

УДК 620.92

В. П. Базалицький, асп.;

Б. І. Мокін, акад. НАПН України, д-р техн. наук, проф.;

О. Б. Мокін, д-р техн. наук, доц.;

В. В. Горенюк

СТРУКТУРА ТА ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА ДЛЯ ОЦІНКИ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ВІТРОВИХ ПОТОКІВ

Розроблено лабораторний стенд для кількісної оцінки енергетичного потенціалу вітрових потоків, створюваних потягом під час руху. Перевагами запропонованого стенда є дешевизна та простота конструкції. Завдяки простоті конструкції та легкому нарощуванню вимірювальних каналів розроблений стенд може бути використаний для широкого діапазону технічних задач.

Вихідні передумови та постановка задачі

Відомо, що потужність вітрового потоку пропорційна кубу його швидкості [1], а швидкість потягів, а відповідно, і вітрових мас, які він збурює під час руху, може сягати значної величини [2], що у природних умовах збігається зі швидкістю штормового вітру. На сьогоднішній день ця енергія втрачається без жодної користі у той час, як її можна використовувати для генерації електричної енергії [3].

З метою кількісної оцінки енергетичного потенціалу вітрових потоків, створюваних потягом під час руху, була поставлена задача: розробити лабораторний стенд, який би дозволив кількісно оцінити енергетичний потенціал вітрових потоків, а також визначити доцільність встановлення вздовж залізничної колії вітроелектричних установок.

Лабораторний стенд

В результаті роботи авторської дослідницької групи створено стенд для оцінки енергетичного потенціалу вітрових потоків, створюваних потягом під час руху. Схематичне зображення цього стенду подано на рис. 1, де сенсори швидкості вітру 1—12 — це мініатюрні вітрові колеса з датчиками Холла. Під час обертання вітрових коліс сенсорів відкриваються відповідні електронні ключі, цифровий сигнал з яких подається на зчитувач. В якості зчитувача цілком достатнім виявилось використання апаратної платформи Arduino Nano на базі мікроконтролера ATmega328, на цифрові входи D2—D13 якого надходять сигнали з сенсорів швидкості 1—12, а через послідовний порт COM3 передаються дані на комп'ютер, де спеціальна програма PuTTY зчитує і записує їх показники щосекунди (рис. 2).

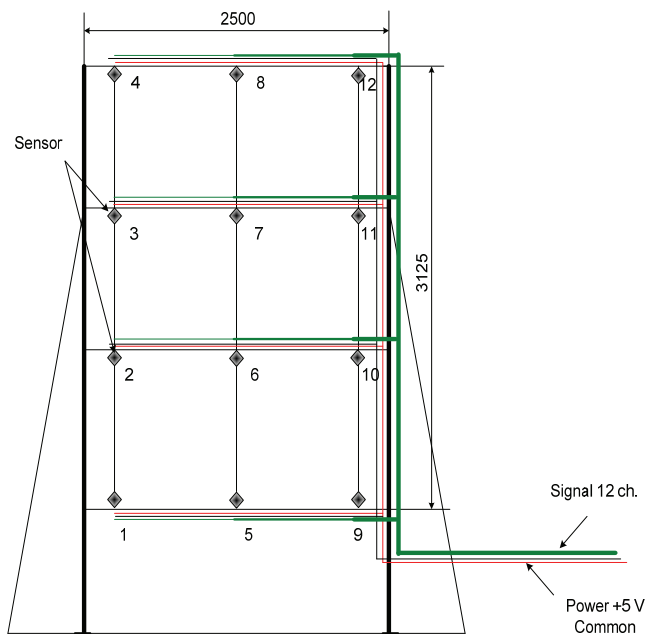


Рис. 1. Схематичне зображення лабораторного стенда для дослідження вітрових потоків, створюваних потягом під час руху

