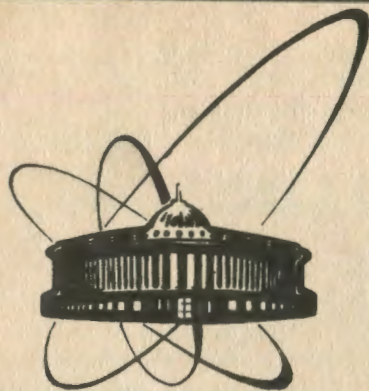


91-509



сообщения  
объединенного  
института  
ядерных  
исследований  
Дубна

P8-91-509

Н.Н.Агапов, А.Л.Верный<sup>2</sup>, Л.Т.Караганов<sup>1</sup>,  
В.А.Керемецкий<sup>1</sup>, А.Н.Куприянов<sup>2</sup>,  
В.Л.Мазарский, Р.М.Назмудинов<sup>2</sup>

СОГЛАСОВАНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЕЙ  
СТУПЕНЕЙ ГЕЛИЕВОГО ВИНТОВОГО  
МАСЛОЗАПОЛНЕННОГО АГРЕГАТА "КАСКАД-80/25"

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

<sup>2</sup>НИИтурбокомпрессор, Казань

ОБЛАСТНАЯ  
БИБЛИОТЕКА

1991

$N_k$  - мощность, потребляемая агрегатом, кВт;  
 $N_{уд.}$  - удельная мощность кВт/(м<sup>3</sup>/мин);  
 $\pi = P_H/P_{вс}$  - отношение давлений в агрегате;  
 $P_H$  - давление нагнетания, кгс/см<sup>2</sup>;  
 $P_{вс}$  - давление всасывания, кгс/см<sup>2</sup>.

Эти характеристики представлены на рисунке.

Приемные испытания головного образца винтового компрессорного агрегата "Каскад-80/25" показали работоспособность агрегата и хорошие эксплуатационные и энергетические параметры<sup>1,2/</sup>. Вместе с тем был выявлен ряд недочетов, основной из которых - более высокая производительность первой ступени по сравнению с принятой в проекте, что потребовало доводки агрегата по согласованию производительностей ступеней с целью более эффективного использования головного образца в системе криогенного обеспечения (СКО) нуклотрона<sup>3/</sup>. Были также проведены исследования агрегата в вакуум-компрессорном режиме<sup>4,5/</sup>.

Задача согласования производительностей ступеней была решена двумя способами - байпасированием части газа после первой ступени и дросселированием газа на всасывании первой ступени. Байпасирование газа производилось через специальный трубопровод, перепускающий гелий с нагнетания первой ступени во всасывающий трубопровод агрегата в точку между всасывающей камерой и измерительной диафрагмой. Расход газа при байпасировании определялся из условия работы электродвигателя первой ступени без перегрузки при поддержании давления всасывания выше атмосферного.

Дросселирование газа на всасывании обеспечивалось стационарными шайбами с диаметром отверстия 50 мм, рассчитанным в НИИ Турбокомпрессор, г. Казань (разработчик агрегата). Расчет выполнен с условием обеспечения допустимой потребляемой мощности первой ступени за счет снижения объемной производительности агрегата при поддержании перед дроссельной шайбой избыточного давления ~ 0,04 ати. Дроссельные шайбы были установлены непосредственно на фланцах всасывающих патрубков компрессоров первой ступени. При этом давление в камере всасывания компрессора было на ~ 0,3 кгс/см<sup>2</sup> ниже давления перед дроссельной шайбой.

В результате испытаний получены сравнительные характеристики агрегата:

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

где  $V_a$  - объемная производительность агрегата, м<sup>3</sup>/мин;  
 $\lambda$  - коэффициент подачи агрегата (отношение действительной производительности к паспортной).

Сравнение кривых 2 и 4 (рис. а) показывает, что производительность агрегата при дросселировании выше на всем исследованном диапазоне рабочих параметров. Абсолютная величина производительности при дросселировании газа составляет 79-82 м<sup>3</sup>/мин и 64-67 м<sup>3</sup>/мин при байпасировании для  $\pi = 22 \div 25$ , что составляет снижение производительности агрегата без дросселирования и байпасирования<sup>1/</sup> соответственно на 20% и 40%.

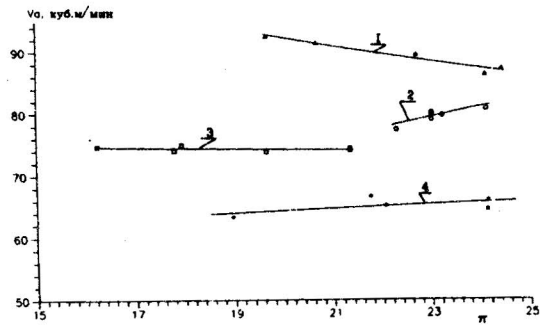
Изменение потребляемой мощности (рис. в) составляет  $1000 \div 1050$  при дросселировании и  $950 \div 1000$  кВт при байпасировании.

Максимальный КПД при дросселировании (рис. г) достигает 0,45 в рабочем режиме ( $\pi = 25$ , при давлении всасывания 1,05 кгс/см<sup>2</sup>). Для этих условий максимальный КПД при байпасировании составляет 0,38. Удельная мощность при дросселировании для рабочего режима составляет  $12,0 \div 13,5$  кВт/(м<sup>3</sup>/мин), при байпасировании -  $14,5 \div 16,0$  кВт (м<sup>3</sup>/мин).

