Задание на курсовой проект по дисциплине "Процессы и аппараты химического и нефтехимического производства"

Спроектировать ректификационную колонну непрерывного действия с ситчатыми тарелками для разделения бинарной смеси, если производитель­ность по исходной смеси GF т/ч, содержание легколетучего компонента в исходной смеси хF , в дистилляте хD , в кубовом остатке хW (% масс.); греющий пар имеет абсолютное давление 4 кгс/см2

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № варианта | | Смесь | GF | xF | хD | xW |
| 1. | А | Ацетон – бензол | 6,5 | 33 | 93 | 1,8 |
| 2. | Б | Ацетон – вода | 7,5 | 35 | 94 | 1,9 |
| 3. | В | Ацетон – этиловый спирт | 8,5 | 37 | 95 | 2,0 |
| 4. | Г | Бензол – уксусная кислота | 9,5 | 39 | 96 | 2,1 |
| 5. | Д | Вода – уксусная кислота | 10,5 | 41 | 97 | 2,2 |
| 6. | Е | Изопропиловый спирт – вода | 11,5 | 18 | 75 | 2,3 |
| 7. | Ж | Метиловый спирт – бензол | 12,5 | 17 | 47 | 2,4 |
| 8. | З | Метиловый спирт – вода | 13,5 | 36 | 92 | 2,5 |
| 9. | И | Метиловый спирт – этиловый спирт | 14,5 | 34 | 91 | 2,6 |
| 10. | К | Метиловый спирт – бензол | 15,5 | 19 | 48 | 2,2 |
| 11. | Л | Сероуглерод – ацетон | 6 | 30 | 63 | 2,7 |
| 12. | М | Толуол – уксусная кислота | 7 | 31 | 64 | 2,8 |
| 13. | Н,О | Хлороформ – бензол | 8 | 32 | 90 | 2,9 |
| 14. | П | Этиловый спирт – вода | 9 | 29 | 89 | 3,0 |
| 15. | Р | Ацетон – бензол | 10 | 38 | 90 | 2,9 |
| 16. | С | Ацетон – вода | 11 | 40 | 99 | 2,8 |
| 17. | Т | Ацетон – этиловый спирт | 12 | 24 | 92 | 2,7 |
| 18. | У | Бензол – уксусная кислота | 13 | 25 | 93 | 2,6 |
| 19. | Ф | Вода – уксусная кислота | 14 | 26 | 94 | 2,5 |
| 20. | Х | Метиловый спирт – этиловый спирт | 15 | 27 | 95 | 2,4 |
| 21. | Ц, Ч | Метиловый спирт – вода | 16 | 28 | 96 | 2,3 |
| 22. | Ш, Щ | Изопропиловый спирт – вода | 10,5 | 20 | 80 | 3,0 |
| 23. | Э | Метиловый спирт – бензол | 11,5 | 18 | 75 | 2,3 |
| 24. | Ю | Сероуглерод – ацетон | 12,5 | 17 | 63 | 2,4 |
| 25. | Я | Толуол – уксусная кислота | 13,5 | 36 | 64 | 2,5 |

Значения физико-химических характеристик компонентов смесей приведены в таблицах 1-6.

Таблица 1. Физические свойства жидкостей

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Жидкость | Химическая формула | Мольная масса, кг/кмоль | Температура кипения, ºС | Мольный объём, см3/моль |
| Ацетон | СН3СОСН3 | 58,08 | 56,1 | 74,0 |
| Бензол | С6Н6 | 78,11 | 80,2 | 96,0 |
| Вода | Н2О | 18,02 | 100 | 18,9 |
| Метиловый спирт | СН3ОН | 32,04 | 64,7 | 37,0 |
| Уксусная кислота | СН3СООН | 60,05 | 118,1 | 68,4 |
| Хлороформ | СНСl3 | 119,37 | 61,2 | 90,3 |
| Этилацетат | СН3СООС2Н5 | 88,10 | 77,1 | 107.0 |
| Этиловый спирт | С2Н5ОН | 46,07 | 78,3 | 59,2 |

