Список литературы: 1. *Дубинская Ф.Е., Лебедюк Г.К.* Скрубберы Вентури. Выбор, расчёт, применение, обзорная информация. М.: ЦИНТИхимнефтемаш, 1977. 60 с. **2.** *Леонтьев В.К.* Определение эффективности газожидкостных эжекционных аппаратов // Теор. основы хим. технологии, 2003. Т. 46. № 9. С. 123-125. **3.** *Ужов В.Н., Вальдберг А.Ю.* Подготовка промышленных газов к очистке. М.: Химия, 1975.216 с. **4.** *Поникаров И.И.* Интенсификация технологических процессов с использованием центробежного поля // Вестник казанского технологического университета, 1998. № 1. С. 96-103.

УДК 661.185

ПРИМАК С.В., ПОДУСТОВ М.О., проф., д.т.н.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСОМ АБСОРБЦІЇ ТРИОКСИДА СІРКИ.

Абсорбція – процес поглинання компонента з газової фази селективним рідким поглиначем – абсорбентом. Поглинання компонента може відбуватися або в результаті його розчинення в абсорбенті, або за рахунок його хімічної взаємодії з абсорбентом.

Вибір температури і тиску абсорбційних процесів визначається умовами конкретного виробництва. Оскільки підвищення температури негативно позначається на проходження процесу абсорбції, то в промислових установках необхідно відведення теплоти абсорбції.

Абсорбційні процеси широко застосовуються в різних галузях промисловості [1]. Процес абсорбції триоксиду сірки є основною стадією у виробництві поверхнево-активних речовин. Аналіз літературних даних [2, 3] показує, що основними тенденціями в процесі абсорбції триоксиду сірки органічною сировиною є використання плівкових абсорберів з низходячим потоком фаз. Це пов’язано з виділенням тепла при абсорбції, що зумовлює зміну температури як газу так і рідини. Зміна температури газу і рідини чинить на процес абсорбції подвійний вплив: змінюється положення лінії рівноваги і виникає різниця температур між рідиною й газом, що викликає, поряд з масообміном, і процес теплообміну між фазами. Для проведення розрахунку плівкових абсорберів необхідно мати математичну модель.

Математична модель в цьому випадку може бути представлена наступними рівняннями:

$$\frac{dT_{ж}}{dl} = \frac{® D^2}{2 \cdot G_{Ж} \cdot C_{Ж}} \left[\ _{Г} \cdot Y \cdot \Delta H - K_{ТХ} \left(T_{Ж} - T_{Х} \right) - K_{ТГ} \left(T_{Ж} - T_{Г} \right) \right] \qquad (1)$$

$$\frac{dT_x}{dl} = \frac{®D^2}{2 \cdot G_X \cdot C_X} K_{TX} \left(T_Ж - T_X\right) \quad (2)$$

$$\frac{dT_Г}{dl} = \frac{®D^2}{2 \cdot G_Г \cdot C_Г} K_{TГ} \left(T_Ж - T_Г\right) \quad (3)$$

$$\frac{dY}{dl} = \frac{dC_B^*}{dl} C_B - \frac{1}{G_Г} \frac{dC_B}{dl} \quad (4)$$

$$\frac{dC_B}{dl} = \frac{®D^2}{2} \quad _Г Y \quad (5)$$

де $T_Ж, T_Г, T_X$ - температура: сировини, газу, хладоагенту, К; $G_Ж$ - витрата сировини, кг/с; $G_Г$ - витрата газа, кг/с; G_X - витрата хладоагенту, кг/с; $C_Ж$, C_X, $C_Г$ - питоми теплоємності, Дж/кг; ΔH - тепловий ефект реакції, кДж/моль; K_{TX}, $K_{TГ}$ - коефіцієнти теплопередачі, Вт/м^2·К; D – внутрішній діаметр труби, м; Y – рушійна сила, моль/м^3; C_B - концентрація SO_3 у потоці, моль/м^3; C^* - концентрація SO_3 на межі розділу фаз, моль/м^3; l - довжина, м; $_Г$ - коефіцієнт масопередачі, м/с.

