

Жежера Николай Илларионович

**ИЗМЕНЕНИЕ СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ ПОВОРОТНОЙ ЗАСЛОНКИ ЗАТВОРА ФАКЕЛЬНОЙ
УСТАНОВКИ**

Адрес статьи: www.gramota.net/materials/1/2012/5/17.html

Статья опубликована в авторской редакции и отражает точку зрения автора(ов) по данному вопросу.

Источник

Альманах современной науки и образования

Тамбов: Грамота, 2012. № 5 (60). С. 53-56. ISSN 1993-5552.

Адрес журнала: www.gramota.net/editions/1.html

Содержание данного номера журнала: www.gramota.net/materials/1/2012/5/

© Издательство "Грамота"

Информация о возможности публикации статей в журнале размещена на Интернет сайте издательства: www.gramota.net

Вопросы, связанные с публикациями научных материалов, редакция просит направлять на адрес: almanac@gramota.net

Список литературы

1. Барт Р. Избранные работы. Семиотика. Поэтика. М.: Изд. группа «Прогресс-Универс», 1994. 616 с.
2. Карасик В. И. Культурные доминанты в языке // Языковая личность: культурные концепты. Волгоград: Перемена, 1996. С. 3-16.
3. Лотман Ю. М. Культура и взрыв. М.: Наука, 1992. 280 с.
4. Маслова В. А. Введение в когнитивную лингвистику: учеб. пособие. 3-е изд. М.: Флинта; Наука, 2007. 296 с.

УДК 62-3

Технические науки

Николай Илларионович Жежера

Оренбургский государственный университет

ИЗМЕНЕНИЕ СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ ПОВОРОТНОЙ ЗАСЛОНКИ ЗАТВОРА ФАКЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ[©]

Утилизация попутного нефтяного газа с каждым годом становится наиболее острой проблемой нефтегазодобывающего комплекса. Долгие годы попутный газ при добыче нефти сжигался на факельных установках. В настоящее время используются технологии подготовки попутного нефтяного газа к промышленному виду. Сжигание газа на факельных установках производится, в основном, только при аварийных сбросах газа с газоперерабатывающих установок при непрерывном и мало интенсивном горении газа на дежурной горелке.

Разработана факельная установка с изменяемой скоростью движения поворотной заслонки затвора [4], схема которой приведена на Рисунке 1. Факельная установка состоит из трубопроводов 1 технологических установок переработки газа, факельного трубопровода 2, трубопровода 3, технологической печи 4 и цилиндрической вставки 5 затвора 6.

В установку входят также факельный трубопровод 7, регуляторы 8 и 9 давления, установленные на байпасной линии между факельными трубопроводами 2 и 7, и факел 10.

