

УДК 502:55:661.510
PACS number(s): 82.80.Bg

КОМПЛЕКСНА ДІАГНОСТИКА АНАЕРОБНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ СПОРТСМЕНІВ

Л. Вовканич¹, А. Власов^{1,2}, Г. Савицький³, Ю. Климович⁴

¹ Львівський державний університет фізичної культури,
e-mail: anvitvl@ukr.net

² Інститут прикладних проблем механіки і математики
ім. Я. С. Підстригала НАН України

³ Фізико-механічний інститут ім. Г.В.Карпенка НАН України

⁴ Львівський медичний коледж "Монада"

Технічно описано та проаналізовано можливості програмно-апаратного комплексу (ПАК) на основі велоергометра VE02. ПАК дає змогу повністю автоматично встановлювати величину опору обертання педалей під час тестів різної тривалості та характеру, реєструвати та аналізувати часові характеристики роботи. Висока часова роздільна здатність забезпечує можливість аналізу короткотривалих анаеробних навантажень.

Ключові слова: велоергометр, програмно-апаратний комплекс, короткотривалі тести.

Наявний на сьогодні арсенал технічних засобів дослідження фізичної роботи спортсменів досить широкий і охоплює велоергометри різних конструкцій, бігові доріжки, тренажери різноманих типів. Така багатоманітність пояснюється специфікою фізичної роботи під час тренувальної та змагальної діяльності спортсменів окремих спеціалізацій. Проте далеко не всі серед перелічених приладів характеризуються достатніми технічними можливостями дозування та реєстрації потужності фізичних навантажень. Особливої актуальності ця проблема набуває під час спроби проаналізувати показники м'язової роботи, характерної для спортсменів-спринтерів. Висока потужність такої роботи у поєднанні з її короткочасністю формують особливі вимоги перед апаратно-програмними засобами для їх аналізу. Водночас показники такої роботи слугують вагомими діагностично-прогностичними критеріями рівня функціональної підготовленості спортсмена та визначення імовірного спортивного результату.

Зокрема, показники анаеробної ємності та потужності суттєво визначають спортивний результат бігунів на короткі та середні дистанції, велогонщиків-трековиків [1, 2, 3, 4], виявлено також кореляцію між окремими показниками систем анаеробного енергозабезпечення і результатом на марафонській дистанції [5, 6].

Ефективний аналіз короткочасної фізичної роботи здійснюють за умови високої часової роздільної здатності реєстрації та регуляції потужності виконаної роботи. Це

можна реалізувати шляхом використання наявного обладнання за умови його модернізації.

Мета цієї роботи – розробка програмно-апаратного комплексу для автоматизованого дозування фізичних навантажень та реєстрації часових параметрів роботи на велоергометрі.

Велоергометр ВЕ02 належить до стаціонарних велоергометрів з урегульованим електромагнітним гальмом. Обертаючи педалі велоергометра ВЭ02, спортсмен створює обертовий момент латунного диска механізму навантаження. Електромагнітом задається його гальмівний момент, який є пропорційним до швидкості обертання диска. Суть гальмівного моменту полягає у тому, що наведений полем цього магніту індукційний струм у диску, взаємодіючи з магнітним потоком, що створив його, перешкоджає обертанню диска (відповідно до закону Ленца). Регулювання величини гальмівного навантаження відбувається вручну шляхом зміни сили постійного струму у котушках електромагнітів за допомогою потенціометра і контролюється високоомним мікроамперметром. Визначення частоти обертання педалей відбувається на основі реєстрації частоти обертання латунного диска із розміщеними на ньому залізними болтами. При цьому відбувається вимірювання середнього значення випрямленого струму в ланцюгу обмотки електромагнітного передавача обертання. Струм у ньому виникає внаслідок зміни магнітного потоку в разі проходження над датчиком залізної голівки болта. Отож, у цій моделі велоергометра майже немає можливості автоматичної регуляції навантажень, а швидкість обертання можна визначати лише приблизно, при цьому отримуємо середнє значення швидкості обертання, що не дає змоги повністю охарактеризувати особливості роботи. З огляду на це з огляду на це, на основі ВЭ02 фахівцями НАН України був створений програмно-апаратний комплекс (ПАК), призначений для автоматизованого завдання навантаження та вимірювання часових (швидкісних) параметрів у ході роботи на велоергометрі ВЭ02.

