



دانشگاه آزاد اسلامی

واحد تهران جنوب

دانشکده تحصیلات تکمیلی

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد "M.Sc"

مهندسی شیمی - محیط زیست

عنوان:

مدل سازی راکتور اختلاط کامل لجن فعال (CMAS) در تصفیه پساب شهری

استاد راهنما:

استاد مشاور:

نگارش:

فهرست مطالب

شماره صفحه

عنوان

چکیده

مقدمه

فصل اول: کلیات

- | | |
|---|---|
| 1 | 1-1) تعریف و هدف تصفیه فاضلاب |
| 3 | 2-1) تقسیم بندی فاضلاب |
| 4 | 3-1) پیامدهای زیست محیطی و انسانی فاضلاب |
| 6 | 4-1) کمبودهای مطالعاتی در زمینه شبیه سازی های تصفیه خانه ها |
| 7 | 5-1) روش کار و تحقیق |

فصل دوم: نقش میکروارگانیسم ها

- | | |
|----|--|
| 9 | 1-2) میکروارگانیسم های شرکت کننده و نقش آنها |
| 11 | 1-1-2) منبع کربن و انرژی |
| 13 | 2-1-2) نیازمندی های عوامل رشد و مواد مغذی |
| 14 | 2-2-) فرایند نیتریفیکاسیون |
| 15 | 1-2-2) توصیف فرایند |
| 15 | 2-2-2) میکروبیولوژی |
| 17 | 3-2-2) روابط استوکیومتری |
| 19 | 4-2-2) سینتیک های رشد |

فهرست مطالب

شماره صفحه

عنوان

| | |
|----|--|
| 21 | 5-2-2) عوامل طبیعی |
| 21 | 6-2-2) سمیت |
| 22 | 3-2) فرآیند دنیتریفیکاسیون |
| 23 | 1-3-2) توصیف فرایند |
| 24 | 2-3-2) میکروبیولوژی |
| 25 | 3-3-2) روابط استوکیومتری |
| 28 | 4-3-2) سینتیک های رشد |
| 29 | 5-3-2) تاثیر غلظت اکسیژن محلول |
| 30 | 6-3-2) اثر همزمان نیتریفیکاسیون و دینتریفیکاسیون |
| 31 | 7-3-2) عوامل محیطی |
| | فصل سوم : تصفیه فاضلاب |
| 33 | 1-3) کلیات و مراحل |
| 33 | 1-1-3) سطح تصفیه |
| 34 | 2-1-3) تصفیه بیولوژیکی |
| 35 | 3-1-3) تعدادی تعاریف مفید |
| 37 | 4-1-3) انواع فرایندهای بیولوژیکی |

فهرست مطالب

شماره صفحه

عنوان

| | |
|----|--|
| 39 | 3-1-5) فرایند رشد معلق |
| 39 | 3-1-6) فرایند لجن فعال |
| 41 | 3-1-7) فرایند رشد ثابت |
| 42 | 3-2) گوناگونی راکتورها در تصفیه فاضلاب |
| 48 | 3-3) تعیین مشخصات فاضلاب |
| 48 | 3-3-1) ترکیبات اصلی فاضلاب برای طراحی فرایند |
| 50 | 3-3-2) ترکیبات کربن دار |
| 52 | 3-3-3) ترکیبایت نیتروژن دار |
| 53 | 3-3-4) قلیائیت |
| 54 | 3-4) دلیل انتخاب راکتور اختلاط کامل |
| | فصل 4: مدل سازی فرایند |
| 59 | 4-1) مدل های ASM |
| 60 | 4-2) مدل ASM1 |
| 61 | 4-2-1) دلیل انتخاب مدل ASM1 |
| 61 | 4-2-2) مقایسه مدل ASM1 با مدل ASM3 |
| 63 | 4-2-3) روش ارائه مدل |

فهرست مطالب

| شماره صفحه | عنوان |
|------------|--|
| 63 | 4-2-4) قالب بندی و نشانه گذاری |
| 65 | 4-2-5) استفاده در موازنه جرم |
| 67 | 4-3) مدل ترکیب اکسیداسیون کربن، نیتریفیکاسیون و دنیتریفیکاسیون |
| 70 | 4-4) مدل ادراکی |
| 77 | 4-5) ترکیبات در مدل |
| 81 | 4-6) فرایندها در مدل |
| 88 | 4-7) مشخصه سازی فاضلاب و تخمین مقادیرهای پارامتر |
| 89 | 4-7-1) تخمین ضرایب استوکیومتری |
| 95 | 4-7-2) تخمین پارامترهای سینتیکی |
| 105 | 4-8) محدوده های پارامتر نمونه مقادیرهای قراردادی و تاثیرات پارامترهای زیست محیطی |
| 105 | 4-8-1) مقادیرهای پارامتر نمونه |
| 110 | 4-8-2) مقدارهای قراردادی |
| 111 | 4-8-3) تاثیرات زیست محیطی |
| 112 | 4-8-4) فرضیات، محدودیت ها و اجبارها |
| 113 | 4-9) فرضیات و محدودیت های همراه با مدل |
| 114 | 4-10) الزاماتی بر پایه کاربرد مدل |