Таблица 2. Равновесные составы жидкости *х* и пара *у* (% мол.) и температуры кипения *t* (ºС)

бинарных смесей при давлении 760 мм рт. ст.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Смесь | *х* | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 |
| Ацетон - бензол | *у* | 0 | 24,3 | 40 | 51,2 | 59,4 | 66,5 | 73 | 79,5 | 87,3 | 93,2 | 100 |
| *t* | 80,2 | 76,4 | 72,4 | 69,6 | 66,7 | 64,3 | 62,4 | 60,7 | 59,6 | 58,8 | 56,1 |
| Ацетон - вода | *у* | 0 | 72 | 80,3 | 82,7 | 84,2 | 85,5 | 86,9 | 88,2 | 90,4 | 94,3 | 100 |
| *t* | 100 | 69,6 | 64,5 | 62,6 | 61,6 | 60,7 | 59,8 | 59,0 | 58,2 | 57,5 | 56,1 |
| Ацетон – этиловый спирт | *у* | 0 | 26,2 | 41,7 | 52,4 | 60,5 | 67,4 | 73,9 | 80,2 | 86,5 | 92,9 | 100 |
| *t* | 78,3 | 73 | 69 | 65,9 | 63,6 | 61,8 | 60,4 | 59,1 | 58 | 57 | 56,1 |
| Бензол – уксусная кислота | *у* | 0 | 42 | 59 | 68,6 | 75 | 79 | 83 | 88 | 92,5 | 97 | 100 |
| *t* | 118,1 | 105,8 | 99 | 94 | 90,3 | 88 | 85,7 | 84,5 | 82 | 80,8 | 80,2 |
| Вода – уксусная кислота | *у* | 0 | 16,7 | 30,3 | 42,5 | 53 | 62,6 | 71,6 | 79,5 | 84,6 | 93 | 100 |
| *t* | 118,1 | 113,8 | 110,1 | 107,5 | 105,8 | 104,4 | 103,3 | 102,1 | 101,3 | 100,6 | 100 |
| Метиловый спирт - вода | *у* | 0 | 41,8 | 57,9 | 66,5 | 72,9 | 77,9 | 82,5 | 87 | 91,5 | 95,8 | 100 |
| *t* | 100 | 87,7 | 81,7 | 78 | 75,3 | 73,1 | 71,2 | 69,3 | 67,6 | 66 | 64,7 |
| Метиловый спирт – этиловый спирт | *у* | 0 | 14,3 | 27,1 | 39,6 | 51,5 | 62,6 | 72,3 | 79,8 | 86,6 | 93,2 | 100 |
| *t* | 78,3 | 76,5 | 75 | 73,6 | 72,2 | 70,8 | 69,4 | 68,2 | 66,9 | 65,9 | 64,7 |
| Этилацетат – уксусная кислота | *у* | 0 | 28,7 | 50,6 | 65,4 | 77 | 85,6 | 92 | 95,1 | 98,9 | 99,8 | 100 |
| *t* | 118,1 | 111,8 | 105,8 | 100,5 | 96,3 | 92,2 | 88,6 | 85,5 | 82,4 | 79,5 | 77,1 |
| Хлороформ - бензол | *у* | 0 | 12,6 | 27,2 | 41 | 54,6 | 66 | 74,6 | 83 | 90,5 | 96,2 | 100 |
| *t* | 80,2 | 79,6 | 78,4 | 77,2 | 75,9 | 74,5 | 73,1 | 71 | 68,7 | 65,7 | 61,2 |
| Этиловый спирт - вода | *у* | 0 | 44,2 | 53,1 | 57,6 | 61,3 | 65,4 | 69.9 | 75,3 | 81,8 | 89,8 | 100 |
| *t* | 100 | 86,5 | 83,2 | 81,7 | 80,8 | 80 | 79,4 | 79 | 78,6 | 78,4 | 78,3 |

