

模拟软件辅助化工分离工程教学*

韩媛媛,刘勇军

(华侨大学 化工学院,福建 厦门 361021)

[摘要]化工分离工程课程涉及很多工程计算。教学实践环节中应加强化工模拟软件的应用,将课堂理论教学与工程实际问题有机结合起来。在模拟软件的辅助下,学生更好地掌握了化工分离工程课程的基本内容,课堂教学收到了很好的效果。

[关键词]化工分离工程;模拟软件;辅助教学

Simulation Software Aided Teaching in the Course of Chemical Engineering Separation

Han Yuanyuan, Liu Yongjun

(School of Chemical Engineering, Huaqiao University, Xiamen, Fujian 361021)

Abstract: A lot of calculation are involved in course of chemical engineering separation. In the practice section, the application of simulation software is strengthened. Theoretical teaching is effectively connected with engineering actual problems, by which the students will quickly master the basic contents of chemical engineering separation. Wonderful purposes of classroom teaching are gained.

Key words: Chemical engineering separation; Simulation software; Supplementary teaching

化工分离工程是我校化学工程与工艺专业学生的专业必修课,采用陈洪钊等主编的《化工分离过程》(第二版)作为教材。我们将化工模拟软件应用到该课程的教学,使学生更好地掌握了课程的基本内容,收到了很好的教学效果。本文以物系的泡露点计算为例,介绍化工模拟软件 Aspen Plus 在教学中的应用。

泡露点计算是分离过程设计中最基本的气液平衡计算。在给定体系温度或压力的条件下,试差计

算可以得到对应的压力或者温度,从而确定精馏过程各塔板的温度或者判断闪蒸过程是否可行^[1]。在实际教学中,我们先进行原理的讲解,然后采用手算和模拟软件辅助计算相结合的方式对例题求解^[2-5],加深学生对知识点的理解。下面以教材例题为例,说明 Aspen Plus 软件在教学中的应用。

例:丙酮(1)-丁酮(2)-乙酸乙酯(3)三元混合物所处的压力为 2 026.5 kPa,液相组成(摩尔分数)为 $x_1 = x_2 = 0.3$, $x_3 = 0.4$ 。试用活度系数法

[作者简介] 韩媛媛(1971-),女,副教授,博士;刘勇军(1981-),男,副教授,博士。

[通信作者] 韩媛媛, E-mail: hanyuan@hqu.edu.cn。

* 基金项目:2018 年华侨大学研究生教育教学改革研究资助项目(编号:18YJ13)。

计算泡点温度。

为了训练学生解决问题的能力,我们采用 5 种方法进行模拟计算,选择的热力学计算方法为 Wilson 方法。在没有实验数据验证的情况下,几种方法的计算结果仅作为参考。

一、性质分析法

利用软件的 Analysis 模块(即物性数据分析模块)对体系进行物性计算的过程如下:1.启动软件,进入 Analysis 模块,在 Properties 中输入三种组分;2.点击 Analysis,建立一个名为 PT-1 的性质分析,选择分析类型为 PTENVELOPE;3.输入各组分的量及体系所处的状态;4.运行性质分析。

计算结果如图 1 和图 2 所示,所得泡点温度为 212.4℃。我们给学生设置了一个小问题:图 1 中的两条线怎么读?为什么?

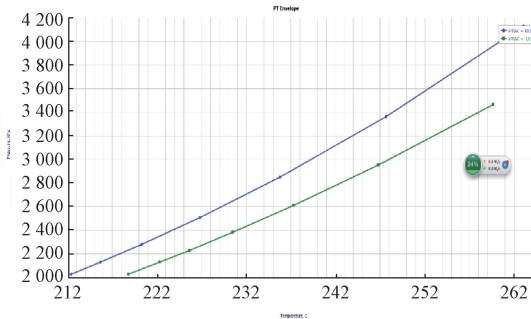


图 1 性质分析法计算结果(曲线)

