



ISSN 0861-9727

Механика на Машините

88

ISSN 0861-9727

**НАЦИОНАЛЕН КОМИТЕТ ПО ТЕОРИЯ
НА МЕХАНИЗМИТЕ И МАШИНИТЕ**

МЕХАНИКА НА МАШИНИТЕ

ГОДИНА XVIII, КНИГА 4, 2010

**СЕРИЯ FH: ПРИЛОЖНА МЕХАНИКА НА ФЛУИДИТЕ, ТОПЛО И
МАСО ПРЕНОС**

ИЗДАТЕЛСТВО НА ТУ-ВАРНА

Редакционна колегия на серия FH
проф. д-н. Асен Недев проф. д-н. Иван Антонов
проф. д-р Никола Калоянов, доц. д-р Александър Киров,
проф. д-р Георги Вълчев, проф. д-р Петър Костов,
проф. д-р Бончо Бонев, проф. д-р Лили Зашкова

Редакционна колегия
Проф. д.т.н. Николай Минчев - председател,
проф. д.т.н. Венелин Живков, проф. д.т.н. Витан Гъльбов,
проф. д.т.н. Кольо Минков, проф. д.т.н. Борис Белниколовски,
проф. д-р. Пенка Генова, проф. д-р. Петър Стоянов

Адрес на редакцията:
Варна 9010, ул. "Студентска"
ТУ, катедра "Механика"
тел. 383 471, 383 447
E-mail: minchev@f2f.cx

ТИПОВЕ МАЧТИ И ИЗМЕРВАТЕЛНО ОБОРУДВАНЕ, ПРИЛАГАНИ ПРИ ИЗСЛЕДВАНЕТО НА ВЕТРОВИЯ ПОТЕНЦИАЛ. ВИДОВЕ ИЗМЕРВАНИЯ.

Петър ПЕТРОВ Ангел ТЕРЗИЕВ Антон ИВАНОВ
pp@ecoenergia-bg.eu at@ecoenergia-bg.eu ai@ecoenergia-bg.eu

Резюме

Определянето на енергийния потенциал на вятъра за дадена площадка може да се извърши едва след анализ на параметрите на потока в точката на измерване. Изследването на тези параметри се осъществява с помощта на измервателно оборудване, монтирано на различни височини върху висока мачта. В настоящата работа са разгледани типовете мачти и измервателно оборудване, изборът им в зависимост от условията, както и изискванията свързани с монтирането на измервателните прибори. Направен е кратък преглед на видовете измервания – краткосрочни и дългосрочни.

Ключови думи

Мачта, измервателно оборудване, краткосрочни и дългосрочни измервания,

Въведение

Определянето на енергийния потенциал на вятъра за дадена площадка може да бъде направен само след анализ на параметрите на потока в точката (точките) на измерването. Най-точният начин за определянето на енергийния потенциал на височината на хъба на вятърната турбина е чрез поставяне на измервателно оборудване (анемометри) на такава височина или близка на нея. Тъй като турбинните кули са доста високи се налага приборите да бъдат инсталирани също върху висока кула (мачта), чиято височина е препоръчително да бъде около 2/3 височината на кулата на ветрогенератора.

Освен анемометри за измерване на скоростта на вятъра върху мачтата се поставя и допълнително оборудване (ветропоказатели, температурен и барометричен сензор) с цел по точно определяне параметрите на потока върху площадката. В зависимост от местоположението на изследвания терен и главно от климатичните особености на даденото място се използват определен тип измервателни прибори с цел максимално точно и ефективно определяне поведението на ветровия поток.

При монтиране на оборудването са възприети редица изисквания по отношение инсталационна височина и отстояния на уредите от мачтата, тъй като тя оказва влияние върху измерванията като смущава потока след нея. За да се получи качествена база данни, необходима

за направата на ветрови анализ, това влияние трябва да бъде сведено до минимум.

Видове метеорологични мачти и оборудване

Разпространени са два основни типа конструкции на метеорологични мачти – тръбни и решетъчни.

Тръбните метеорологични мачти (фиг. 1), представляват последователно наредени тръбни секции, захванати една към друга посредством конусна сглобка. Такъв тип мачти се предлагат с височина от 10÷70 m през 10 m.

Решетъчните метеорологични мачти (фиг. 2), представляват решетъчна конструкция разделена на отделни секции като предлаганите модели към момента са с височина 82 m и 105 m. За измервания на височина над 80 m тази конструкция е препоръчителна, заради нейната по-висока устойчивост в сравнение с тръбната такава. Разположението на оборудването следва правилата и стандартите, както при тръбния тип мачти.

