

УДК 621.575

Определение точки впрыска охлаждающей жидкости в винтовом компрессоре

Д-р техн. наук Пекарев В.И. refmach@mail.ru

Иванова С.Н., Сафонова Н.А.

Университет ИТМО

191002, Россия, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9

В статье приводятся результаты теоретического эксперимента по определению точки впрыскивания жидкого рабочего вещества в парные полости винтового компрессора. Рассмотрены и варианты впрыскивания жидкости в зависимости от угла поворота ведущего винта относительно момента закрытия окна всасывания. Эффект от впрыскивания жидкости растет при впрыскивании ближе к окну нагнетания. Это можно объяснить тем, что основной отвод теплоты от сжимаемого газа происходит при смешивании газа, образующегося при дросселировании жидкости до давления в парной полости. Определена оптимальная точка впрыскивания и сделан вывод о том, что впрыск жидкого рабочего вещества ведет к увеличению работы сжатия в компрессоре. Однако в некоторых режимах работы винтового компрессора может быть полезен положительный эффект. Кроме того вызывает интерес схема маслоснабжения компрессора без маслоотделителя.

Ключевые слова: винтовой компрессор, впрыскивание рабочего вещества, точка впрыска, эффективность.

Definition of a point of injection of cooling liquid in the screw compressor

D. Sc. Pekarev V.I. refmach@mail.ru

Ivanova S.N., Safonov N. A.

ITMO University

191002, Russia, St. Petersburg, Lomonosov str., 9

In article results of theoretical experiment on definition of a point of injection of liquid working substance are given to pair cavities of the screw compressor. Also options of injection of liquid depending on an angle of rotation of the leading screw concerning the moment of closing of a window of absorption are considered. The effect from injection of liquid grows at injection closer to a forcing window. It can be explained to that the main branch of warmth comes from the compressed gas when mixing the gas which is formed at a liquid drosselirovaniye up to the pressure in a pair cavity. The optimum point of injection is defined and the conclusion that injection of liquid working substance conducts to increase in work of compression in the compressor is drawn. However in some operating modes of the screw compressor the positive effect can be useful. Besides causes interest the scheme of a maslosnabzheniye of the compressor without oil separator.

Keywords: screw compressor, injection of working substance, injection point, efficiency.

На энергетическую эффективность винтового компрессора оказывает существенное влияние впрыскивание в парную полость охлаждающей жидкости. Жидкость рабочего вещества, взятого из конденсатора.[1,2]

Определение оптимальной точки впрыскивания жидкости предполагается провести в результате теоретического эксперимента при помощи математической модели, представленной в работе. [3]

Рассмотрим четыре точки впрыскивания жидкости в зависимости от угла поворота ведущего винта, относительно момента закрытия окна всасывания:

45° - точка А, 90° - точка Б, 135° - точка В и 180° - точка Г

Результаты эксперимента при температурах конденсации (25°, 35° и 40°) представлены на рис 1. Из рисунка видно, что характер и угол наклона линий для разных режимов работы в точках впрыскивания Г и Б совпадает, но во всех случаях относительное увеличение работы сжатия в точке «Г» значительно меньше, чем при впрыскивании в точке «Б», причем разница составляет около 4%.

Сокращение работы сжатия при впрыске ближе к окну нагнетания объясняется тем, что основной отвод теплоты от сжимаемого газа происходит при смешивании газа в полости и пара, образующегося при дросселировании впрыскиваемой жидкости до давления в компрессоре. Теплоты к каплям, образующимся в полости при впрыске жидкости, отводится незначительное количество, а для сжатия пара образовавшегося при дросселировании впрыскиваемой жидкости затрачивается много. Этим и объясняется сокращение работы при впрыске жидкости в полость в точке «Г» т.к. при впрыске ближе к окну нагнетания сокращается процесс сжатия «лишнего» пара.