Таблица 3. Плотность жидких веществ (ρх) при различных температурах

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вещество | Плотность (кг/м3) при температуре, ºС | | | | | |
| 20 | 40 | 60 | 80 | 100 | 120 |
| Ацетон | 791 | 768 | 746 | 719 | 693 | 665 |
| Бензол | 879 | 858 | 836 | 815 | 793 | 769 |
| Вода | 998 | 992 | 983 | 972 | 958 | 943 |
| Метиловый спирт | 792 | 774 | 756 | 736 | 714 |  |
| Уксусная кислота | 1048 | 1027 | 1004 | 981 | 958 | 922 |
| Хлороформ | 1489 | 1450 | 1411 | 1380 | 1326 | 1280 |
| Этилацетат | 901 | 876 | 851 | 825 | 797 | 768 |
| Этиловый спирт | 789 | 772 | 754 | 735 | 716 | 693 |

Таблица 4. Вязкость жидких веществ (μх) при различных температурах

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вещество | Вязкость (мПа·с) при температуре, ºС | | | | | |
| 20 | 40 | 60 | 80 | 100 | 120 |
| Ацетон | 0,322 | 0,268 | 0,23 | 0,2 | 0,17 |  |
| Бензол | 0,65 | 0,492 | 0,39 | 0,316 | 0,261 | 0,219 |
| Вода | 1,0 | 0,656 | 0,469 | 0,357 | 0,284 | 0,232 |
| Метиловый спирт | 0,584 | 0,45 | 0,351 | 0,29 | 0,24 | 0,21 |
| Уксусная кислота | 1,22 | 0,9 | 0,7 | 0,56 | 0,46 | 0,37 |
| Хлороформ | 0,57 | 0,466 | 0,39 | 0,33 | 0,29 | 0,26 |
| Этилацетат | 0,449 | 0,35 | 0,297 | 0,248 | 0,21 | 0,178 |
| Этиловый спирт | 1,19 | 0,825 | 0,591 | 0,435 | 0,326 | 0,248 |

Таблица 5. Вязкость паров веществ (μу) при различных температурах

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Вещество | Вязкость (мПа·с) при температуре, ºС | | |
| 0 | 100 | 200 |
| Ацетон | 0,0069 | 0,0094 | 0,0121 |
| Бензол | 0,007 | 0,0092 | 0,0121 |
| Вода | 0,0085 | 0,0123 | 0,0161 |
| Метиловый спирт | 0,0088 | 0,0123 | 0,0157 |
| Уксусная кислота | 0,00725 | 0,0104 | 0,0135 |
| Хлороформ | 0,00104 | 0,0132 | 0,016 |
| Этилацетат | 0,0092 | 0,0101 | 0,0125 |
| Этиловый спирт | 0,0079 | 0,0108 | 0,0137 |

Таблица 6. Поверхностное натяжение жидких веществ (σ) при различных температурах

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вещество | Поверхностное натяжение (дин/см)\* при температуре, ºС | | | | | |
| 20 | 40 | 60 | 80 | 100 | 120 |
| Ацетон | 23,7 | 21,2 | 18,6 | 16,2 | 13,8 | 11,4 |
| Бензол | 29 | 26,3 | 23,7 | 21,3 | 18,8 | 16,4 |
| Вода | 72,8 | 69,6 | 66,2 | 62,6 | 58,9 | 54,9 |
| Метиловый спирт | 22,6 | 20,9 | 19,3 | 17,6 | 15,7 | 13,6 |
| Уксусная кислота | 27,8 | 25,8 | 23,8 | 21,5 | 19,4 | 17,3 |
| Хлороформ | 27,2 | 24,4 | 21,7 | 19 | 16,3 | 13,6 |
| Этилацетат | 24,3 | 21,7 | 19,2 | 16,8 | 14,4 | 12,1 |
| Этиловый спирт | 22,3 | 20,6 | 19 | 17,3 | 15,5 | 13,4 |

* 1 дин/см = 10-3 Н/м

Пример расчёта ректификационной колонны:

Романков П.Г. Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии (примеры и задачи) [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / П.Г. Романков, В.Ф. Фролов, О.М. Флисюк. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : ХИМИЗДАТ, 2017. — 544 c. — 978-5-93808-290-8. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67350.html> С. 358-366.