

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОБСТВЕННЫХ ЧАСТОТ КОЛЕБАНИЯ ВЫХОДНОГО ФЛАНЦА РЕГУЛЯТОРА ДАВЛЕНИЯ РДУ-100**

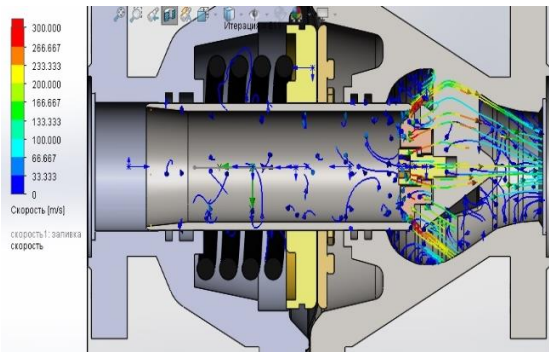
**Р.В. Колосков**

Научный руководитель – доцент О.В. Брусник

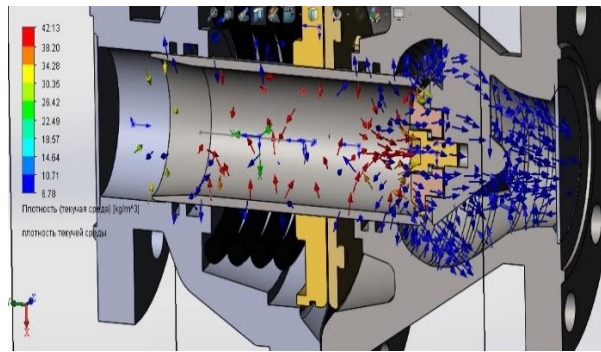
*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

При редуцировании давления газа, на клапане уже при малых перепадах давления поток достигает значительных скоростей, в результате за узлом дросселирования образуется область турбулентного движения (рис. 1) [7]. Эта область характеризуется большими пульсациями давления (колебаниями давления) и плотностью среды (рис. 2). Моделирование потока газа в регуляторе давления проводилось в программном комплексе Solid Works 2016 (Flow Simulation), при следующих начальных параметрах:

- Объемный расход газа –  $Q=97,22 \text{ м}^3/\text{с}$ ;
- Входное давление –  $P_{\text{вх}}=5,5 \text{ МПа}$ ;
- Выходное давление –  $P_{\text{вых}}=1,2 \text{ МПа}$ .
- Температура газа –  $t=8 \text{ }^\circ\text{C}$ .



**Рис. 1** Распределение скоростей в регулирующем клапане РД У-100



**Рис. 2** Плотность потока газа в регулирующем клапане РДУ-100

С возрастанием перепада давления скорость потока начинает превышать скорость звука, а в зоне смешивания возникают ударные волны и скачки уплотнений (зона разрыва потока), которые вызывают повышенный уровень вибрации поверхности трубопроводов и других элементов арматуры, создают колебания, и могут оказывать влияние на работоспособность регулирующих органов.

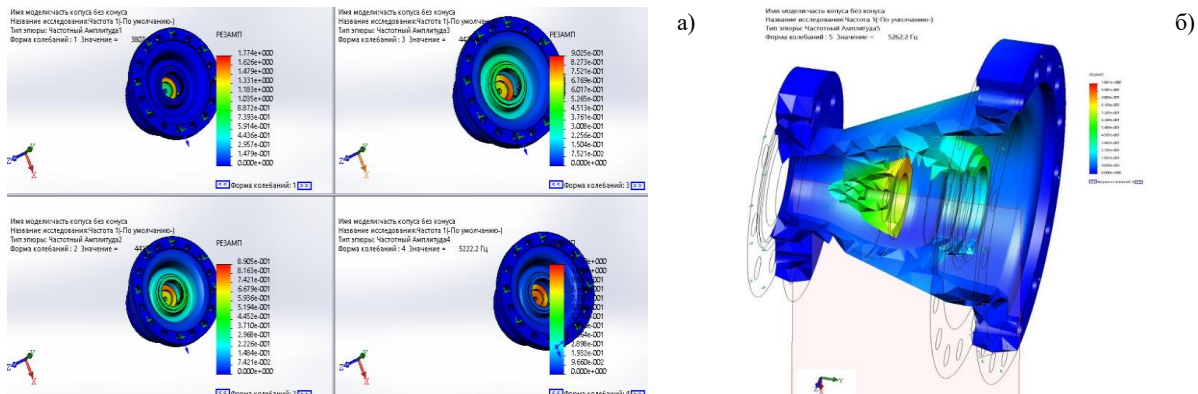
Акустически вызванная вибрация может описываться следующими физическим явлениями:

- клапан редуцирования, за счет своих колебаний может вызвать высокочастотные колебания давлений после клапана;
- следствием этих колебаний есть возбуждения акустической моды высшего порядка в трубопроводе с различными диаметрами и колебания давления.

