

УДК 62.192.001.1

## АНАЛИЗ ВЗАИМОСВЯЗЕЙ ОБОРУДОВАНИЯ КОМПРЕССОРНОЙ СТАНЦИИ КАК СЛОЖНОЙ ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Кунина П.С., Фик А.С.

*Кубанский государственный технологический университет,  
Краснодар*

Подробная информация об авторах размещена на сайте  
«Учёные России» - <http://www.famous-scientists.ru>

**Представлена морфологическая модель компрессорной станции как сложной технической системы. Показаны взаимосвязи между факторами воздействия на систему, реакциями системы, принцип образования вектора коррекции, который является управляющим воздействием на рассматриваемый объект. Показано, что на формирование вектора коррекции принципиально важное влияние оказывают методы оценки и анализа выходных параметров.**

Эффективная диагностика технического состояния сложных систем невозможна без их последовательного структурного анализа. Для этого объект исследования должен быть разделен на подсистемы (комплексы, агрегаты) и элементы (узлы и детали). В составе подсистем могут рассматриваться конструктивно и функционально завершённые составные части системы, взаимодействие которых обеспечивает достижение поставленной цели при выполнении запланированной задачи. В качестве элементов включаются в рассмотрение составные части, являющиеся результатом некоторого деления структуры или конструкции системы без соблюдения принципов конструктивной и функциональной завершенности частей. Каждый элемент системы связан с другими элементами определенным образом, а идентичные элементы могут иметь различные характеристики в различных системах. Поэтому, прежде всего, необходимо выявить взаимосвязи и определить топографию системы, то есть провести ее структурный анализ.

Компрессорную станцию можно определить как сложную гибкую техническую систему, в которой нельзя разграничить действие переменных различной физической природы, поскольку они обладают свойством эмергентности, то есть они не сводятся к сумме составляющих частей, а представляют собой некое единое целое,

обладающее качествами, ни одной из составляющих ее частей не присущими. Оборудование компрессорных станций характеризуются сложным взаимодействием подсистем (в зависимости от конфигурации и назначения), входящих в их состав. Для полного представления взаимодействия всех параметров и факторов воздействия, а так же возможных реакций системы необходимо разработать структурную схему их взаимодействия (см. рис. 1).

Все, что не входит в техническую систему, является по отношению к ней внешней средой.

Система может испытывать воздействия этой среды и сама воздействовать на нее.

Первые воздействия можно определить как входные, вторые – как выходные. Входные воздействия, в свою очередь разделяют на регулируемые и не регулируемые. Под регулируемыми воздействиями понимаются такие, которые возможно изменить в процессе транспорта газа на передающей компрессорной станции: давление, расход, температуру, влажность. Нерегулируемые воздействия - факторы влияния, которые не подлежат регулированию, а должны приниматься передающей компрессорной станцией как исходные «условия: количественный и качественный состав поступающего газа, климатические условия, профиль и конфигура-

ция трассы, атмосферное давление, и т.д. Кроме того, необходимо учитывать случайные динамические воздействия и шум системы. Случайные динамические воздействия возможны в результате стихийных бедствий, гидро-(пневно)-ударов, взрывов, скоротечных коррозионных разрушений. Под термином «шум системы»

понимают все возможные погрешности проектирования, компоновки, изготовления агрегатов, строительства, монтажа, которые невозможно устранить и, учитывая которые, необходимо эксплуатировать систему в том виде, в каком она существует в данный момент.

