

- [7] Ли Х.Ю. и др. Удаление шума на основе дискретного вейвлет-преобразования и извлечение признаков для сигналов ЭКГ // *Инновации и исследования в биомедицинской инженерии*, 2014. – Том 35. – С. 351-361.
- [8] Дюк В.А. Компьютерная психодиагностика. – Санкт-Петербург: Братство, 1994. -364с.
- [9] Донцов В.И., Крутько В.Н., Кудашов А.А. Виртуальные приборы в биологии и медицине. М.: Ленанд 2009. – 216 с.
- [10] Шарапов В.М. и др. Датчики. - М.: Техносфера, 2012. -624 с.
- [11] Кулачев А.П. Компьютерная электрофизиология и функциональная диагностика. – М.: Форум, ИНРФА-М, 2010. – 640 с.
- [12] Новые методы электрокардиографии // Под ред. Грачева С.В., Иванова Г.Г., Сыркина А.Л. – М.: Техносфера, 2007. - 552 с.
- [13] Дмитриева Н.В. Системная электрофизиология. Системный анализ электрофизиологических процессов. – М.: Сайнс-пресс, 2008. – 256 с.
- [14] Захарова Т.В., Шестаков О.В. Вейвлет-анализ и его приложения. – М.: Инфра-М, 2014. – 158 с.
- [15] Петин В.А. Проекты с использованием контроллера Arduino. – Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2014. – 400 с.
- [16] Штарк Г.Г. Применение вейвлетов для ЦОС. – М.: Техносфера, 2007. – 192 с.
- [17] Кравченко В.Ф., Чуриков Д.В., Цифровая обработка сигналов атомарными функциями и вейвлетами. – М.: Техносфера, 2018. – 182 с.

Джомартова Ш.А., Буkenov М.М., Жолмагамбетова Б.Р., Амирханов Б.С.

ЭКГ-сигналарын өңдеуге вейвлет-талдаудың колдануы

Түйіндеме. Бұл жұмыс аналық толқындардың ертүрлі типтері үшін дискреттік толқындар айналымының шуды басатын каскадтерін салыстыруға арналған. Вейвлет талдау электрокардиографиялық сигналдарды зерттеу үшін қолданылады. Шоғырланған шуды басу үшін Вейвлет функциясының бірнеше түрлері қарастырылады. Олардың пайдалануы талданды.

MATLAB пакетін пайдалану негізінде шулы сигналдарды өңдеуге арналған графиктер мен кестелер келтірілген. Қарастырылған мысалдар ЭКГ сигналдарын тазалау үшін толқындық талдаудың тиімділігін көрсетеді.

Түйінді сөздер: сигнал, кабыну, шу, кедергі, толқын түрлендіруі, электрокардиограмма.

B. T. Elubaeva, E. K. Nuryimov, R. K. Manabaev, N. S. Taukenov
(Kazakh national University. al-Farabi)

EXPERIMENTAL DETERMINATION OF THE COEFFICIENT OF HYDRAULIC RESISTANCE OF THE CHANNEL HAVING THE FORM OF A SYMMETRICAL WING PROFILE NASA-0021

Abstract. The organization of thermal protection of the rotating parts of the wind turbine of the carousel type leads to the need to know the optimal flow of warm air through the internal channels of the wind turbine. In this regard, experiments were conducted to determine the coefficient of hydraulic resistance of the channel having the shape of the wing profile NASA-0021.

Key words: heat transfer, NASA profile 0021, hydraulic resistance, Reynolds number.

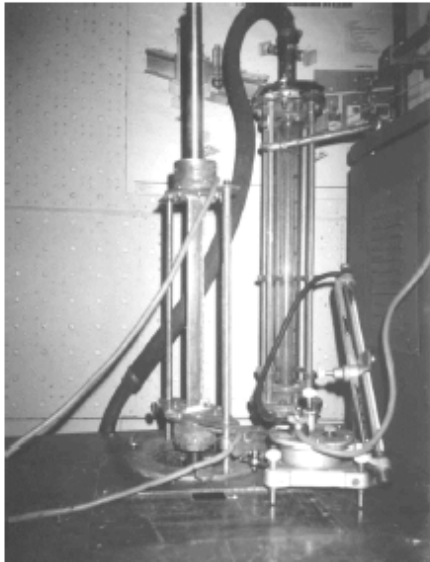
Б.Т. Елубаева, Е.К. Нурымов, Р.К. Манатбаев, Н.С. Таукенов
(Казахский Национальный университет им. аль-Фараби)

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ГИДРАВЛИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ КАНАЛА, ИМЕЮЩЕГО ФОРМУ СИММЕТРИЧНОГО КРЫЛОВОГО ПРОФИЛЯ NASA – 0021

Аннотация. Организация тепловой защиты вращающейся частей ветротурбины карусельного типа приводит к необходимости знания оптимального расхода теплого воздуха по внутренним каналам ветротурбины. В этой связи, были проведены опыты по определению коэффициента гидравлического сопротивления канала, имеющего форму крылового профиля NASA – 0021.

