

## Испытания системы управления криогенным комплексом станда калибровки сверхпроводящих магнитов

А.И.Агеев, В.Н.Алферов, А.Ф.Дунайцев, С.И.Зинченко,  
Ю.Н.Иванов, А.Г.Квашин, В.А.Кренделев, А.Ф.Лукьянцев,  
В.М.Прошин, А.Н.Сытин, А.Г.Хворостянов, В.А.Шиптенко  
*ГНЦ РФ Институт физики высоких энергий, Протвино, Россия*

Система управления криогенным комплексом станда калибровки сверхпроводящих магнитов (СУ КК СК СПМ) предназначена для обеспечения работы технологического оборудования в автоматизированном режиме и должна стать основой для создания системы управления криогенным комплексом УНК, включающим в себя те же технологические блоки и узлы, что и станд калибровки.

Описание СУ КК СК СПМ дано в работах [1, 2, 3, 4]. В данной работе приводятся результаты испытаний системы управления криогенным комплексом станда калибровки.

СУ КК СК СПМ создавалась ИФВЭ совместно с НПО Криогенмаш г.Балашиха и прошла отработку на стандах на площадке НПО [2, 3].

Монтаж и пуско-наладочные работы по системе управления станда калибровки завершены в 1994 г. комплексными испытаниями совместно с технологическим оборудованием в штатном режиме.

Все технологическое оборудование станда калибровки разбито на три подсистемы, управление которыми поручено своей ЭВМ: система обеспечения газообразным гелием СОГГ, система хранения гелия СХГ, система термостатирования гелия СТГ (рис 1).

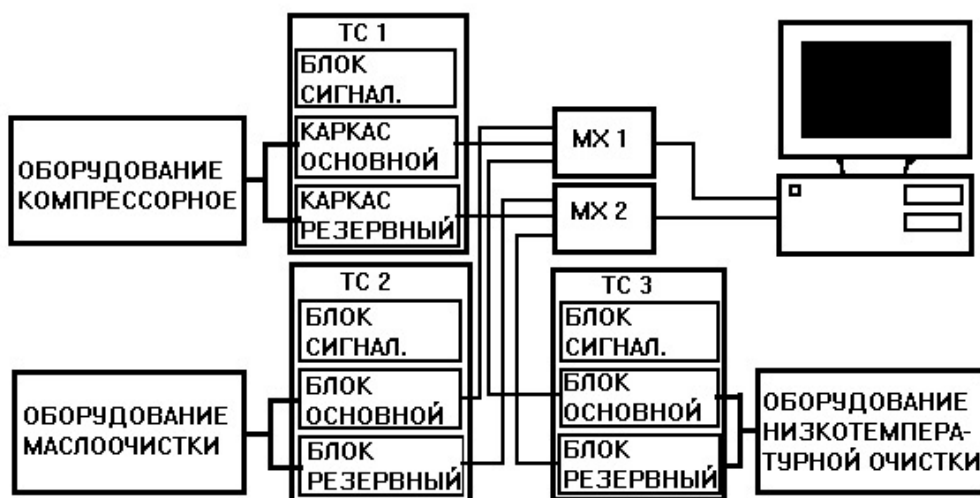


Рис. 1

В свою очередь, каждая подсистема разбита на ряд относительно самостоятельных блоков с приблизительно одинаковым количеством информационных и управляющих сигналов. Всего таких блоков 17. Управление ими поручено микропроцессору — автономному каркасному контроллеру АКК-196 [1], работающему под управлением специализированной операционной системы ЛОТОС [2]. Программа управления каждым блоком “защита” в модуле буферной памяти и загружается в каркасный контроллер при включении СУ.

Аппаратные средства СУ КК СК включают блоки контроля и управления, выполненные в конструктиве “Вектор”, а также силовые блоки, выполненные в конструктиве “Вишня” [1].

Интерфейсная электроника в составе 2 идентичных каркасов (основного и резервного), клеммных плат и блока сигнализации образует терминальную станцию контроля и управления ТС. Система управления прошла все виды испытаний, предусмотренных Программой испытаний: заводские, метрологические, автономные и комплексные.

Цель заводских испытаний — проверка работоспособности аппаратных средств в составе ТС. Испытания проводились с имитаторами технологических датчиков и исполнительных механизмов, непосредственно подключаемых к ТС, под управлением тестовой программы REVIZ [2]. Заводские испытания позволили оценить работоспособность аппаратных средств в условиях промышленных зданий.

Цель метрологических испытаний — метрологическая оценка каналов измерений. Проводилась с физическими имитаторами технологических датчиков, подключаемых к началу кабельных трасс вместо реальных технологических датчиков. В процессе метрологических испытаний выявлено и сведено к минимуму влияние помех на точность и стабильность измерений, вызванных особенностями заземления аппаратных средств, технологических датчиков и экранов кабелей. Снижение уровня помех достигнуто также соответствующей прокладкой контрольных кабелей и кабелей управления, выносом силовых кабелей за зону влияния на контрольные.

