**Методика определения коэффициентов ПИД-контроллера при моделировании автоматизированных систем управления ректификационной колонной с применением пакета ChemCAD**

К.В. Абрамов

Аспирант МГУИЭ, Москва

**Введение**

Возможность применения программного комплекса ChemCAD (США) для учебно-тренировочного комплекса (УТК), играет важную роль в процессах обучения студентов по дисциплине «Автоматизация технологических процессов и производств». Этому способствует несколько важных особенностей ChemCAD:

- возможность исследования модели реального объекта на компьютере, избегая энергетических потерь, потерь сырья, поломки оборудования и аварийных ситуаций из-за проведения эксперимента на реальной установке;

- возможность моделирования и расчёта системы при различных возмущениях (включая критические);

- возможность моделирования различных систем автоматизированного управления, определения показателей качества переходных процессов;

- быстрота и удобство расчёта установки.

Особый интерес представляет возможность ChemCAD моделировать различные автоматизированные системы управления, включая каскадные.

Автоматика в ChemCAD представлена двумя элементами:

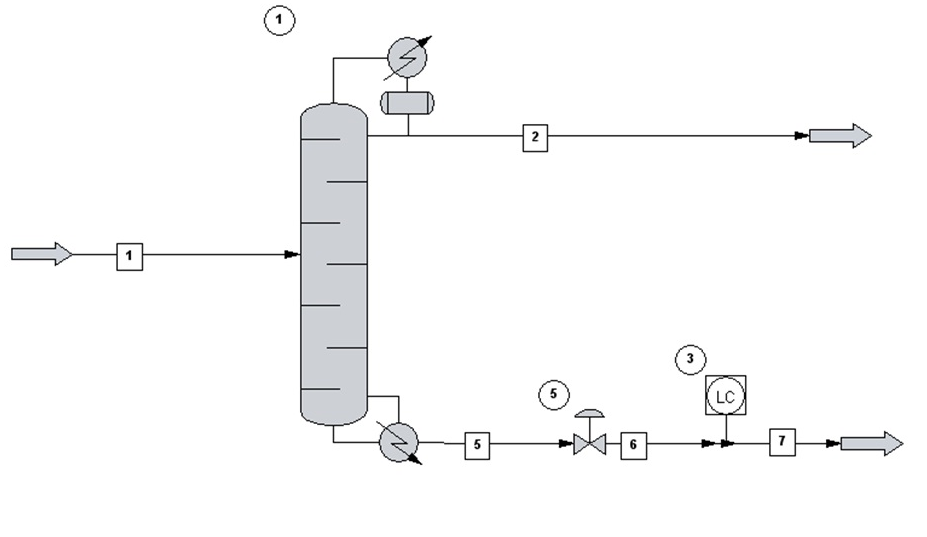
- регулирующий клапан;

- ПИД-контроллер.

ПИД-контроллер это составная единица, объединяющая в себе функции, как датчика, так и контроллера. На основе этих двух компонентов строится любая сложная система АСР ректификационной колонной.

В процессе моделирования остро ставится вопрос определения настроек ПИД-контроллера для обеспечения наилучшего регулирования требуемого технологического параметра. Руководство по моделированию динамики протекания технологических процессов в ректификационных колоннах для ChemCAD не даёт ответа на этот вопрос, предлагая обратиться к руководствам для специалистов по системам управления [1]. В теории автоматического регулирования существуют различные методы расчета настроек регуляторов, одни из которых являются более точными, но трудоемкими, другие – простыми, но более приближенными. Рассмотрим возможность применения метода незатухающих колебаний (Циглера-Никольса) для определения параметров настройки ПИД-контроллера.

Для апробирования данной методики будет использована модель ректификационной колонны для разделения смеси «метанол-вода», поступающая в колонну количеством 10000 кг/ч с содержанием легколетучего компонента 50%. Колонна содержит 11 тарелок, тарелка питания – 4. Сырьё подаётся в колонну при температуре 25 °С и давлении 1 бар. Падение давления по колонне 0,3 бар.



«Рис.1. Технологическая схема процесса».

Подробнее метод незатухающих колебаний рассмотрим на примере локального контура регулирования уровня кубовой жидкости.

Для правильной настройки ПИД-контроллера в окне настройки ChemCAD необходимо указать границу чувствительности датчика, характеристику преобразователя датчика, тип подсчёта ошибки регулирования, задание контроллеру, коэффициент усиления процесса (), постоянную интегрирования () и постоянную дифференцирования (). Последние три величины, являются настройками ПИД-контроллера.