Ключевые слова: теплообмен, профиль NASA 0021, гидравлическое сопротивление, число Рейнольдса.

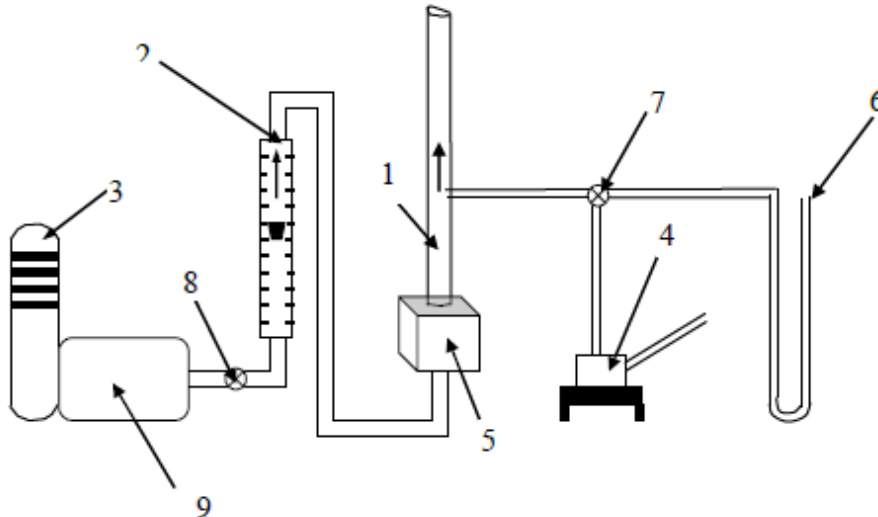
Разработана и создана специальная экспериментальная установка с продувкой воздуха через элемент крылового профиля NASA – 0021. На рисунке 1 представлен фотография установки. Элемент крыла выполнен пустотелым из тонкой медной пластины толщиной 0,2 мм. Длина этого элемента крылового профиля 0,352м с хордой 0,032м. На рисунке 2 показана принципиальная схема этой установки, которая состояла из исследуемого объекта (элемент крылового профиля), компрессорной установки для подачи предварительно сжатого воздуха, измерительных приборов при фиксировании перепада давления на испытываемом канале, а также расхода воздуха через канал. При малых расходах давление измерялось чашечным микроманометром ЦАГИ с точностью деления 0,5 – 1 мм водяного столба, при больших перепадах давления использовался U – образный водяной манометр. Это



делалось для расширения диапазона изменения числа Рейнольдса.

Для измерения расхода воздуха производилась тарировка ротаметра. Для этого исследуемый специфичный канал, представляющий собой внутреннюю полость крылового профиля NASA – 0021, заменили обычной трубкой с внутренним диаметром $D_0=12$ мм и длиной 300 мм. Устанавливались строго определенные деления ротаметра, и измерялся профиль скоростей на выходе из трубки. Для примера на рисунке 3 показаны данные измерения скоростей при разных делениях ротаметра и соответствующих расходах воздуха. Затем производилось интегрирование профиля скоростей, и находился расход, соответствующий данному делению ротаметра.

Рис. 1. Экспериментальная установка по определению гидравлического сопротивления канала, имеющего форму крылового профиля NASA – 0021



1 – элемент крылового профиля, 2 – ротаметр, 3 – компрессор, 4 – микроманометр, 5 – смешивательная коробка, 6 – U образный манометр, 7 – распределительный вентиль, 8 – вентиль для регулировки расхода воздуха, 9 – емкость для сжатого воздуха

Рис. 2. Схема экспериментальной установки



Рис. 3. Данные измерения скоростей при разных делениях ротаметра и соответствующих расходах воздуха

При этом одновременно удается определить число Рейнольдса и установить коэффициент гидравлического сопротивления трубки. Такая обработка данных показала, что исследуемый коэффициент сопротивления, подчиняется закону Блазиуса:

$$\zeta = 0.3164Re^{-0.25} \quad (1)$$

Таким образом, методика гарантировала чистоту эксперимента и точность тарировки ротаметра. Измерение динамического давления на выходе из трубки производилось с помощью приемника полного давления Пито, приемное отверстие которого 0,3 мм. Перемещение измерительного зонда производилось координатометром с точностью 0,05 мм.