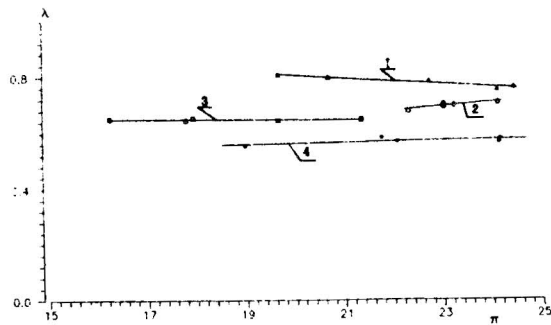
Анализ результатов эксперимента показывает, что для согласования производительностей ступеней способ дросселирования газа на всасывании первой ступени является для агрегата экономически более выгодным, чем байпасирование газа после первой ступени. Снижение характеристик при переходе на байпасирование объясняется потерями энергии на сжатие, а также подогревом газа на всасывании за счет части газа, перепускаемого с нагнетания первой ступени.

Сравнение характеристик при дросселировании и без дросселирования<sup>1/</sup> для рабочего режима, т.е. при давлении нагнетания 25 кгс/см<sup>2</sup>, показывает, что производительность снизилась с 106 до 82 м<sup>3</sup>/мин, мощность возросла с 900 до 1040 кВт, изотермический КПД снизился с 0,52 до 0,44, а удельная мощность возросла с 8,5 до 12 кВт/(м<sup>3</sup>/мин). Снижение интегральных характеристик объясняется потерей потенциальной энергии газа при дросселировании и увеличением работы сжатия за счет увеличения отношения давлений в первой ступени.

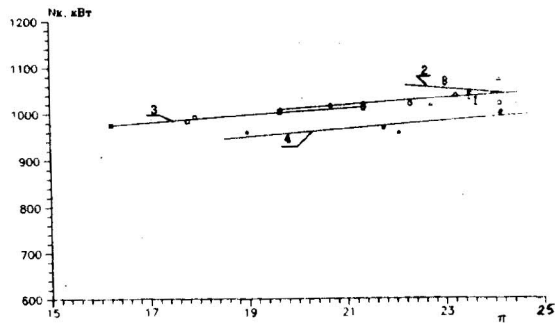
В заключение следует отметить, что благодаря проведенным исследованиям получен оптимальный режим работы головного образца ВКА "Каскад-80/25" в системе криогенного обеспечения нуклотрона.



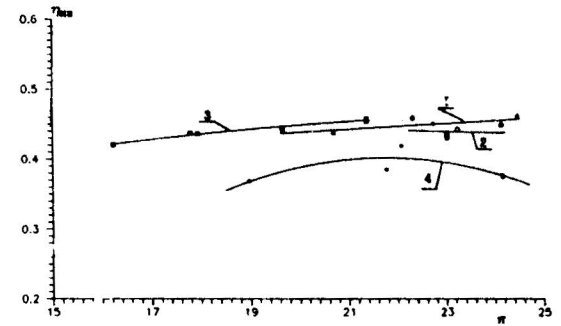
а



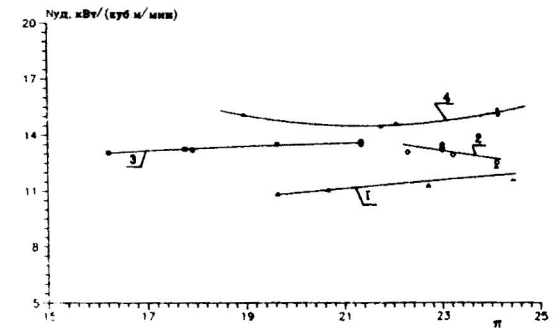
б



в



г



д

Характеристики агрегата, полученные по результатам испытаний при дросселировании (кривые 1÷3) и байпасирования (кривая 4) при различных давлениях всасывания для гелия, МПа (кгс/см<sup>2</sup>): 1 - 0,098 (0,98) ÷ ÷ 0,104 (1,04) ; 2,4 - 0,104 (1,04) ÷ ÷ 0,11 (1,10); 3 - 0,117 (1,17); а)  $V_a = f(\pi)$ ; б)  $\lambda = f(\pi)$ ; в)  $N_k = f(\pi)$ ; г)  $\eta_{из} = f(\pi)$ ; д)  $N_{уд} = f(\pi)$ .

## ЛИТЕРАТУРА

1. Агапов Н.Н. и др. - ОИЯИ, 8-90-304, Дубна, 1990.
2. Назмутдинов Р.М. и др. - Хим. и нефт. машиностроение. Инф. сб. - М.: ЦИНТИхимнефтемаш, 1991, N1, с.18-21.
3. Агапов Н.Н. и др. - ОИЯИ, P8-90-481, Дубна, 1990.
4. Агапов Н.Н. и др. - ОИЯИ, P8-91-510, Дубна, 1991.
5. Караганов Л.Т. и др. - В кн.: Тезисы докладов Всесоюзной научно-практической конференции "Холод - народному хозяйству". Л.: ЛТИХП, 1991, с.148.

Рукопись поступила в издательский отдел  
21 ноября 1991 года.