

УДК 621.59(075.8)

**Ральф Данкерт-Паулсен,**

«Herose GmbH», Elly-Heuss-Knapp-Strasse, 12, Bad Oldesloe, Deutschland, D-23843

e-mail: ralf.dankert-paulsen@herose.com

**Вацлав Влчек**

«Tracom s.r.o.», Klostermannova, 138, Chomutov, Czech Republic, 43001

e-mail: tracom@tracom.cz

## ИССЛЕДОВАНИЕ НАДЁЖНОСТИ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫХ КЛАПАНОВ ПРИ ВОЗМОЖНОМ ПЕРЕПОЛНЕНИИ РЕЗЕРВУАРА ЖИДКИМ КРИОАГЕНТОМ

*Фирма «Herose GmbH» уделяет серьёзное внимание совершенствованию выпускаемой криогенной арматуры и обеспечению её надёжной работы в экстремальных условиях. Специалисты фирмы выполнили испытания предохранительного клапана в фактических условиях его работы при возможном переполнении резервуара жидким азотом без отбора паровой фазы. Предохранительный клапан, установленный на криогенном резервуаре, в этих условиях работы открывался и закрывался почти 1000 раз. Проведённые испытания показали, что предохранительный клапан типа 06388 надёжно работает при отсутствии отбора газа из криогенного резервуара.*

**Ключевые слова:** Предохранительный клапан. Криогенный резервуар. Жидкий азот. Испытание.

**Ralf Dankert-Paulsen, Vaclav Vlcek**

## RESEARCH THE RELIABILITY OF SAFETY VALVES AT POSSIBLE OVERFLOW VESSEL OF A LIQUID CRYOGENIC PRODUCT

*The firm «Herose GmbH» pays serious attention to the improvement of output cryogenic armature and ensuring its reliable work under extreme conditions. Specialists of the company completed tests of the safety valve in real conditions of work, with the possible overflow of the tank with liquid nitrogen without selection the vapor phase. The safety valve installed on the cryogenic tank in these conditions of work were opening and closing almost 1 000 times. The conducted tests showed that the safety valve type of 06388 works reliably in the absence of gas selection from the cryogenic tank. The conducted tests showed that the safety valve type of 06388 works reliably in the absence of selection of gas from the cryogenic tank.*

**Keywords:** Safety valve. Cryogenic tank. Liquid nitrogen. Testing.

### 1. ВВЕДЕНИЕ

Криогенная арматура, выпускаемая фирмой «Herose GmbH», успешно применяется в широком диапазоне температур (от  $-196$  до  $+185$  °С) и давлений (от 0,2 до 55 бар) при реализации различных технологических процессов, связанных с хранением, транспортированием, газификацией и ожижением различных криопродуктов, таких как азот, кислород, аргон и т. д.

Известно, что при хранении жидкого криопродукта в замкнутом резервуаре он начинает испаряться из-за теплопритоков из окружающей среды. Интенсивность испарения зависит от количества подводимой теплоты и давления хранения криоагента. В боль-

шинстве случаев применяют резервуары длительного бездренажного хранения криоагентов, которые работают без потерь продуктовой газообразной (жидкой) фазы в окружающую среду. Для этого они оснащаются предохранительными клапанами, рассчитанными на прочностные характеристики криогенных резервуаров.

Так, например, при хранении жидкого азота в резервуаре при давлении 2,5 бар (равновесная температура насыщения составляет  $-187$  °С) с максимально допустимым расчётным давлением 37 бар предохранительный клапан должен быть настроен на срабатывание при 35 бар. Уровень наполнения резервуаров жидким криоагентом составляет до 98 % от своего внутреннего объёма. В большинстве случаев они оснащены испарителем подъёма давления, кото-