Значення коефіцієнтів масопередачі, теплопередачі, теплоємності були взяти за літературними даними.

Розрахунок складу продуктів на прикладі двох послідовних реакцій проводився за наступними рівняннями:

$$\frac{dC_A}{d²} = -K_1 \cdot C_A \cdot C_B^* \quad (6)$$

$$\frac{dC_R}{d²} = K_1 \cdot C_A \cdot C_B^* - K_2 \cdot C_R \cdot C_B^* \quad (7)$$

$$\frac{dC_S}{d²} = K_2 \cdot C_R \cdot C_B^* \quad (8)$$

де A – сировина; R – готовий продукт; S – побічний продукт; K_1, K_2 – константа швидкості реакцій.

Для проведення математичного моделювання плівкового абсорбера була складена програма з використанням пакета прикладних програм MATLAB. В результаті досліджень показано, що температура сировини має пік по довжині абсорбера, температура газу також має експериментальну залежність, а температура хладоагенту має експоненціальну залежність. Зі збільшенням витрати сировини температурний пік також збільшується і зсувається уздовж абсорбера. Зі збільшенням витрати газу практично ніяких змін не проходить. При збільшенні витрати хладоагенту температурний пік знижується і зсувається к началу абсорбера.

При необхідності є можливість розрахунку конструктивних характеристик плівкового абсорбера. При цьому визначається діаметр

абсорбера, його висота, витрата абсорбенту, загальне число труб.

Була розроблена система управління плівковим абсорбером. Основні контури регулювання наступні: контур регулювання температури, контур регулювання співвідношення витрат газу і сировини, контур стабілізації витрати сировини, контроль тиску газу і сировини, контроль якості готового продукту. Управління плівковим абсорбером реалізується з використанням мікроконтролера, що призначений для автоматичного регулювання і логіко-програмного керування. Рішення цих задач дає змогу отримати продукти високої якості зі зменшенням викидів в навколишнє природне середовище.

Список літератури: 1. *Товажнянський Л.Л. та інші.* Процеси та апарати хімічної технології: Підручник: У 2-х ч. – Ч.2. – Харків: НТУ "ХПІ". 2007. – 540 с. **2.** *Миголь В.И., Ковалев В.М.* Производство анионных поверхностно-активных веществ: есть ли шансы// Хімічна промисловість України. – 2004. - № 2. – С. 4-8. **3**. *Подустов М.А., Дзевочко А.М.,*

Литвиненко Е.И., *Бабиченко Ю.А., Черноног Р.С.* Энерго- и ресурсосберегающие технологии в производстве поверхностно-активных веществ//Інтегровані технології та енергозбереження. – 2011. - № 2. – С. 29-34

УДК 504.53.054

РИКУСОВА Н.І.*, *АВЕРЧЕНКО В.І., доц., к.т.н.

ПРОБЛЕМИ ЗАБРУДНЕННЯ ДОВКІЛЛЯ НАФТОШЛАМАМИ.

Забруднення навколишнього середовища нафтою й нафтопродуктами є одним з найбільш масштабних і небезпечних видів впливу людини на навколишнє середовище. [1]

Нафтова промисловість в силу специфіки своєї діяльності є потенційно небезпечною для довкілля. Це обумовлено токсичністю вуглеводнів, що видобуваються із супутніх їм речовин, які застосовуються у технологічних процесах та відносяться до 3-4 класів небезпеки.

Одним з істотних джерел забруднення навколишнього середовища є нафтошлами. У процесі видобутку нафти, при промисловій експлуатації родовищ та бурінні свердловин, при очищенні технологічного обладнання і утворенні стічних вод відбувається створення відходів, що вміщують нафту, які не знайшли рентабельної технології їх використання або переробки. Ці відходи носять загальну назву нафтошлами.

За походженням нафтошлами поділяються на групи, що розрізняються за фізико-хімічними властивостями. До найбільш небезпечних забруднювачів