

ния, проистекающие от колебательного движения клапанов. Наклон на участках диаграммы вызван постепенным, а не мгновенным закрытием клапанов и, следовательно, постепенным подъемом или соответственно падением давления в насосе.

Индикаторные диаграммы позволяют определить индикаторную мощность насоса, а также дают возможность выявить неисправности в работе механизма.

Имеется ряд соответствующих индикаторных диаграмм, показывающих характерные случаи неисправности в работе насоса. Оценивая и сравнивая эти диаграммы с эталонной индикаторной диаграммой, можно судить о текущем состоянии механизма.

**Р. Р. Камалов, Е. Н. Крылосов, О. Д. Лобунец**

## **УСТРОЙСТВО ФОРМИРОВАНИЯ СИГНАЛОВ ВЕРТИКАЛЬНОГО ОТКЛОНЕНИЯ СИНТЕЗИРУЮЩЕГО ЭЛЕКТРОННОГО ОСЦИЛЛОГРАФА**

Выпускаемые промышленностью синтезирующие электронные осциллографы, используемые в учебных и научных исследованиях для наблюдения изменений неповторяющихся либо редко повторяющихся электрических сигналов, имеют весьма высокую стоимость, соизмеримую со стоимостью автомобиля среднего класса. В связи с этим для проведения студенческих научно-исследовательских работ (НИРС) на электроэнергетическом факультете УГППУ было принято решение об оснащении лаборатории теоретических основ электротехники достаточно простыми электронными осциллографами, включая разработанные в ходе НИРС блоки синтеза изображения.

Одним из основных узлов синтезатора изображения является устройство формирования сигналов вертикального отклонения электронного луча. Это устройство состоит из восьмиразрядного реверсивного двоичного счетчика импульсов и цифроаналогового преобразователя (ЦАП), причем выходы реверсивного счетчика подключены к цифровым входам ЦАП, входы опорного напряжения которого подключены к источнику опорного напряжения, а выход – к входу усилителя вертикального отклонения осциллографа.

При поступлении на вход синхронизации реверсивного двоичного счетчика нулевого сигнала счетчик изменяет свое состояние на одну единицу в положительную или отрицательную сторону, в зависимости от наличия положи-

тельного перепада сигнала на положительном или отрицательном входах этого реверсивного счетчика. При этом соответственно изменяется сигнал на выходе ЦАП, являющимся выходом устройства.

Разработанное устройство позволяет оснастить лабораторию теоретических основ электротехники синтезирующими электронными осциллографами при приемлемых затратах.

**Г. А. Марьин**

## **РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ О ТУРБУЛЕНТНОМ ТЕЧЕНИИ В ТРУБЕ**

Точное физическое решение задачи о турбулентном течении в трубе неизвестно. В связи с тем, что была установлена недифференцируемость траекторий турбулентного движения, задача не может быть сформулирована в виде системы дифференциальных уравнений. Нами предлагается решение задачи о стационарном течении несжимаемой жидкости в трубе кругового сечения при следующих, достаточно физически прозрачных, предположениях:

- вектор скорости  $V$  представляется в виде суммы средней  $U$  и пульсационной  $W$  компонент  $V = U + W$ , при этом уравнение неразрывности выполняется для скорости  $V$ , но не обязано выполняться для компонент  $U$  и  $W$ ;
- кинетическая энергия пульсационной составляющей представляется в виде полной квадратичной формы, так как ее диагональный вид приводит к нарушению энергобаланса и логическим противоречиям;
- задача формулируется как требование минимума мощности, в который дополнительно входят члены, описывающие генерацию кинетической энергии и вязкую диффузию турбулентности.

Решение задачи существует, если стационарное течение формально рассматривать как равновесие двух «фаз» – ламинарной и турбулентной. Условием сосуществования этих «фаз» является равенство рассеиваемых мощностей (аналогично требованию равенства термодинамических потенциалов фаз в металлах, необходимого для их равновесного сосуществования).

Расчеты, выполненные в приближении парных корреляций пульсаций, дают профиль скоростей и радиальное распределение кинетической энергии пульсаций, близкие к экспериментальным. Согласие улучшается, если допустить, что в ламинарную «фазу» диффундируют пульсационные компоненты скорости (ламинарная составляющая переходит в так называемую вязкую).