Броят на нивата за инсталиране на анемометрите върху мачтата зависи от нейната височина и не бива да е по-малък от две. Това се прави с цел познавайки скоростта на вятъра за две отделни точки (височини) над земната повърхност да бъде построен профила на вятъра по височина. Това е много важна първоначална информация необходима за избора на вятърна турбина за съответното място.

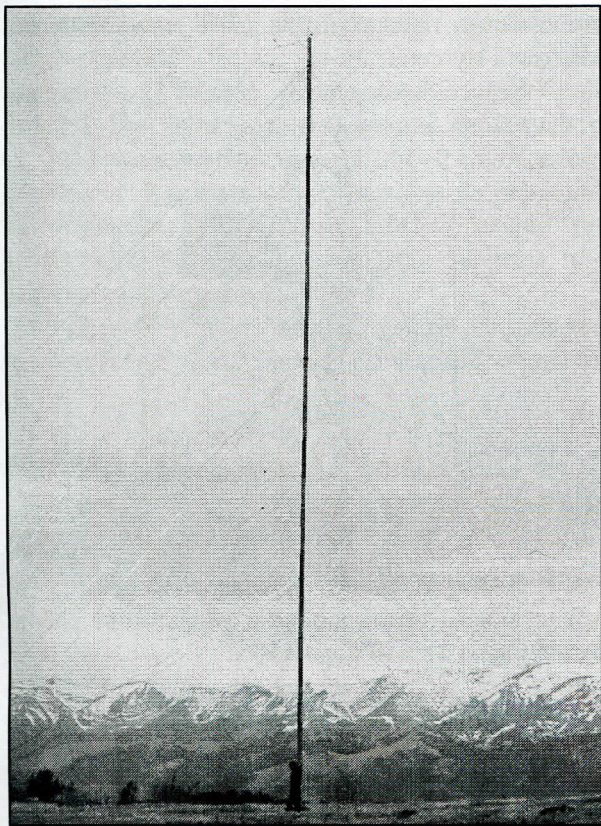
Отчитането на посоката на вятъра е другият ключов параметър в определянето на характера на потока. Това става с помощта на устройства наречени ветропоказатели.

При използването на метеорологични мачти с височина над 30 m е задължително да бъдат инсталирани минимум два броя ветропоказатели. Това се налага поради факта, че в близост до земната повърхност се формира граничен слой, където скоростта на потока се различава съществено от тази на външното (отдалечено от земната повърхност) несмутено течение. В някой случай възникват дори и циркулационни зони, които като цяло променят структурата на приземния вятър.

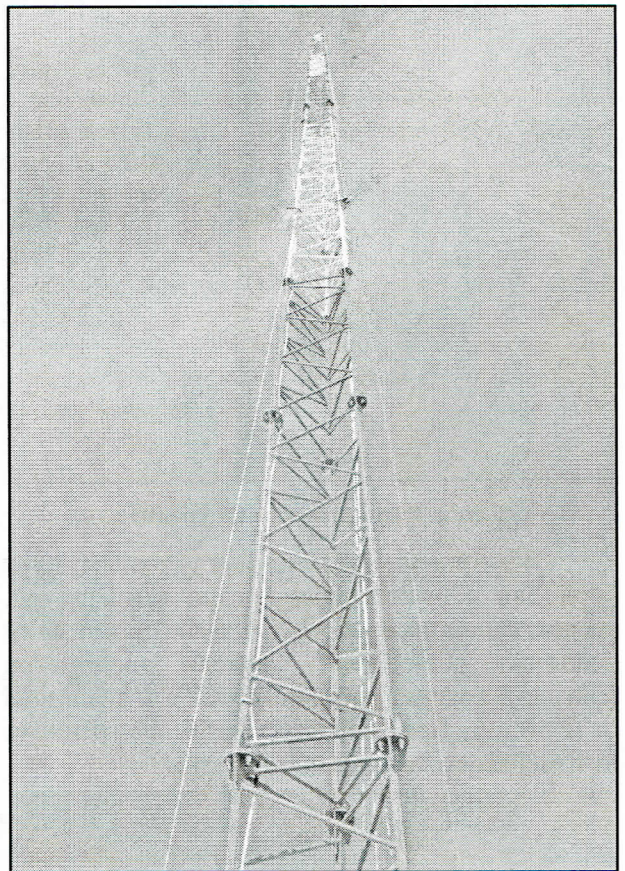
Друго задължително изискване е и поставянето на температурен сензор, който да измерва температурата на околната среда. Тя е важен параметър, защото генерираната мощност от вятърната турбина е пропорционална на плътността, която от своя страна пряко зависи от температурата. Температурния сензор се поставя по възможност от северната страна на мачтата с цел избягване на пряката слънчева радиация. За по-прецизно определяне на плътността се поставя и барометричен сензор.

