

УДК 621.51

## ПОВЫШЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ОПЕРАТИВНОЙ ГОТОВНОСТИ СИСТЕМЫ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ СК

Ю.В. Татаренко<sup>1</sup>, Ф.В. Тихонов<sup>1</sup>

Научный руководитель - к. т. н., доцент Ю.В. Татаренко

<sup>1</sup> – Военно-космическая академия им. А.Ф. Можайского»

### Введение

Обеспечение надежности функционирования стартового комплекса одна из первостепенных задач, которая определяет начало любого исследования, затрагивающее пуск или запуск ракета-носителя с космодрома. Необходимо при проведении численных исследований помнить, что следует учитывать безотказность функционирования стартового комплекса (СК) на этапах подготовки и пуска ракета-носителя с целью обеспечения пуска без срыва поставленной задачи. В данном случае под безотказностью будем понимать способность системы газоснабжения СК обеспечить сжатыми газами изделие необходимой кондиционности в течении требуемого интервала времени при данных условиях [1].

Компрессорная станция, входящая в подсистему производства сжатых газов, служит для получения сжатого газа давлением 400 атм [2].

На площадках космодромов в Российской Федерации в данный момент эксплуатируются многоступенчатые поршневые компрессоры, в составе которых имеются кривошипно-шатунные механизмы, такие как 502 ВП 4/400 и ЭКСА 25-10-1/400.

В состав компрессорных станций входит, как основное, так и вспомогательное оборудование, которое существенно влияет на массогабаритные размеры и конструкцию компрессорной станции.

Таким образом возникает актуальная задача – предложить такое конструктивное решение компрессора, чтобы обеспечить получение сжатого газа необходимого давления 40 МПа, без снижения производительности компрессора, но с возможностью улучшить массогабаритные параметры компрессора. Новое конструктивное решение компрессорной станции должно обеспечивать безотказность работы системы газоснабжения на требуемом уровне или повысить его. Хотелось бы отметить, что надежность системы должна быть заложена именно в начале проектирования, так как в процессе эксплуатации ее уровень может только понижаться [3].

В данной работе предлагается конструкция четырехступенчатого поршневого компрессора с линейным приводом, которая не содержит кривошипно-шатунного механизма и за счет этого уменьшаются массогабаритные параметры компрессорной станции в целом.

### Основная часть

В данном численном исследовании проведем сравнение характеристик эксплуатируемых многоступенчатых компрессоров с кривошипно-шатунным механизмом (КШМ) и с новым конструктивным решением поршневого компрессора с линейным приводом (ЛП).

Одним из комплексных показателей надежности, который определяет вероятность того, что объект окажется в работоспособном состоянии в произвольный момент времени кроме планируемых периодов, в течение которых применение объекта по назначению не предусматривается, и начиная с этого момента, будет работать безотказно в течение заданного интервала времени, является коэффициент оперативной готовности [3].

Авторы в работе [3] предлагают следующее определение, что «коэффициент оперативной готовности характеризует надежность объекта, необходимость применения

которого возникает в произвольный момент времени, после которого требуется безотказная работа в течение заданного интервала времени».

При численном исследовании необходимо учесть, что максимальное количество пусков, которое возможно на предполагаемой площадке для пуска ракета-носителя – 40.

При помощи шкалы оценивания произведена оценка вероятности наличия отказавшего оборудования в ЗИП для двух конструктивных решений поршневых компрессоров (с КШМ и ЛП).

В результате численного исследования показателей надежности системы газоснабжения стартового комплекса установлено, что при первом пуске коэффициент оперативной готовности для компрессора с КШМ – 0,887, а для компрессора с ЛП – 0,9319. При повышении числа пусков коэффициент оперативной готовности будет понижаться. При двадцатом пуске коэффициент оперативной готовности для компрессора с КШМ – 0,8, а для компрессора с ЛП – 0,917. При максимальном сороковом пуске коэффициент оперативной готовности для компрессора с КШМ – 0,695, а для компрессора с ЛП – 0,9019.

### Выводы

В результате проведенного численного исследования установлено, что при использовании в системе газоснабжения стартового комплекса поршневого компрессора с линейным приводом возможно поддерживать коэффициент оперативной готовности 0,9091, что на 20 % выше чем при применении поршневого компрессора с кривошипно-шатунным механизмом.

Повышение коэффициента как оперативной готовности системы газоснабжения, так и коэффициента готовности стартового комплекса в целом возможно осуществить за счет предложенной модульной системы компоновки поршневого компрессора с линейным приводом.

### Литература

1. Велеулов З. А., Кинжагулов И. Ю., Федоров А. В., Фирюлин Д. Р. Надежность изделий и систем – СПб: Университет ИТМО, 2023. – 184с.
2. Дзитоев А. М., Дзитоев М. С., Казимиров А. В., Загорный С. В., Прилуцкий И. К. Системы газоснабжения и вакуумная техника ракетно-космических комплексов. СПб.: ВКА им. А. Ф. Можайского, 2021. – 371 с.
3. Дорохов А.Н., Черножицкий В.А., Миронов А.Н., Шестопалова О.Л. Обеспечение надежности сложных систем. – СПб: Лань, 2011. – 352 с.

Курсант 195 гр.

Научный руководитель, к. т. н. доц.



Тихонов Ф.В.

Татаренко Ю.В.