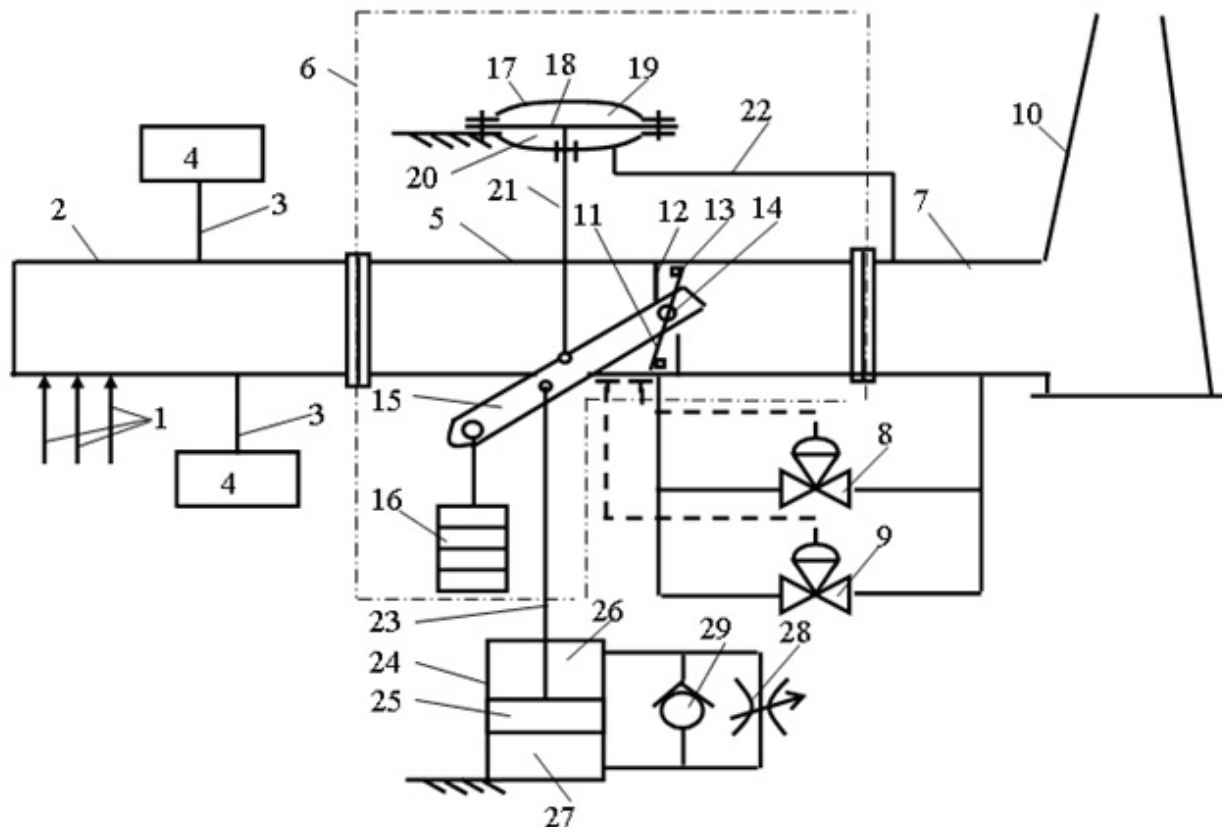


Рис. 1. Факельная установка с изменяемой скоростью движения поворотной заслонки затвора

Затвор 6 выполнен в виде поворотной заслонки 11 с расположенными с противоположных сторон уплотнительными полукольцами 12, обеспечивающими герметичность затвора. Места прилегания заслонки 11 к полукольцам 12 уплотнены прокладками 13. Вал 14 заслонки расположен в плоскости, перпендикулярной оси факельного трубопровода 2 с эксцентриситетом по отношению к нему. На валу закреплен рычаг 15 с грузом 16. Мембранный привод 17 с мембраной 18, надмембранной полостью 19 и подмембранной полостью 20 через толкатель 21 соединен с рычагом 15.

Подмембранная полость 20 подключена трубопроводом 22 к факельному трубопроводу 7. К рычагу 15 присоединен параллельно грузам 16 через шток 23 гидроцилиндра 24, корпус которого жестко закреплен. Поршень 25 гидроцилиндра 24 делит его внутренний объем на две полости 26 и 27, которые заполнены рабочей жидкостью (минеральным маслом). К полостям 26 и 27 гидроцилиндра подключены параллельно дроссель 28 и обратный клапан 29.

Обратный клапан 29 открывается и пропускает рабочую жидкость из полости 26 гидроцилиндра 24 в полость 27 при движении грузов 16 и поршня 25 гидроцилиндра 24 вверх при открытии поворотной заслонки 11, и закрывается и не пропускает жидкость из полости 27 в полость 26 при движении грузов 16 и поршня 25 гидроцилиндра 24 вниз при закрытии заслонки 11. Рабочая жидкость при движении грузов 16 и поршня 25 гидроцилиндра 24 вниз и закрытии заслонки 11 проходит через дроссель 28 из полости 27 в полость 26, обеспечивая движение заслонки 11 на закрытие с меньшей скоростью, чем на открытие.

Факельная установка с изменяемой скоростью движения поворотной заслонки затвора работает следующим образом. Небольшие сбросы газов от технологических установок поступают по трубопроводам 1 в факельный трубопровод 2, откуда по трубопроводу 3 направляются к печи 4. При этом поворотная заслонка 11 закрыта и отсекает факельный трубопровод 2 от факельного трубопровода 7.

При повышении давления в факельном трубопроводе 2, когда количество поступившего газа превышает его потребление, избыток газа регуляторами 8 и 9 давления сбрасывается в трубопровод 7 и далее - на факел 10. Если избыток газа превышает суммарную пропускную способность регуляторов 8 и 9 и давление перед заслонкой 11 возрастает выше допустимого значения, заслонка 11 открывается и выпускает избыток газа в трубопровод 7.