разположение на уредите върху носещите рамена, както и тяхното отстояние от оста на мачтата. Какво налага тези ограничения? Ветровия поток обтича мачтата и зад нея се формира вихрова следа като течението от ламинарно (преди обтеченото тяло) преминава в турбулентно. Налице са вече и компоненти на скоростта не само в хоризонтално, но и във вертикално направление. Ако сензорът за измерване на скорост се намира непосредствено зад обтеченото тяло той неминуемо ще се повлияе от това и ще доведе до записване на неверни данни. Ето защо е необходимо този сензор да бъде поставен на минимално допустимо разстояние от мачтата, така че да не се повлиява от нея.

При обтичане на цилиндрични тела е установено, че потокът възвръща ламинарния си характер на разстояние от $7 \div 10$ пъти диаметъра на обтеченото тяло. Това разстояние трябва да се спазва и при монтиране на измерителното оборудване. Всички тези условия и мерки следват съответните стандарти [1].



Фиг. 1 Тръбна измерителна мачта.



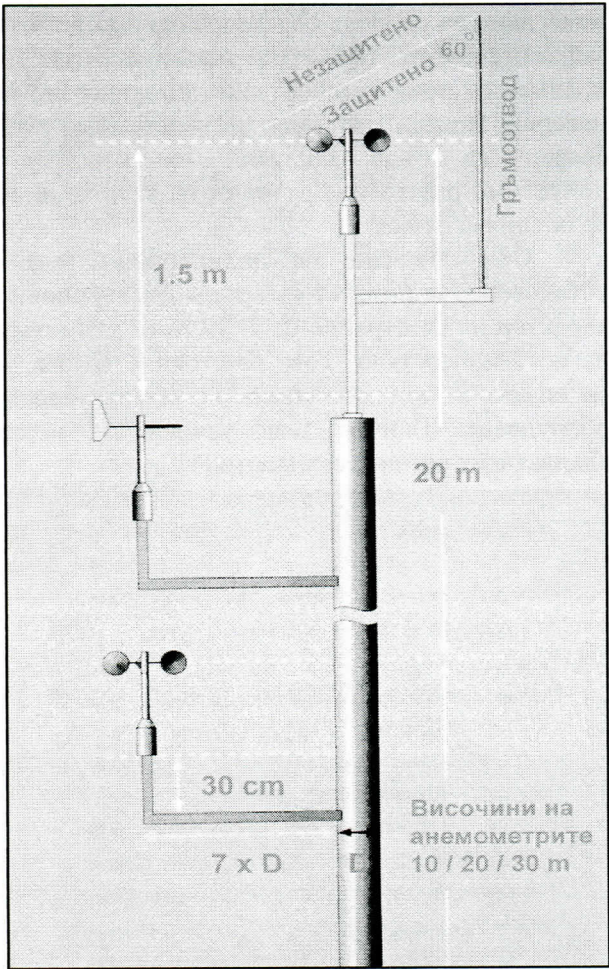
Фиг. 2 Решетъчна измерителна мачта.

Описание на измервателните прибори

Принципна схема на разположение на оборудването върху метеорологична мачта е представено на фиг. 3. На нея са посочени минималните допустими разстояния на

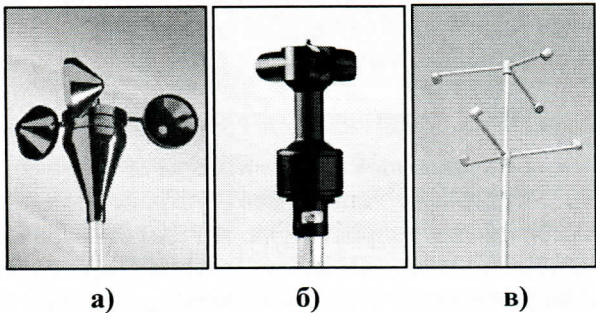
Както бе споменато устройствата за измерване на скоростта на вятъра се наричат анемометри и в зависимост от типа и принципа си на действие те биват няколко вида. Най-често използваните в практиката анемометри са

чашковите. Те представляват три полусфери, разположение на ъгъл от 120° помежду си. Характерното при тях е, че се повлияват не само от хоризонталната, но и от вертикалната компонента на въздушния поток. Калибрацията на този тип сензори се извършва в специални аеродинамични тунели, сертифицирани по MEASNET стандарта.



