

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОМПРЕССОРНОЙ СТАНЦИИ**

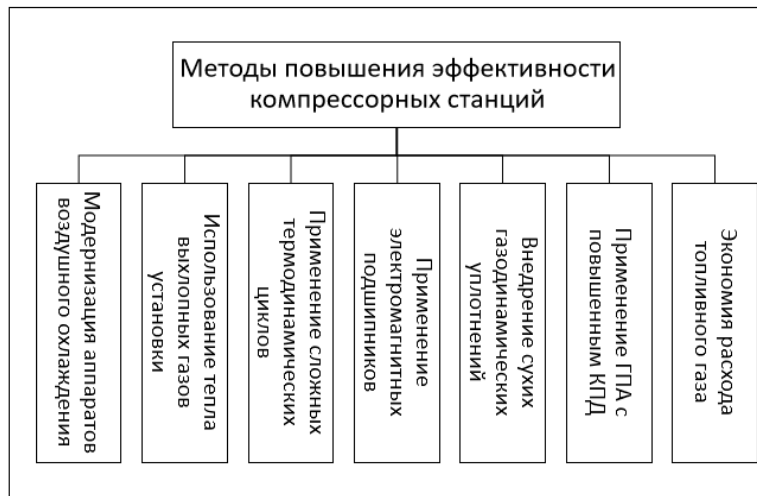
**Галимов Д.И.**

Научный руководитель - доцент А.В. Шадрина

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Неотъемлемой частью топливно-энергетического комплекса Российской Федерации является газовая отрасль, которая включает в себя газотранспортные сети. Перемещение газа по газотранспортным сетям осуществляется через магистральные газопроводы. Каждые 100 – 150 км на трассе магистральных газопроводов располагаются компрессорные станции, которые очищают, компримируют и охлаждают газ. Компримирование газа является важнейшим процессом транспорта газа, при этом одним из самых энергоемких. Эффективное использование энергоресурсов, рациональное использование углеводородного топлива, снижение потерь газа представляются основными направлениями повышения эффективности компрессорных станций. На сегодняшний день газотранспортная система России включает в себя 254 компрессорные станции, на которых в сумме установлено более 3800 газоперекачивающих агрегатов [5]. Более 85 % газоперекачивающих агрегатов в качестве привода центробежного нагнетателя имеют газотурбинную установку. Согласно методики оценки энергоэффективности газотранспортных объектов и систем, для оценки эффективности газоперекачивающих агрегатов используется два параметра: коэффициент полезного действия агрегата и удельный расход топливного газа. Средний коэффициент полезного действия таких газоперекачивающих агрегатов составляет 24 – 27 %, что означает что более 70 % мощности агрегатов расходуется на привод осевого компрессора [2]. Более 80 % газа, расходуемого на собственные нужды компрессорной станции, расходуется на работу газоперекачивающих агрегатов. В целом на собственные нужды магистральных газопроводов уходит 9 – 11 % от объема соответствующей годовой добычи.

Существует несколько направлений повышения эффективности работы компрессорных станций: реконструкция и строительство компрессорных станций с газоперекачивающими агрегатами, имеющими более высокий коэффициент полезного действия; повсеместное внедрение сухих газодинамических уплотнений взамен масляных систем; замена подшипников качения и скольжения на новые электромагнитные подшипники; применение сложных термодинамических циклов; использование тепла выхлопных газов; модернизация аппаратов воздушного охлаждения с применением композитных рабочих колес, установкой поворотных жалюзи и регулируемых приводов. Упрощенная схема представлена на рисунке 1.



**Рис. 1 Методы повышения эффективности компрессорных станций**

Экономия расхода топливного газа газоперекачивающего агрегата является самым весомым мероприятием по повышению эффективности и энергосбережения [3]. Экономия достигается путем разработки, использования и поддержания наиболее оптимальных режимов работы газоперекачивающих агрегатов. Эксплуатационные свойства газоперекачивающих агрегатов можно повысить благодаря модернизации оборудования с улучшенными показателями при реконструкции и строительстве новых компрессорных станций. Коэффициент полезного действия современных газоперекачивающих агрегатов с газотурбинным двигателем выше среднего по России и может составлять 33 – 39 %. Другим методом повышения эффективности относится использование сухих газодинамических уплотнений, которые позволяют снизить потери на трение и не допустить загрязнения газа маслом. При совместном использовании сухих газодинамических уплотнений с электромагнитными подшипниками возможно создание компрессоров, не требующих масла [6]. Прочими положительными сторонами электромагнитных подшипников является то, что они исключают потери на трение, они менее подвержены износу и реже нуждаются в обслуживании по сравнению с традиционными подшипниками. В случае отказа электромагнитного подшипника вал снабжен страховочными подшипниками качения для предотвращения останова или аварии. Еще один из способов повышения эффективности компрессорной станции – применение сложных термодинамических схем, например, схемы подогрева сжатого воздуха регенерируемым теплом на входе в камеру сгорания [1]. Отработавшие газы проходя через