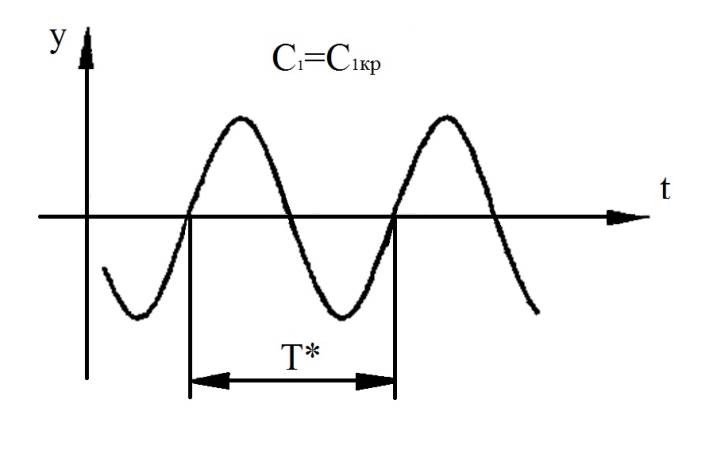
**Метод незатухающих колебаний**

Метод незатухающих колебаний предполагает расчёт рабочих настроек любого регулятора в два этапа.

На первом этапе подбирается такая настройка пропорциональ­ного регулятора (т.е. выключается интегральная и дифференциаль­ная составляющие), при которой в замкнутой системе устанавли­ваются незатухающие колебания (рис. 2), т.е. система находится на границе устойчивости. Это значение настройки называется критическим.

На втором этапе рассчитываются рабочие настройки выбранного регулятора по приближенным формулам в зависимости от величи­ны и периода незатухающих колебаний *Т\**. При этом рабочие настройки обеспечивают степень затухания больше 0,75.

Далее приводятся формулы для расчета настроек различных ре­гуляторов по методу Циглера-Никольса.



«Рис. 2.Иллюстрация к методу Циглера-Никольса»

|  |  |
| --- | --- |
| П-регулятор | **;** (1)(1) |
| ПИ-регулятор | **;**; (2) |
| ПИД-регегулятор | ; ; . (3) |

Изложенный метод расчета настроек на первом этапе предполага­ет проведение эксперимента в замкнутой системе регулирования, в котором система выводится на границу устойчивости. Подобные экс­перименты, как правило, нежелательны, а иногда и недопустимы [2].

Величины , и в ChemCAD и , и из формул (1-3) связаны между собой внутренними алгоритмами программы.

Так формулы их связи в ChemCAD будут иметь вид:

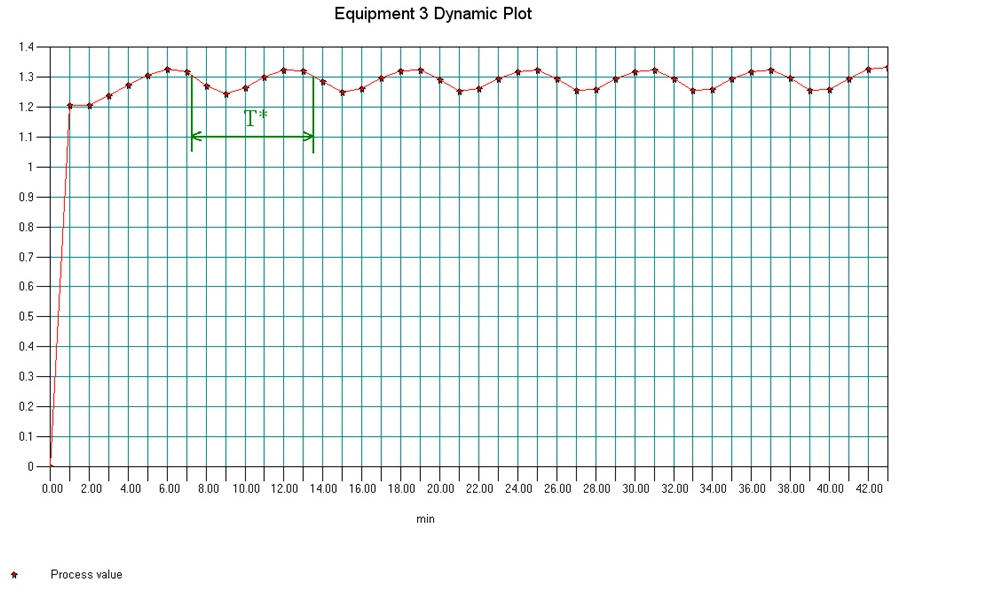
пропорциональная ; (4)

