

УДК 621.515

Применение одноступенчатого центробежного компрессора со специально спроектированным сверхзвуковым диффузором.

Григорьев К.А., к.т.н. Коротков В.А.

valdurtera@rambler.ru

Санкт-Петербургский университет низкотемпературных и пищевых технологий

Проведенное в СПбГУНиПТ исследование одноступенчатого сверхзвукового центробежного компрессора показало, что области применения подобных машин очень широки, от систем кондиционирования воздуха, до цехов хранения замороженных продуктов.

Ключевые слова: центробежный компрессор, сверхзвук, число Маха.

The use of single-stage centrifugal compressor with specially supersonic diffuser.

K. Grigoryev, PhD. VA Korotkov

Saint-Petersburg state university of refrigeration and food engineering

The study spent in St. Petersburg State University of Refrigeration and Food Technologies a showed that the application of supersonic single-stage centrifugal compressor are very wide, from air conditioning systems, to store frozen food departments.

Keywords: centrifugal compressor, supersonic, Mach number.

Все чаще и чаще поднимаются вопросы о энергоэффективности оборудования и о сокращении потребления ресурсов. Не обошел этот вопрос и область холодильной техники.

Сейчас на рынке существуют машины на базе одноступенчатых компрессоров для нужд кондиционирования воздуха. Они хорошо себя зарекомендовали в мире, и достаточно широко используется, но так как они работают на дозвуковых скоростях, то они не могут обеспечить высокую степень сжатия и соответственно большой перепад между температурой конденсации и кипения. Для того чтобы обеспечить более высокие степени повышения давления и соответственно более низкие температуры кипения (при такой же температуре конденсации) необходимо применять машины со сверхзвуковыми лопаточными диффузорами.

Для того что бы понять насколько отвечают данные компрессоры нуждам холодильной техники был произведен расчет области применения данных машин. В качестве модели был использован экспериментальный компрессор созданный на кафедре холодильных машин и низкотемпературной энергетики СПбГУ-НиПТ [1].

Для расчета принимались режимы со значениями $M_u = 1,4; 1,6; 1,7$ и $1,8$, так как только на таких режимах отчетливо просматривается преимущества сверхзвукового компрессора над дозвуковым. Также следует отметить, что для $M_u = 1,6; 1,7; 1,8$ использовались режимы установки лопаточного диффузора при угле $\alpha_{зл} = 2; 3,5$ и 5° , а для режима $M_u = 1,4$ при $\alpha_{зл} = 2; 3,5; 5; 8; 11; 14; 17^\circ$. Расчет проводился для рабочего вещества R12 и, хотя оно уже снято с производства и не должно применяться в России, можно использовать эти данные чтобы понять, действительно ли данные компрессоры могут быть необходимы. Хотелось бы отметить, что существует ряд методик, для пересчета производительности и эффективности для компрессоров, работающих на R12 на оборудование, работающее на других фреонах.

Расчет производился по «идеализированному» циклу: без перегрева и переохлаждения, без потерь давления в трубопроводах и аппаратах, но при расчетах использовался политропный КПД для каждого конкретного режима, который менялся в значительных пределах и значительно отличался от 1, каковым он является при адиабатном сжатии. Для расчета были приняты три температуры конденсации $45, 40$ и 35°C , как наиболее широко используемые, и в зависимости от степени повышения давления пересчитывалось давление, а соответственно и температура кипения.

Данные по холодопроизводительности приведены на рис. 1. По ним видно, что область применения данных машин довольно значительна и лежит в диапазоне температур кипения t_0 от $-24,5$ до 1°C при различных температурах конденсации. Естественно самых низких температур удастся получить при минимальной расчетной температуре конденсации t_k равной 35°C , но и при 45°C есть возможность получить температуру кипения вплоть до -18°C , что весьма значительно.

Расчет производился по методикам описанным в [2].

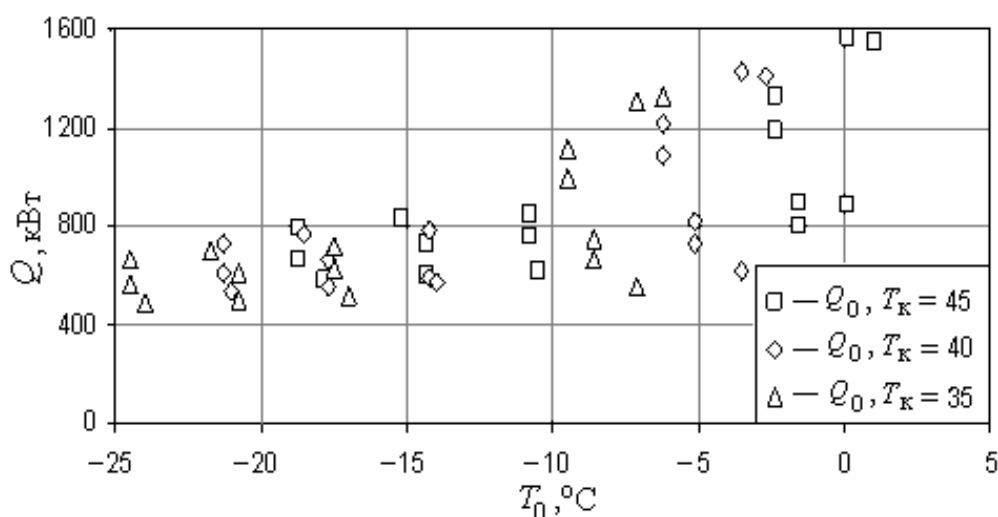


Рис.1. Холодопроизводительность (Q_0) холодильной машины на базе одноступенчатого центробежного компрессора со сверхзвуковым лопаточным диффузором

Помимо холодопроизводительности были рассчитаны: потребляемая мощность и холодильный коэффициент. График зависимости потребления электроэнергии (N) представлен на рис. 2, а холодильного коэффициента (COP) на рисунке 3.