Эксцентричное положение вала заслонки обеспечивает возникновение неуравновешенного крутящего момента, который поворачивает заслонку при достижении определенного давления перед ней. Этот крутящий момент уравновешивается моментом, создаваемым грузом 16. При открытии заслонки рычаг 15 поднимает вверх груз 16, шток 23 и поршень 25 гидроцилиндра 24. При движении поршня 25 вверх в гидроцилиндре 24 жидкость из полости 26 свободно перетекает в полость 27 через открывшийся обратный клапан 29, не создавая сопротивления движению поршня 25 и заслонки 11 в сторону открытия.

Аварийный сброс газов может привести к росту давления в факельном трубопроводе 7. Давление в факельном трубопроводе 7 передается по трубопроводу 22 в подмембранную полость 20 мембранного привода 17, и возникающее при этом усилие привода 17 уравновешивает крутящий момент, возникающий от давления на заслонку 11 со стороны факельного трубопровода 7 из-за эксцентричного расположения вала заслонки. Однако, первый фронт залпового сброса газа проходит, давление в факельном трубопроводе 7 понижается и сила, создаваемая мембранным приводом 17 с мембраной 18, существенно уменьшается, а поэтому заслонка 11 под действием груза 16 начинает движение в сторону закрытия.

Поршень 25 гидроцилиндра 24 медленно вытесняет жидкость из полости 27 в полость 26 через дроссель 28 потому, что обратный клапан 29 закрыт. Заслонка 11 медленно перемещается без колебательных движений в сторону закрытия и останавливается в закрытом положении.

Рассмотрим теоретические положения, подтверждающие работоспособность факельной установки с изменяемой скоростью движения поворотной заслонки затвора. На основании второго закона Ньютона сила F , N , равна произведению массы тела m , кг, на ускорение движения тела a , m/c^2 , то есть

$$F = m \cdot a \text{ или } m \cdot \frac{d^2x}{dt^2} = F,$$

где x , d^2x/dt^2 - перемещение и ускорение перемещения тела, м и m/c^2 .

На поворотную заслонку затвора действуют следующие силы [2, с. 146; 3]:

$$m_{зас} \cdot \frac{d^2x_{зас}}{dt^2} = \Delta f_{зас} \cdot (P_1 - P_2) + f_{мем} \cdot P_2 - m_{груз} \cdot g \quad (1)$$

где $m_{зас}$, $m_{груз}$ - масса заслонки и грузов, кг; $d^2x_{зас}/dt^2$ - ускорение перемещения заслонки, m/c^2 ; P_1 и P_2 - давление газа до и после заслонки, Па; $\Delta f_{зас}$ - эффективная площадь заслонки, укрепленной на валу с эксцентриситетом, на которую действует разность давлений $(P_1 - P_2)$; $f_{мем}$ - площадь мембраны мембранного исполнительного механизма, m^2 ; g - ускорения силы земного тяготения, m/c^2 .

Уравнение (1) составлено для затвора с поворотной заслонкой для факельной установки, действие которой характеризуется тем, что давления P_1 и P_2 всегда непрерывно изменяются от какого-то максимального до минимального значения при срабатывании затвора. На основании этого силы, представленные в правой части выражения (1), изменяются при срабатывании затвора на значение $\pm \Delta N_{зас}$, N , и выражение (1) можно представить в виде

$$m_{зас} \cdot \frac{d^2x_{зас}}{dt^2} = \pm \Delta N_{зас} \quad (2)$$

После преобразования по Лапласу выражение (2) принимает вид

$$m_{зас} \cdot s^2 x_{зас}(p) = \Delta N_{зас}(p)$$

Передаточная функция перемещения заслонки по отношению к приложенной силе

$$W(p) = \frac{x_{зас}(p)}{\Delta N_{зас}(p)} = \frac{1}{m \cdot s^2}$$

Если подать единичное возмущение $\Delta N_{зас}(p) = 1/s$, тогда

$$x_{зас}(p) = 1/m \cdot s^3$$

После обратного преобразованию по Лапласу этого выражения получим зависимость для перемещения заслонки затвора после возмущения по давлению в факельном трубопроводе

$$x_{зас}(t) = t^2 / 2m \quad (3)$$

Таким образом, заслонка после возмущения по давлению в факельном трубопроводе перемещается в одну или другую сторону по квадратической зависимости, и эти перемещения заслонки будут продолжаться от полного открытия до полного закрытия факельного трубопровода.

