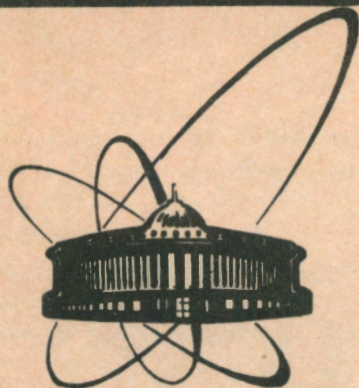


90-304

БИБЛИОТЕКА



**СООБЩЕНИЯ  
ОБЪЕДИНЕННОГО  
ИНСТИТУТА  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА**

8-90-304

**Н.Н.Агапов, В.П.Буков<sup>1</sup>, Л.Т.Караганов<sup>1</sup>,  
А.Н.Куприянов<sup>2</sup>, В.Л.Мазарский,  
Л.Г.Макаров, Р.М.Назмудинов<sup>2</sup>**

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ ГОЛОВНОГО ОБРАЗЦА  
ГЕЛИЕВОГО ВИНТОВОГО КОМПРЕССОРНОГО  
АГРЕГАТА "КАСКАД-80/25"**

---

<sup>1</sup> НПО "Криогенмаш", Балашиха Московской области

<sup>2</sup> НИИ турбокомпрессор, Казань

**1990**

Винтовые маслозаполненные компрессоры находят все большее применение в системах криогенного обеспечения (СКО) экспериментальных и промышленных сверхпроводящих энергетических устройств<sup>11</sup>.

К числу основных преимуществ винтовых компрессоров по сравнению с поршневыми следует отнести высокую надежность и большой ресурс работы из-за простоты механизма движения (отсутствие клапанов, поршневых колец, шатунов), большую производительность при сравнительно небольших габаритах и металлоемкости, малую степень вибрации вследствие уравновешенности инерционных сил, более равномерную подачу газа потребителю.

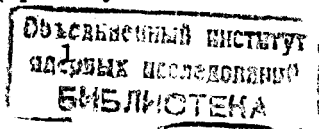
В ЛВЭ ОИЯИ завершены испытания головного образца винтового компрессорного агрегата (ВКА) "Каскад-80/25", предназначенного для сжатия гелия в СКО нуклотрона. Агрегаты такого типа разработаны НПО "Казанькомпрессормаш" для СКО УНК. Они являются дальнейшим шагом по созданию второго поколения винтовых маслозаполненных машин, используемых в криогенных установках для компримирования гелия<sup>12</sup>.

На рис. 1 представлен общий вид агрегата.

Компрессорная установка состоит из четырех основных блоков: агрегата первой ступени, агрегата второй ступени, блока маслоохладителей и блока управления. В отличие от предыдущих гелиевых ВКА с аналогичными параметрами, состоящих из двух двухступенчатых установок "Каскад-40/16" и одной дожимающей машины "Каскад-6/16-25", "Каскад-80/25" выполнен в двухступенчатом варианте с одним маслоохладителем и общей маслосистемой компрессоров первой и второй ступени.

Первая ступень состоит из двух корпусов седьмой базы винтовых компрессоров маслозаполненного типа, запускаемых одним двигателем мощностью 630 кВт с напряжением питания 6000 В.

Вторая ступень состоит из одного корпуса 6 базы винтовых машин с золотниковым регулятором производительности, вертикального маслоделителя и электродвигателя, такого же, как на первой ступени. В блок маслоохладителей входят четыре прямооточных теплообменника с водяным охлаждением. Система автоматики осуществляет постоянный контроль основных параметров, защиту от аварийных режимов и автоматическое поддержание номинального значения давления нагнетания компрессоров первой ступени (промежуточного давления).



