

В результате выполнения научно-исследовательских работ:

- исследован механизм защитного действия маслорастворимых ингибиторов коррозии;
- проведены исследования по выбору компонентов для создания ингибитора коррозии с требуемым уровнем эксплуатационных свойств;
- исследованы функциональные свойства компонентов для разрабатываемого ингибитора коррозии;
- разработан состав ингибитора коррозии;
- разработаны технологический процесс изготовления ингибитора коррозии и технические условия на ингибитор коррозии;
- проведены лабораторные и приемочные испытания ПИНС ЗТП;
- организован участок на базе НТПВ ООО «ТОКЕМА» мощностью 20 т/г по производству ингибитора коррозии;
- разработанный ингибитор коррозии внедрен на Минском моторном и Минском тракторном заводах.

УДК 621.8

## **СПОСОБ УПРАВЛЕНИЯ ТУРБУЛЕНТНОСТЬЮ**

*Колядко Ольга Владимировна, Сергиеня Ирина Анатольевна,  
Радюк Людмила Ивановна  
Научный руководитель - канд. техн. наук, доцент И. А.Веренич  
(Белорусский национальный технический университет)*

Рассматривается вопрос управления турбулентностью в пристенной области поля течения вблизи поверхности стенки, обладающей системой вихрей, примыкающих к поверхности. Управление основано на использовании импульсов большой частоты, которые вводятся непосредственно в пристенную область.

В современной науке вопрос в области снижения турбулентного сопротивления имеет свою актуальность. Известно много способов для снижения турбулентного сопротивления в пристенной турбулентной области поля течения вблизи поверхности стенки. Так, например, используют ламинаризацию пограничного слоя, воздействуют на турбулентные пульсации различными полимерами и их растворами и многое другое. Рассмотрим такой способ как управление турбулентностью путем воздействия на турбулентные пульсации в пристенной области трубы.

Поскольку в реальных условиях течения происходят при очень высоких числах Рейнольдса, особый интерес представляют способы подавления турбулентных пульсаций, ответственных за высокий уровень сопротивления. В некоторых работах приводится в пример такой способ управления турбулентным сопротивлением как изменение физических констант жидкости. Ученые Лойцянский Л.Г. и Федяевский К.К. теоретически предсказали возможность существенного снижения сопротивления трения путем плавного изменения плотности жидкости в пределах пограничного слоя. Предложенная идея получила развитие и породила большое число исследований.

Известен способ управления турбулентным сопротивлением в пристенной области методом пассивного возмущающего воздействия, подавляющего образование вихрей [1].

В данной статье представим способ снижения турбулентного сопротивления, который заключается во введении в пристенную область трубы импульсов в несколько раз численно превосходящих естественные импульсы колебания потока жидкости. Увеличение частоты импульсов приводит к возрастанию числа Рейнольдса  $R = 2\pi f a d / \nu$ , где  $f$  – частота вращения,  $a$  – радиус глобоида в центральной части,  $d$  – ширина зазора в центре,  $\nu$  – кинематическая вязкость. На рисунке 1 схематически показан способ введения импульсного сигнала в пристенную

область трубы турбулентного потока жидкости, с помощью двигателя со смещенным центром тяжести.

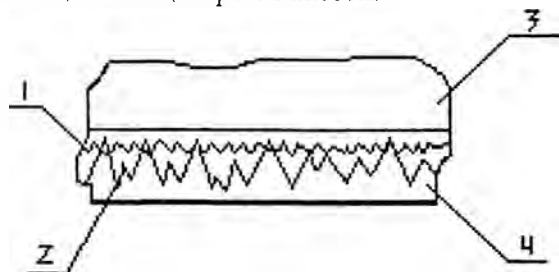


Рис. 1:

- 1 - импульсный сигнал, вводимый в пристенную область трубы;
- 2 - естественные импульсы колебания потока жидкости;
- 3 - область трубы; 4 - пристенная область трубы

Импульсный сигнал должен подаваться с большой частотой, в сотни раз превышать естественную частоту колебаний потока жидкости. Необходимо получить эффект наложения импульсов, в результате чего произойдет сглаживание колебаний.

В следующую очередь необходимо приспособление, чтобы возбудить импульсный сигнал.

Расположим трубу на пружинные опоры, где пружина должна обладать определенной жесткостью, исходя из веса трубы и частоты колебания естественных импульсов турбулентного потока жидкости. Для того чтобы заставить пружину колебаться с нужной частотой, расположим на опоре всей конструкции двигатель со смещенным центром тяжести. Смещенный центр тяжести позволит создать большие вибрации двигателя. Выбрав двигатель с определенными параметрами, можно достигнуть значения необходимой частоты колебаний данной установки.

Управление двигателем осуществляется от компьютера с заданными параметрами. Причем, величина импульса имеет малую мощность и для управления не требуется установка датчиков пульсации турбулентного потока или иных устройств контроля.

Турбулентность описывается нелинейной моделью третьего порядка – уравнениями Е. Лоренца [2]:

$$\begin{cases} \dot{x} = \sigma(y - x), \\ \dot{y} = rx - y - xz, \\ \dot{z} = -bz + xy, \end{cases}$$

где  $\sigma, r, b$  – параметры системы.

Решения данной системы могут быть нерегулярными.

Параметры закона управления подбираются экспериментально, и по литературным источникам подавление хаотичности турбулентного потока можно достичь изменением приведенного числа Рейнольдса не более чем на 2%.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Патент RU 2020304, С1, 30.09.1994. устройство для снижения турбулентного сопротивления в пристенной турбулентной области поля течения вблизи поверхности стенки.
2. Lorenz, E.N. Deterministic nonperiodic flow // J. Atmospheric Sci. 1963. V. 20 № 2. P.130–141.

УДК 629.113

## СИНТЕЗ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ГРАФОАНАЛИТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

*Песенько Сергей Николаевич*  
*Научный руководитель - В.В.Тарбаев*  
*(Белорусский национальный технический университет)*

Так как большинство систем управления состоит из объекта управления, исполнительных органов, управляющей части и контролирующих устройств, существует проблема решения синтеза систем управления. В данной статье рассмотрен графоаналитический метод синтеза.