Если взять производную по времени от выражения (3), тогда получим скорость перемещения поворотной заслонки

$$\frac{dx_{зас}(t)}{dt} = \frac{t}{m} \quad (4)$$

Если принять, что $m=2$, тогда в соответствии с выражением (4) при $t=0$ с скорость перемещения заслонки $dx_{зас}(t)/dt=0$, а при $t=10$ с $dx_{зас}(t)/dt=5$ м/с.

Для затвора с поворотной заслонкой и гидроцилиндром 24 с обратным клапаном 29 и дросселем 28 для движения заслонки в сторону закрытия выражение (2) принимает вид

$$m_{зас} \cdot \frac{d^2 x_{зас}}{dt^2} + \beta \frac{dx_{зас}}{dt} = \Delta N_{зас}, \quad (5)$$

где β - коэффициент демпфирования гидроцилиндра с дросселем и обратным клапаном при движении заслонки на закрытие; $dx_{зас}/dt$ - скорость перемещения заслонки и поршня гидроцилиндра, м/с.

После преобразования по Лапласу выражение (5) принимает вид

$$(m_{зас} \cdot s^2 + \beta \cdot s) x_{зас}(p) = \Delta N_{зас}(p)$$

Передаточная функция перемещения заслонки по отношению к приложенной силе

$$W(p) = \frac{x_{зас}(p)}{\Delta N_{зас}(p)} = \frac{1}{m \cdot s^2 + \beta \cdot s}$$

Если подать единичное возмущение $\Delta N_{зас}(p) = 1/s$, тогда

$$x_{зас}(p) = \frac{1}{s} \cdot \frac{1}{(m \cdot s^2 + \beta \cdot s)}$$

Это выражение можно представить в виде [1, с. 90; 3]:

$$\begin{aligned} x_{зас}(p) &= \frac{1}{s} \cdot \frac{1}{s(m \cdot s + \beta)} = \frac{1}{\beta} \left[\frac{1}{s^2} - \frac{m}{s(m \cdot s + \beta)} \right] = \\ &= \frac{1}{\beta} \left[\frac{1}{s^2} - \left(\frac{1}{s} - \frac{m}{(m \cdot s + \beta)} \right) \cdot \frac{1}{\beta} \right] = \frac{1}{\beta} \left[\frac{1}{s^2} - \frac{1}{\beta} \left(\frac{1}{s} - \frac{1}{(s + \alpha)} \right) \right], \end{aligned} \quad (6)$$

где $\alpha = \beta / m$.

После обратного преобразованию по Лапласу выражения (6) получим зависимость для перемещения поворотной заслонки затвора с обратным клапаном и дросселем при движении заслонки в сторону закрытия при возмущении по давлению в факельном трубопроводе

$$x_{зас}(t) = \frac{1}{\beta} \left[t - \frac{1}{\beta} (1 - e^{-\alpha t}) \right] = \frac{t}{\beta} - \frac{1 - e^{-\alpha t}}{\beta^2} \quad (7)$$

Скорость перемещения заслонки в сторону закрытия получим после дифференцирования выражения (7)

$$\frac{dx_{зас}(t)}{dt} = \frac{1}{\beta} - \frac{1 + \alpha \cdot e^{-\alpha t}}{\beta^2} = \frac{1}{\beta} - \frac{1 + \frac{\beta}{m} \cdot e^{-\frac{\beta}{m} t}}{\beta^2} = \frac{1}{\beta} \left(1 - \frac{1}{\beta} - \frac{1}{m e^{\frac{\beta}{m} t}} \right) \quad (8)$$

Если принять как и выше, что $m=2$ кг и $\beta=2,0$, тогда при $t=0$ с скорость перемещения заслонки по выражению (8)

$$\frac{dx_{зас}(t)}{dt} = 0,5 \left[1 - 0,5 - \frac{0,5}{e^0} \right] = 0,$$

$$\text{а при } t = 10 \text{ с } \frac{dx_{\text{зас}}(t)}{dt} = 0,5 \left[1 - 0,5 - \frac{0,5}{e^{10}} \right] = 0,25 \text{ м/с}$$

Это значение показывает, что скорость движения поворотной заслонки в сторону закрытия, равная 0,25 м/с, в 20 раз меньше, чем скорость движения заслонки на открытие без демпферного устройства, равная 5,0 м/с.

