

аналитическую проверку данной гипотезы по известным методикам.

В результате проведения дисперсионного анализа получим результирующую кривую обработки опытных данных, с наибольшей вероятностью совпадающую с исходной измеряемой величиной. Для функционального описания этой кривой могут быть применены известные методы регрессионного анализа, которые широко освещены в литературе.

УДК 621.225

## **ПУТИ СНИЖЕНИЯ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ В СИСТЕМАХ ГИДРОПРИВОДОВ МОБИЛЬНЫХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН**

*Тини Мурад Абубакер, Селивончик Иван Григорьевич  
Научный руководитель - канд. техн. наук, доцент И.А.Веренич  
(Белорусский национальный технический университет)*

Рассматриваются пути снижения гидродинамического сопротивления в системах приводов машин, которые могут быть пассивными и управляемыми активными. Основной метод для гидроприводов машин – активное управление гидродинамическими процессами вводом малых концентраций добавок перед местными сопротивлениями.

Важными проблемами в области разработки современных гидромашин и гидроприводов является минимизация потребляемой ими энергии, повышение экологической безопасности, снижение затрат на испытания, использование предельных динамических возможностей гидропривода. Большинство гидросистем имеют каналы сложной формы и реже длинные трубопроводы. Снижение гидродинамического сопротивления протяженных трубопроводов и каналов сложной формы может дать существенное энергосбережение всей машины. Снижения сопротивления можно добиться как пассивными методами, на-

пример, за счет использования добавок, снижающих вязкость, или за счет изменения формы каналов, а также активными способами – организуя управление изменением свойств рабочей жидкости, температуры или ламинизируя поток в пристенной области и др. [1]. Наибольшие удельные потери давления в трубопроводах происходят на участках искривлений и изгибов. В случае ламинарного течения ньютоновской жидкости в каналах потери давления складываются из потерь на трение жидкости о стенки и на перестройку внутренней структуры течения. Поэтому естественно воздействовать на пристенное течение с целью снижения именно этой составляющей сопротивления.

К настоящему времени предложены множество принципиально возможных подходов к решению данной задачи [2]. Не все они практически реализуемы, энергетически или экономически целесообразны. С гидродинамической стороны вопроса пути снижения гидродинамического сопротивления в гидросистемах машин можно выделить следующие.

#### Изменение физических свойств жидкости.

Для систем топливоподачи и систем охлаждения возможным является путь вдува воздуха в пристенную область течения, тем самым плавно изменять плотность жидкости, что существенно снизит сопротивление трения. Эффект снижения сопротивления трения в гидроприводах может быть получен нагревом стенок трубопроводов для снижения вязкости жидкости и тем самым уменьшить вязкостное сопротивление.

#### Ламинаризация пристенного слоя.

Отношение коэффициента трения в каналах и турбулентном течении к аналогичному коэффициенту при ламинарном течении может составить до нескольких порядков. Отсюда понятно, что ламинизируя поток можно снизить гидродинамическое сопротивление на протяженных трубопроводах, где градиент давления меньше нуля ( $\partial p / \partial x < 0$ ). Однако этот подход имеет ограниченное применение в гидроприводах, так как при срабатывании клапанов или циклическом нагружении исполнительного двигателя имеет место положительный градиент дав-

ления ( $\partial p / \partial x > 0$ ) и происходит турбулизация потока и увеличение гидродинамического сопротивления.

Воздействие на турбулентные течения в системах гидроприводов машин методами управляемого подавления пульсаций турбулентности импульсами энергии малой мощности без изменения параметров турбулентности.

Впрыск незначительного количества веществ, обладающих эффектом снижения сопротивления: рапсовое масло, касторовое масло и иные вещества, имеющие в своем составе поляризованные молекулы линейчатой структуры и растворимые в рабочей жидкости.

Молекулярная динамическая вязкость рабочей жидкости в этом случае определится по формуле Смолуховского–Эйнштейна

$$\mu = \mu_0(1 + AC),$$

где  $A \sim 10^3$ ,  $C = 1 \cdot 10^{-6} \dots 2 \cdot 10^{-5}$  – концентрация вводимого вещества;  $\mu_0$  – динамическая вязкость рабочей жидкости.

Снижение сопротивления оценивается величиной

$$\Delta p_{\partial} = \frac{p_p - p_{\partial}}{\Delta p_p} \cdot 100\%,$$

где  $p_{\partial}$  – потери давления при наличии добавки;  $p_p$  – потери давления с рабочей жидкостью без добавки.

Концентрация вводимого вещества не должна быть больше оптимальной  $C \leq C_{opt}$ , так как это может привести к увеличению сопротивления. Следует отметить, что вводить вещество необходимо по мере эксплуатации привода, а не один раз в виде присадки. Причем концентрация переменна.

Величина оптимальной концентрации к максимального снижения сопротивления зависит от вида вещества, условий течения и способа ввода добавки в поток. Для практических целей может представить интерес дискретная подача вещества перед местным сопротивлением с каналами сложной формы (распре-

делитель, регулятор потока и т.п.) или через несколько точек ввода.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Седов, Л.И., Васецкая, Н.Г., Иоселевич, В.А., Пилипенко, В.Н. О снижении гидродинамического сопротивления добавками полимеров / В кн.: «Механика турбулентных потоков. – М.: Наука, 1980. с. 7–28.
2. Лойцянский, Л.Г. Механика жидкости и газа. Изд. 5-е переработанное. Главная редакция физико-математической литературы изд-ва «Наука». – М., 1978. – 736 с.

УДК 669:620.197

### **РАЗРАБОТКА СОСТАВА ИНГИБИТОРА КОРРОЗИИ ДЛЯ КОНСЕРВАЦИИ ДВИГАТЕЛЕЙ И ТОПЛИВНЫХ СИСТЕМ АВТОТРАКТОРНОЙ ТЕХНИКИ**

*Песенько Сергей Николаевич*

*Научный руководитель - канд. техн. наук Л.А. Глазков  
(Белорусский национальный технический университет)*

В данной статье разработан состав ингибитора коррозии для консервации двигателей и топливных систем автотракторной техники. Также изучен механизм защитного действия малорастворимых ингибиторов коррозии. В данной статье дается обоснование выбора исходных компонентов для разработки ингибитора коррозии для консервации двигателей и топливных систем автотракторной техники. Приводится описание испытаний и организации производства ингибитора коррозии.

Для обеспечения надежной и безаварийной работы двигателей и топливных систем автотракторной техники моторные масла должны обладать определенными свойствами, прежде