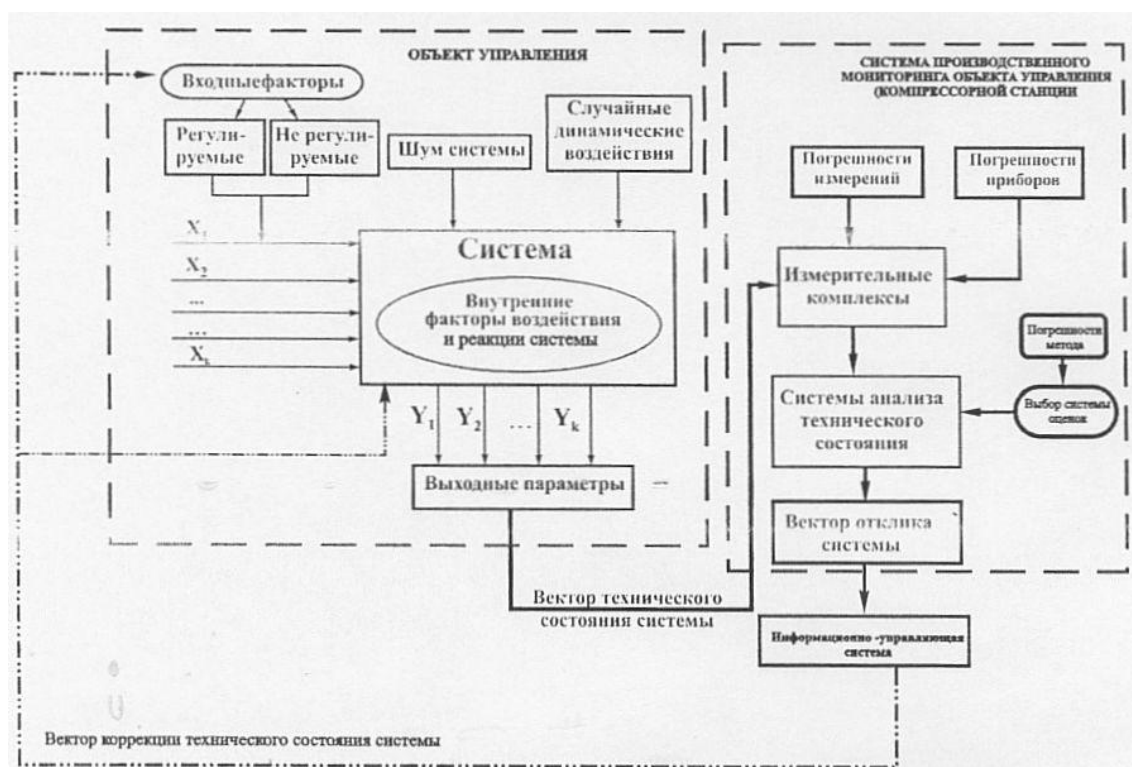


Рис. 1. Структурный анализ сложной технической системы

Система, воспринимая все эти воздействия, отвечает на них определенными реакциями, такими как: изменением термодинамических характеристик перекачиваемой среды, износом пар трения, возникновением волнового или пульсирующего течения газа, утонением стенок трубопроводов в результате коррозионных и гидроабразивных процессов, изменением шероховатостей поверхностей проточных частей оборудования, появлением отложений, трещинообразованием и, как следствие, отказами или повреждениями основных элементов, разрушением агрегатов и трубопроводных сетей и т.д. Все эти негативные реакции системы определенным образом оказывают воздействие на режимы газопередачи от компрессорной стан-

ции к магистральному трубопроводу. Взаимосвязь факторов воздействия и реакций системы представлена на рис. 2.

Совокупность всех выходных параметров можно охарактеризовать, как вектор технического состояния системы (в нашем случае компрессорной станции). В свою очередь вектор технического состояния воспринимается измерительными комплексами - датчиками, приборами, измерительными системами. Здесь необходимо упомянуть, что измерительные комплексы так же, в свою очередь, являются сложными техническими системами, которые имеют свои погрешности - погрешности измерений и погрешности приборов (датчиков), отчего результаты измерений могут искажаться.