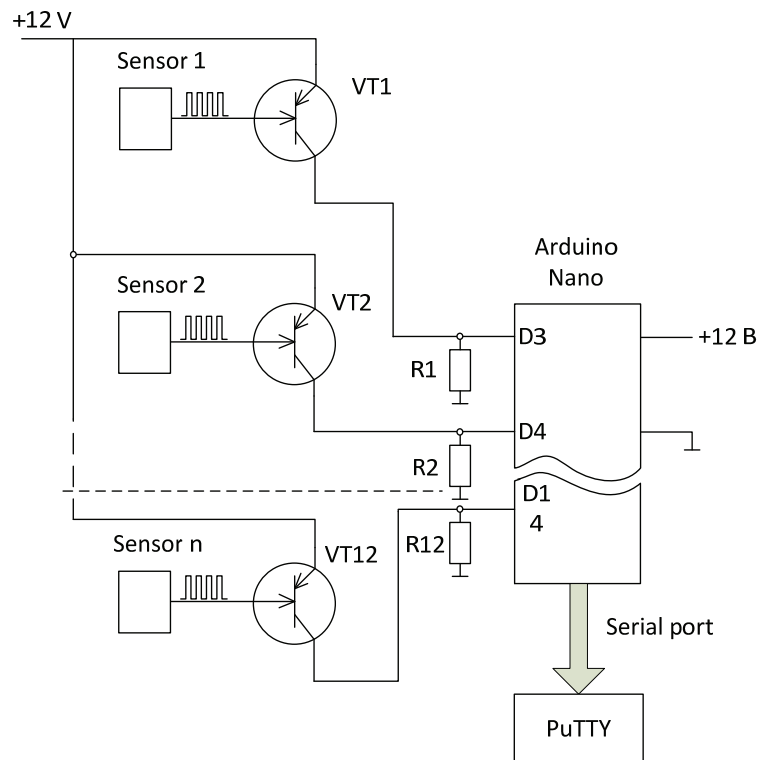


Рис. 2. Принципова схема сенсорів, які використовуються для визначення швидкісних характеристик вітрових потоків

Фрагмент програмного коду для апаратної платформи Arduino Nano показано на рис. 3.

```

MultipleInputPulseCounter_24Oct | Arduino 1.0.1
File Edit Sketch Tools Help

MultipleInputPulseCounter_24Oct  pulselib

p[6].pulse(4,a,time);
p[7].pulse(5,a,time);

//-----
// Detect pulses from register B
//-----

p[8].pulse(0,b,time);          //digital input 8
p[9].pulse(1,b,time);          //etc
p[10].pulse(2,b,time);
p[11].pulse(3,b,time);
p[12].pulse(4,b,time);
p[13].pulse(5,b,time);

}

//-----
// Spit out data every 1s (time here is in microseconds)
//-----
if ((time-ltime)>(1000000*printTime))
{
  ltime = time;                //Print timer

  for (int i=2; i<=13; i++)     //For all inputs:
  {
    Serial.print(p[i].count);  //Print values
    if (i!=13) Serial.print(',');

    p[i].count = 0;            //Reset count (we just send count increment)
  }
}

```

Рис. 3. Фрагмент програмного коду для апаратної платформи Arduino Nano

Дослідження сенсорів швидкості вітру

Слід зауважити, що кожен з використовуваних цифрових сенсорів швидкості 1—12 був заздалегідь досліджений за допомогою високоточного анемометра на шести швидкостях в аеродинамічній трубці (табл.).

Відповідність кількості обертів кожного сенсора швидкості для шести значень швидкості високоточного лабораторного анемометра

№	Еталон, м/с					
	2,12	3,88	6,09	9,47	11,9	17,4
1	21	44	89	137	175	268
2	21	42	86	142	180	273
3	25	41	82	138	174	270
4	21	45	92	142	181	266
5	21	45	92	138	181	271
6	20	44	89	134	170	268
7	23	43	87	145	179	273
8	20	43	87	149	170	273
9	17	42	85	138	177	266
10	39	56	114	162	187	299
11	15	41	83	129	169	252
12	25	48	97	143	179	270

За допомогою методу найменших квадратів [4] для кожного сенсора швидкості 1—12 визначено залежність швидкості обертів сенсора від швидкості вітру. Ці залежності показано на рис. 4.

