

**А.В. Троценко**

Одесская государственная академия холода, ул. Дворянская, 1/3, 65082, г. Одесса, Украина  
e-mail: trotalex@rambler.ru

## ФОРМАЛИЗОВАННОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ СХЕМ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ СИСТЕМ

*На примере цикла высокого давления криогенной системы проанализированы особенности и недостатки современного представления расчётной схемы энергетической установки. Изложены правила трансформации обычной расчётной схемы в её формализованный вариант. Рассмотрена специфика составления графа энергетических потоков низкотемпературной системы и приведены примеры его использования при составлении энергетических балансов для совокупности элементов данной системы.*

**Ключевые слова:** Криогенная система. Расчётная схема. Формализация. Узловая точка. Граф. Энергетический баланс.

**A.V. Trotsenko**

## FORMALIZED SCHEMES REPRESENTATION FOR LOW TEMPERATURE SYSTEMS

*On the example of the high-pressure cycle of cryogenic system the features and shortcomings of modern representation for design scheme of energy plant are analyzed. The rules of usual calculation scheme transformation to its formalized variant are presented. The specificities of the graph drawing energy flows in low-temperature system are considered, and examples of its usage to equate the energy balances for the system elements set are represented.*

**Keywords:** Cryogenic system. Design scheme. Formalizing. Nodal point. Graph. Energetic balance.

### 1. ВВЕДЕНИЕ

Формализованное представление расчётных (принципиальных) схем является одним из этапов создания современного методического обеспечения для проектирования и анализа энергетических установок. Основная особенность такого обеспечения состоит в его компьютерной ориентированности, которая в свою очередь предполагает унификацию, пересмотр и уточнение некоторых традиционных понятий. Некоторые шаги в этом направлении уже сделаны. Прежде всего необходимо было пересмотреть одно из базовых понятий расчётной схемы — узловой точки. В статье [1] дано обобщенное определение узловой точки как набора характеристик каждого энергетического потока, связанного с конкретным элементом установки. Данная дефиниция позволила классифицировать возможные типы узловых точек по видам представляемых ими энергетических потоков. В работах [1,2] рассмотрены разные подходы к реализации атрибутов этих точек в моделирующих алгоритмах термодинамических расчётов.

На следующем этапе формализации математической модели (ММ) энергетической установки предложено определение элемента схемы энергетической

установки как множества узловых точек разного типа [3] и составлен унифицированный список атрибутов для любого элемента установки. В статье [3] рассмотрены особенности связей между энергетическими потоками в элементе установки, а также приведены формализованные схемы ряда элементов криогенных систем. Дальнейший этап совершенствования ММ энергетической установки предполагает модификацию ее расчётной схемы.

Существующие в научной и учебной литературе представления расчётных схем энергетических установок и их частей не претерпели принципиальных изменений за все время своего существования. В криогенной технике можно отметить лишь трансформации условных обозначений и имен элементов схем. Между тем эти схемы активно используются при создании ММ установок, в частности, для идентификации узловых точек, составления энергетических и материальных балансов. Расчётная схема должна в известной мере отражать уровень развития науки, а также уровень используемой вычислительной техники.

Цель данной работы — сформулировать новые, отвечающие современным требованиям правила к составлению расчётных схем энергетических установок. В качестве объектов, используемых для приме-