

О быстродействии алгоритма управления процессом флотации

В.Л. Чечулин,
ст. преп., chечulinvl@mail.ru
А.В. Сибиряков,
магистр.,
ПГНИУ, г. Пермь

На примере алгоритма управления процессом флотационного обогащения руд, реализующего общий метод пространства состояний управления качеством химико-технологических процессов, посредством модельных данных имитирующих изменение состава входного продукта, показана достаточность быстродействия алгоритма управления для экономической эффективности адаптивного управления процессом флотации.

On the example of a control algorithm of process of the floatation enrichment of ores realizing the general method of space of conditions of quality management of the chemical and technological processes, by means of model data imitating change of structure of an entrance product the sufficiency of speed of a control algorithm for economic efficiency of adaptive management of floatation process was shown.

Рассматривается способ управления процессом непрерывного флотационного обогащения руд [1]. Общая схема алгоритма описана в [2], алгоритм исследован на устойчивость в [3], кроме устойчивости для обеспечения экономической эффективности его использования алгоритм должен обладать определённым быстродействием. Общая статистическая диаграмма процесса приведена на рис. 1.

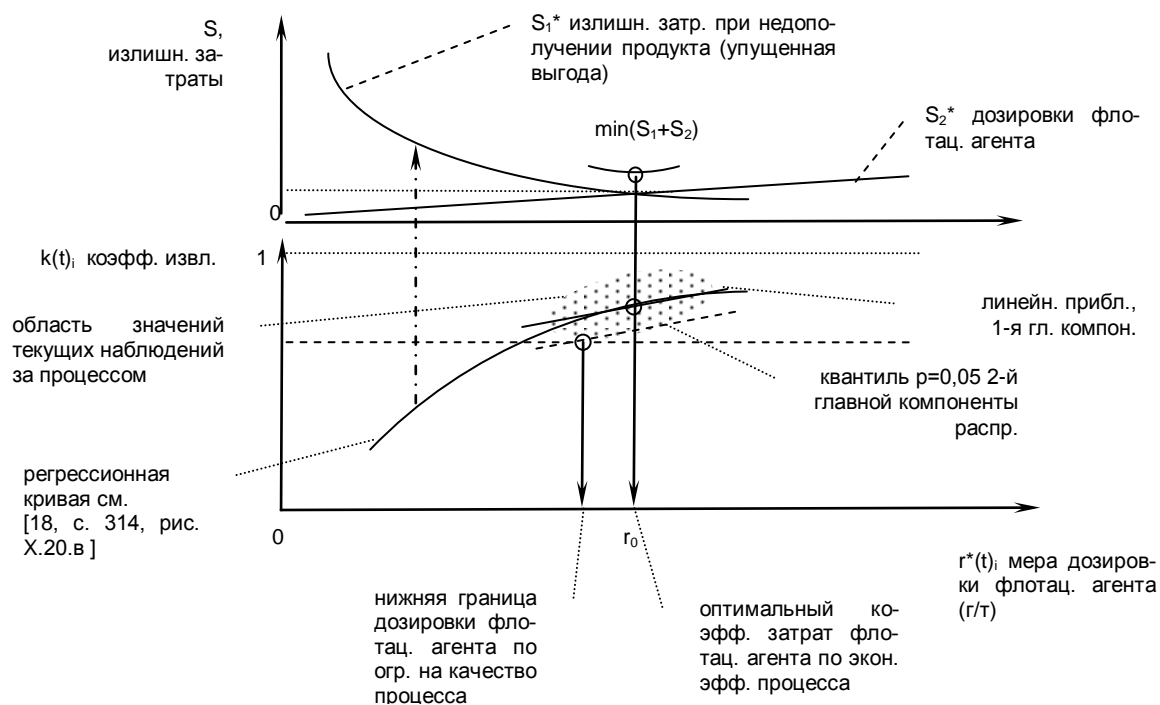


рис. 1. Диаграмма управления процессом флотации

Возможность применения в этом алгоритме, и в подобных алгоритмах, принципа малой вариации параметра управления [4] обеспечивается тем, что функция зависимости дополнительных издержек $S_1 + S_2$ имеет приближённо параболический (квадратичный) вид [5], что означает, что при малой вариации параметра управления, необходимой для идентификации в текущем времени зависимости параметра качества от параметра управления, затраты на эти идентификацию пренебрежительно малы по сравнению с получаемым совокупным эффектом уменьшения издержек при работе алгоритма.

