

фиксируют ногу. Самая удобная застежка коньков – высокая шнуровка. Для него в ботинках проделывают люверс.

Для каждого размера ноги существует своя пара колодок, к ним крепят подошву, а затем вставляют в берцы, далее все делает техника. Одним движением аппарат прижимает края ботинка и соединяет детали. Остается лишь просверлить отверстия в подошве и прикрепить полозья. Главное – правильно расположить стойку строго по центру ботинка, иначе конек будет постоянно уводить в сторону. За прочность крепления отвечает автомат, он буквально «расплющивает» заклепки, которые пристают к подошве.

Заключение. Исходя из изготовления коньков, можно понять, что современная хоккейная экипировка действительно влияет на скорость, маневренность и безопасность спортсмена.

ЛИТЕРАТУРА

1. У каждого хоккеиста свой конек [Электронные документ]. – Режим доступа: https://spbvedomosti.ru/news/sport/u_kazhdogo_khokkeista_svoy_nbsp_konek – Дата доступа: 22.04.2022.
2. Из чего были сделаны первые коньки. История возникновения коньков [Электронные документ]. – Режим доступа: <https://domsireni.ru/warm-floor/iz-chego-byli-sdelany-pervye-konki-istoriya-vozniknoveniya-konkov-evolyuciya/> – Дата доступа: 22.04.2022.
3. Как устроены коньки? [Электронные документ]. – Режим доступа: <https://zen.yandex.ru/media/id/5bb334e29f3bb400aa40a03c/kak-ustroeny-konki-5bf78fc824f57a00a9441ead?&> – Дата доступа: 22.04.2022.

УДК 681.527.34

ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКАЯ АНАЛОГИЯ КАК МЕТОД НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

*К. В. Протасевич студент группы 10506120 ФММП БНТУ,
научный руководитель – преподаватель В. Н. Жуковец*

Резюме – данная статья рассматривает метод анализа гидравлических систем, основанный на математической аналогии между теорией электрических схем и законами движения жидкости.

Resume – this article considers a method for analyzing hydraulic systems based on a mathematical analogy between the theory of electrical circuits and the laws of fluid motion.

Введение. Процессы течения жидкости в трубопроводах по своим характеристикам аналогичны законам электротехники. Сходно появлению электрического тока при разных потенциалах между сечениями электропровода, происходит возникновение течения жидкости между сечениями трубопровода при наличии перепада давления [1, 2].

Основная часть. Применение метода электрогидравлических аналогий получило распространение во второй половине XX века, как эффективный способ анализа движения жидкости или газа в сложных технических системах. Благодаря этому методу, сокращался объем вычислений и ускорялся процесс исследований. Способ электрогидравлической аналогии успешно применяется для расчета сетей трубопроводов, анализа обтекания водой корпусов кораблей и подводных лодок, лопаток гидротурбин, плотин электростанций. Метод также можно применять и в аэродинамике, когда необходимо исследовать режимы движения воздушных потоков, обтекающих крыло самолета или корпус гоночного автомобиля [1, 2].

Система дифференциальных уравнений в частных производных, описывающая параметры электрического тока имеет вид:

$$-\frac{\partial U}{\partial x} = L \cdot \frac{\partial I}{\partial t} + R \cdot I; -\frac{\partial U}{\partial t} = \frac{1}{C} \cdot \frac{\partial I}{\partial x}.$$

Здесь: U – напряжение; I – сила тока; t – время; x – линейная координата; R – активное сопротивление; L – индуктивность участка цепи; C – емкость конденсатора [2, 3].

Движение жидкости в трубопроводе выражено схожей системой:

$$-\frac{\partial P}{\partial x} = \frac{\rho_0}{S} \cdot \frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{2 \cdot a}{S} \cdot Q; -\frac{\partial P}{\partial t} = \frac{\rho_0 \cdot c^2}{S} \cdot \frac{\partial Q}{\partial x}.$$

Здесь: Q – объемный расход; S – площадь поперечного сечения трубы; P – давление; c – скорость звука в жидкости; ρ_0 – плотность жидкости; a – приведенная величина трения [2, 3].

Источник тока в цепи соответствует насосу, создающему разность давлений в потоке жидкости. Как аналог абсолютного давления рассматривается электрический потенциал. Водяная турбина аналогична потребителю электрического тока, трубы – проводам, кран – выключателю (рисунок 1, а).