Испытания проводились с помощью программы REVIZ. Метрологические испытания позволили оценить точность и стабильность измерения технологических параметров с учетом реальной аппаратуры и линий связи, которая была не хуже 1.

Цель автономных испытаний — проверка программно-технических средств на соответствие требованиям технического проекта. В испытаниях участвовали реальные аппаратные средства и реальное программное обеспечение. Испытания проводились с имитатором криогенного оборудования, обеспечивающим требуемые значения технологических параметров в различных режимах работы оборудования и работу исполнительных механизмов всех типов.

В процессе испытаний проверена база данных каждого технологического блока и электронной аппаратуры. В соответствии с инструкцией собраны и “защиты” в память блоков П-278 каждой из 17 ТС программы ЛОТОС для каждого технологического блока и обоих каркасов (основного и резервного).

Проверены в пошаговом режиме алгоритмы работы технологического оборудования, программы логического управления исполнительными механизмами, программы автоматического регулирования, аварийные режимы работы оборудования и режимы блокировок, работа пульта технолога-оператора под управлением программы PULT [2], программа работы режима дублирования. Завершены испытания непре-

рывной 72-часовой работой программно-технических средств системы управления, позволившей оценить их надежность.

Цель комплексных испытаний — проверка соответствия требованиям технического задания характеристик автоматизированной системы контроля и управления при работе в комплексе с реальным технологическим оборудованием.

При испытаниях с управляющим гелием проверена работа системы управления в информационном режиме, включающем:

- контроль технологических параметров;
- контроль состояния исполнительных механизмов;
- представление информации на местном пульте под управлением программы LOTOS в виде таблиц;
- представление информации на пульте технолога-оператора в виде таблиц, диаграмм, графиков и мнемосхем под управлением программы PULT;
- работу системы аварийных защит и блокировок;
- работу системы архивации и документирования данных.

В режиме дистанционного управления с пульта технолога-оператора проверена работа исполнительных механизмов.

В процессе испытаний уточнены формы представления информации, меню программы PULT, режим работы архива, точность измерения с учетом точности самих датчиков, правильность фазировки исполнительных механизмов.

При испытаниях с управляющим и рабочим гелием проверена работа системы управления в режимах:

- программно-логического управления ПЛУ;
- автоматического регулирования АР.

При этом обеспечивался автоматический запуск технологического оборудования с пульта технолога-оператора, работа адсорберов в режиме ПЛУ, работа блоков МО-800 и НО-800 в режимах ПЛУ и АР, работа турбодетандеров в автоматическом режиме с использованием 9 контуров регулирования и аварийных защит, складирование жидкого гелия.

Комплексные испытания системы управления с реальным технологическим оборудованием обеспечили отладку основного режима работы оборудования - режима ПЛУ, а также режима аварийных защит и блокировок и режима автоматического регулирования, построенных на базе программной логики. Испытания с заменой аналоговых режимов работы контуров регулирования на работу в режиме ПЛУ со ступенчатым открытием и закрытием исполнительных механизмов подтвердили правильность принятых решений.

## **Заключение**

Испытания отдельных элементов СУ КК СК СПМ (заводские и метрологические) и системы в целом (автономные и комплексные) позволили завершить её создание и предоставить возможность создателям криогенного комплекса провести его наладку и испытания совместно с автоматизированной системой контроля и управления, завершившиеся получением и складированием достаточного количества жидкого гелия с параметрами, соответствующими заданным требованиям.

## **Список литературы**

- [1] Прошин В.М. и др. Система контроля и управления криогенны оборудованием стенда калибровки сверхпроводящих магнитов УНК. Тезисы докладов VII Всесоюзного симпозиума по модульным информационно-вычислительным системам, 1989, Новосибирск.
- [2] Иванов Ю.Н. и др. Программное обеспечение автоматизированной системы управления КРИОТРОН на базе IBM PC. Тезисы докладов VI Всесоюзного семинара по автоматизации научных исследований в ядерной физике и смежных областях, 1991, Томск.
- [3] Прошин В.М. и др. Опыт эксплуатации АСУ ТП стенда испытаний криогенного оборудования. Тезисы докладов VI Всесоюзного семинара по автоматизации научных исследований в ядерной физике и смежных областях, 1991, Томск.
- [4] Прошин В.М. и др. "Система управления криогенным комплексом стенда калибровки сверхпроводящих магнитов". Труды XIV Совецания по ускорителям заряженных частиц, том 2, 1994, Протвино.