Блок-схема ПАК показана на рис. 1. Обмін даними і командами управління між комп'ютером (1) та велоергометром відбувається за допомогою електронної схеми, розташованої в блоці управління. Двонаправлений обмін інформацією між комп'ютером (1) та блоком управління здійснюється через послідовний порт (СОМ) персонального комп'ютера та спеціалізований опторозв'язаний інтерфейс (2). Електронна схема блока управління забезпечує:

- прийом, передачу та обробку даних та команд;
- обробку сигналів оптичних передавачів обертання для передавання даних в комп'ютер;
- задання навантаження та контроль роботи стабілізатора струму;
- переключення режимів роботи та їхню індикацію.

Основу електронної схеми становить програмована логічна інтегральна схема (ПЛІС) Altera (3), робота якої синхронізована імпульсами кварцового генератора (5) з частотою 1,8432 МГц. Для вимірювання швидкостей обертання педалей латунного диска механізму навантаження та для фіксації початку оберту педалей у велоергометрі встановлено оптичні передавачі на відбивання – транспонтори (15–17). Передавач Dent (15) забезпечує реєстрацію повороту педалей на кут 7,5 градусів. Передавач Trip (16) дає змогу фіксувати поворот латунного диска механізму навантаження на кут 15 градусів. Передавач Index (17) задає початок оберту. В ПЛІС сигнали від передавачів надходять після формування у схемі компараторів (4). Штатний вимірювач середньої швидкості обертання латунного диска системи навантаження (11) на основі датчика електромагнітного типу (19) працює незалежно як в ручному, так і в автоматичному режимах.

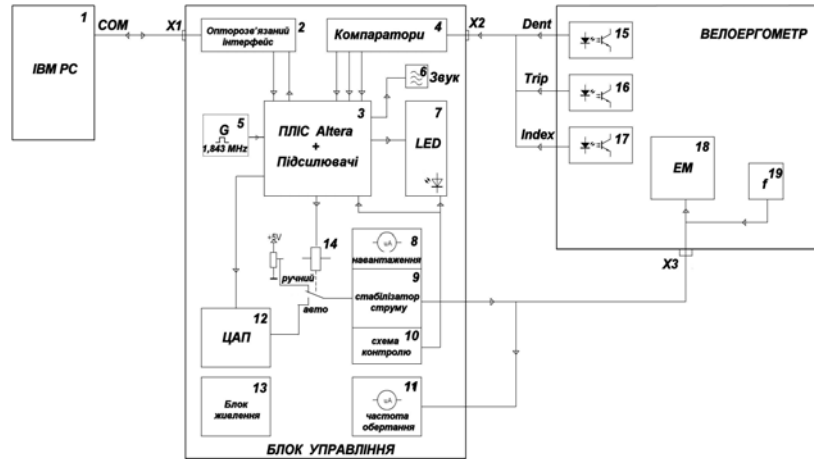


Рис. 1. Блок-схема ПАК (див. пояснення у тексті)

Навантаження у велоергометрі задається електромагнітами (18), які живляться від стабілізатора струму (9) зі схемою контролю (10). До кола живлення електромагнітів належить штатний вимірювач навантаження (8), що зберігає метрологічні характеристики велоергометра в автоматичному режимі роботи. Напруга задання для стабілізатора струму в автоматичному режимі встановлюється за допомогою десятирозрядного цифро-аналогового перетворювача – ЦАП (12). Дискретність встановлення потужності навантаження при максимальному значенні 400 Вт становить 0,4 Вт. Вибір режиму роботи відбувається за допомогою герконового реле (14). Електронна схема забезпечує світлодіодну (7) та звукову (6) індикацію, тип якої визначається керуючою програмою. Живлення електронної схеми здійснюється від стабілізованого блоку живлення (13).