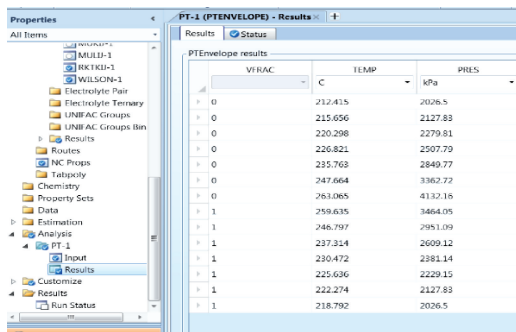


图 2 性质分析法计算结果(数值)

二、换热器方法

建立一个模拟流程,对体系进行性质计算的过程如下:1.启动软件,输入三种组分;2.点击 Simulation,在 Exchanger 模块中选择 Heater,建立一个换热流程;3.输入进入换热器流股 S1 的参数,按照例题所给条件,设定进入换热器温度为

20℃;4.输入模块 B1 所需参数,主要是温度和压力;5.运行流程模拟。

第 4 步输入压力为 0,表示换热前后没有压力降;所给的气相分率也为 0。这样的设定条件才能得到所需的泡点温度。计算结果如图 3 所示,所得泡点温度为 212.4℃。我们给学生设置了一个小问题:为什么在气相分率为 0 时,对应的换热器流股 S2 的温度才是体系的泡点温度?

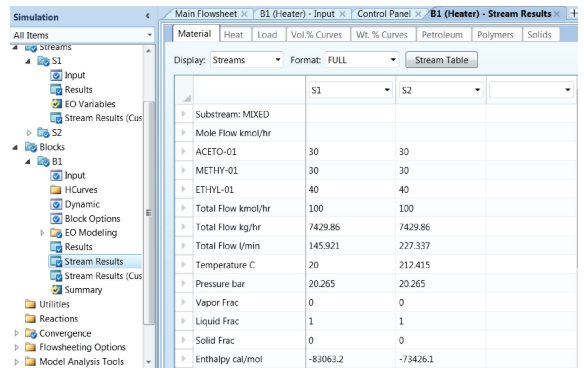


图 3 换热器方法模拟结果

三、闪蒸器法

建立一个模拟流程,对体系进行性质计算的过程如下:1.启动软件,输入三种组分;2.点击 Simulation,在 Exchanger 模块中选择 Flash,建立一个闪蒸流程;3.输入进入闪蒸器流股 S1 的参数,按照例题所给条件,设定进入闪蒸器温度为 20℃;4.输入闪蒸模块 B1 所需参数,主要是温度和压力;5.运行流程模拟。

同样,输入压力为 0,表示换热前后没有压力降;所给的气相分率为 0。结果如图 4 所示,所得泡点温度为 212.4℃。该方法与换热器方法类似,但选择的模块不一样。我们给学生设置了一个小问题:为什么输入气相分率为 0 时,对应的闪蒸器流股 S3(液相流股)的温度才是体系的泡点温度?

四、物流线的性质分析法

运用物流线的性质分析法对体系性质进行计算的过程如下:1.启动软件,输入三种组分;2.在 Simulation 页面中画一个流股 S1(见图 5);3.输入流股 S1 的例题条件;4.在 Simulation 页面中,点击 S1 流股选项,点击菜单选项中的 Stream Analysis,选择 Bubble and DewPoint 页面计算填

写;5.运行模拟分析。

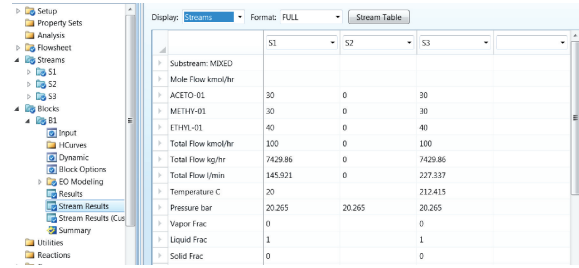


图 4 闪蒸器法模拟结果

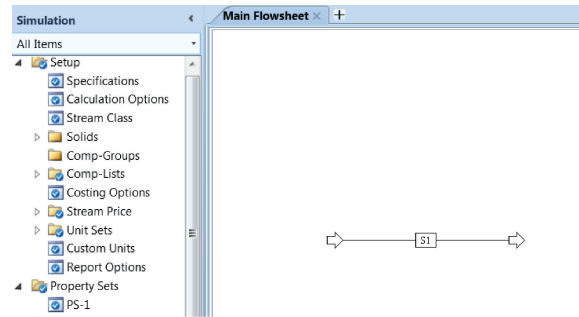


图 5 流股建立

结果如图 6 所示,所得泡点温度结果为 212.4℃。该方法是利用软件自带的工具进行分析计算。需要注意的是,并不是所有的性质都可以用该方法进行分析计算。所得结果有数值结果和曲线两种类型。我们给学生设置了一个小问题:如何从曲线图中读出结果?