فصل پنجم: اجرای مدل

فهرست مطالب

شماره صفحه

عنوان

| | |
|---|--|
| 117 | 1-5) پیاده سازی مدل لجن فعال |
| 117 | 1-1-5) الگوی کلی جریان |
| 118 | 2-1-5) الگوریتم کلی برنامه |
| 121 | 2-5) شرایط اولیه |
| 122 | 3-5) شرایط کار متغیر |
| 122 | 4-5) معادلات موازنه جرم در مدل ASM1 |
| 126 | 1-4-5) مدل سازی فرایند هوادهی |
| 126 | 2-4-5) معادلات مربوط به ته نشین ساز نشین ساز |
| 128 | 3-4-5) آماده سازی معادلات موازنه جرم برای ورود به برنامه |
| 131 | 5-5) اجرای برنامه |
| 131 | 1-5-5) ورودی ها و خروجی ها |
| 143 | 6-5) مقایسه و تحلیل مقادیر |
| فصل ششم : راکتور اختلاط کامل دوره ای و بهینه سازی زمان هوا دهی | |
| 149 | 1-6) مقدمه |
| 150 | 2-6) مدل |
| 151 | 3-6) فرآیند |

فهرست مطالب

شماره صفحه

عنوان

| | |
|-----|-----------------------------------|
| 152 | 4-6) کنترل متغیر ها |
| 153 | 5-6) معادلات بهینه سازی |
| 154 | 6-6) قوانین به کار رفته |
| 156 | 7-6) روش حل و نتایج بهینه سازی |
| | فصل هفتم : نتیجه گیری و پیشنهادات |
| 160 | نتیجه گیری |
| 161 | پیشنهادات |
| 162 | پیوست ها |
| 167 | منابع و ماخذ |
| 167 | فهرست منابع لاتین |
| 170 | سایت های اطلاع رسانی |
| 171 | چکیده انگلیسی |

فهرست جدول ها

| شماره صفحه | عنوان |
|------------|---|
| 10 | 1-2) طبقه بندی میکروارگانیزم ها بر حسب دهنده الکترون، گیرنده الکترون و دیگر پارامترها |
| 37 | 1-3) اصطلاحات مورد استفاده در تصفیه بیولوژیکی فاضلاب |
| 38 | 2-3) فرایندهای بیولوژیکی مهم در تصفیه فاضلاب |
| 48 | 3-3) علایم مورد استفاده در فرآیندهای تصفیه فاضلاب |
| 55 | 4-3) مقایسه کلی راکتورهای مورد استفاده در فرآیندهای تصفیه فاضلاب |
| 67 | 1-4) روابط استوکیومتری و سینتیکی برای رشد باکتری هتروتروفیک در یک محیط هوایی |
| 75 | 2-4) الف) ماتریس روابط استوکیومتری و سینتیک های فرآیند برای اکسیداسیون، نیتریفیکاسیون و دنیتریفیکاسیون ب) متغیرهای حالت برای مدل ASM1 |
| 76 | 3-4) پارامترهای سینتیکی برای مدل ASM1 |
| 76 | 4-4) پارامترهای استوکیومتری برای مدل ASM1 |
| 103 | 5-4) پارامترها و مشخصاتی که می توان مستقیم حدس زد |
| 105 | 6-4) پارامترهایی که پیش از محاسبه باید اطلاعات وارزیابی های پیشین روی آنها انجام گیرد |
| 109 | 7-4) مقادیر قراردادی در pH خنثی |

فهرست جدول ها

| شماره صفحه | عنوان |
|------------|---|
| 110 | 8-4) مشخصات قراردادی چند فاضلاب خانگی بین چند کشور جهان |
| 127 | 1-5) پارامترهای معادله Takacs |
| 130 | 2-5) ماتریس ضرایب استوکیومتری |
| 132 | 3-5) مقادیر ترکیبات ASM1 ورودی به برنامه |
| 133 | 4-5) مقادیر پارامترهای طراحی ورودی به برنامه |
| 133 | 5-5) مقادیر مشخصات کلی تصفیه خانه |
| 134 | 6-5) شرایط عملیاتی تصفیه خانه |
| 135 | 7-5) مقادیر خروجی از برنامه و مقایسه آنها با خروجی راکتور نمونه |
| 152 | 1-6) میانگین ترکیبات ورودی |