В автоматичному режимі роботи передавання команд з комп'ютера відбувається лише за необхідності зміни параметрів та режиму роботи електронної схеми велоергометра і незалежно від прийому даних комп'ютером. Команди передаються байтами. Переданий байт зберігається до нової передачі у відповідному входному регістрі ПЛІС. Дані, що надходять в комп'ютер, організовані в 16-ти бітовій послідовності. У процесі роботи велоергометра стан передавачів періодично змінюється залежно від швидкості обертання педалей. Інформація щодо зміни стану строго періодично надходить у комп'ютер, що дає змогу виміряти часові інтервали з роздільною здатністю 138,8 мкс. Дані, що надходять, безперервно записуються у проміжний робочий файл, який для обчислення швидкісних характеристик обробляється спеціалізованою програмою в реальному масштабі часу. Інтерфейс спеціалізованої програми "Velo" забезпечує безперервну індикацію тривалості виконання тесту, швидкості обертання педалей, часу 1/3 оберту педалей, графічне представлення зміни потужності навантаження та швидкості обертання педалей під час тесту (рис. 2). Окрім того, наявна можливість регуляції світлового та звукового супроводу роботи, збереження результатів тесту чи його повторного виконання.

Підсумкова таблиця порівняння технічних можливостей ПАК (табл. 1) та ВЭ02 свідчить про суттєве підвищення точності та роздільної здатності приладу, розширення можливості реєстрації та автоматизації навантаження.

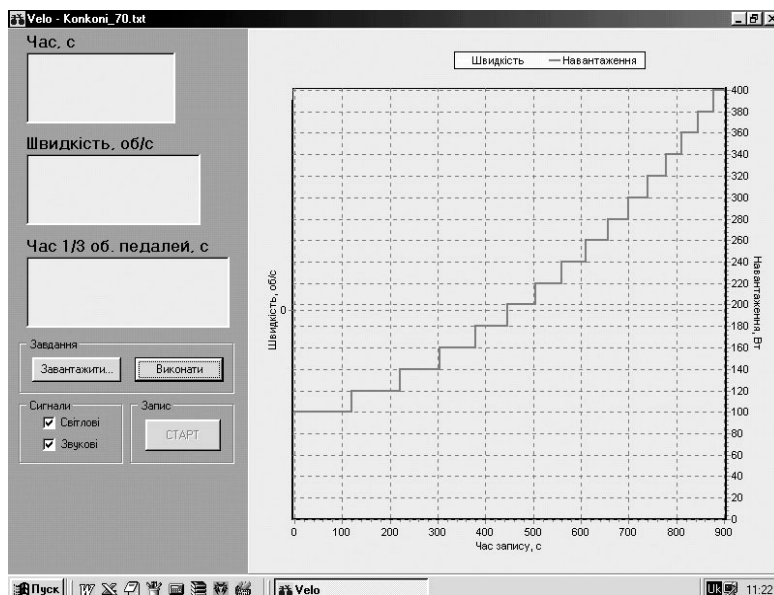


Рис. 2. Інтерфейс спеціалізованої програми Velo (див. пояснення у тексті)

Таблиця 1

Порівняльний аналіз технічних характеристик велоергометра ВЕ02 та ПАК

Характеристики	ВЕ-02	ПАК
Діапазон регуляції потужності	0–400 Вт	0–400 Вт
Дискретність встановлення потужності	5–20 Вт	0,4 Вт
Ручна регуляція потужності	+	+
Автоматизована регуляція потужності	–	+
Автоматична реалізація стандартних тестів	–	+
Світлова та звукова індикація роботи	–	+
Автоматична діагностика	–	+
Ручний привід	+	+
Ножний привід	+	+
Комп'ютерна реєстрація показників роботи	–	+
Запис та індикація навантаження в режимі реального часу	–	+
Часова роздільна здатність реєстрації	–	138 мкс
Синхронізація із зовнішніми сигналами	–	можлива
Автоматичний аналіз отриманих даних	–	+