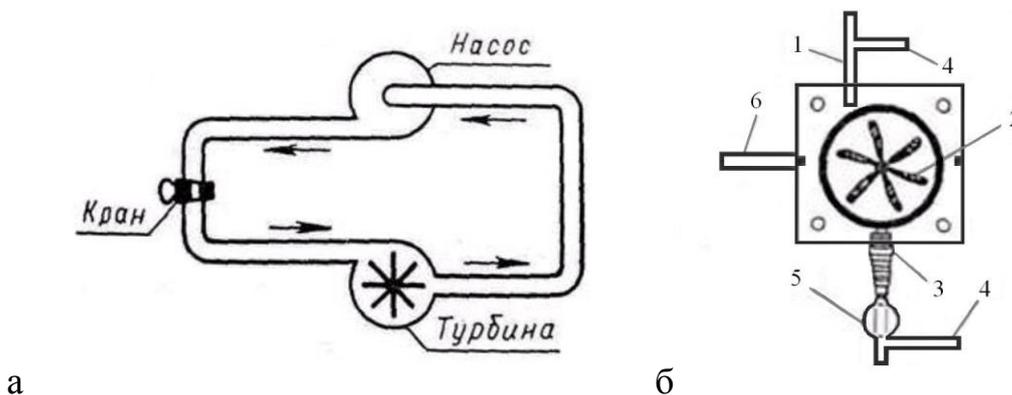


Рисунок 1 – Простейшие гидравлические системы

Вода в простейшую водяную турбину (рисунок 1, б) идет по соплу 1, приводя во вращение ротор 2, а затем выходит через отверстие 3. Манометр подсоединен к турбине через трубки 4, кран 5 регулирует подачу

воды. Для внешней фиксации турбины используется металлический стержень 6.

Показания манометра (измерение давления) соответствуют показаниям вольтметра (измерение напряжения), показания расходомера – амперметра (измерение силы тока). Резистор (сопротивление) представляется в виде резкого сужения трубы или решетки, плотность ячеек которой аналогична сопротивлению.

Конденсатор (емкость) – это аналог гибкой растяжимой упругой мембраны, перекрывающей трубопровод (рисунок 2). Энергия заряда, накопленная конденсатором – аналогична потенциальной энергии, накопленной мембраной при растяжении.

Катушка (индуктивность) соответствует барабану с лопастями, раскручиваемому потоком. Энергия магнитного поля катушки эквивалентна кинетической энергии, запасенной во вращении барабана [3].

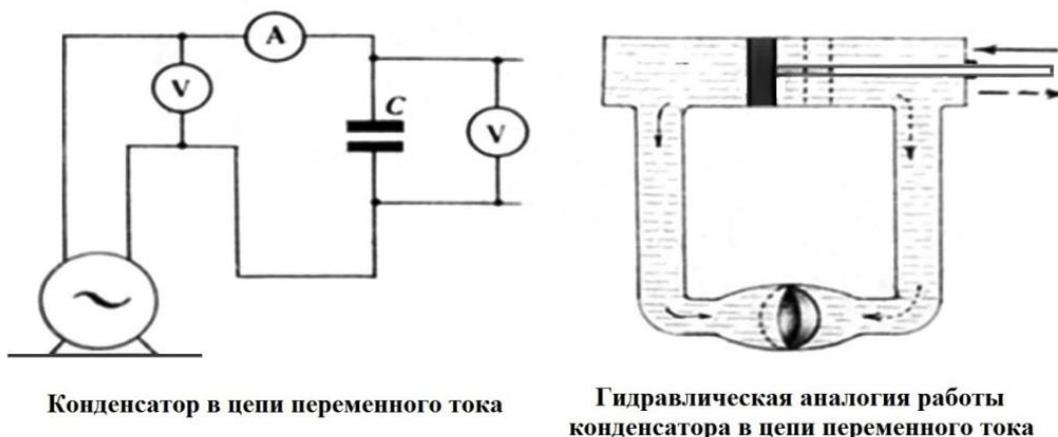


Рисунок 2 – Электрогидравлическая аналогия конденсатора

Заключение. Метод электрогидравлической аналогии позволяет получить модель течения идеальной жидкости, применяя экспериментальную электрическую установку. Потенциал скорости и функция тока жидкости, как и скалярный потенциал электрического поля и функция электротока, являются решениями дифференциального уравнения Лапласа. Данный метод, в настоящее время, является экспериментальным дополнением к пакетам программ прикладных вычислений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Костишин В. С. Моделирование режимов работы центробежных насосов на основе электрогидравлической аналогии. – М., Ивано-Франковск.: ИФДТУНГ, 2000. – 250 с.
2. Храмушин В. Н. Трехмерная тензорная математика вычислительных экспериментов в гидромеханике // ДВО РАН, 2005. – 300 с.
3. Зезин В. Г. Нестационарные процессы гидродинамики: учебное пособие. – Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2011. – 271 с.