На рисунке 4 приведены результаты тарировки ротаметра. Как видно из рисунка, экспериментальные точки лежат на одной прямой. Затем трубку заменили интересующим нас каналом, имеющим форму крылового профиля NASA – 0021. Были проведены серийные опыты по определению коэффициента гидравлического сопротивления крылового профиля на основе тарировочных данных ротаметра и измерения перепада давления по длине канала. Следует сказать, что исследуемый нами канал крылового профиля своим нижним торцом припаян к смесительной коробке (5) (см. рисунок 2). Это создавало возмущения при входе воздуха из короба в исследуемый канал, что могло вносить ошибку в истинное сопротивление канала. В этой связи в средней части канала была припаяна статическая трубка, и перепад давления измерялся между этой статической трубкой и выходом воздуха из канала в атмосферу. Учитывая конфигурацию исследуемого канала, у которого наибольшая ширина составляет 21% от хорды, можем предполагать, что возмущения, возникающее на входе в канал, достаточно быстро нивелируется вследствие узости ширины канала. Число Рейнольдса определялось по среднерасходной скорости на основании тарировочных данных ротаметра, а также эквивалентного диаметра канала. Измерения перепада давления вдоль канала, а также среднерасходной скорости при

различных значениях числа Рейнольдса позволили определить коэффициента гидравлического сопротивления канала, представляющего собой по форме крыловой профиль NASA – 0021:

$$\zeta_{\text{к}} = \zeta_{\text{г}} = 4,62 \text{Re}^{-0,468} \quad (2)$$

На рисунке 5 приведены известные зависимости коэффициента гидравлического сопротивления каналов различной формы, заимствованные из монографии Шлихтинга [1]. Как видно, введение эквивалентного диаметра для каналов различной конфигурации приводит к единой форме этой зависимости. Не было необходимости рассматривать весь диапазон изменения числа Рейнольдса, как это сделано у Г. Шлихтинга. Интересующий нас диапазон изменения числа Рейнольдса $1 \cdot 10^4 \leq \text{Re} \leq 4 \cdot 10^4$.

Для более подробного сопоставления формулы (2) с известными данными [1] на рисунке 6 в логарифмических координатах приведены зависимости (1) и (2) в исследованном нами диапазоне чисел Рейнольдса. Как видно из рисунка, угол наклона прямой (2) несколько больше зависимости Блазиуса. Это объясняется следующим.

Как известно, при использовании эквивалентного диаметра для каналов различной формы коэффициент гидравлического сопротивления в случае ламинарного течения имеет большой наклон, по сравнению с турбулентным течением и описывается зависимостью:

$$\zeta = \frac{64}{\text{Re}} \quad (3)$$

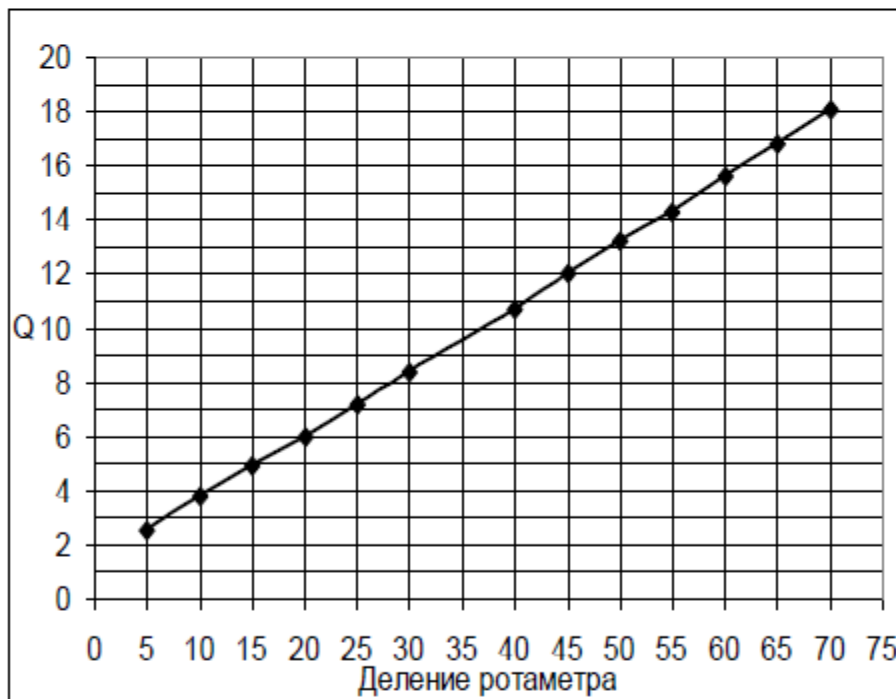


Рис. 4. Результаты тарировки ротаметра

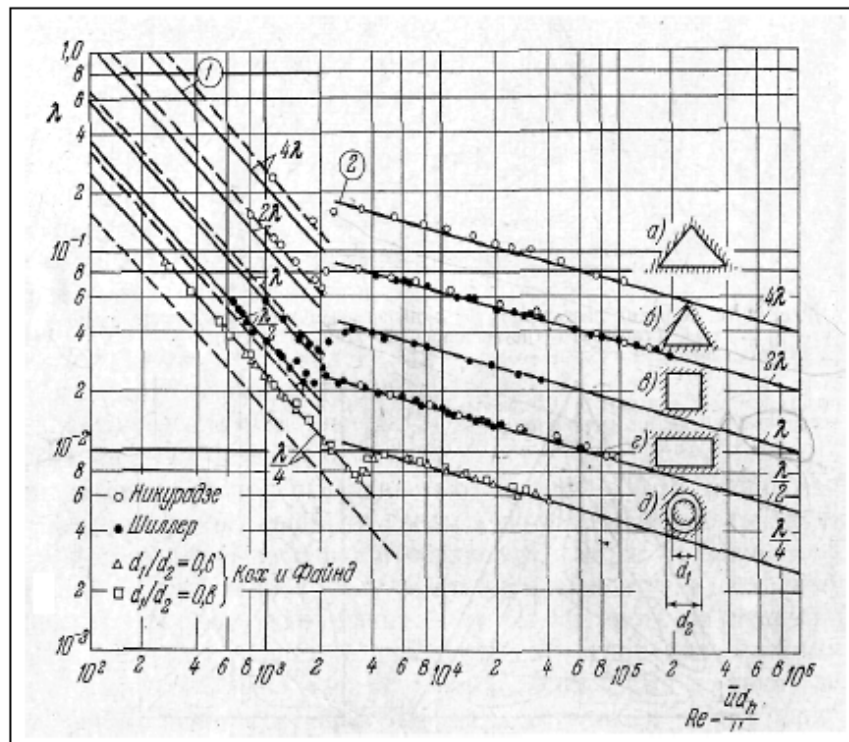


Рис. 5. Известные зависимости коэффициента гидравлического сопротивления каналов различной формы (из монографии Шликтинга)

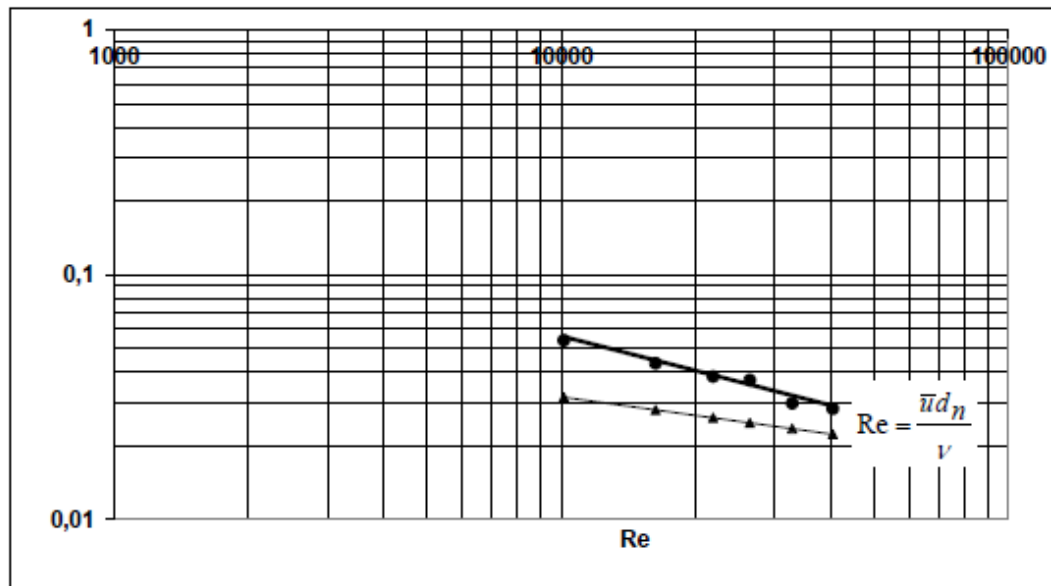


Рис. 6. Зависимость по формулам (1) – (▲) и (2) – (●) в логарифмических координатах