Фиг. 3. Разположение на уредите.

При по-меки климатични условия (малък брой дни с отрицателни дневни температури, респективно липса на обледеняване) могат да се използват обикновени чашкови анемометри (фиг. 4а). Техният работен обхват е в диапазона от $0 \div 50$ m/s. При скорости над 50 m/s грешката от измерването значително нараства.

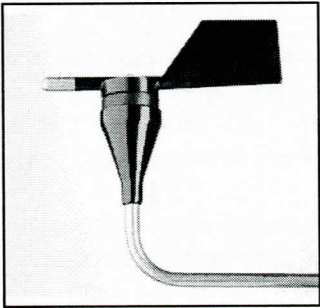


Фиг. 4 Типове анемометри.

При по-тежки климатични условия (продължителен период от време с отрицателни температури, респективно наличие на обледеняване) обикновеното оборудване е възможно да замръзне и да се преустанови неговата нормална работа. Това довежда до липса на данни от измерването, като в много от случаите този период може да продължи от дни до месец. В този случай се препоръчват нагреваеми анемометри (фиг. 4б), които консумират допълнително електричество за подгряване и по този начин предотвратяват обледеняването.

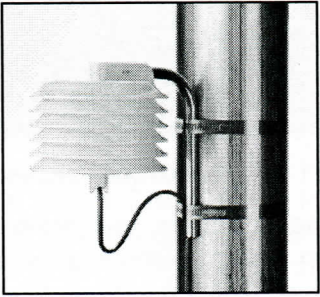
И двата типа анемометри се използват само за определяне на хоризонталната скоростна компонента. За определянето на вертикалната компонента се използват специализирани ултразвукови анемометри (фиг. 4в). При тях е възможно с изключително голяма точност да бъдат определени компонентите на скоростта по двете оси x и y. Те се използват с цел да се определи напречната компонента на скоростта, а от там да се определят и турбулентните пулсации на въздушния потока, имащи голямо значение при по-нататъшното проектиране на вятърния парк. Недостатък на този тип анемометри пред горните два е значително по-високата му цена.

Ветропоказателите (фиг. 5) отчитат посоката на ветровия поток имат обхватът на действие от $0 \div 360^\circ$ при грешка от около $5 \div 8^\circ$.



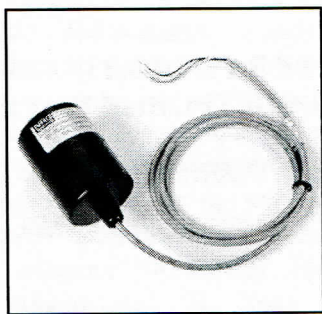
Фиг. 5 Ветропоказател.

Температурният сензор (фиг. 6) представлява термодвойка с диапазон на работа в интервала от -40°C до $+50^\circ\text{C}$.



Фиг. 6 Температурен сензор.

Измерването на атмосферното налягане се осъществява от барометричен сензор (фиг. 7) с работен обхват в интервала $15 \div 115 \text{ kPa}$ и точност $\pm 1.5 \text{ kPa}$.



Фиг. 7 Барометричен сензор.

Видове измервания

По отношение на продължителността си измерванията могат да бъдат разделени на два типа: *краткосрочни* и *дългосрочни*.

Краткосрочните измервания продължават от един до няколко месеца. Тяхната основна цел е да се получи обща представа и първоначална информация за ветровия потенциал на конкретен терен. При този тип измервания се използват главно къси мачти (обикновено с височина до 30 m) поради по-ниската инсталационна цена, по-лесното и евтино обслужване, както и по-малко на брой инсталирани измервателни уреди. Резултатите от краткосрочните измервания са добър първоначален показател за вземане на решение по отношение отхвърляне или приемане на площадката т.е. преминаване или не към по-нататъшни измервания.