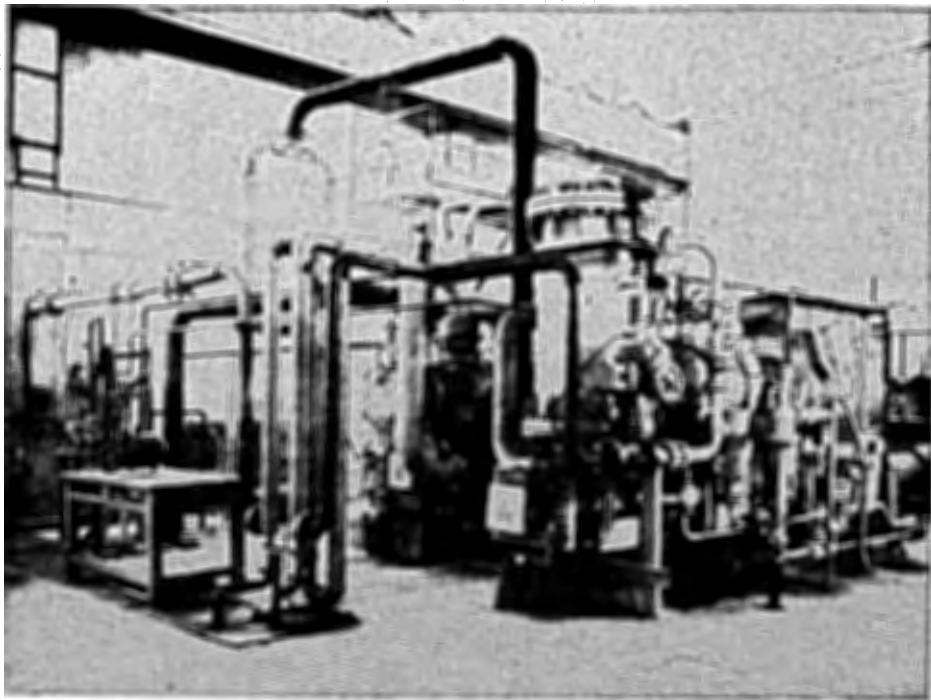


Рис. 1. Общий вид винтового компрессорного агрегата "Каскад-80/25".

Испытания ВКА проводились на стенде по замкнутой схеме (рис. 2). Газообразный гелий из ресиверов поступает в первую ступень, где сжимается до давления 6-7 кгс/см<sup>2</sup> и одновременно охлаждается маслом, впрыскиваемым под давлением в полость сжатия, а затем — во вторую ступень. Здесь маслогазовая смесь сжимается до конечных параметров и поступает в маслоотделитель. Отделившийся газ проходит сепаратор, концевой холодильник и через дроссель вновь поступает на всас компрессора. Масло из маслоотделителя сливается в маслобак и через фильтр грубой очистки поступает в маслоохладители, где охлаждается водой. На первую ступень масло поступает, пройдя жиклер и разделившись на две линии: по одной масло впрыскивается непосредственно в камеру сжатия, по второй линии, пройдя фильтры тонкой очистки, поступает на смазку подшипников и создание масляного затвора в концевом уплотнении. Во вторую ступень масло проходит через шестеренчатый насос, где его давление повышается на 4-5 атм, и идет на смазку подшипников, золотника и в концевое уплотнение.

