



УДК 623.592
doi:10.21685/2587-7704-2022-7-1-11



Open
Access

RESEARCH
ARTICLE

Система управления велотренажера с электромагнитным торможением

Юрий Андреевич Гусев

Пензенский государственный университет, Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40
gusev.ura229@yandex.ru

Татьяна Юрьевна Бростилова

Пензенский государственный университет, Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40
tat-krupkina@yandex.ru

Сергей Владимирович Голобоков

Пензенский государственный университет, Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40
golobokov_sv@mail.ru

Анастасия Сергеевна Вихорева

Пензенский государственный университет, Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40
vihoreva_anastasia@mail.ru

Аннотация. Предложена система управления обычным велотренажером с целью выбора режима нагрузки, подстраиваясь под потребности спортсмена. Рассмотрены схема подключения генератора к велотренажеру и возможность использования накопителя энергии, выявлены мероприятия по энергоэффективности.

Ключевые слова: нагрузка, генератор, велотренажер, система торможения, рекуперация, энергоэффективность

Для цитирования: Гусев Ю. А., Бростилова Т. Ю., Голобоков С. В., Вихорева А. С. Система управления велотренажера с электромагнитным торможением // Инжиниринг и технологии. 2022. Т. 7(1). С. 1–5. doi:10.21685/2587-7704-2022-7-1-11

Финансирование: исследования выполнены на средства гранта, выданного кафедре «Электроэнергетика и электротехника» ПГУ университетом прикладных наук г. Фленсбурга (Германия) в 2021 г.

Благодарности: авторы выражают признательность проректору по науке г-ну Боско Лер и декану технологического факультета г-же Антье Лабес.

Electromagnetic braking exercise bike control system

Yuriy A. Gusev

Penza State University, 40 Krasnaya Street, Penza, Russia
gusev.ura229@yandex.ru

Tat'yana Yu. Brostilova

Penza State University, 40 Krasnaya Street, Penza, Russia
tat-krupkina@yandex.ru

Sergey V. Golobokov

Penza State University, 40 Krasnaya Street, Penza, Russia
golobokov_sv@mail.ru

Anastasiya S. Vikhoreva

Penza State University, 40 Krasnaya Street, Penza, Russia
vihoreva_anastasia@mail.ru

Abstract. The article considers the option of using the control system of a conventional exercise bike in order to choose the load mode, adapting to the needs of the athlete. A scheme of connecting the generator to an exercise bike and the possibility of using an energy storage device are considered, and energy efficiency measures are identified.



Keywords: load, generator, exercise bike, braking system, recuperation, energy efficiency

For citation: Gusev Yu.A., Brostilova T.Yu., Golobokov S.V., Vikhoreva A.S. Electromagnetic braking exercise bike control system. *Inzhiniring i tekhnologii = Engineering and Technology*. 2022;7(1):1–5. (In Russ.). doi:10.21685/2587-7704-2022-7-1-11

Acknowledgments: The research was funded by a grant from the Flensburg University of Applied Sciences (Germany) to the Department of Power and Electrical Engineering at Penza State University in 2021. The authors are grateful to Mr. Bosco Lehr, the Vice-Rector for Science, and to Ms. Antje Labes, the Dean of the Faculty of Technology.

Один из ключевых глобальных трендов современности связан с так называемым энергетическим переходом, который в числе прочего подразумевает постепенное замещение энергетики на базе ископаемых топлив (с достижением «нулевой эмиссии») на альтернативные способы получения энергии за счет возобновляемых и экологических источников. Мир постепенно движется в этом направлении. Сегодня уже более 25 % электроэнергии на Земле, по данным IRENA (Международного агентства по возобновляемым источникам энергии ВИЭ), производится с помощью альтернативных видов генерации [1].

Кроме того, в современном мире все большее внимание уделяется оздоровлению нации. Поэтому, чтобы тренировка проходила в интенсивном режиме, а не была похожа на простое свободное вращение педалей, необходимо создавать нагрузку. В современных велотренажерах в качестве нагрузки применяют гидравлические, фрикционные или электрические тормоза.

Система нагрузки велотренажера является одним из важнейших параметров при его выборе, а также напрямую влияет на его стоимость. По типу нагрузки велотренажеры делятся на пять типов (табл. 1).

