

УДК 621.52

Повышение интенсивности процесса наполнения емкостей газом высокого давления за счет охлаждения газа

Прибылов Иван Андреевич
Алиев Андрей Рафаилович^(*)

vanya.pribilov@yandex.ru
and_88_99@mail.ru

КБ «Арматура» — филиал АО «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева», Ковров, Россия

Аннотация. Рассмотрены способы и устройства наполнения емкостей газом высокого давления до требуемого значения. Определены основные направления ускорения процесса наполнения емкостей газом высокого давления. Предложено техническое решение системы наполнения с теплообменным аппаратом для ускорения процесса наполнения емкостей с ограничением по температуре. Проведен анализ основных конструкций теплообменных аппаратов, выполнены расчеты их основных параметров, определена наиболее подходящая конструкция теплообменного аппарата. Поставлены задачи дальнейшей реализации предложенного технического решения.

Ключевые слова: наполнение газом, быстрая заправка газом, ограничение по температуре газа, испытания на герметичность, теплообменный аппарат

Введение. Наиболее ответственным этапом испытаний изделий в сборке на герметичность в вакуумной камере является наполнение испытуемого изделия контрольным газом. Процесс наполнения часто сопровождается длительными временными выдержками для снижения температуры газа в емкости, что приводит к увеличению времени испытаний. Для уменьшения время наполнения и испытаний в целом необходимо ускорить процесс наполнения.

Методы и материалы; результаты. Анализ способов и устройств наполнения емкостей газом до требуемого давления с учетом ограничения по температуре газа в наполняемой полости позволил выявить три основных направления ускорения процесса наполнения: регулирование расхода газа, охлаждение газа и охлаждение емкости наполнения. В работе предложено использовать синтез двух первых направлений, базирующихся на модернизации технического решения, реализующего способ наполнения емкостей газом, представленный в источнике [1]. Данный способ включает в себя подачу газа в емкость до достижения в ней требуемого значения давления, измерение температуры газа в емкости и автоматическое регулирование расхода газа, поступающего в емкость [1]. Регулирование расхода осуществляется по рас-согласованию между максимально допустимым и текущим значением температуры газа. Способ обеспечивает стабилизацию температуры газа в емкости в процессе наполнения на уровне, не превышающем максимально допустимое значение. Процесс наполнения данным способом может быть ускорен посредством охлаждения газа, поступающего в емкость, что позволит сократить время процесса и увеличить расход газа. Для обеспечения охлаждения газа предложено использовать теплообменный аппарат. К теплообменному

аппарату (ТА) для его применения в схеме наполнения при проведении испытаний на герметичность в вакуумной камере предъявляется ряд требований: компактность; высокая степень герметичности конструкции; применимость для охлаждения сред под высоким давлением; материал теплообменника должен быть инертен к рабочим средам; высокие требования по пожаро- и взрывобезопасности конструкции

Проведен анализ типовых конструкций ТА [2, 3] с последующим выполнением тепловых расчетов каждой из конструкций, на основе которых выбрана конструкция ТА типа «труба в трубе», удовлетворяющая предъявленным требованиям. Для окончательного подтверждения выбора ТА и определения наиболее рационального его места установки в линию выдачи сжатого газа системы наполнения, применимой при испытаниях на герметичность необходимо: разработать математическую и имитационную модели системы наполнения с учетом ТА, провести численный эксперимент по определению степени влияния конструктивных параметров ТА и места его установки в системе наполнения на продолжительность процесса наполнения емкостей газом высокого давления при проведении испытаний на герметичность в вакуумной камере.

Заключение. На основе проведенного анализа, определен тип ТА, способствующий сокращению времени наполнения емкостей газом при их испытаниях на герметичность в вакуумной камере, рассчитаны его основные параметры. Поставлены задачи, решение которых позволит детально проработать конструкцию ТА, определить его место установки в системе наполнения с последующим исследованием ее функционирования.

Список источников

- [1] Алиев А.Р., Ковальский А.А., Зараменский И.Ю., Медведев А.В., Медведев А.В., Халатов Е.М. *Способ наполнения емкостей сжатым газом до требуемого давления и устройство для его реализации*. Патент № 2703899 С1 РФ, 2019, бюл. № 30.
- [2] Банных О.П. *Основные конструкции и тепловой расчет теплообменников*. Санкт-Петербург, СПбНИУ ИТМО, 2012, 42 с.
- [3] Остриков А.В., Логинов А.С., Попов И.Н., Болгова А.Н. *Расчет и проектирование теплообменников*. Воронеж, ВГТА, 2011, 427 с.