Как указывается в монографии Г.Шлихтинга, Е.Р.Эккерт и Т.Ф. Ирвин исследовали течение внутри треугольного канала с очень острым углом при вершине. Им установлено, что в широкой части канала, т.е. у основания треугольника течение турбулентное, а в узкой части, у вершины – течение ламинарное. На рисунке 7 показан профиль крыла NASA – 0021. Очевидно, здесь также в широкой части имеет место турбулентное течение, а в хвостовой узкой части движение воздуха ламинарное. Это и привело к увеличению показателя степени при числе Рейнольдса по сравнению с формулой Блазиуса (1).

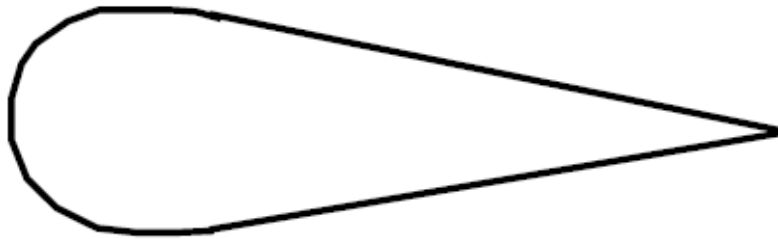


Рис. 7. Профиль крыла NASA – 0021

ЛИТЕРАТУРЫ

[1]. Шлихтинг.Г. Теория пограничного слоя. Москва. Наука. 1974
 [2]. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости газа. М: Наука, 1987.-904с
 [3]. Бекметьев Р.М., Заглиев И.Г. Ветроэнергетические ресурсы различных районов Казахстана :Сб.науч.тр. Гидропроекта, вып.129. Ветроэнергетические станции. М., 1988.-с.63-70.
 [4]. Ершина А.К., Ершин Ш.А., Жапбасбаев У.К. Основы ветротурбины Дарье. -Алматы:КазГосИНТИ, 2001.-104с.
 [5]. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости газа. М: Наука, 1987. -904с
 [6]. Турян К.Дж., Стрикленд Дж.Х., Бэрг Д.Э. Мощность ветроэлектрических агрегатов с вертикальной осью вращения. -Аэрокосмическая техника 1988. №8- с 105-121.
 [7]. Ларин В. Ветроэнергетика Дании-прорыв в будущее уже произошел. Энергия: Экономика, техника, экология. -2001. №2
 [8]. Шефтер Я.И. Ветроэнергетические агрегаты. М: Машиностроение. 972-288с
 [9]. Ершина А.К., Манатбаев Р.К., Тулепбергенов А.К. Аэродинамические расчеты современных ветротурбин // сб. тезисов международной научной конференции «Проблемы современной математики и механики». Алматы, 20-22 сентября 2005г. с.194.
 [10]. Ершина А.К., Манатбаев Р.К. О гидравлике внутренних полостей ветротурбины Дарье. В сб. Межд.научно-практ.конф. «Современные проблемы математики, механики и информационных технологий» том 2. Талдыкорган. 2007. с. 49-56.

Елубаева Б. Т., Нурымов Е. К. Манатбаев Р. Қ. Таукенов Н.С.

NASA-0021 симметриялық канатша профилді каналдың гидравликалық кедергі коэффициентін тәжірибе жүзінде анықтау

Түйіндеме. Карусель типті жел турбинасының айналмалы бөліктерін жылулық қорғауды ұйымдастыру жел турбинасының ішкі арналары бойынша жылы ауаның оңтайлы жұмсалудың білуі қажеттігіне әкеледі. Осыған байланысты NASA – 0021 канатты профилі бар арнаның гидравликалық кедергі коэффициентін анықтау бойынша тәжірибе жүргізілді.

Түйінді сөздер: жылу алмасу, NASA 0021 профилі, гидравликалық кедергі, Рейнольдс саны.