Таблица 1

Тип нагрузки	Принцип работы	Достоинства	Недостатки
1	2	3	4
Ременная	Сопротивление создается благодаря специальному ремню, который натянут вокруг маховика. Степень нагрузки меняется вручную с помощью ручки, отвечающей за натяжение ремня вокруг маховика	1. Низкая стоимость тренажера. 2. Не требует подключения к электрической сети. 3. Простота использования. 4. Небольшие габариты тренажера	1. Слабое сопротивление педалей. 2. Быстрый износ ремня при интенсивном использовании. 3. Недостаточная плавность хода – это особенно ощущается на больших нагрузках
Колодочная	В основе системы лежат специальные колодки, которые прижимаются к стальному маховику. Нагрузка меняется при увеличении или уменьшении степени давления колодок на маховик, регулировка происходит вручную	1. Хорошая имитация езды на велосипеде. 2. Большая максимальная нагрузка. 3. Простота эксплуатации	1. Большой вес велотренажера. 2. Сложно найти запасные части (колодки). 3. Не удобно регулировать нагрузку в процессе тренировки
Магнитная система	Создание нагрузки происходит по простой схеме, в которой участвует стальной маховик, ручка управления уровнями нагрузки и система магнитов, соединенная с ручкой стальным тросом	1. Бесшумность. 2. Относительно невысокая стоимость тренажера. 3. Простота эксплуатации	1. Невозможность установки точной нагрузки. 2. Невысокое сопротивление педалей. 3. Не удобно регулировать нагрузку в процессе тренировки
Магнитная с электронной регулировкой	Эта система аналогична системе с ручной регулировкой, однако обладает рядом преимуществ. Главным отличием является электрический сервопривод, который перемещает магниты без прямого участия пользователя	1. Разнообразие тренировок, возможность использования программ. 2. Подходит для активных тренировок. 3. Удобно регулировать нагрузку не прерывая тренировку	1. Завышенная цена. 2. Требуется подключение к электрической сети



Окончание табл. 1

1	2	3	4
Электро-магнитная	Торможение маховика происходит за счет магнитного поля, которое создается катушкой с поданным на нее электрическим током, расположенной в непосредственной близости от маховика. При увеличении силы тока в проводах катушки возрастает сила магнитного поля, и, наоборот – при уменьшении силы тока поле ослабевает, за счет чего и происходит изменение нагрузки	1. Разнообразие тренировок, специальные Ватт-программы. 2. Подходит для восстановления после травм. 3. Подходит для профессиональных спортсменов. 4. Модели со встроенным генератором не требуют подключения к электрической сети	1. Высокая начальная стоимость. 2. Дорогое обслуживание. 3. Большие размеры тренажера

При торможении любого транспортного средства происходит бесполезная трата энергии – в этом случае кинетическая энергия переходит в тепло, которое рассеивается в атмосфере. Однако в электрическом транспорте проблема потери энергии успешно решается с помощью системы рекуперативного торможения. Рекуперация – это компенсация затрат энергии, а значит, рекуперативная система торможения – это такая система, которая возвращает часть затраченной на торможение транспортного средства энергии [2]. При этом возможны два случая.

На электрическом транспорте при рекуперативном торможении вырабатывается электроэнергия, которая либо запасается в аккумуляторах, либо поступает в контактную сеть.

На неэлектрическом транспорте при рекуперативном торможении запасается кинетическая энергия (обычно с помощью массивного маховика), которая впоследствии затрачивается на разгон, а может быть использована для подзарядки аккумуляторов [2].

Велотренажер «DOMYOS 100» [3] имеет колодочную систему нагрузки, которую мы заменяем на электромагнитную. Тем самым, дорабатывая конструкцию велотренажера, увеличиваем его достоинства:

1) разнообразие режимов работы – активная тренировка, восстановление после травм, «прогулочная» тренировка и т.п.;

2) автоматическая регулировка нагрузки без прерывания тренировки.

Кроме того, предложенная система управления тренажером будет совмещать в себе приятное с полезным: занятие спортом плюс выработка электроэнергии для нужд спортзала (нагревы воды в бойлере, подпитка аварийного освещения и т.п.).

