

ВИБІР ТА ОПТИМІЗАЦІЯ ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЇ ХОЛОДИЛЬНОГО КОМПРЕСОРА СОГ-4 КС
«ЯМБУРГСЬКА» ЗА ДОПОМОГОЮ КОМП'ЮТЕРНОГО 3D МОДЕЛЮВАННЯ

SELECTION AND OPTIMIZATION OF STRUCTURAL ELEMENTS REFRIGERATION COMPRESSOR
CGS-4 CS «YAMBURGSKAYA» USING 3D COMPUTER SIMULATION

*Безпалько Я.С., Жуков С.А., Обухов О.А., Тимофеев В.В.,
інженери-конструктори, ВАТ «СНВО ім. М.В. Фрунзе», Суми*

*Bezpalko Y. S., Jykov S.A., Obukhov A.A., Temofeev V.V.,
engineer-designers, JSC «Sumy MBSPA named after M.V.Frunze», Sumy*

Во избежание растепления вечномерзлых грунтов, температура природного газа подаваемого в магистральный трубопровод должна соответствовать температурному интервалу от 0 до минус 2⁰С. Необходимый температурный режим газа, в течение года, обеспечивается таким образом: в зимнее время, приблизительно 6 месяцев, компримируемый газ охлаждается аппаратами воздушного охлаждения (АВО), в летнее же время, когда температура окружающей среды поднимается до значений +13⁰С, природный газ охлаждается последовательно в АВО и испарителях СОГ.

Основным элементом СОГ является холодильный центробежный компрессор с параметрами:

- начальное давление 0,233 МПа;
- политропный КПД -78%;
- отношение давлений – 4,14;
- производительность, приведенная к нормальным условиям – 28, 7 м³/с.

Учитывая физические свойства холодильного агента и параметры, которые должен обеспечить проектируемый центробежный компрессор возникло ряд технологических и конструкторских задач:

- определение компоновки проточной части холодильного компрессора;
- выбор материала корпусных деталей;
- определение конструкции корпуса и технологии его изготовления;
- определение возможности применения высокорасходной ступени с условным коэффициентом расхода 0,13;
- выбор материала для рабочих колес;
- разработка технологии изготовления рабочего колеса первой ступени компрессора.

Проанализировав параметры, которые должен обеспечить центробежный компрессор, было принято решение применить двупоточную схему, которая наиболее рациональна с конструкторской точки зрения и технологичности изготовления. Компонуя проточную часть по схеме «спина к спине» исключается установка думмиса, т.к. идёт разгрузка осевых сил действующих на ротор проточной части (секции симметричны). Разделяя поток, так же исключается сверхзвуковое течение хладагента в элементах проточной части.

Для решения вышеуказанных задач были привлечены современные программные комплексы: FlowER, ProEngineer, Ansys. С помощью программы FlowER было проведено поверочные расчеты течения газа в проточной части первой ступени компрессора, в основе которой лежит осерадиальное рабочее колесо с пространственной формой лопаток. Получены интегральные характеристики ступени компрессора, позволили подтвердить теоретические характеристики. В программном комплексе ProEngineer было произведено моделирование наиболее проблематичных элементов конструкции центробежного компрессора, таких как его корпус, крышка и рабочее колесо с пространственной формой лопаток. Основной целью моделирования было необходимость достигнуть минимальных массогабаритных их показателей, выбор оптимальной толщины стенок и технологичность конструкции. С помощью объемного моделирования было спроектировано три различных варианта корпуса: с горизонтальным разъемом и патрубками направленными вниз, с горизонтальным разъемом и патрубками направленными вбок и баррельный корпус. Все варианты корпусов соответствовали жестким требованиям, предусматривавшие обеспечение минимальных массогабаритных показателей. Объемная модель рабочего колеса с пространственными лопатками позволила отработать технологичность конструкции основного и покрывного дисков и колеса в целом, спроектировать форму технологических пазов в покрывном диске, через которые осуществлялась его приварка к лопаткам.

С помощью программного комплекса ANSYS были выявлены места концентраторов напряжения в элементах конструкции компрессора, проанализированы причины их возникновения и приняты меры для их исключения. Полученные результаты прочностных испытаний были подтверждены при проведении гидроиспытаний. При испытаниях на корпусе компрессора были размещены тензодатчики, которые предоставили действительную картину перемещений элементов корпуса. Расхождение между расчетными и действительными перемещениями не превышали 5%. Так же при проведении разгонных испытаний рабочих колес было получено подтверждение правильности принятых решений по выбору материалу и их конструкции.

Благодаря применению современных программных комплексов удалось создать современный компрессор, отвечающий всем современным требованиям компрессоростроения.