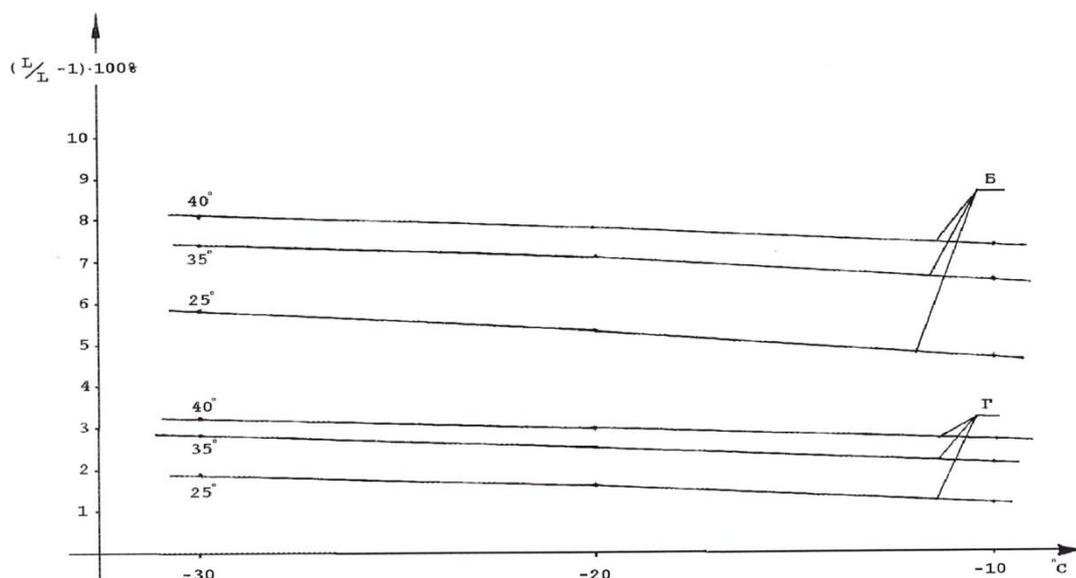


Рис 1. Влияние впрыска жидкого хладагента в точках «Б» и «Г» на увеличение работы сжатия

При несомненном преимуществе впрыска жидкости ближе к окну нагнетания необходимо отметить, что располагать место впрыска слишком близко к окну нагнетания нецелесообразно по следующим причинам: т.к. охлаждение газа в полости происходит при смешивании с паром, а при дросселировании до высоких давлений в полости образуется меньше пара (из-за разной степени сухости пара), то для достижения требуемой температуры в полости необходимо впрыснуть большое количество жидкости. Получается, что через конденсатор проходит в 1,5...3 раза больше хладагента, чем через испаритель. При большом количестве жидкости, подаваемой на впрыск, увеличатся и станут существенными затраты на перенос жидкости оседающей на стенках полости от точки впрыска до окна нагнетания. Хотя в данной математической модели делается допущение о незначительности перетечек, что при данных степенях повышения давления и диапазоне температур кипения, конденсации оправдано, в реальности из-за впрыска жидкого хладагента при высоких давлениях перетечки существенно возрастают и нельзя не учитывать этого влияния. Резкое возрастание давления в полости из-за впрыска жидкого хладагента приводит к существенной разнице давлений в данной и последующей полостях. Это скажется на коэффициенте подачи компрессора, перетечки придется учитывать при расчете процесса и это влияние на процесс может оказаться значительным.

Для выяснения комплексного влияния впрыска через разные точки на относительное увеличение работы сжатия при различных режимах была проведена вторая часть эксперимента. При этом использовалась та же математическая модель и тот же компрессор. Ставилась задача проследить влияние на работу сжатия впрыска в разные моменты и при разных режимах. Количество жидкости при этом подавалось во всех случаях одинаковое. Впрыск в процессе сжатия производился однократно и мгновенно, через одну точку. Впрыск производился на углах поворота ведущего вала, относительно момента закрытия окна всасывания.

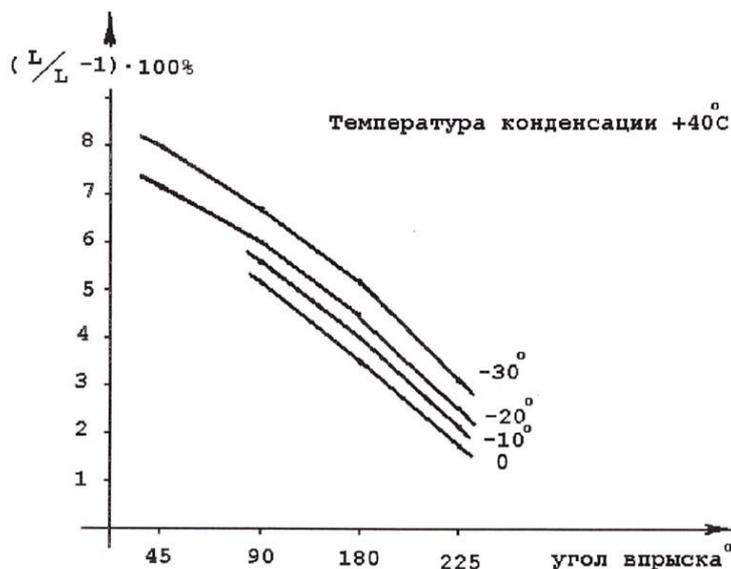


Рис.2. Влияние впрыска жидкого хладагента на увеличение работы сжатия от точки впрыска (температура конденсации +40°C)

Эксперимент проводился для температур кипения в 0, -10, -20 и -30°C. Результаты эксперимента – зависимость процента увеличения работы сжатия при работе компрессора с впрыском жидкости от места впрыска и различных температур кипения – представлены на двух графиках 2 и 3 для температуры конденсации в 40°C и 25°C.