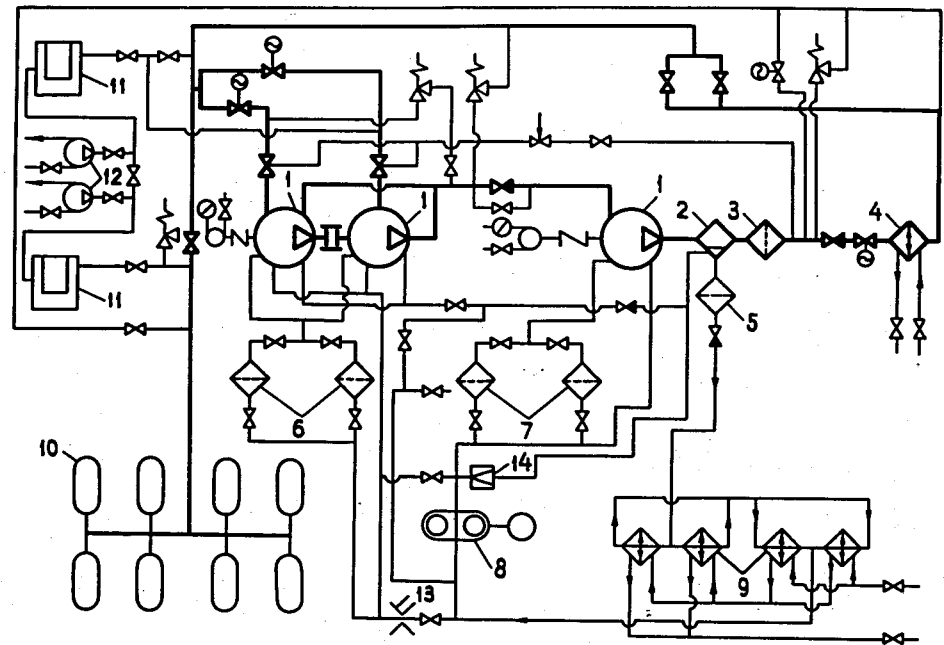


Рис. 2. Принципиальная схема агрегата и стенда для испытаний. 1 — компрессор, 2 — маслоотделитель, 3 — сепаратор, 4 — концевой холодильник, 5 — фильтр грубой очистки, 6 — фильтр тонкой очистки первой ступени, 7 — фильтр тонкой очистки второй ступени, 8 — насос шестеренчатый, масляный, 9 — маслоохладители, 10 — ресиверы, 11 — ловушка, 12 — насос вакуумный, 13 — жиклер, 14 — клапан перепускной.

Рабочие характеристики агрегата снимались при использовании в качестве рабочего тела первоначально азота, а затем — гелия. В целом время работы агрегата на азоте составило 35 ч, (в том числе непрерывно — 16 ч), на гелии, соответственно, 50 и 16 ч.

По результатам испытаний получены характеристики агрегата:

$$V_a = f(\pi); N_k = f(\pi); \eta_{из} = f(\pi); \lambda = f(\pi); N_{уд} = f(\pi); G = f(P_{вс}),$$

где  $V_a$  — объемная производительность агрегата, м<sup>3</sup>/мин;  $N_k$  — мощность, потребляемая агрегатом, кВт;  $\eta_{из}$  — изотермический к.п.д. агрегата;  $\lambda$  — коэффициент подачи агрегата (отношение действительной производительности к теоретической);  $N_{уд}$  — удельная мощность, кВт/(м<sup>3</sup>/мин);  $G$  — массовая производительность, кг/ч;  $\pi = P_H/P_{вс}$  — степень повышения давления в агрегате;  $P_H$  — давление нагнетания, кгс/см<sup>2</sup>;  $P_{вс}$  — давление всасывания, кгс/см<sup>2</sup>.

