |

|  |  |
| --- | --- |
| چكيده 1 |  |
| مقدمه 2 |  |
| **فصل اول : اتیلن گلیکول،روشهای تولید و کاربردها** |  |
| * 1-1) مقدمه 3 * 1-2)روش تولید 4 * 1-3)کاربردهای اتیلن گلیکول 5 * 1-4)خطرات صنعتی 6 * 1-5)منطق بازیابی اتیلن گلیکول 7 * 1-6)فرایندهای مختلف بازیابی اتیلن گلیکول 10 |
| **فصل دوم : فرایند جداسازی تقطیر غشایی** |  |
| * 2-1)مقدمه 13 |  |
| * 2-2)مشخصات غشاهای تقطیر غشایی 20 * 2-3)مزایای تقطیر غشایی 22 * 2-4)گرفتگی غشا 23 * 2-5)پلاریزاسیون دما وپلاریزاسیون غلظت 23 * 2-6)ساخت غشاهای تجاری برای فرایند تقطیر غشایی 24 * 2-7)مدلهای توسعه یافته جهت فرایند تقطیر غشایی 33 * 2-8)انتقال جرم در فرایند تقطیر غشایی 36 * 2-9)انتقال گرما در فرایند تقطیر غشایی 41 * 2-10)آنالیز و تخمین انرژی مصرفی در فرایند تقطیر غشایی 45 * 2-11)زمینه های که در تقطیر غشایی کم کار شده 50 * 2-12)چشم اندازی بر آینده ی تقطیر غشایی 51 |  |
| **فصل سوم :مواد و روشهای انجام آزمایشات** |  |
| 3-1)سیستم آزمایشگاهی 54  3-2)تجهیزات مورد استفاده در فرایند تقطیر غشای خلاء 56  3-3)طراحی آزمایش ها 58  3-4)پارامترهای موثر در فرایند تقطیر غشایی 61  3-5)طراحی آزمایش به وسیله ی نرم افزار MINITAB 63 |  |
| **فصل چهارم :نتایج آزمایشها و بحث** |  |
| 4-1)نتایج حاصل از آزمایش ها 64 |  |
| 4-2)تحلیل آماری نتایج آزمایشگاهی مربوط به شار محصول 66  4-3) بررسی تاثیر هریک از پارامترهای فرایندی به روی شار جریان تراوشی 69  4-4) تحلیل آماری نتایج آزمایشها مربوط به درصد جداسازی(R) اتیلن گلیکول 77  4-5) تحلیل نمودار مربوط به فاکتور جداسازی اتیلن گلیکول 78  4-6)آزمایشها مربوط به تایید نتایج آزمایشهای انجام شده 84 |  |
| **نتيجه‌گيري و پيشنهادات** 85  **منابع و ماخذ** 86 |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

**فهرست جدول ها**

|  |  |
| --- | --- |
| **عنوان** | **شماره صفحه** |

|  |  |
| --- | --- |
| 1-1)مشخصات شیمیایی و فیزیکی اتیلن گلیکول و آب 4 |  |
| 2-1)مشخصات غشاهای تخت تجاری در فرایند تقطیر غشایی 25 |  |
| 2-2)مشخصات غشاهای موئینه و الیاف توخالی در فرایند تقطیر غشایی 26 |  |
| 2-3)شار نفوذی گزارش شده مربوط به غشاهای تجاری صفحه تخت 27 |  |
| 2-4)شار نفوذی گزارش شده مربوط به غشاهای تجاری موئینه والیاف توخالی 28 |  |
| 2-5)شار نفوذی گزارش شده مربوط به غشاهای صفحه تخت مختلف ساخته شده 30 |  |
| 2-6)شار نفوذی گزارش شده مربوط به غشاهای الیاف توخالی مختلف ساخته شده 31 |  |
| 2-7)انرژی مصرف شده در سیستمهای مختلف تقطیر غشایی 47  2-8)تخمین هزینه ی تولید آب برای سیستمهای مختلف تقطیر غشایی 49  3-1)مشخصات غشاهای مورد استفاده 56  3-2)فاکتورهای قابل کنترل و سطوح انتخابی 68  3-3)ماتریس آرایه ی L9  69  4-1)نتایج بدست آمده برای غشای پلی پروپیلن(PP) 70  4-2)نتایج بدست آمده برای غشای PTFE 71  4-3)نتایج آماری بدست آمده برای شار محصول 72  4-4)نتایج آماری بدست آمده برای فاکتور جداسازی 75  4-5)مقایسه نتایج آزمایش ها تایید کننده با پیش بینی روش تاگوچی 90 |  |