К примеру, потребление 1кВт-ч электроэнергии позволяет нагреть 30 л воды от 20 до 50 °С. В нашем случае за смену тренажерный зал вырабатывает 16 кВт-ч электроэнергии. Этого количества достаточно для нагрева 500 л воды или 0,5 м³. В месяц минимальный расход горячей воды составит 15 м³, а максимальный – 30 м³. Экономия составит 60 000 руб. в месяц.

Схема электроснабжения спортзала с использованием велотренажера с электромагнитным торможением приведена на рис. 1.

Источник энергии – генератор 12 В, 840 Вт. Привод генератора выполняется от подвижных частей тренажера. В генераторе имеется встроенный вентилятор, также входит стабилизатор напряжения, на выходе генератора имеем постоянный ток с напряжением 14,5 В. Регулирование мощности, отдаваемой генератором в сеть, выполняется с помощью ШИМ-регулятора.

Человек, крутя педали, приводит в движение маховик, который вращает колесо, надетое на вал генератора, вырабатывающий электроэнергию. Далее электроэнергия поступает в щит, где расположен повышающий трансформатор, с которого электроэнергия поступает на аккумуляторы, затем эта электроэнергия распределяется на электроприемники (бойлер, конвектор, вентилятор, светильники и т.п.).

Вариант подключения генератора к велотренажеру приведен на рис. 2.

В результате разработки будут возможны следующие режимы работы системы электроснабжения.

1. Аккумуляторный, когда генерации нет. Нагрузка подключена на аккумулятор емкостью 30 А-ч. Приемники постоянного тока будут потреблять, например, ток 10 А в течение 2 ч, после чего аккумулятор разрядится, сработает защита, и он отключится.

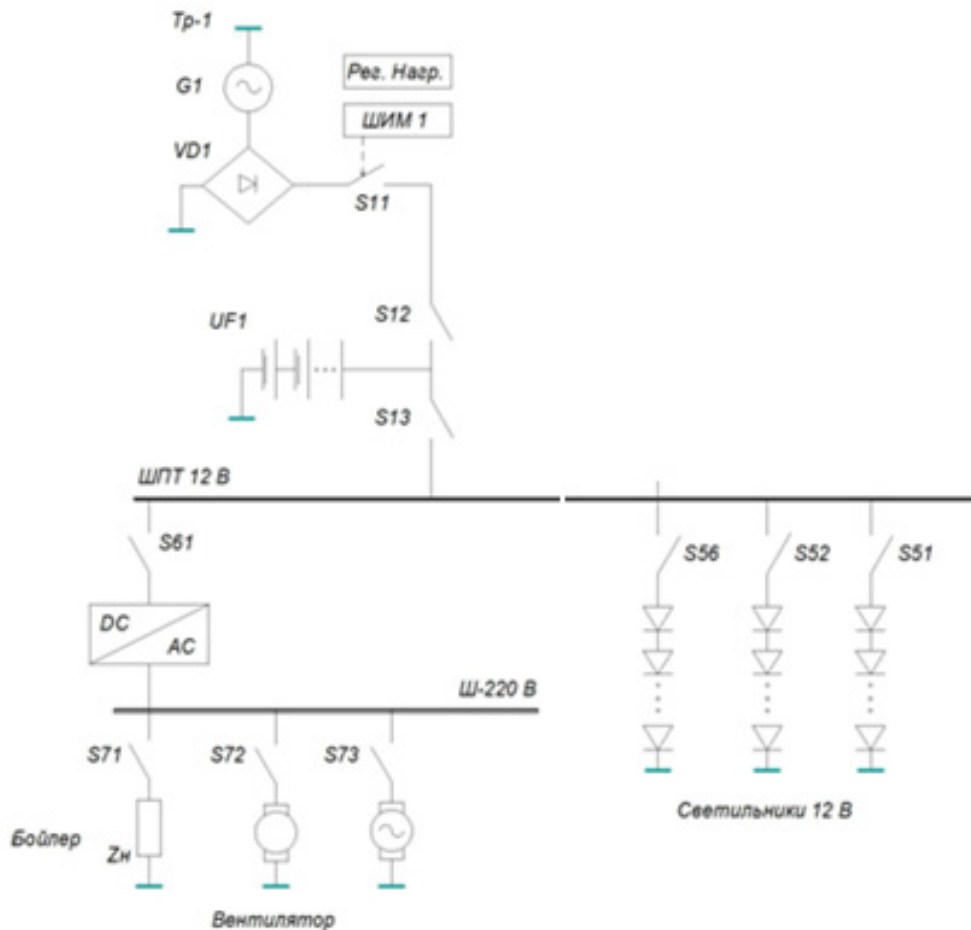


Рис. 1. Система электроснабжения с энергоэффективным тренажером



а)



