

УДК 621.59(075.8)

¹Буткевич И.К., доктор техн. наук, ²Сиренев В.В.

Институт физических проблем им. П.Л. Капицы РАН, ул. Косыгина, 2, г. Москва, РФ, 119334

e-mail: ¹butkevich@kapitza.ras.ru; ²sirenev@mail.ruORCID: ¹<http://orcid.org/0000-0001-9683-6707>; ²<http://orcid.org/0000-0002-4673-8399>

АДАПТИВНАЯ СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ КРИОГЕННОЙ ГЕЛИЕВОЙ УСТАНОВКИ: ЕЁ ОСОБЕННОСТИ И ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ РАЗРАБОТКИ

В криогенных гелиевых установках (КГУ) используют системы автоматического управления (САУ) различного уровня. Все современные зарубежные и отечественные САУ КГУ создаются на базе компьютерной техники. Это повышает надёжность и эффективность КГУ, снижает энергозатраты. Однако для коррекции алгоритма работы и параметров контуров автоматического регулирования требуется участие высококвалифицированных специалистов, разработчиков как КГУ, так и её САУ. В связи с этим появляется необходимость в разработке САУ нового поколения с непрерывным процессом адаптации, которая будет обеспечивать перенастройку регуляторов при изменяющихся характеристиках объекта без контроля и вмешательства обслуживающего персонала. Рассмотрены особенности адаптивных САУ и обоснована целесообразность их разработки. Сформулированы основные задачи, подлежащие решению.

Ключевые слова: Криогенная гелиевая установка. Ожижитель гелия. Система автоматического управления. Переходный режим. Адаптивная САУ. Оптимальный алгоритм.

1. ВВЕДЕНИЕ

Современные криогенные гелиевые системы (КГС) и криогенные гелиевые установки (КГУ) используют системы автоматического управления (САУ) различного уровня. Это способствует увеличению надёжности и эффективности КГС и КГУ, снижению энергозатрат в них, а также улучшению подготовки высококвалифицированного персонала, обслуживающего это крайне сложное оборудование.

Сегодня практически все ведущие зарубежные и отечественные предприятия выпускают полностью автоматизированные КГУ и КГС. Такие предприятия, как «Linde Kryotechnik AG», «Air Liquide», производящие серию коммерческих гелиевых ожижителей L70, L140 и L280 (диапазон производительности от 20 до 290 л/ч) и серию гелиевых ожижителей Helial SL, Helial ML, Helial LL (от 15 до 330 л/ч), используют САУ SIMATIC S7-300 фирмы «Siemens» с панелью оператора OP-270. Эта САУ находит достаточно широкое применение в различных отраслях промышленности. В ней используется модульная структура. Она может применяться на всех этапах работы КГС (пуск, захлаживание, ожижение или криостатирование, остановка в автоматическом режиме). При возникновении аварийных ситуаций САУ переводит систему в режим аварийной остановки.

Проектирование и настройка всех параметров и коэффициентов различного типа регуляторов в этой системе происходят на начальном этапе и затем за-

гружаются в контроллер. Алгоритм работы САУ отрабатывается на динамической модели, адекватной реальному объекту. На панели оператора, а также через сеть на экране компьютера в режиме удаленного доступа можно наблюдать за изменениями параметров системы и состоянием оборудования как в табличной, так и графической формах, а также отслеживать возникновение и локализацию аварийных ситуаций. Все данные архивируются и доступны в дальнейшем для обработки. Однако, как правило, это достаточно «жесткая» система», не оставляющая какой-либо свободы технологу — оператору для корректировки алгоритма работы и параметров контуров автоматического регулирования. В случае необходимости изменения некоторых параметров требуется загрузить новые данные в контроллер. Производить все эти изменения должен высококвалифицированный специалист, обычно представитель фирмы-разработчика САУ. Это создаёт определенные сложности и особенно в тех случаях, когда возникает необходимость в такой корректировке во время работы КГУ.

2. ОСОБЕННОСТИ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ САУ КГУ

В ИФП РАН им. П.Л. Капицы совместно с фирмой «Вертикаль» (Санкт-Петербург) разработана и реализована САУ ожижителя гелия Г-4 с поршневыми детандерами, являющегося прототипом промышленной установки КГУ-150/4,5. Основные концептуальные положения, лежащие в основе этой САУ, изложе-