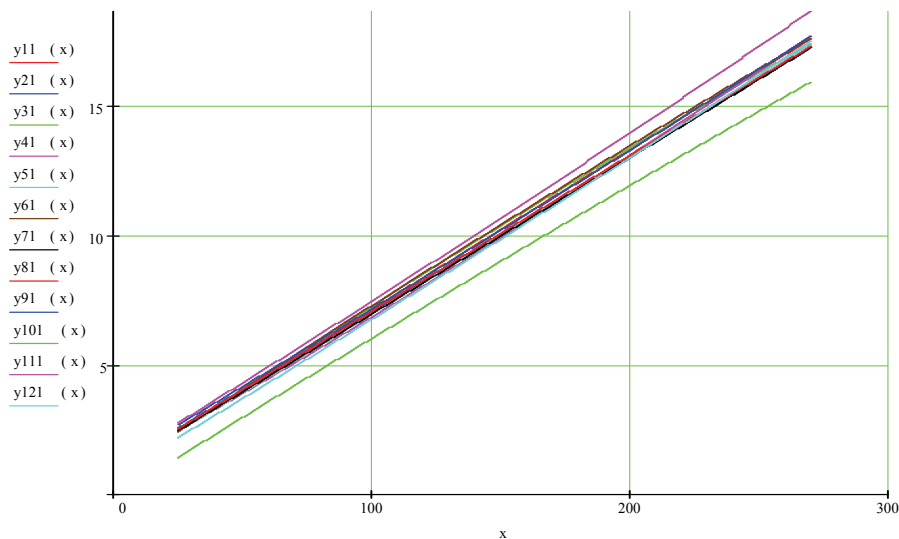


Рис. 4. Графіки залежностей швидкості вітрових потоків у функції кількості імпульсів для кожного з сенсорів 1—12

Розроблений вимірювальний стенд був успішно апробований під час польових досліджень з оцінювання енергетичного потенціалу вітрових потоків, створюваних вантажними та пасажирськими потягами під час руху (рис. 5). Детальну інформацію про результати проведеного експерименту буде викладено у наступних роботах авторів.



Рис. 5. Ілюстрації практичного використання розробленого лабораторного стенда

Слід також зазначити, що лабораторний стенд створено для грубої оцінки енергетичного потенціалу вітрових потоків, а його основними перевагами є простота та дешевизна конструкції.

За результатами, наведеними у цій роботі, подано заявку на отримання патенту на корисну модель.

Висновки

1. Розроблено лабораторний стенд для оцінки енергетичного потенціалу вітрових потоків, в тому числі тих, що створюються потягами під час руху.

2. Завдяки простоті конструкції, легкому нарощуванню вимірювальних каналів та перепрограмуванню проміжних і кінцевих програмних продуктів розроблений стенд може бути використаний для широкого діапазону технічних задач, пов'язаних з визначенням швидкості повітряних мас на поверхні заданої висоти та ширини.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Фатеев Е. М. Ветродвижатели и ветроустановки / Е. М. Фатеев. — М. : Сельхозгпз, 1948. — 545 с.
2. Aerodynamic effects of high-speed trains research result / U. S. department of transportation // Federal railroad administration. — RR03-07 2003.
3. Мокін Б. І. Вітроелектротехнічні комплекси для відбору потужності вітрових потоків, створюваних електропотягами / Б. І. Мокін, О. Б. Мокін, В. П. Базалицький // Вісник Вінницького політехнічного інституту. — 2011. — № 4. — С. 111—113.
4. Мокін Б. І. Математичні методи ідентифікації динамічних систем / Б. І. Мокін, В. Б. Мокін, О. Б. Мокін. — Вінниця : ВНТУ, 2010. — 260 с.

Рекомендована кафедрою відновлювальної енергетики та транспортних електричних систем і комплексів

Стаття надійшла до редакції 22.04.2013

Рекомендована до друку 30.05.2013

Базалицький Вадим Павлович — аспірант, **Мокін Борис Іванович** — професор, **Мокін Олександр Борисович** — завідувач кафедри, **Горенюк Віктор Васильович** — інженер.

Кафедра відновлювальної енергетики та транспортних електричних систем і комплексів, Вінницький національний технічний університет, Вінниця