б)

Рис. 2. Установка генератора на велотренажер

2. Режим зарядки. Подключение генераторов переведет аккумулятор в режим зарядки. При отсутствии другой нагрузки и токе одного генератора 8 А на зарядку аккумулятора потребуется 2,5 ч. Увеличение числа генераторов сокращает время зарядки, а подключение нагрузок, напротив, его увеличивает [4]. При слишком большой нагрузке зарядка прекращается и может начаться разрядка аккумулятора.



3. Режим номинальной мощности. Все подключенные к шинам 12 В и 220 В нагрузки потребляют суммарную мощность не более 400 Вт. Питание нагрузок выполняется от генераторов, а избыточная мощность идет на зарядку аккумуляторов. Если аккумулятор зарядился, система выдаст рекомендацию на включение дополнительной, балластной нагрузки – например, вентиляторов тренажерного зала. Без такой нагрузки мощность генерации падает, спортсмены не смогут развивать больших усилий.

4. Режим пиковой мощности. Включение бойлера потребует мощности сети 1500 Вт. Суммарная мощность всех генераторов – 400 Вт. Мощности генераторов не хватает для покрытия нагрузок. В этом случае подключается аккумулятор и в течение короткого времени, пока хватает его заряда, будет обеспечивать питание инвертора большим током – 100 А, из них примерно 30 А отдают генераторы и 70 А выдает аккумулятор [4]. В таком режиме аккумулятор может работать не более 20 мин. За это время объем воды в бойлере нагреется до заданной температуры, и нагреватель бойлера отключится. Останется включенной только система управления бойлера.

5. Аварийный режим. Может появиться вследствие выхода из строя оборудования, пробоя изоляции, короткого замыкания, токов утечки на землю и т.п. В этом случае сработает система защит – автоматические выключатели на линиях, устройство защитного отключения (УЗО) и отключит питание аварийной линии.

Вывод

Реализация системы управления велотренажером с электромагнитным торможением позволит автоматически выбирать режим тренировки, соответствующий уровню спортсмена, экономить электроэнергию за счет накопления энергии, вырабатываемой в процессе тренировки, и дальнейшего ее использования на собственные нужды спортивного зала или помещения, т.е. поддержания комфортных условий (освещение, вентиляция, визуализация полученных результатов и т.п.), а также внедрять концепцию «зеленой энергетики» в повседневную деятельность.

Список литературы

1. International Renewable Energy Agency. URL: <https://www.irena.org>
2. Система рекуперативного торможения: энергию торможения – в дело. URL: <https://www.autoopt.ru/articles/products/3998200>
3. Велотренажер основной 100 DOMYOS. URL: https://www.decathlon.ru/velotrenazher-domyos-biking-100-id_8491911.html
4. Китис С. И. Расчеты характеристик асинхронных самовозбуждающихся генераторов : учеб. пособие. Тюмень : ТюмГНГУ, 2009. 276 с.

References

1. *International Renewable Energy Agency*. Available at: <https://www.irena.org>
2. *Sistema rekuperativnogo tormozheniya: energiyu tormozheniya – v delo = Regenerative braking system: braking energy in action*. (In Russ.). Available at: <https://www.autoopt.ru/articles/products/3998200>
3. *Velotrenazher osnovnoy 100 DOMYOS = Basic exercise bike 100 DOMYOS*. (In Russ.). Available at: https://www.decathlon.ru/velotrenazher-domyos-biking-100-id_8491911.html
4. Kitsis S.I. *Raschety kharakteristik asinkhronnykh samovozbuzhdayushchikhsya generatorov: ucheb. posobie = Calculations of characteristics for asynchronous self-excited generators: A textbook*. Tyumen': TyumGNGU, 2009:276. (In Russ.)

Поступила в редакцию / Received 10.03.2022

Поступила после рецензирования и доработки / Revised 17.04.2022

Принята к публикации / Accepted 05.05.2022