интегральная ; (5)

дифференциальная . (6)

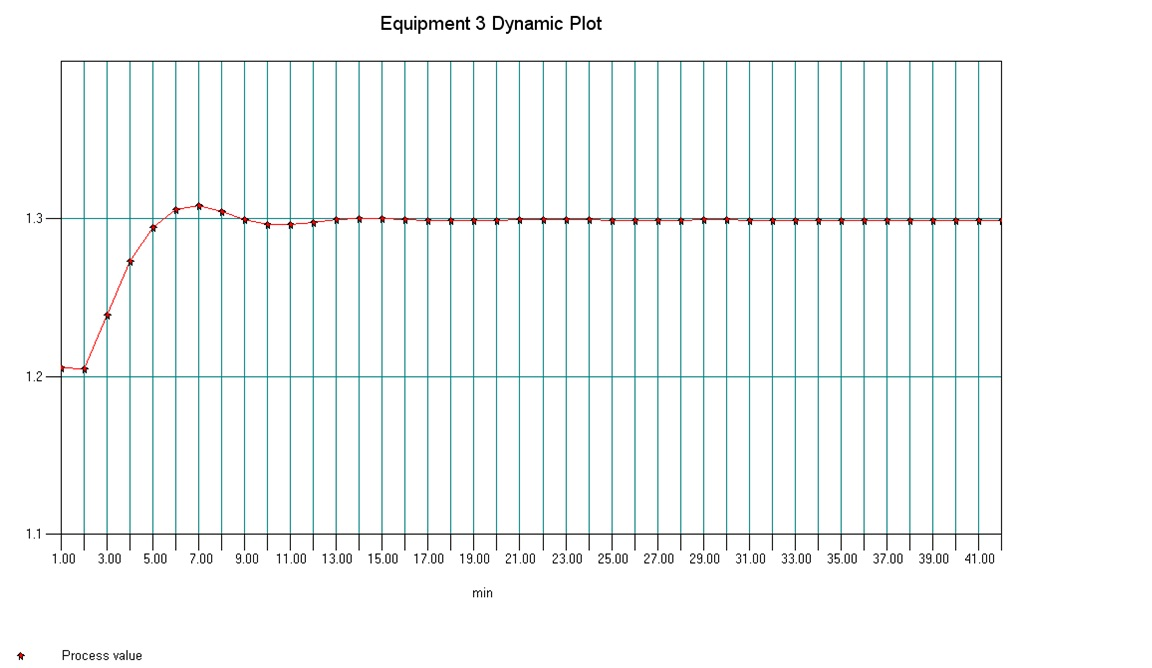
Таким образом, для начала необходимо методом подбора определить  и по формуле (4) вычислить соответствующее [2]. Далее, используя формулы (1-6), вычислять значения коэффициентов ПИД-контроллера для используемых типовых регуляторов, характерных для регулирования требуемой величины.

Пример применения метода незатухающих колебаний изображён на рис.3-4.



«Рис. 3. График переходного процесса изменения уровня жидкости в кубе, PB = 2,5».

Данный рисунок показывает график переходного процесса исследуемого технологического параметра при критическом значении . На рисунке 3 также показан период незатухающих колебаний *Т\*,* который необходим для определения интегральной и дифференциальной составляющей ПИД-контроллера*.*



«Рис. 4. График переходного процесса изменения уровня жидкости в кубе, PB = 5».

На рис. 4 изображён график переходного процесса уровня жидкости после того, как точно посчитана пропорциональная составляющая .

В данном примере достаточно только П-составляющей для получения графика переходного процесса необходимого вида. В большинстве случаев становится мало использования только пропорционального закона регулирования, поэтому остальные параметры настройки ПИД-контроллера вычисляются по формулам (1-6) и подставляются в соответствующие места панели настройки ChemCAD.

Таким образом, удалось доказать возможность применения метода незатухающих колебаний для определения настроек ПИД-контроллера в ChemCAD и проверить его работоспособность на примере контура управления уровнем жидкости в кубе ректификационной колонны, что даёт право использования данного метода для настройки более сложных систем автоматизированного управления в программе ChemCAD.

**Литература**

1. Руководство пользователя: ПМП ХЕМКАД CC-DYNAMICS. Моделирование динамики протекания технологических процессов /по ред. Гартман Т.Н., М., 2009.
2. Софиева Ю.Н., Софиев А.Э. Теория управления: Текст лекций. М.: МГУИЭ, 2002. 184 с.