

ЭКЗОСКЕЛЕТЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

В.И. КЛЮЧКО, Н.В. КУШНИР, Н.Ю. ПАВЛОВА, А.С. ГРИВА

*Кубанский государственный технологический университет,
350072, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Московская, 2;
электронная почта: kushnir.06@mail.ru*

В статье рассмотрены вопросы, касающиеся истории создания, использования и перспектив экзоскелетов. Отмечена их немаловажная роль в разных сферах деятельности человека: военное дело, медицина и т.д. Рассмотрены проблемы при создании и использовании экзоскелетов.

Ключевые слова: экзоскелеты, технологии будущего.

В начале XXI века всё больше внимания стали привлекать разработки экзоскелетов, причем учёные, которые занимаются экзоскелетами, сталкиваются с рядом сложностей.

Первую экзоскелетную систему разработали в 1960-х годах компанией «Дженерал Электрик» совместно с минобороной США (прототип «Hardiman») Масса которого составляла 680 кг, с грузоподъемностью до 340 кг. На него возлагались огромные надежды, но, к сожалению, на испытаниях в 1965 году конструкция показала себя плохо и в производство не вошла.

Появился опыт, который позволил следующим разработчикам двигаться дальше, а не начинать с нуля. Проект Hardiman I в 1971 году был закрыт из-за отсутствия перспектив его развития. Далее последовали два десятилетия «застоя»: исследования и разработки велись, но не было больших прорывов, вероятно, из-за небольшого финансирования. Но опыт и знания, тем не менее, накапливались. Параллельно с этим проходили изменения в смежных областях: вычислительной технике, элементах питания, материалах, системах управления и т.д. Все это пригодилось, когда начался прорыв в этой области. А произошло это, когда об экзоскелетах снова вспомнили военные.

Представим все основные элементы экзоскелетов: источник питания, программное обеспечение и механический скелет. Два последних пункта представляют не менее серьёзную проблему, чем источник питания. Если бы

источник питания был менее объёмный и не так сильно грелся, то инженеры могли бы не просто сделать экзоскелет, а к тому же совместить его со скафандром и реактивным ранцем.

Передовые экзоскелеты имеют аккумулятор либо с большой ёмкостью, либо с маленькой ёмкостью и соответственно небольших размеров. Так же в большинстве экзоскелетов питание для работы определённых частей системы проводится по специальным кабелям. Но это доставляет массу неудобств, ведь при небольшом повреждении кабеля дисфункционалирует вся система питания. Именно поэтому наилучшим аккумулятором является небольшая система питания с большой ёмкостью, защищённая от механических повреждений.

Любой из малогабаритных источников питания на сегодняшний день может обеспечить экзоскелету малое количество автономной работы. У не перезаряжаемых и аккумуляторных батарей ограничены необходимостью замены или медленной зарядкой, соответственно. Если рассмотреть двигатели внутреннего сгорания, то они должны быть слишком надёжным, но не особо компактным. В последнем случае понадобится дополнительная система охлаждения, а двигатель внутреннего сгорания сложно настроить на моментальный выброс большого количества энергии.

Наиболее возможным вариантом решения топливного вопроса для экзоскелетов будущего может стать беспроводная передача энергии. Она могла бы решить массу вопросов, ведь её можно передавать из сколь угодно большого реактора (и ядерного в том числе). Примерные схемы питания можно увидеть на рисунках 1,2 [4].