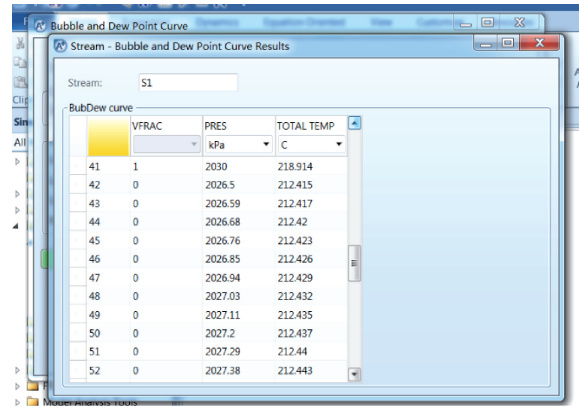


图 6 物流线的性质分析法分析结果

五、利用 Property-set 法进行流程模拟

利用 Property-set 法进行流程模拟的过程如下:1.启动软件,输入三种组分;2.建立一个最简单的单元操作流程(该方法和换热器方法不同的是换热器进出流股温度由模拟者自定,而压力设为例题所给条件);3.在 Simulation 页面中的 Set

up 中,点击 Property set,建立一个名为 PS-1 的文件;4.设定 PS-1 进行体系泡点温度计算,设定泡点温度单位为℃;5.在 Simulation 页面中的 Report option 中,点击 Stream 选项,点击 Property sets 选中 PS-1;6.运行流程模拟。

结果如图 7 所示,所得泡点温度为 212.4℃。该方法具有普适性,可以用于体系其他性质的计算,如混合物密度、黏度等。我们给学生设置了一个小问题:如何使用该方法计算体系在此压力下的露点温度?

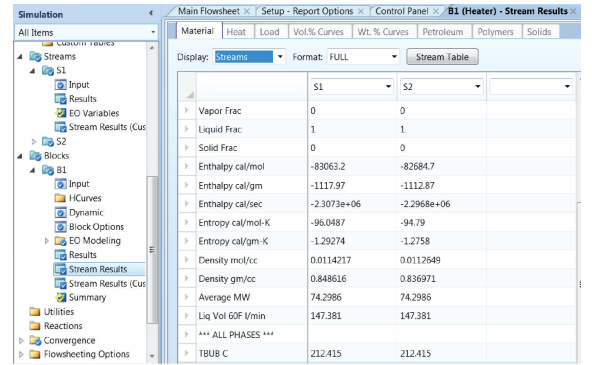


图 7 Property-set 法流程模拟结果

以上 5 种方法均可以用来计算给定物系的泡露点。学生通过对比计算过程和结果,并回答问题,可以总结出各种方法的优点。这样的教学方式使学生深刻理解了相关概念原理与计算过程,锻炼了学生应用理论知识解决问题的能力,提高了教学效果。教师通过设置问题,引导学生思考,激发了学生的学习热情,提高了学生的自主学习能力。

(文字编辑:李丽妍)

参考文献:

[1] 陈洪钊,刘家祺. 化工分离过程[M].2 版. 北京:化学工业出版社,2014.

[2] 熊杰明. Aspen Plus 实例教程[M]. 北京:化学工业出版社,2013.

[3] 田文德. 化工过程计算机辅助设计基础[M]. 北京:化学工业出版社,2012.

[4] 孙兰义. 化工流程模拟实训[M]. 北京:化学工业出版社,2012.

[5] 包宗宏. 化工计算与软件应用[M]. 北京:化学工业出版社,2013.