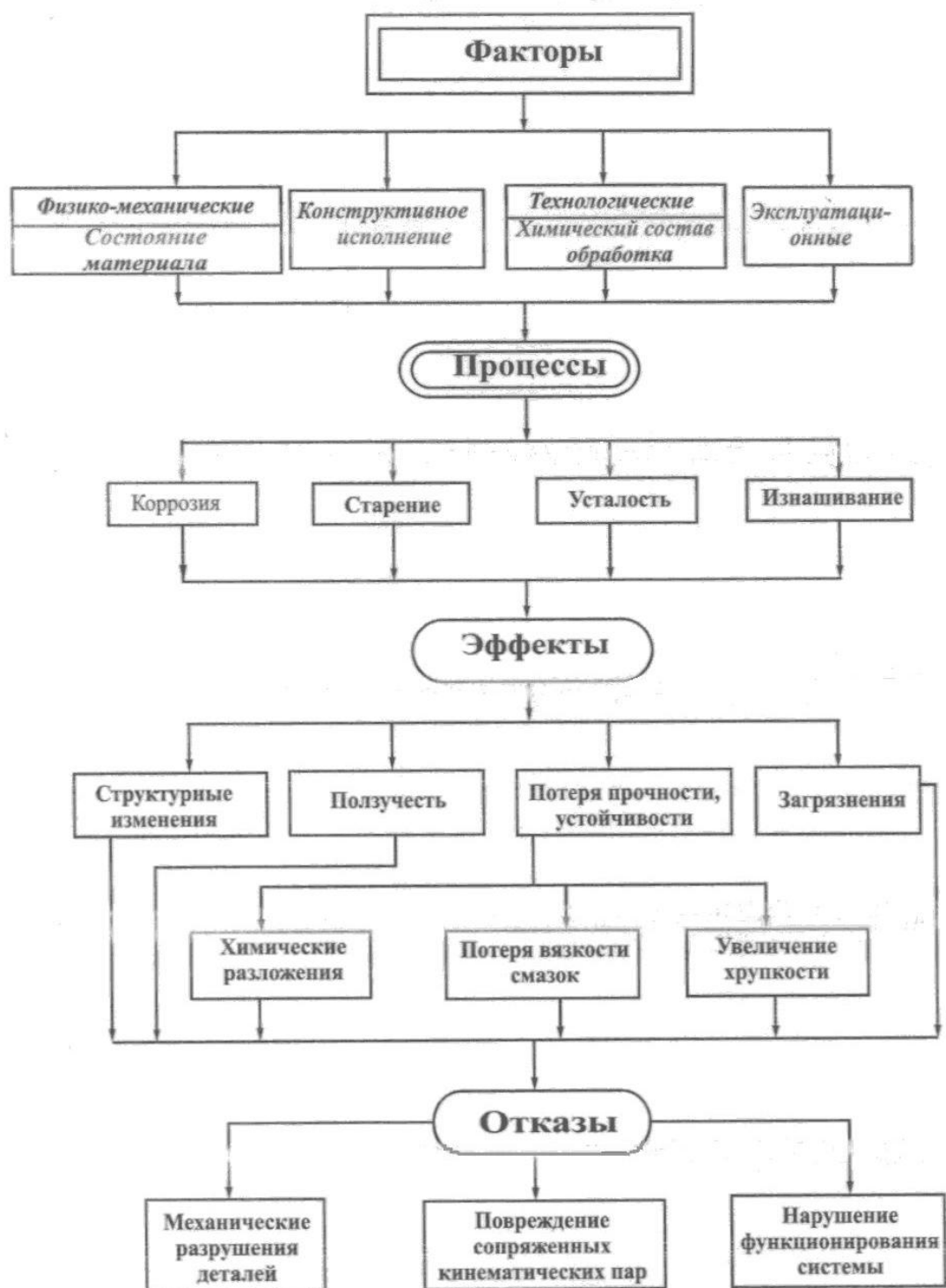


Рис. 2. Взаимосвязь факторов воздействия и реакций системы

Результаты измерений подвергаются исследованию введенными методами анализа, образуя вектор отклика системы, градиент изменения которого указывает на трансформацию действительного технического состояния оборудования компрессорной станции, в том числе и технологи-

ческих трубопроводов. При анализе состояния системы (формировании вектора отклика) оценивают изменение выходных характеристик, чтобы выделить из возможных состояний наиболее вероятные. То есть осуществляется некоторый диагностический процесс, основными целями

которого являются: анализ, позволяющий уточнить и локализовать место возможной опасной ситуации или аварии, установление элементов системы, находящиеся в аварийном состоянии, а так же наблюдение за изменением режимных и технологических параметров системы. Следует учесть, что в некоторых случаях различные воздействия приводят к одинаковым конечным результатам и в этом случае необходимо иметь детально проработанные методики анализа действительного технического состояния объекта наблюдения.

Информационно-управляющая система, на основании вектора отклика, создает вектор коррекции, который является инициатором регулирующих воздействий как на входные факторы, так и на параметры самой технической системы. То есть оперативное управление компрессорной станции, равно как и оптимизация технологических режимов, осуществляется при помощи вектора коррекции, выведенного на основании результатов анализа технического состояния структурных групп (компрессоров, связанных с ними трубопроводных сетей и т.д.).

Основной целью такого регулирования является повышение долговечности технологических трубопроводов и уменьшения различного рода повреждений, для чего необходимо стремиться к сохранению постоянства рабочего давления и расхода, избегая значительных колебаний, что характерно при возникновении неустойчивых течений в нагнетателях компрессорных установок.

Как видно из приведенной схемы (рис. 1) на вектор коррекции, а, следовательно, и на эффективность регулирования и безопасность эксплуатации, большое влияние оказывает избранная методика анализа действительного технического состояния диагностируемого объекта, так как общеизвестно, что не существует идеально адекватных текущей ситуации методов. Поэтому, весьма важен наиболее приемлемый для исследуемого объекта выбор принципиальной основы методики анализа и расчета параметров течения, необходимой для работы компрессорной станции в оптимальном режиме, и своевременного предупреждения опасных и аварийных

ситуаций, так как ликвидация аварии (например, разрыв трубопроводных сетей в результате воздействия низкочастотных колебаний большой амплитуды), по затратам, может сравниться с прокладкой новой нитки, а экологические последствия подобного варианта могут быть крайне негативны.