**فهرست نمودارها**

|  |  |
| --- | --- |
| **عنوان** | **شماره صفحه** |

|  |  |
| --- | --- |
| 1-1)منحنی انجماد محلول آبی اتیلن گلیکول | 7 |
| 1-2) فشار بخار محلولهای آبی اتیلن گلیکول در دماهای مختلف | 8 |
| 2-1)نرخ رشد تحقیقات در زمینه MD به شکل تعداد مقالات سالانه منتشر شده | 14 |
| 2-2) تعداد مقالات منتشر شده در زمینه ی مطالعات تجربی و مدلسازی روی MD | 15 |
| 2-3) روند رشد تعداد مقالات منتشر شده در زمینه ی ساخت غشای MD | 16 |
| 3-1)مراحل انجام آزمایش با استفاده از روش تاگوچی | 64 |
| 4-1)تغییرات شار با زمان برای غشای PP و PTFE | 71 |
| 4-2)تاثیر پارامترهای فرایند به روی شار محصول غشای PP و نسبت SN آنها | 73 |
| 4-3)تاثیر پارامترهای فرایند به روی شار محصول غشای PTFE و نسبت SN  4-4)درصد توزیع سهم هریک از پارامترها روی شار تراوش کننده ی غشا | 74  75 |

4-5)تاثیر پارامترهای فرایند روی فاکتور جداسازی غشاء PP و نسبت SN 77

4-6)تاثیر پارامترهای فرایند روی فاکتور جداسازی غشاء PTFE و نسبت SN 78

4-7)مقایسه تاثیر دما روی فاکتور جداسازی دو غشای PP و PTFE 79

4-8)مقایسه تاثیر فشار روی فاکتور جداسازی دو غشای PP و PTFE 79

4-9)مقایسه تاثیر پارامتر غلظت خوراک روی فاکتور جداسازی دو غشای PP و PTFE 80

4-10) مقایسه تاثیر پارامتر شدت جریان روی فاکتور جداسازی دو غشای PP و PTFE 80

4-11)توزیع سهم هریک از پارامترها روی فاکتور جداسازی غشای PP 81

4-12) توزیع سهم هریک از پارامترها روی فاکتور جداسازی غشای PTFE 81

4-13)مقایسه ی تاثیر پارامتر دما روی شار غشای PP و PTFE و نسبت SN 83

4-14) مقایسه ی تاثیر پارامتر فشار خلاء روی شار غشای PP و PTFE و نسبت SN 85

4-15) مقایسه ی تاثیر پارامتر شدت جریان روی شار غشای PP و PTFE و نسبت SN 87

4-16) مقایسه ی تاثیر پارامتر غلظت خوراک روی شار غشای PP و PTFE و نسبت SN 89

**فهرست شكل‌ها**

|  |  |
| --- | --- |
| **عنوان** | **شماره صفحه** |

|  |  |
| --- | --- |
| 2-1)گونه های مختلف فرایند جداسازی تقطیر غشایی 17 |  |
| 2-2)تصویر SEM از سطح بالایی(a) و سطح مقطع (b) غشاهای صفحه تخت 32 |  |
| 2-3)مکانیزم های مختلف انتقال در مدل Dudty Gas 38 |  |
| 2-4)انتقال گرما در فرایند تقطیر غشایی 41 |  |
| 2-5)شماتیک فرایند عملیاتی MD همراه با بازیابی گرما به وسیله ی مبدل حرارتی 46 |  |
| 3-1)شماتیک فرایند تقطیر غشایی خلاء 55 |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

# چکيده:

در این پایان نامه امکان استفاده از تقطیر غشایی خلاء برای تغلیظ اتیلن گلیکول به عنوان یک مایع خنک کننده با ارزش بررسی شده است. آزمایشهای تقطیر غشایی با یک مخلوط آب - اتیلن گلیکول و با استفاده از یک سلول جریان مماسی و غشاهای مختلف و در شرایط عملیاتی متفاوت انجام شد. این فرایند با 2 غشای صفحه تخت آبگریز میکرو متخلخل PP و PTFE و با استفاده از پمپ خلاء و کندانسور برای بازیابی و جمع آوری بخار آب ، صورت پذیرفت. اثر پارامترهای عملیاتی گوناگون روی بازده تغلیظ اتیلن گلیکول مورد مطالعه قرار گرفت. 4 پارامتر در 3 سطح انتخاب شدند که عبارتند از : دما(40 ،50 و 60 )، فشار پایین دست(خلاء)(30 ،70 و 100 mbar)، دبی جریان(60 ،90 و 120 lit/h)، غلظت(30، 40 و50 wt%). روش تاگوچی به منظور حداقل کردن تعداد آزمایشها استفاده شد. نتایج نشان می دهد که افزایش دما و کاهش فشار خلاء شار پرمیت را بهبود می بخشد. شار پرمیت به شدت از دمای خوراک ورودی اثر می پذیرد. در شرایط دما 60 و فشار خلاء 30 mbar و غلظت 30 wt% و دبی خوراک 60 l/h، شار تولیدی پرمیت به حداکثر مقدار خود می رسد.