Дългосрочните измервания се провеждат за достатъчно дълъг период от време (минимум

една година), който може да продължи две или повече години. Този тип измервания се извършват с високи мачти – в повечето случаи над 50 m. Тяхната височина се определя в зависимост от релефа на площадката, околността (препятствията) и проектната височина на кулата на вятърната турбина. Дългосрочните измервания се правят с цел да се определи от една страна прецизно енергийния потенциал на вятъра, а от друга да се направи анализ по отношение на постоянството на вятъра по големина и посока в годишен аспект. На базата на тези измервания е възможно да бъде построен и вятърен атлас за региона при наличие на подходящи и приемливи референтни данни.

Благодарности

Настоящата работа е финансирана по проект № Д 002-48/10.12.2008, 'Развитие на специализирана научна инфраструктура за изследване потенциала на Слънце и вятър', конкурс 'РАЗВИТИЕ НА НАУЧНА ИНФРАСТРУКТУРА', Фонд 'Научни изследвания', МОН

Литература

1. Standard for the preparation of wind energy assessments; German wind energy association; Advisory board for wind resource; 2. Edition 2005-02
2. Recommendations for the documentation of wind measurements in the context of assessment of energy resource for wind energy projects; German wind energy association; Advisory board for wind resource; 1 edition 2003-09-25.
3. VDI 3786 "Environmental Meteorology – Meteorological Measurements, Part 1: Fundamentals", edition, November 1995.

MASTS AND MEASURING EQUIPMENT FOR WIND POTENTIAL RESEARCH. TYPES OF MEASUREMENTS.

Petar Petrov, Angel Terziev, Anton Ivanov

Summary

Determination of wind energy potential of a site may be made after analysis of wind parameters at the point of measurement. The study of the parameters is carried out using measuring equipment installed at different heights on the mast. In this work are discussed measuring equipment types and their choice depending on climatic conditions and requirements, also are described the requirements for their mounting on the mast. It is a brief overview of the types of measurements – short-term and long-term measurements.

Х. Ернандес	
Определяне областна характеристика на действие на помпена уредба при работа с набор хидросмеси.....	3
С. Ташева, Г. Вълчев, В. Рашева	
Сравнителен Анализ на декантьори при преработка на иглолистни култури.....	7
П. Костов, Н. Кръстев	
Промислени изпитания на горивни устройства с вторичен излъчвател.....	11
П. Цанков, И. Желева	
Изследване на възможностите за използване на порести материали като дроселни елементи на аеростатични опори.....	14
Н. Пенкова, В. Илиев, Е. Михайлов	
Моделиране и компютърна симулация на неустановено изтичане на течност.....	18
К. Тужаров, Г. Попов, К. Климентов, И. Николаев	
Влияние на броя на степените на ветроколело на Савониус върху неравномерността на въртящия момент.....	22
К. Климентов, Г. Попов, К. Тужаров, П. Русев	
Относно обемните загуби в центробежни помпи.....	27
К. Тужаров, Г. Попов, К. Климентов, И. Николаев	
Влияние на ъгъла на развитие на винтовите лопатки на ветроколело на Дариус върху неравномерността на въртящия момент.....	31
И. Антонов	
Интегрални методи в теорията на двуфазните турбулентни струи. Нови аспекти и особености.....	36
И. Антонов, А Терзиев, С. Антонов	
Математическо и числено моделиране на евакуация на дим и вредности от околната среда.....	39
П. Петров, А, Терзиев, А. Иванов	
Типове мачти и измервателно оборудване, прилагани при изследването на ветровия потенциал. Видове измервания.....	42
А, Терзиев, П. Петров, А. Иванов	
Изследване и анализ на възможностите за използване на референтни измервания при определяне на ветровия потенциал.....	46
И. Антонов	
Особености на интегрални методи. Методика на обработка на интегралните условия.....	50
Д. Чакърова, Р. Русев	
Термоикономически анализ на абсорбционна хладилна машина (АХМ).....	54
Д. Чакърова, Р. Русев	
Термоикономически анализ на термопомпена инсталация.....	58
И. Антонов, С. Антонов, А. Кадах	
Евакуация на вредности от работна среда. Взаимодействие на струя с всмукателен спектър Част I-ва. Физическа картина на течението.....	62
И. Антонов, С. Антонов, А. Кадах	
Евакуация на вредности от работна среда. Взаимодействие на струя с всмукателен спектър Част II-ра. Математически модел на евакуация на двуфазна турбулентна струя.....	66
И. Антонов, С. Антонов	