Для решения о необходимости проведения тех или иных мероприятий нужна информация обо всех контрольных и характерных узлах трассы. Поэтому на начальной стадии разработки методики анализа технического состояния требуется разделить технологические трубопроводы на отдельные участки таким образом, чтобы информация об отдельном участке давала возможность достоверно судить о каждом узле. Естественным является требование иметь минимум таких участков.

Компрессорные станции относятся к типу больших сложных систем, управление функционированием которых невозможно без использования различных видов моделей. При этом весьма существенно то, что один из центральных технологических объектов — трубопроводная сеть, обладает рядом специфических особенностей:

- сложность структуры и стохастичность связей между элементами;
- неоднозначность поведения при воздействии на него, большое **количество переменных**, влияющих на показатели динамики газопередачи;
- неполнота информации о структуре, свойствах и поведении при том или ином способе взаимодействия с ним.

Необходимо подчеркнуть ограниченность возможностей экспериментального исследования технологических систем, входящих в структуру компрессорной станции, а также существенную затрудненность получения в достаточном количестве информации о ней, чем преимущественно и вызвана ее неполнота.

**Эффективная и надежная** эксплуатация оборудования компрессорных станций магистральных газопроводов требует достаточно точного расчета режимов работы трубопроводных систем и количественного анализа протекающих в них физических процессов. Все это делает актуаль-

ной разработку методик моделирования статических систем в транспорте газа, и в первую очередь — компрессорных станций. Разрабатываемые методики должны позволять представить в соответствующей форме структуру системы, описывать её особенности и способы их учета при определении важнейших параметров как системы в целом, так и отдельных технологически выделяемых частей. На разных этапах функционирования компрессорных станций такая методика, будучи реализована в программном продукте информационно-управляющих систем, должна иметь возможность справляться со всем многообразием задач, решение которых направлено на достижение меняющихся целей, при непрерывно возрастающем количестве информации и меняющихся представлениях о структуре и свойствах объекта.

Для решения этих задач необходимо:

1. Представить функционально-топологический анализ технического состояния исследуемого объекта на основе типологизации множеств факторов воздействия и взаимосвязей, как сложной технической системы.

2. Проанализировать и выбрать наиболее приемлемый для изучаемой технической системы принцип формирования методики анализа и расчета процессов транспорта газа, как средства управления, оптимизации режимов и диагностики.

3. Разработать наиболее простой метод анализа динамических процессов газопередачи при условиях неустойчивости процесса сжатия газа в нагнетателях компрессорных установок.

4. Разработать алгоритмы и программы расчета эксплуатационных режимов газового потока для инженерных задач регулирования газопередачи диспетчерской службой компрессорной станции.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Хенли Д., Кумамото Х. Надёжность технических систем и оценка риска. М.: Мир, 1987. -528с.

2. Кунина П.С, Павленко П.П. Диагностика газоперекачивающих агрегатов с центробежными нагнетателями. Ростов-на-Дону, изд-во РГУ, 2001.-362с.

3. Кунина П.С. Анализ технического состояния компрессорной установки методом дерева отказов. Краснодар Труды КубГТУ, Науч. журн., том ІХХ, сер. «Нефтегазопромислое дело», вып. 9, 2003 г. - с. 204-230.

4. Сухарев М.Г, Красевич А.М. Технологический расчет и обеспечение надежности газо— и нефтепроводов М. ГУП Изд. «Нефть и газ» РГУ НГ им. И.М. Губкина 2000. - 270 с.

5. Бутусов О.Б., Мешалкин В.П. Компьютерное моделирование нестационарных потоков в сложных трубопроводах. М: ФИЗМАТ-ГИЗ, 2005. -550с.

6. Ганиев Р.Ф., Низамов Х.Н., Дербуков Е.И. Волновая стабилизация и предупреждение аварий на трубопроводах. Изд-во МГТУ им. Баумана.-М.: 1996. - 260с.

7. Гриценко А.И., Хачатурян С.А. Газодинамические процессы в трубопроводах и борьба с шумом на компрессорных станциях. - М.: Недра, 2002. -335 с.

## THE ANALYSIS OF INTERRELATIONS OF THE EQUIPMENT OF COMPRESSOR STATION AS COMPLEX TECHNICAL SYSTEM

Kunina P.S., Fik A.S.

*The Kuban state technological university, Krasnodar*

The morphological model of compressor station as complex technical system is submitted. Interrelations between factors of influence on system, reactions of system, a principle of formation of a vector of correction which is managing influence on examined object are shown. It is shown, that on formation of a vector of correction essentially important influence is rendered with methods of an estimation and the analysis of target parameters.