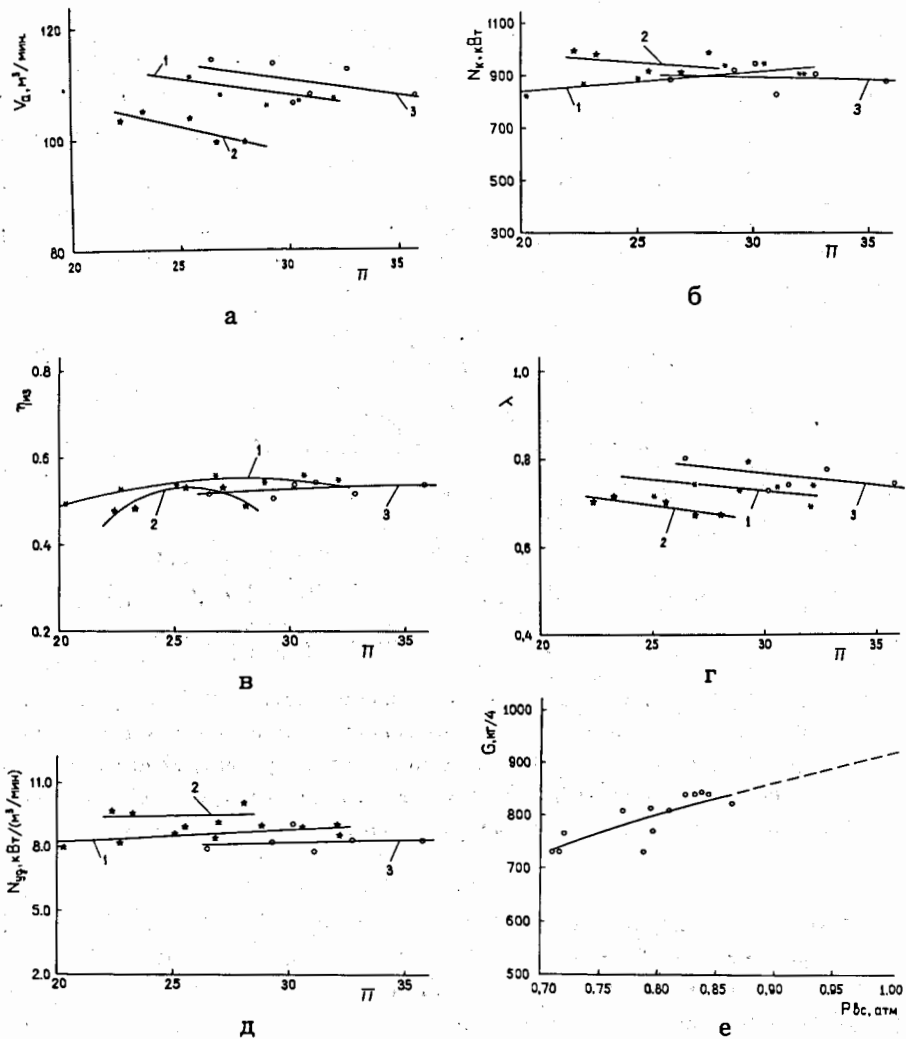


Рис. 3. Характеристики агрегата, полученные по результатам испытаний при разных давлениях всасывания для гелия, кгс/см<sup>2</sup>: 1 — 0,80±0,84; 2 — 0,86; 3 — 0,71±0,72. а)  $V_a = f(\pi)$ ; б)  $N_k = f(\pi)$ ; в)  $\eta_{из} = f(\pi)$ ; г)  $\lambda = f(\pi)$ ; д)  $N_{шп} = f(\pi)$ ; е)  $G = f(P_{вс})$ .

Характеристики агрегата для гелия приведены на рис. 3. Из рис. 3а видно, что с повышением  $\pi$  от 20 до 36 производительность агрегата в среднем изменяется в пределах 100 ÷ 110 м<sup>3</sup>/мин, при этом давление всасывания составляло 0,71 ÷ 0,86 кгс/см<sup>2</sup> (давление абсолютное).

Дальнейшее повышение давления на всасывании приводило к повышению межступенчатого давления и вызывало перегрузку электродвигателя первой ступени. Изометрический к.п.д. агрегата (рис. 3в) достигает максимума 0,55 при  $\pi = 26 - 30$ .

В процессе проведения испытаний были сделаны замеры шумовых характеристик ВКА. Замеры проводились в пяти точках на расстоянии 1 м от агрегата. Уровни звуковой мощности составляют 81,7 ÷ 102 дБ и не превышают допустимых значений.

Были проведены отборы проб на содержание масла в сжатом гелии. После маслоотделителя оно составляло 80 мг/м<sup>3</sup>, а после сепаратора — 33 мг/м<sup>3</sup>.

