

УДК 663.551

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕХАТРОННЫХ ПОДСИСТЕМ
В ЦИКЛИЧЕСКОЙ РЕКТИКАЦИИ
USE OF MECHANOTRONIC SUBSYSTEMS
IN CYCLIC RECTIFICATION
Ю.В. Булий, П.Л. Шиян, А.М. Куц**

**Национальный университет пищевых технологий,
г. Киев, Украина**

Аннотация. Авторами предложен способ организации управляемых циклов ректификации путем использования мехатронных подсистем. Реализация электро-механо-пневмо-электронной системы управления позволяет обеспечить раздельное движение фаз по тарелкам ректификационной колонны, увеличить поверхность их контакта на 20 % за счет рационального использования рабочей площади тарелок, продлить время контакта жидкости и пара до состояния, близкого к равновесному, повысить эффективность массообмена, а также сократить удельный расход греющего пара до 35 % по сравнению с типовыми установками. Инновационную технологию целесообразно использовать для организации работы бражной, эспирационной и спиртовой колонн брагоректификационной установки с целью повышения качества ректифицированного спирта и сокращения расхода пара на перегонку бражки и очистки этилового спирта.

Ключевые слова: мехатронная подсистема, ректификация, тарелка, массообмен, управляемые циклы

Abstract. The authors proposed a method for organizing controlled repeat cycles using mechatronic subsystems. The implementation of the electro-mechanical-pneumatic-electronic control system allows for the separate movement of the phases through the rectifying plates, increasing their contact surface by 20 % due to the rational use of the work area of the plates, extending the contact time of the liquid and steam to a state close to the

equilibrium, increasing the efficiency of the mass transfer, as well as to reduce the specific consumption of heating steam to 35 % in comparison with typical installations. In order to improve the quality of refined alcohol and reduce the consumption of tare for distillation of the mash and etiolcohol cleaning, we recommend to use it for eating alcohol and alcohol.

Keywords: mechatronic subsystem, rectification, plate, mass transfer, controlled cycles.

Раздельное движение фаз по тарелкам ректификационной колонны (РК) позволяет интенсифицировать массообмен за счет единовременной смены жидкостной задержки на тарелках, повысить эффективность работы контактных устройств и сократить удельный расход греющего пара [1].

Для управления циклами задержки и перелива жидкости авторами предложено включить в схему обвязки РК механотронную подсистему на основе пневмоэлектроавтоматики. Механотронный подход к разработке и внедрению технологии управляемой ректификации заключается в том, что при проектировании брагоректификационного оборудования РК должны образовывать целостные электро-механо-пневмо-электронные технические системы, включающие электронно-компьютерную аппаратуру. Такое техническое решение позволяет осуществлять автоматизированное управление циклами ректификации, контролировать и поддерживать технологические параметры процесса массообмена в заданных пределах [2].

Целью работы было исследование эффективности использования механотронной подсистемы в РК для управления циклами ректификации — контролируемой задержки жидкости на тарелках и ее перелива по тарелкам колонны.

Для достижения поставленной задачи экспериментальная РК была оснащена микропроцессорной пневматикой фирмы FESTO (стандартными пневмоцилиндрами двунаправленного действия типа DNT 63-50-PPV-A), связанной через подвижные тяги с клапанами, которые поочередно открывали и закрывали

переливные отверстия парных и непарных по порядку размещения тарелок за заданным алгоритмом, и современными компьютерно-интегрированными средствами [3,4] (рис.1).



Рис.1. Реализация мехатронной подсистемы управления циклами ректификации

К основным преимуществам пневмоцилиндров типа DNT относятся простота их конструкции и технического обслуживания, полная пожаро- и взрывобезопасность, надежность работы в широком диапазоне температур в условиях высокого риска возгорания или взрыва газа.

Мнемосхема включения РК в режим циклической ректификации представлена на рис. 2. Обозначения временных интервалов (Т) в рабочем цикле (РЦ) в зависимости от положения клапанов, закрепленных на тягах 1 и 2, приведены в табл. 1.

Обозначение временных интервалов (Т) задержки и перелива жидкости в РЦ

Таблица 1

Номер тяги	Положение клапана							
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
Тяга 1	Откр.	Закр.	Откр.	Закр.	Закр.	Закр.	Закр.	Закр.
Тяга 2	Закр.	Закр.	Закр.	Закр.	Откр.	Закр.	Откр.	Закр.