Влияние на формы трубы оказывают акустические пульсации, тем самым колебания усиливаются.

Исходя из этого, становится понятно, что уровень колебаний регулирующих клапанов и подсоединённых к ним трубопроводов определяется высокой скоростью потока протекajúющей через дроссельное сечение клапана (зона дросселирования) и турбулентность потока в зоне смешивания.

Численное моделирование и анализ выходного тракта был выполнен в программном комплексе Solid Works 2016 (Simulation) [10, 11]. Результатом моделирования были выявлено 5 собственных форм колебания (Рис. 3 а, б).



**Рис. 3** Собственные колебания выходного тракта регулятора давления РДУ-100



Рис. 4 График собственных колебания выходного тракта регулятора давления РДУ-100

Таблица 1

Значения перемещений по осям при собственных колебания выходного тракта регулятора давления РДУ-100

01:39, вторник, Декабрь 17, 2017				
Название исследования: Частота собственных колебаний				
Режим No.	Частота (Герц)	Направление X	Направление Y	Направление Z
1	3807.4	1.757e-007	1.3378e-006	2.1746e-005
2	4423	0.016376	1.0101e-007	0.33669
3	4424.4	0.3371	2.0498e-008	0.016598
4	5222.2	0.00027073	0.13049	4.0974e-005
5	5262.2	0.0013374	0.00015546	0.055889
		Сумма X = 0.35508	Сумма Y = 0.13065	Сумма Z = 0.40924

На рисунке 4 показан график 5 мод собственных колебаний выходного тракта, таблица 1 показывает перемещения по осям X, Y, Z совершаемые при собственных колебаниях.

Итогом данного анализа стало то, что выходной конус, который поддерживается на 3 пилонах является самой податливой частью выходного фланца. Пилоны конуса и сам конус учувствуют во всех колебаниях собственных форм, тем самым подвергается мощному газодинамическому воздействию выходной струи газа. Отсюда можно полагать, что воздействие собственных колебаний может привести к таким последствиям, как разрушение элементов трубопровода. Например, выход из строя манометров, предохранительных клапанов и т.д.

#### Литература

1. Абрамович, Г.Н. Прикладная газовая динамика / – М.: Наука, 1976. – 888 с.
2. Арзуманов, Э.С. и др. Снижение шума и вибрации в регулирующих органах клапанов для высоких перепадов давлений – М.: ЦИНТИ химнефтемаш, 1976, серия ХМ–10. – 48 с.
3. Вишневого, С.Л. Аэрогидромеханический шум в технике / пер. С. Л. Вишневого; под ред. Р. Хиклинга. – М.: Мир, 1980. – 336 с.
4. Гимадиев, А.Г. и др. Снижение виброакустических нагрузок в гидромеханических системах. // Самара: Изд–во СГАУ, 1998. – 270 с.
5. Гиневский А.С. и др. Акустическое управление турбулентными струями. – М.: ФИЗМАТ–ЛИТ, 2001. – 240 с.
6. ГОСТ 12.2.085-2002. Сосуды, работающие под давлением. Клапаны предохранительные. Требования к безопасности. –М.: АСтандартинформ, 2007.
7. Иголкин А.А. О влиянии виброакустических нагрузок на прочность и работоспособность трубопроводных систем // Известия СНЦ РАН. – Самара, 2013. – Т.15, №6(4). – С. 1032–1037.
8. Ионов А.В. Средства снижения вибрации и шума на судах. // – СПб.: ЦНИИ им. акад. А. Н. Крылова, 2000. – 348 с.
9. Толоконников И.С. и др. Снижение уровней шума и вибрации на газораспределительных пунктах энергетических объектов // Сборник докладов. – 2011. – С. 245–260.
10. Алямовский, А.А. SolidWorks Simulation. Как решать практические задачи. — СПб.: БХВ — Петербург, 2012.
11. Алямовский, А.А. и др. SolidWorks. Компьютерное моделирование в инженерной практике. — СПб.: БХВ — Петербург, 2006.