فهرست نمودارها

شماره صفحه

عنوان

- 1-3) اجزای COD فاضلاب و اطلاعات مربوط به اجزای COD در طراحی دقیق فرآیندهای لجن فعال در طراحی های دقیق لجن فعال 51
- 2-3) مشخصات فاضلاب برای ترکیبات نیتروژن 53

فهرست شکل ها

شماره صفحه

عنوان

| | | |
|----|---|--|
| 11 | هتروتروف | 1-2) متابولیسم باکتریایی (a) هوازی هتروتروف (b) هوازی اتوتروف (c) بی هوازی |
| 14 | فرآیند نیتریفیکاسیون بیولوژیکی | 2-2) |
| 16 | لجن یک مرحله ای (b) سیستم رشد معلق با لجن دو مرحله ای | 2-3) فرآیندهای مورد استفاده برای نیتریفیکاسیون بیولوژیکی (a) سیستم رشد معلق با |
| 22 | تشکیل نیتروژن در فرآیندهای تصفیه بیولوژیکی | 4-2) |
| 24 | انواع راکتور ها و فرایندهای دنیتریفیکاسیون مورد استفاده برای انجام آنها | 5-2) |
| 40 | دیاگرام فرآیند تصفیه بیولوژیکی رشد معلق | 1-3) |
| 43 | شمای راکتور اختلاط کامل در فرآیند تصفیه فاضلاب (CMAS) | 2-3) |
| 44 | شمای راکتور جریان قالبی (plug) در فرآیند تصفیه فاضلاب | 3-3) |
| 62 | مقایسه جریان COD در مدل ASM1 و ASM3 | 1-4) |
| 95 | زنجیره تخریب بیولوژیکی | 2-4) |

فهرست شکل ها

شماره صفحه

عنوان

-
- 3-4) تاثیر تغییر نسبت سوبسترا به بیومس (نسبت غذا به میکروارگانیزم F/M) روی
101 OUR در یک راکتور Batch
- 118 1-5) الگوی کلی جریان مدل سازی
- 121 2-5) الگوریتم کلی مدل سازی بر پایه ASM1
- 123 3-5) نمای کلی راکتور اختلاط کامل لجن فعال
- 128 4-5) شمای کلی یک ته نشین ساز
- 136 5-5) گراف تغییرات غلظت نیتروژن آمونیاکی و آمونیومی با زمان
- 136 6-5) گراف تغییرات غلظت نیتروژن آلی ذره ای قابل تجزیه بیولوژیکی با زمان
- 137 7-5) گراف تغییرات غلظت نیتروژن آلی محلول قابل تجزیه بیولوژیکی با زمان
- 137 8-5) گراف تغییرات غلظت قلیائیت با زمان
- 138 9-5) گراف تغییرات غلظت ماده آلی بی اثر محلول با زمان
- 138 10-5) گراف تغییرات غلظت سوبسترای قابل تجزیه بیولوژیکی سریع با زمان
- 139 11-5) گراف تغییرات غلظت ماده آلی بی اثر ذره ای با زمان
- 139 12-5) گراف تغییرات غلظت سوبسترای قابل تجزیه بیولوژیکی کند با زمان

فهرست شکل ها

| شماره صفحه | عنوان |
|------------|---|
| 140 | 13-5) گراف تغییرات غلظت بیومس هتروتروفیک فعال با زمان |
| 140 | 14-5) گراف تغییرات غلظت ذرات حاصل از تخریب بیومس با زمان |
| 141 | 15-5) گراف تغییرات غلظت بیومس اتوتروفیک فعال با زمان |
| 141 | 16-5) گراف تغییرات غلظت نیتروژن نیتراتی و نیتریتی با زمان |
| 142 | 17-5) گراف تغییرات غلظت اکسیژن محلول با زمان |
| 157 | 1-6) مسیرهای کنترل بر اساس قوانین پایه گذاری شده |
| 158 | 2-6) مسیر بهینه نیتروژن در محدوده تعریف شده برای $Z=39\%$ |
| 158 | 3-6) کنترل میزان هوادهی در راکتور فرایند لجن فعال دوره ای ارایه شده |

چکیده :

مدل سازی تصفیه خانه های شهری و صنعتی نیاز به اصول اولیه ای دارد که بر طبق آن باید بر اساس استانداردهای جهانی به صورت یکپارچه و هماهنگ در سراسر جهان انجام شود. به همین منظور از مدل های **ASM (ACTIVATED SLUDGE MODELS)** می توان استفاده کرد.

در این پایان نامه از مدل شماره یک **ASM** برای مدل سازی تصفیه خانه شهری استفاده شده است و سعی شده الگوریتم ارایه شده در آن بتواند پاشخگوی حالات مختلف باشد. همچنین راکتوری که جهت حذف **BOD** و نیتریفیکاسیون به کار رفته است راکتور اختلاط کامل لجن فعال (**CMAS**) می باشد که مناسب ترین راکتور تصفیه فاضلاب می باشد.