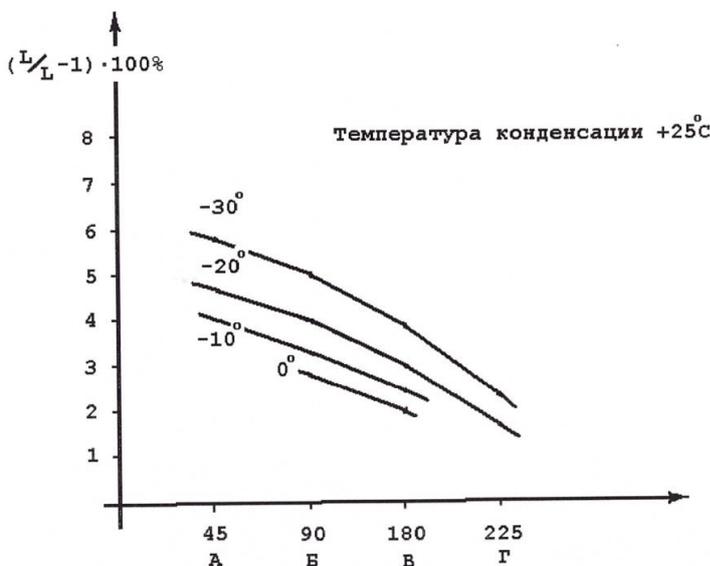


Рис.3. Влияние впрыска жидкого хладагента на увеличение работы сжатия от точки впрыска (температура конденсации +25°C)

Как видно из графиков процент увеличения работы сжатия во всех режимах лежит в пределах от 2 до 8%. Линии изменения процента увеличения работы явно показывают сокращение работы сжатия при расположении места впрыска ближе к окну нагнетания. Линии изменения относительной работы на графиках приведены не для всех точек, это объясняется тем, что при впрыске охлаждающей жидкости близко к окну всасывания процесс сжатия заходил в область влажного пара и его расчет становился, невозможен. Сокращение работы в отдельных режимах достигают 3...4% при изменении места впрыска от точки «А» до точки «Г». Ещё можно отметить, что чем ниже степень повышения давления в процессе работы холодильной машины, тем меньше относительная работа сжатия. Эксперимент ещё раз подтвердил, что затраты на сжатие пара, образующегося при впрыске, значительно перекрывают выигрыш от охлаждения сжимаемого газа и работа винтового компрессора с впрыском жидкого хладагента ни в одном режиме не ставится меньше работы винтового компрессора без впрыска охлаждающей жидкости.

Охлаждение компрессора за счет впрыскиваемой жидкости рабочего вещества в полость сжатия дает основания отказаться от маслоохладителя, однако это требует проведения дополнительных исследований.

Список литературы

1. Пекарев В.И. «Исследование работы винтового компрессора в режимах паровых холодильных машин» - Диссертация на соиск. ученой степени канд. техн. наук - 1969г.
2. Пекарев В.И. Влияние различных фактов на эффективность винтового компрессора при впрыскивании жидкости // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия холодильная техника и кондиционирование. 2014. № 2.
3. Пекарев В.И., Матвеев А.А. Модель винтового маслозаполненного компрессора с впрыскиванием жидкого рабочего вещества // Вестник Международной академии холода. 2013. № 3.
4. Коротков В.А., Татаренко Ю.В. Безразмерные характеристики осерадиального колеса центробежной компрессорной ступени // Вестник Международной академии холода. 2014. № 4. С. 44-47.

Referenses

1. Pekarev V.I. «Issledovanie raboty vintovogo kompressora v rezhimah parovykh holodil'nykh mashin» - Dissertacija na soisk. uchenoj stepeni kand. tehn. nauk - 1969g.
2. Pekarev V.I. Vlijanie razlichnykh faktov na jeffektivnost' vintovogo kompressora pri vpryskivanii zhidkosti // *Nauchnyj zhurnal NIU ITMO. Serija holodil'naja tehnika i kondicionirovanie*. 2014. № 2.
3. Pekarev V.I., Matveev A.A. Model' vintovogo maslozapolnennogo kompressora s vpryskivaniem zhidkogo rabocheho veshhestva // *Vestnik Mezhdunarodnoj akademii holoda*. 2013. № 3.
4. Korotkov V.A., Tatarenko Yu.V. Bezrazmernye kharakteristiki oseradial'nogo koleasa tsentrobezhnoi kompressornoj stupeni. // *Vestnik Mezhdunarodnoi akademii kholoda*. 2014. № 4. S. 44-47.