регенератор отдают часть тепла воздуху, что сокращает расходы топливного газа на его подогрев. Теплота отработавших газов может быть использована и для других целей: для отопления и горячего водоснабжения помещений компрессорных станций. Возможно преобразование тепловой энергии отработавших газов в механическую или электрическую с помощью детандер-генераторных агрегатов или с помощью парогазотурбинных установок. Отдельного внимания заслуживает модернизация аппаратов воздушного охлаждения. Аппараты воздушного охлаждения применяются для охлаждения газа после процесса компримирования, так как высокие температуры на выходе с компрессорной станции приводят к отслоению изоляции трубопровода, растапливанию грунтов и повышению напряжения стенок газопровода. Повышение эффективности аппаратов воздушного охлаждения является перспективным источником снижения энергетических затрат на компрессорной станции. Энергопотребление аппарата воздушного охлаждения может быть снижено до 50 % посредством использования вентиляторных установок из композитных материалов и снижения массы рабочего колеса вентилятора [4]. Кроме удобства монтажа, меньшая масса обуславливает более безопасную эксплуатацию вращающегося рабочего колеса. При замене металлических деталей композитными снижается потребление энергии на валу электродвигателя. На рисунках 2 и 3 представлено сравнение напряжений при номинальной частоте вращения рабочих колес вентиляторов аппаратов воздушного охлаждения, выполненного из стали и композитных материалов.

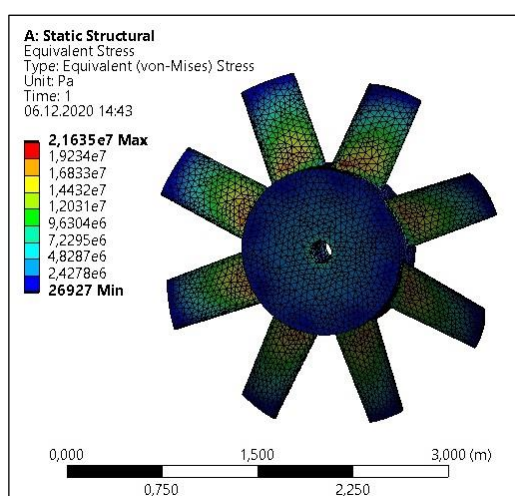


Рис. 2 Напряжения в рабочем колесе выполненном из стали

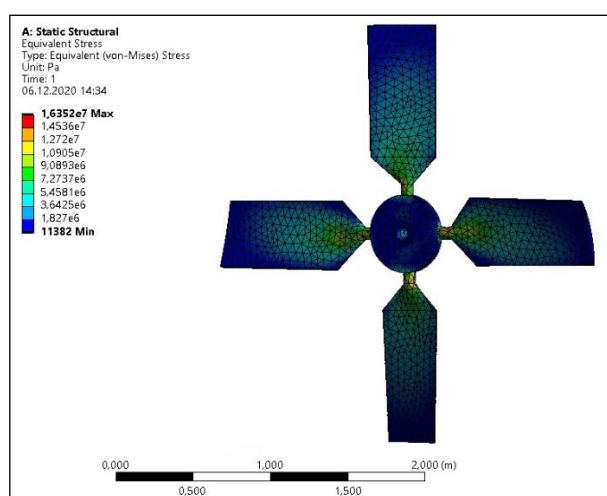


Рис. 3 Напряжения в рабочем колесе выполненном из композитных материалов

Расчет напряжений моделей был выполнен в программном комплексе ANSYS. Средние напряжения на рабочем колесе, выполненном из композитных материалов на 25 % меньше, чем у рабочего колеса, выполненного из стали. Максимальные значения напряжений ниже на 21 % у рабочего колеса, выполненного из композитных материалов.

В работе были рассмотрены различные методы и направления повышения эффективности на компрессорных станциях. Существует множество направлений каждое из которых приводит к повышению эффективности компрессорных станций и магистрального транспорта газа в целом. Основой для повышения эффективности компрессорной станции является реконструкция и модернизация отдельных ее элементов, замена устаревшего оборудования на более энергоэффективное.

#### Литература

1. Газотурбинные установки для транспорта природного газа: учеб. пособие / Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ); сост. А. В. Рудаченко; сост. Н.В. Чухарева. – Томск: Изд-во ТПУ, 2012. – 212 с.
2. Гаррис, Н.А. Ресурсосберегающие технологии при магистральном транспорте газа / Н.А. Гаррис. – СПб.: ООО «Недра», 2009. – 368 с.
3. Иванов, Э. С. Энергосбережение, энергетическая и экологическая эффективность магистрального транспорта газа/ Э.С. Иванов // Нефтегазовое дело. – Том 10. – № 3, 2012. – С. 87 – 91.
4. Маланичев В. А., Миатов О. Л., Типайлов А.М. Разработка и модернизация вентиляторных блоков аппаратов воздушного охлаждения // Химическая техника. 2004. № 2.
5. Официальный сайт ПАО Газпром «Транспортировка» [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://www.gazprom.ru/about/production/transportation/>
6. Фарухшина Р.Р. Обеспечение энергетической эффективности работы компрессорных станций с газотурбинным приводом при эксплуатации и реконструкции дис. канд. тех. наук Уфимский государственный нефтяной технический университет. – Уфа, 2018.