

Для изучения процессов, происходящих в обвязке нагнетателей природного газа и определение зависимости уровня вибрации от форм обвязок, необходимо создание трехмерной модели и испытательного стенда.

Исследование предлагается разбить на несколько этапов, в ходе которых будет накапливаться статистический материал.

На первом этапе определяется модель существующей обвязки, по которой уже накоплен статистический материал по уровням вибраций.

На втором этапе создается трехмерная модель выбранной конфигурации. Полученные данные можно будет соотнести со статистикой реальных измерений для проверки достоверности и реалистичности созданной виртуально модели, а затем трехмерная модель предполагает создание различных конфигураций обвязок нагнетателя природного газа с целью получить статистические данные как влияет конфигурация обвязки нагнетателя на уровень вибраций.

На третьем этапе предлагается создать испытательный стенд для проверки полученных данных.

Также исследование предполагает моделирование 90^0 отвода и изучение влияние его формы на величину вибраций. Изучение влияние различных форм внутренней поверхности отводов, применение различных направляющих устройств и различных углов отводов позволит получить статистические данные о влияние различных форм на уровень вибраций.

Проведение данного исследования позволит оптимизировать конфигурацию обвязки нагнетателя природного газа с целью уменьшения вибрации.

УДК 622.691.4

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕСТАЦИОНАРНЫХ ПРОЦЕССОВ В СЛОЖНОЙ ГАЗОТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЕ

Д. А. Вольнский

*Ивано-Франковский национальный технический университет
нефти и газа, Ивано-Франковск, Украина*

Основная функция системы газоснабжения – это надежное и бесперебойное обеспечение потребителя природным газом. Сложность данной задачи заключается в том, что график поставок неравномерен во времени, тогда как сама газотранспортная система является достаточно протяжен-

ной и время ее реакции на вносимые изменения почти всегда гораздо больше, чем периодичность этих изменений. Таким образом, фактически, ГТС никогда не работает в стационарном режиме, поэтому проектирование и эффективная эксплуатация магистральных газопроводов требуют учета их реакции на нестационарные нагрузки.

Задача обеспечения надежности газопроводов непосредственно связана с возникновением нештатных ситуаций. Например, внезапное прекращение отбора газа потребителем или авария на линейном участке газопровода. Также причинами нестационарных процессов могут быть остановка компрессора, отключение мест отбора, замена оборудования, а также колебания в потреблении. Динамические эффекты особенно важны при вычислении последствий краткосрочных нештатных ситуаций, таких как временное уменьшение объемов поставки в результате выхода из строя оборудования [1, 2].

Обеспечение надежности и безопасности функционирования напрямую зависит от правильности решения технологических задач, решаемых путем моделирования параметров потока, и связанных с математическими постановками задач.

Для моделирования одномерных неустановившихся режимов в сложных магистральных газопроводах необходимо одновременно решать систему нелинейных уравнений с частными производными, которые являются достаточно сложными и громоздкими. Сегодня существует немало традиционных численных методов для симуляции одномерного нестационарного потока, среди них метод характеристик, явные и неявные конечно-разностные схемы, метод конечных объемов и др. При оценке того или иного метода необходимо учитывать его сложность, гибкость, приспособляемость. Поэтому невозможно выделить один конкретный метод как оптимальный для всех случаев.

Моделирование нестационарных потоков в трубопроводах также требует применения уравнений состояния газа. Сегодня американскими и европейскими операторами ГТС широко применяются уравнения состояния AGA-8 и SGERG-88.

Моделируя однофазный нестационарный поток газа в трубопроводе, многие исследователи пренебрегали членом инерции в уравнении момента, что на практике приводит к потере точности результатов. В математической модели, которая описывает одномерный неустановившийся поток газа в горизонтальном трубопроводе без пренебрежения любым членом уравнения сохранения момента [3], основные уравнения движения газа в трубопроводе вместе с уравнением состояния образуют гиперболическую систему квазилинейных дифференциальных уравнений с частными

производными первого порядка. Ее можно представить в виде одномерных консервативных гиперболических уравнений первого порядка:

$$\frac{\partial \vec{U}}{\partial t} + \frac{\partial \vec{F}(\vec{U})}{\partial x} = \vec{r}(\vec{U}), \quad (1)$$

где

$$\vec{U} = \begin{bmatrix} \rho \\ m \end{bmatrix}, \quad \vec{F} = \begin{bmatrix} m \\ \frac{m^2}{\rho} + c^2 \rho \end{bmatrix}, \quad \vec{r}(\vec{U}) = \begin{bmatrix} 0 \\ -\frac{f_g m |m|}{2D\rho} \end{bmatrix}. \quad (2)$$

Для решения этой модели предлагается использовать новый класс гибридных схем уменьшения полной вариации (TVD – total variation diminishing) [2, 3] вместе с уравнением состояния газа AGA-8. Эти схемы позволяют достичь гораздо более четкого выявления распространения нестационарных явлений, чем это было возможно до сих пор. Они также помогают удалить фронтальные колебания и нечеткости, характерные для других методов, и обладают расширенными пределами стабильности численного решения, что делает алгоритм достаточно надежным.

ЛИТЕРАТУРА

1. Noorbehesht, N. Numerical Simulation of the Transient Flow in Natural Gas Transmission Lines Using a Computational Fluid Dynamic Method / N. Noorbehesht, P. Ghaseminejad // American Journal of Applied Sciences. – 2013. – Vol. 10 (1). – P. 24 – 34.
2. Zhou, J. Simulation of Transient Flow in Natural Gas Pipelines / J. Zhou, M.A. Adewumi // PSIG Annual Meeting, 18 – 20 October, Albuquerque, New Mexico, 1995.
3. Zhou, J. Simulation of Transients in Natural Gas Pipelines / J. Zhou, M.A. Adewumi // SPE Production & Facilities. – 1996. – Vol. 11, № 4. – P. 202 – 208.

УДК 622.692.4.052

МОДЕЛИРОВАНИЕ СОВМЕСТНОЙ РАБОТЫ ТРУБОПРОВОДА И НАСОСА

П. Р. Гимер, М. П. Муж

*Ивано-Франковский национальный технический университет
нефти и газа, Ивано-Франковск, Украина*

Одним из факторов повышения надежности эксплуатации магистральных трубопроводов является корректное определение режимов совместной работы насосной установки и трубопровода, а также расчет параметров регулирования как насоса, так и трубопровода, с целью обеспече-