Таким образом, заслонка после возмущения по давлению в факельном трубопроводе перемещается в сторону закрытия значительно медленнее [выражение (8)], чем в сторону открытия [выражение (4)], и скорость движения заслонки в сторону закрытия определяется коэффициентом демпфирования β .

Использование факельной установки с изменяемой скоростью движения поворотной заслонки затвора исключает аварийные ситуации при переработке попутного газа.

Список литературы

1. Жежера Н. И. Ввод сигнала по производной от входного давления в предохранительном клапане с серводействием // Вестник Оренбургского государственного университета. 2000. № 3. С. 90-94.
2. Жежера Н. И. Давление рабочей жидкости в щелях с криволинейными стенками регулирующих клапанов систем автоматизации и управления // Вестник Оренбургского государственного университета. 2001. № 1. С. 146-150.
3. Жежера Н. И. Развитие теории и совершенствование автоматизированных систем испытаний изделий на герметичность: дисс. ... д-ра техн. наук: 05.13.06. Оренбург: ОГУ, 2004. 441 с.
4. Пат. 2362089. Российская Федерация. МПК F23G7/06. Факельная система / Н. И. Жежера, Г. А. Сайденкова (РФ); заявитель и патентообладатель Оренбург. гос. ун-т. № 2007145260/06; заявл. 05.12.2007; опубл. 20.07.2009; бюлл. № 20. 8 с.

УДК 681.5:620.165.29.008.6(075.8)

Технические науки

Николай Илларионович Жежера
Оренбургский государственный университет

УТЕЧКИ ЖИДКОСТИ ИЗ ВИБРИРУЕМЫХ ИЗДЕЛИЙ, ИСПЫТЫВАЕМЫХ НА ГЕРМЕТИЧНОСТЬ[©]

Многие промышленные изделия в условиях эксплуатации работают под избыточным давлением жидкости, и к изделиям подводится вибрация из внешней среды от разнообразных работающих агрегатов. Поэтому при испытаниях изделий на герметичность жидкостью под избыточным давлением предлагается изделиям в процессе испытаний сообщать дополнительно вибрацию необходимой частоты и амплитуды [3; 4, с. 62; 5, с. 82; 6].

В работе [1] установлены аналитические зависимости для расхода жидкости через отверстие изделия, к которому подводится избыточное давление и изделию сообщается вибрация. Однако в этой работе принята исходная формула расхода жидкости для отверстий в тонкой стенке.

Микрощели изделий, испытываемых на герметичность, например трубопроводов с толщиной стенки до 20-30 мм, имеют относительно большую протяженность по сравнению с условным диаметром микрощелей, которые составляют от 0,05 до 0,10 мм. Эти микрощели можно моделировать тонкими цилиндрическими трубками, расход жидкости через которые определяется по формуле Пуазейля. С другой стороны, полученные в работе [Там же] формулы для определения расхода жидкости через отверстия в тонкой стенке сложны для практического использования потому, что содержат множители, представляющие собой полные эллиптические интегралы первого и второго рода, для которых отсутствуют аналитические выражения.

На Рисунке 1 представлена схема системы, состоящей из изделия 1 с микрощелью 2, заполненной жидкостью, к которому подводится вибрация через толкатель 3 от вибрационного устройства по направлению оси Ox . Статическое давление жидкости в изделии 1 составляет P_1 , Па, а статическое давление жидкости или воздуха снаружи изделия - P_0 , Па.

Принимаем, что изделие 1 совершает вертикальные колебания по закону [2]:

$$x = -A \sin \omega t, \quad (1)$$

где A - амплитуда колебаний, м; ω - частота колебаний, с^{-1} ; t - время, с.

Стационарный объемный расход жидкости Q_{cm} , $\text{м}^3/\text{с}$, через отверстие 2 (Рисунок 1) определим по формуле Пуазейля:

$$Q_{cm} = \frac{\pi(P_1 - P_2)d^4}{128\mu L} = \frac{\pi\Delta P_{cm}d^4}{128\mu L}, \quad (2)$$

где $(P_1 - P_2) = \Delta P_{cm}$ - разность давлений до и после отверстия, Па; d - диаметр отверстия, м; μ - коэффициент динамической вязкости жидкости, Па·с; L - длина отверстия, м.

Формулу (2) запишем в следующем виде:

$$Q_{cm} = \kappa_{нз} \Delta P_{cm}, \quad (3)$$