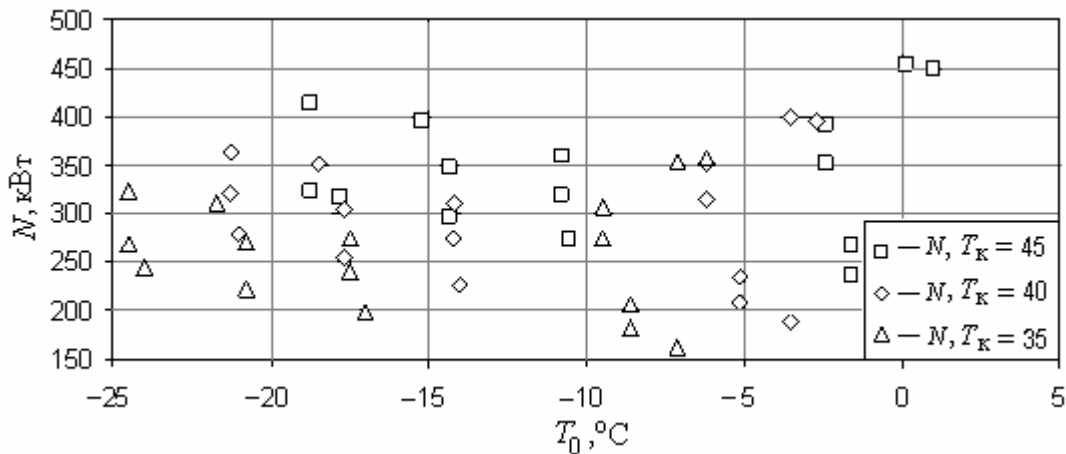


Рис. 2. Потребляемая мощность холодильной машины на базе одноступенчатого центробежного компрессора со сверхзвуковым лопаточным диффузором

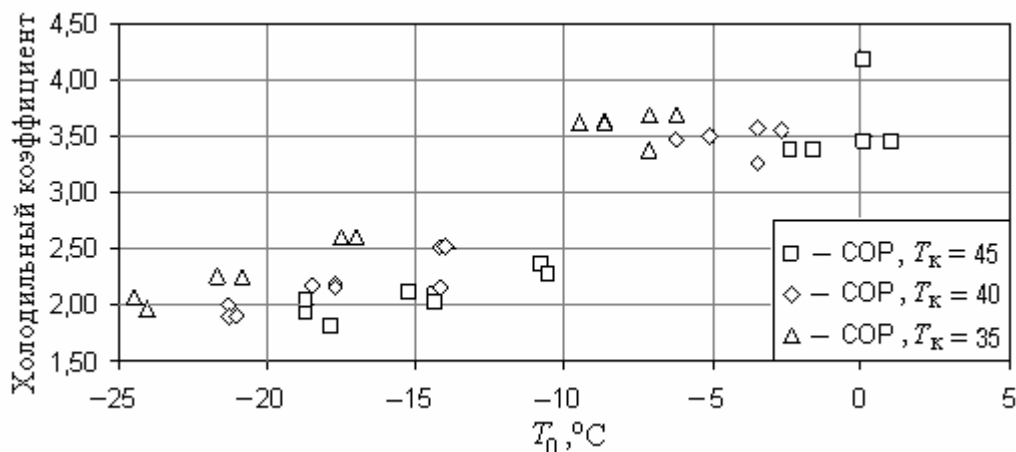


Рис. 3. Холодильный коэффициент холодильной машины на базе одноступенчатого центробежного компрессора со сверхзвуковым лопаточным диффузором

Анализируя полученные результаты видно, что диапазон применения подобных машин очень широк, от области среднетемпературного холода, с возможностью получать растворы с температурами до -20 °C для нужд пищевой, химической или любой другой промышленности. Безусловно и сейчас существуют холодильные машины для получения холода на уровне таких температур, но они используют двух, а иногда и трех ступенчатое сжатие, что значительно увеличивает стоимость компрессора.

Также можно получать воду с температурой 5–7 °С для систем кондиционирования помещений и зданий, которые в последнее время становятся все более и более активными потребителями холода. Количество потребляемого холода, на некоторых объектах, переваливает за несколько МВт, что очередной раз говорит о применимости этих машин, так как для таких больших объектов, на которых принято решение использовать централизованную систему хладоснабжения, холодильная машина на базе центробежного компрессора является наиболее выгодным решением.

Еще одной областью использования данного оборудования является производство, так называемой «ледяной воды». Благодаря высокой степени повышения давления, есть возможность использовать испарители «прямого расширения» в которых нет опасности заморозить воду и разрушить теплообменник.

Список литературы

1. Бухарин Н. Н. Моделирование характеристик центробежных компрессоров. – Л.: Машиностроение, 1983.
2. Тимофеевский Л.С. Учебник для студентов вузов специальности «Техника и физика низких температур». СПб.: Политехника, 1997. – 992 с.: ил.