Параметры агрегата по техническим условиям и полученные при испытаниях приведены в таблице.

Таблица

| Наименование параметра                   | По ТУ        | По данным испытаний |
|--|--------------|---------------------|
| Производительность, м <sup>3</sup> /мин  | 84 ± 5,88    | 100 ÷ 107           |
| Давление всасывания, кгс/см <sup>2</sup> | 1,12 ± 0,078 | 0,71 ÷ 0,86         |
| Давление нагнетания, кгс/см <sup>2</sup> | 25           | 23,2 ÷ 25,4         |
| Мощность потребляемая, кВт               |              |                     |
| I ступень                                | 565          | 563 ÷ 640           |
| II ступень                               | 439          | 339 ÷ 395           |
| Унос масла, г/ч                          | 360          | 370                 |
| Изометрический к.п.д.                    | не менее 0,5 | 0,52 ÷ 0,55         |

По результатам испытаний можно сделать следующие выводы:

1. Проведенные испытания головного образца ВКА "Каскад-80/25" показали его работоспособность. Создан и испытан агрегат, сжимающий гелий до 25 кгс/см<sup>2</sup> в двух ступенях, производительностью около 100 м<sup>3</sup>/мин и изотермическим к.п.д. не менее 0,5, что соответствует лучшим мировым образцам.

2. В результате испытаний установлена повышенная производительность I ступени, что при давлении на всасывании более 0,85 кгс/см<sup>2</sup> вы-

зывало перегруз электродвигателя. Поэтому испытания при расчетном давлении на всасывании  $1,12 \text{ кгс/см}^2$  проведены не были. Окончательное решение по производительности для серийных образцов будет принято разработчиком.

3. С целью исключения разрежения на всасывании (из-за опасности подсоса атмосферного воздуха) эксплуатация головного образца может производиться с байпасированием части газа после I ступени.

Авторы считают своим долгом выразить благодарность И.А.Курскову (ОИЯИ), В.А.Керемецкому (НПО "Криогенмаш"), И.А.Быченко, В.Н.Коликову, Г.В.Коншину, Х.Г.Мухаметшину, Ю.И.Чухнову (НПО "Казанькомпрессормаш"), принимавшим активное участие в испытаниях компрессорного агрегата.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Беляков В.П. — Криогенная техника и технология. М.: Энергоиздат, 1982.
2. Шнепп В.Б. и др. — Химическое и нефтяное машиностроение, 1980, №11, с.25.

Рукопись поступила в издательский отдел  
8 июня 1990 года.



Агапов Н.Н. и др.

8-90-304

Результаты испытаний головного образца гелиевого компрессорного агрегата "Каскад-80/25"

Проведены испытания головного образца винтового маслозаполненного компрессорного агрегата "Каскад-80/25". Компрессоры такого типа разработаны в НПО "Казанькомпрессормаш" и предназначены для сжатия гелия в системах криогенного обеспечения. Производительность компрессора около  $100 \text{ м}^3/\text{мин}$ , конечное давление  $25 \text{ кгс}/\text{см}^2$ , изотермический к.п.д. 0,52. Испытания подтвердили работоспособность агрегата и соответствие его параметров расчетным величинам.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1990

Перевод Л.Н.Барабаш

Agapov N.N. et al.

8-90-304

Test Results of the Screw Oil-Filled Ion Compressor "Cascade-80/25"

The first sample of a screw oil-filled ion compressor "Cascade-80/25" has been tested. Compressors of such a type are developed in NPO "Kazan'kompresormash". They are used for helium compression in the cryogenic supply systems. The capacity of the compressor is more than  $100 \text{ m}^3/\text{min}$ , its final pressure  $25 \text{ kgf}/\text{cm}^2$  and the isothermal overall efficiency 0.52. The tests have confirmed the normal operation of the compressor and its parameters' agreement with the calculated values.

The investigation has been performed at the Laboratory of High Energies, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research, Dubna 1990