При этом при устойчивости к возмущениям быстродействие алгоритма должно позволять ему реагировать на возмущения таким образом, чтобы по сравнению со стандартным (не адаптивным) способом управления наблюдался экономический эффект от его использования. На модельных данных экономическая эффективность алгоритма [2], [3] была показана.

Если быстродействие алгоритма управления выше, чем скорость изменения входных параметров технологического процесса (в данном случае содержания полезного компонента в руде), то алгоритм обеспечивает выполнение адаптационного управления. На модельных данных определено относительное быстродействие алгоритма, а также оценена относительная экономическая эффективность адаптационного управления (использующего оптимизацию в текущем времени), по сравнению со стандартным способом управления (постоянной величиной дозировки флотационного агента), см. рис. 1.

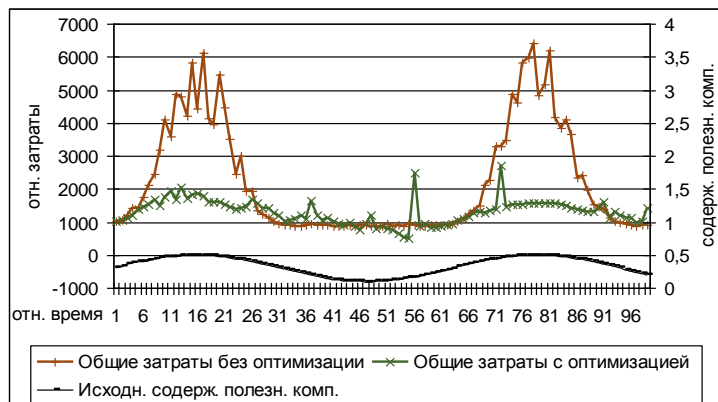


рис. 2. Результаты оптимизации в текущем времени при возмущениях входного параметра

По рис. 1 видно, что при наличии возмущений входного параметра, относительные затраты (дополнительные издержки S_1+S_2) при адаптивном управлении с оптимизацией расхода флотационного агента в текущем времени, ниже, чем в стандартном случае. Негладкость функции затрат с оптимизацией, пилообразность (рис. 2) обусловлена работой в текущем времени принципа малой вариации параметра управления [4], необходимого для идентификации зависимости качества процесса от параметра управления. Но затраты на работу принципа малой вариации параметра управления малы по сравнению с экономической эффективностью алгоритма в целом.

Таким образом, совместно с работами [2] и [3] показано достаточное быстрое действие и экономическая эффективность способа управления непрерывным процессом флотационного обогащения руд.

Литература

1. Галургия. Теория и практика, ред. д. т. н. Соколов И. Д., Л.: "Химия, Лен. отд.", 1983.— 368 с.
2. Чечулин В. Л. Сибиряков А. В. Особенности управления качеством процесса флотационного обогащения руд // Системы проектирования, технологической подготовки производства и управления этапами жизненного цикла промышленного продукта CAD/CAM/PDM: Труды 15-й междунар. конф. 2015. М.: ИПУ РАН, 2015.
3. Чечулин В. Л. Сибиряков А. В. Об устойчивости алгоритма управления процессом флотации // Системы проектирования, технологической подготовки производства и управления этапами жизненного цикла промышленного продукта, CAD/CAM/PDM: Труды 16-й междунар. конф. М.: ИПУ РАН, 2016.
4. Чечулин В. Л., Метод пространства состояний управления качеством сложных химико-технологических процессов / монография, Перм. гос. нац. исслед. ун-т. Пермь, 2011.— 114 с.
http://www.psu.ru/files/docs/science/books/mono/chechulin_metod_2012.pdf
5. Чечулин В. Л. О квадратичной зависимости экономических параметров при управлении технологическим процессом // Системы проектирования, технологической подготовки производства и управления этапами жизненного цикла промышленного продукта, CAD/CAM/PDM: Труды 16-й междунар. конф., ИПУ РАН, М., 2016, с. 392–395.