Аналіз даних табл. 1 засвідчує, що ПАК дає змогу повністю автоматично встановлювати величину опору обертанню педалей під час тестів різної тривалості та характеру, реєструвати та аналізувати часові характеристики роботи. Висока часова роздільна здатність забезпечує можливість аналізу короткотривалих анаеробних навантажень. Перспективними напрямками вдосконалення ПАК є повна автоматизація аналізу даних,

практична реалізація максимальної часової роздільної здатності приладу з метою точного опису просторових та силових характеристик поодиноких рухів, синхронізація навантажень з пристроями реєстрації ЧСС та інших функціональних показників організму.

1. *Вовканич Л. С., Конестянін В. Г., Митроган Т. М.* та ін. Спортивна наука України, 2007. Т. 2. № 11. 2 с.
2. *Волков Н. И.* и др. Биохимия мышечной деятельности. К.: Олимпийская литература, 2000. 504 с.
3. Физиологическое тестирование спортсменов высокого класса. К.: Олимпийская литература, 1998. 432 с.
4. *Meckol V., Allerbom H., Grodjinovsky A.* et al. J. Sports Medic. and Phys. Fitn. 1995. Vol. 35. N 3. 163 p.
5. *Арселли Э., Ренато Канова Р.* Тренировка в марафонском беге: научный подход, Терра-Спорт, 2000. 250 с.
6. *Tanaka K., Matsuura Y.* J. Appl. Physiol. 1984. Vol. 57. N 3. 640 p.

COMPLEX DIAGNOSTICS OF ANAEROBIC CAPABILITIES OF SPORTSMEN

L. Vovkanych¹, A. Vlasov^{1,2}, G. Savitskyj², A. Lozynskyj³, Yu. Klymovych⁴

¹ *Lviv State University of Physical Culture*

e-mail: anvitvl@ukr.net

² *Pidstryhach Institute of Applied Problems of Mechanics and Mathematics of NASU*

³ *Karpenko Physical-Mechanical Institute of NASU*

⁴ *Lviv Medical College "Monada"*

Technical description and analysis of possibilities of mixed hardware-software complex (HSC) based on ВЭ02 veloergometer are given. HSC makes it possible to determine, in completely automatical regime, the resistance to the pedals' rotation for the cases of tests of different duration and type, while simultaneously allowing for registration and analysis of time characteristics of the operation. Analysis of short-term anaerobic loads is possible due to high temporal resolution of the HSC.

Key words: veloergometer, hardware-software complex, short-term tests.

**КОМПЛЕКСНАЯ ДИАГНОСТИКА АНАЭРОБНЫХ
ВОЗМОЖНОСТЕЙ СПОРТСМЕНОВ****Л. Вовканич¹, А. Власов^{1,2}, Г. Савицкий³, Ю. Клымович⁴**

¹*Львовский государственный университет физической культуры
e-mail: anvitvl@ukr.net*

²*Институт прикладных проблем механики и математики
им. Я.С.Пидстригала НАН Украины*

³*Физико-механический институт им. Г.В.Карпенко НАН Украины*

⁴*Львовский медицинский колледж "Монада"*

Приведено техническое описание и анализ возможностей программно-аппаратного комплекса (ПАК) на базе велоэргометра ВЕ02. ПАК позволяет полностью автоматически устанавливать величину сопротивления вращению педалей во время тестов разной длительности и характера, регистрировать и анализировать временные характеристики работы. Высокая временная разрешающая способность обеспечивает возможность анализа кратковременных анаэробных нагрузок.

Ключевые слова: велоэргометр, программно-аппаратный комплекс, кратко-временные тесты.

Стаття надійшла до редколегії 02.12.2008

Прийнята до друку 20.07.2009