

Выбор критерия функционирования вспомогательного объекта оборотного водоснабжения производства соды

А. А. Бобух, А. Н. Маковоз

*Национальный технический университет «Харьковский
политехнический институт»*

Производство кальцинированной соды по аммиачному способу (ПКС) состоит из объектов со сложными процессами и аппаратами химической технологии с несколькими замкнутыми циклами по материальным потокам. Замкнутые циклы значительно усложняют разработку компьютерно–интегрированной системы управления (КИСУ) объектами и ПКС в целом, так как возникающее «непредсказуемое» нарушение технологического процесса на одном объекте ПКС может распространиться на другие, вызывая там нежелательные отклонения в ходе технологического процесса. Подробный анализ ПКС позволил сделать вывод о возможности и необходимости декомпозиции задачи управления ПКС на подзадачи управления основными и вспомогательными объектами и ПКС в целом с разработкой КИСУ для повышения их энергосбережения. Основные объекты условно разделены на две группы.

Первая группа – объекты с аппаратами, в которых холодная вода, в результате химических экзотермических реакций за счет теплоотдачи при конвективном теплообмене между движущейся холодной водой и поверхностью ее раздела с твердой средой, нагревается и полностью возвращается горячая вода на вспомогательный объект ОВС. К ним относятся объекты: регенерации аммиака из растворов, абсорбции газов, насыщения аммонизированного рассола диоксидом углерода и получения гидрокарбонатной суспензии, термического разложения влажного гидрокарбоната натрия, обжига карбонатного сырья.

Вторая группа – объекты, потребляющие холодную воду безвозвратно, к ним относятся объекты: подготовки раствора хлорида натрия для ПКС, фильтрования гидрокарбонатной суспензии, гашения извести и получения известковой суспензии.

К вспомогательным объектам в первую очередь относится объект оборотного водоснабжения (ОВС), предназначенный для отвода теплоты, которая выделяется в процессе химических экзотермических реакций основных объектов, и влияющий на энергосбережение всего ПКС. Вспомогательный объект ОВС состоит из: камер горячей и холодной воды, градирен, насосов подачи горячей воды на градирни и холодной воды на основные объекты, дутьевых вентиляторов подачи воздуха на градирни, насосов подачи «свежей» воды для компенсации безвозвратного потребления воды основными объектами второй группы.

Выбор технико-экономического критерия функционирования вспомогательного объекта ОВС является важным этапом при разработке КИСУ этим объектом, поскольку они определяют всю стратегию управления. При выборе частных критериев функционирования объекта ОВС необходимо

учитывать, что в области допустимых решений они должны быть аддитивными с общим критерием управления ПКС, чтобы не возникали противоречия между производством в целом и его отдельными объектами. Поэтому для управления объектом ОВС показателем его работы следует считать количество теплоты ($Q_{I\bar{A}\bar{N}}$), которое отводится из основных объектов первой группы ПКС в результате химических экзотермических реакций ($Q_{об}$) (здесь и дальше все величины в формулах приводятся в относительных единицах):

$$Q_{I\bar{A}\bar{N}} = Q_{об}, \quad (1)$$

Реальный же расход холодной воды на вспомогательный объект ОВС ПКС ($F_{I\bar{A}\bar{N}}$) ограничен тремя факторами: объемными расходами воды на продувку для выравнивания солевого баланса оборотной воды ($F_{сА}$); расходом холодной воды на охлаждение теплоты химических реакций основных объектов первой группы ПКС ($F_{об}$); безвозвратным расходом холодной воды на основные объекты второй группы ПКС ($F_{АВ}$), то есть:

$$F_{I\bar{A}\bar{N}} = F_{сА} + F_{об} + F_{АВ}, \quad (2)$$

Чтобы дифференцировано подойти к выбору критерия функционирования объекта ОВС ПКС, введем функцию штрафа (D_j), характеризующую ущерб, который наносится основным объектам первой группы ПКС в результате неэффективного отвода теплоты. Таким ущербом (j) может быть снижение производительности объекта ОВС, повышение температуры оборотной воды, повышение расходы энергоресурсов и др., что довольно просто определяется в стоимостном выражении.

Рассмотренные обоснования и предпосылки с математическими зависимостями (1-2) позволяют определить критерий (K) для повышения эффективности функционирования объекта ОВС и снижению водопотребления основными объектами ПКС в виде:

$$K = (S_{I\bar{x}} + S_{I\bar{o}})F_{I\bar{A}\bar{N}} - \sum_{j=1}^N D_j F_j, \quad (3)$$

где $S_{I\bar{x}}$ – стоимость полной очистки единицы оборотной воды в результате продувки, $S_{I\bar{o}}$ – стоимость затрат на перекачку по трубопроводам и обработку объектом ОВС единицы объема воды; $F_{I\bar{A}\bar{N}}$ – реальный расход холодной воды на вспомогательный объект ОВС; D_j – ущерб, наносимый основным объектам первой группы ПКС в результате неэффективного отвода теплоты; F_j – доля j -ой составляющей ущерба, наносимого основным объектам первой группы ПКС в результате неэффективного отвода теплоты.

Минимизация критерия (3) будет способствовать повышению эффективности функционирования объекта ОВС и снижению энергетических затрат всего ПКС в целом.

Рассмотренные математические зависимости наиболее просто можно реализовать при помощи современных микропроцессорных контроллеров со специальным программным обеспечением и контрольно-измерительных приборов и средств автоматизации для разработки КИСУ вспомогательным объектом ОВС и ПКС в целом.