

УДК 621.5.048

В.Н. Таран

Одесская государственная академия холода, ул. Дворянская, 1/3, г. Одесса, Украина, 65082
e-mail: vntaran@eurocom.od.ua

РАСЧЁТНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ В ПОРШНЕВОМ УПЛОТНЕНИИ КРИОГЕННОГО НАСОСА

Эффективность работы поршневого криогенного насоса в значительной степени определяется работой поршневого уплотнения. Приведена математическая модель уплотнения, учитывающая тепловые и гидравлические эффекты в условиях нестационарного течения и переменного давления. Построена ячеечная модель, на основании которой исследованы рассмотренные в насосе процессы. Выявлены особенности работы уплотнения в насосе криогенной жидкости, возможности появления критического истечения в замке кольца и образования парового пузыря в рабочем объёме. Установлены условия, при которых паровой пузырь может занимать до 30 % объёма рабочей полости. Приведены графики распределения давлений и расходов по длине уплотнения в различных фазах работы насоса.

Ключевые слова: Криогенный поршневой насос. Поршневое уплотнение. Математическая модель. Распределение давлений и расходов. Парообразование. Жидкий кислород. Утечки.

V.N. Taran

ESTIMATED RESEARCH OF PROCESSES IN PISTON SEALING OF THE CRYOGENIC PUMP

The overall performance of the piston cryogenic pump is substantially defined by operation of piston sealing. The mathematical model of sealing which are taking into account thermal and hydraulic effects in conditions of a non-steady-state flow and variable pressure is reduced. It built a cell model on the basis of which realizable processes in pump are investigated. Singularities of operation of sealing in pump of cryogenic liquid, possibilities of emersion of the critical outflow in the lock of a ring and formation of a steam bubble in a displacement volume are detected. Conditions at which the steam bubble can occupy up to 30 % of volume of a working cavity are shown. Graphs of distribution of pressures and expenditures on length of sealing in different phases of operation of the pump are reduced.

Keywords: Cryogenic reciprocating pump. Piston sealing. Mathematical model. Distribution of pressures and flow rate. A steam generation. Liquid oxygen. Escapes.

1. КОНСТРУКЦИЯ И УСЛОВИЯ РАБОТЫ УПЛОТНЕНИЯ

Эффективность поршневого насоса для сжиженных газов в значительной степени определяется работой уплотнения поршня.

Наибольшее распространение в криогенных насосах, как следует из [1], получило уплотнение в виде поршневых колец из антифрикционного материала [2]. Схема уплотнения приведена на рис. 1.

В частности, в насосах 2 НСГ и 22 НСГ для изготовления уплотнений используется материал Ф4К20 [3]. Эти насосы рассчитаны на давления нагнетания до 25 МПа. На поршнях диаметром 16-35 мм устанавливаются 8 уплотнительных колец. Кольца располагаются попарно в 4-х канавках. Каждая канавка шири-

ной 6 мм изготавливается по 8-му качеству точности. Хорошая обрабатываемость материала колец позволяет обеспечить её на этом уровне. Величина начального торцевого зазора сопрягаемых деталей при такой точности колеблется от 6 до 54 мкм. Типичными являются значения 20...30 мкм.

Кольца перемещаются в рабочей втулке, изготовленной из стали 38Х2МЮА. Внутренняя рабочая поверхность, по которой скользят кольца, подвергается суперфинишной обработке (хонингованию), которая обеспечивает малую шероховатость поверхности ($Ra=0,2$ мкм). С учётом процессов возникновения антифрикционной пленки на поверхности зазор между приработавшимся кольцом и втулкой может быть принят на уровне 0,1 мкм. Ширина пояса контакта кольца с рабочей втулкой меньше ширины самого кольца.

© В.Н. Таран