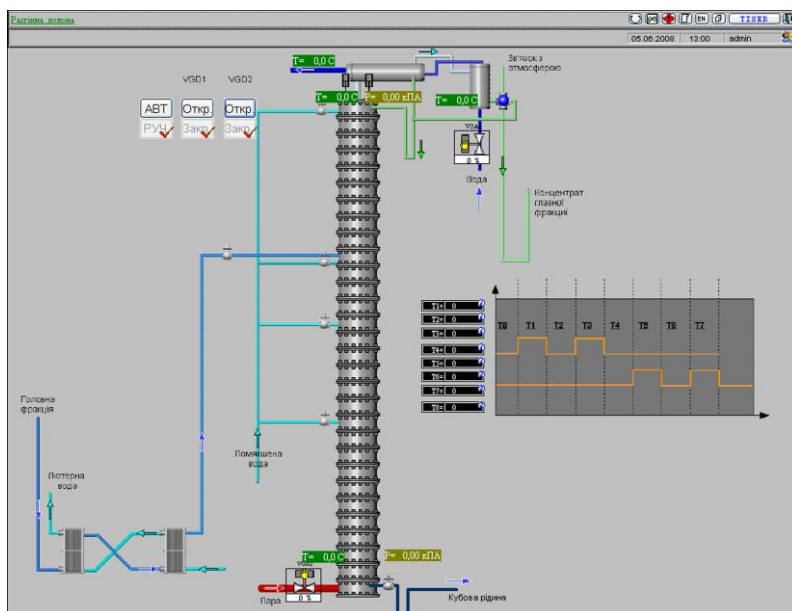


Рис.2. Мнемосхема включения КР в режим циклической ректификации

T_1 — заданный интервал времени, на протяжении которого клапаны тяги 1 находятся в крайнем верхнем положении «открыто», происходит синхронный перелив жидкости с непарных на парные тарелки по всей высоте колонны. В этот период клапаны тяги 2 находятся в крайнем нижнем положении «закрыто», выполняется задержка жидкости на парных тарелках в заданных интервалах T_1, T_2, T_3, T_4, T_5 — заданный интервал времени, на протяжении которого клапаны тяги 2 находятся в крайнем верхнем положении «открыто», происходит синхронный перелив жидкости с парных на непарные тарелки по всей высоте колонны. В этот период клапаны тяги 1 находятся в крайнем нижнем положении «закрыто», выполняется задержка жидкости на непарных тарелках в заданных интервалах T_5, T_6, T_7, T_8 .

В случае полного перелива жидкости из верхних тарелок на нижние РЦ процесса циклической ректификации составлял:

$$РЦ = T1 + T2 + T5 + T6;$$

$$T1 = T5; \quad T2 = T6; \quad T3 = T7 = 0; \quad T4 = T8 = 0.$$

В случае дробного перелива РЦ процесса составлял:

$$РЦ = T1 + T2 + T3 + T4 + T5 + T6 + T7 + T8;$$

$$T1 + T2 + T3 + T4 = T5 + T6 + T7 + T8.$$

Программное обеспечение позволяло изменять значения $T1...T8$ в широком диапазоне, который определялся экспериментальным путем в зависимости от удельного расхода жидкости и ее качественного состава. Время перелива задавали с помощью значений $T1, T3, T5, T7$, а уровень жидкости на тарелках контролировали изменением значений $T2, T4, T6, T8$.

Использование мехатронной подсистемы управления РК позволяет обеспечить раздельное движение фаз по ее тарелкам, увеличить поверхность контакта фаз на 20 %, исключить перемешивание жидкости на смежных тарелках, повысить эффективность массообмена за счет увеличения времени контакта фаз, а также сократить удельный расход греющего пара до 35 % по сравнению с типовыми РК.

Список литературы

1. A.A. Kiss, C.S. Bildea, A control perspective on process intensification in dividing-wall columns, *Chemical Engineering and Processing: Process Intensification* 50 (2011) 281-292.
2. Губарев А.П. Мехатроника: учеб. пособие для студ. спец. «Гидравл. и пневмат. машины» специализаций «Мехатроника в машиностроении», «Приклад. гидроаэромеханика и мехатроника» / А.П. Губарев, О.В. Левченко. – К.: НТУУ «КПИ», 2007. – 180 с.
3. Патент України 116565. Ректифікаційна колона з керованими циклами / Ю.В. Булій, П.Л. Шиян, А.П. Дмитрук, П.А. Дмитрук. – Заявлено 12.12.16; Опубл. 25.05.17, Бюл. № 10.
4. Патент на изобретение 2372965 С2 В01D 3/00, В01D 3/20 (RU). Способ перелива жидкости по тарелкам колонного аппарата в процессе массообмена между паром и жидкостью / Дмитрук А.П., Черняховский И.Б., Дмитрук П.А., Булій Ю.В. – заявл. 27.09.2007; Опубл. 20.11.09, Бюл. № 32/2007.