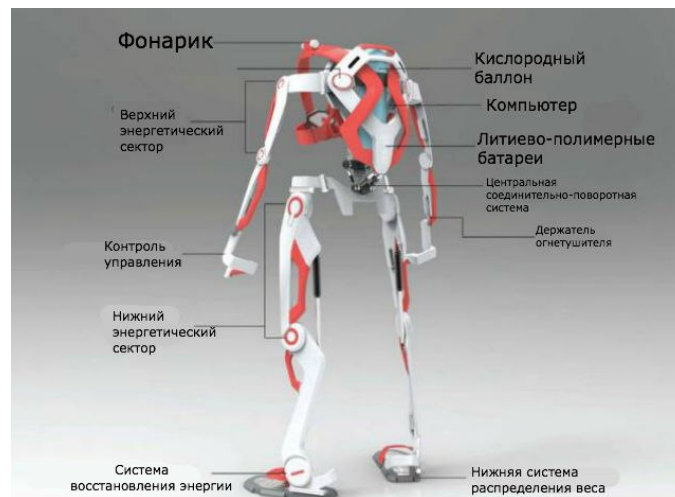


Рисунок 1- Распределение питания

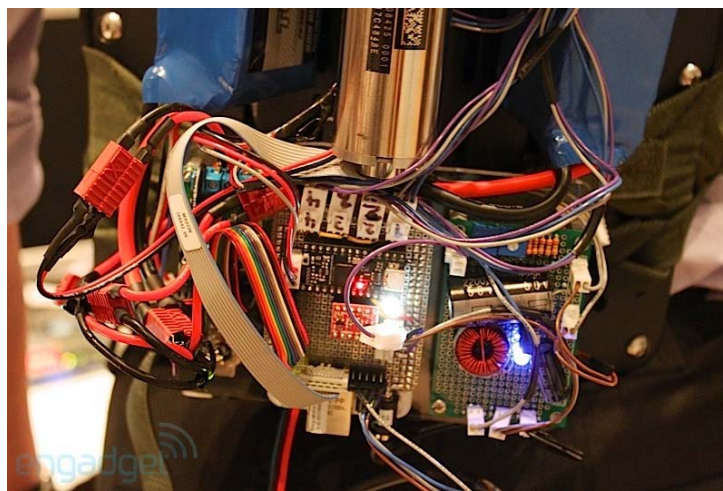


Рисунок 2- Пример современной системы питания

Первые экзоскелеты были из алюминия, стали и некоторых других металлов. Далее стали использовать сплавы металлов, так как чистые металлы были либо слишком тяжёлые и теряли свою эффективность, либо лёгкие, но не прочные и не могли полностью выполнять свои функции. Так же не последним фактором в выборе сплавов имеет их стоимость. Заинтересованные разработчики на данный момент в поиске лёгких и прочных сплавов металлов. Сейчас открыли новый сплав, объединив литий, магний, титан, алюминий и скандий, ученые получили нанокристаллическую структуру низкой плотности, но с очень высоким показателем прочности. Также учёные находятся на стадии

разработки других, более дешёвых альтернатив. Они станут прочной основой для каркаса, но будут дорогими для широкого производства.

Приводы являются еще одной немаловажной проблемой при разработке экзоскелетов. Гидравлические цилиндры довольно мощные и являются высокоточными, но они тяжёлые и используют большое количество трубок и шлангов. Пневматика является лёгкой, но процесс обработки движений нестабилен, так как сжатый газ пружинит.

На электронной основе разрабатываются новые сервоприводы, которые в дальнейшем будут включать в свою работу магниты и обеспечивать полностью точные движения, употребляя небольшое количество энергии и при этом небольших размеров. С проблемой гибкости помогут справиться проектировщики скафандров, так же, как и с регулировкой размеров костюма.

Ещё одна проблема, с которой сталкиваются во время проектирования экзоскелета – управление и устранение лишних и ненужных движений. Так же важна и скорость реакции частей костюма на перемещения пользователя. Если произойдет рассинхронизация действий, то это приведет к серьёзным последствиям для здоровья. То есть экзоскелет должен будет “чувствовать” и даже предсказывать поведение человека. Чтобы обработать нежелательные или случайные действия можно обратиться к медицине, поставить соответствующие датчики, реагирующие на предпосылки тела к тому или иному действию.

Экзоскелеты в основном используются для медицинских и военных нужд, существуют несколько видов их.

Экзоскелет фирмы REWALK впервые был представлен в 2011 году как ориентированный на людей с ограниченными возможностями (рис. 3). В 2013 году вышло обновление – ReWalk Rehabilitation, а в июне 2014 года FDA разрешили использование экзоскелета, дав ему возможность развиваться на коммерческой основе. Устройство весит около 23,4 килограмма, функционирует на операционной системе Windows и выполняет три действия: идти, сидеть и стоять.



Рисунок 3- Экзоскелет фирмы REWALK

Экзоскелеты производителей XOS находятся на стадии развития (разрабатывают третье поколение). Вес примерно 80-90 кг с грузоподъемностью 90 кг. Передовые модели костюма достаточно поворотливые и подвижные. Минусом является высокая зависимость от внешнего источника питания.

Human Universal Load Carrier – изобретение компании Lockheed Martin вместе с Berkeley Bionics, предназначен для военных. Основа – гидравлика и литий-полимерные батареи. Правильно загрузив внешний каркас, с его помощью пользователь может переносить до 140 кг лишнего груза. Предполагается, что солдаты смогут использовать HULC в течение 72 часов [3].

Опытные образцы всё той же организации Berkeley Bionics, созданные с целью решения или облегчения ряда поставленных проблем. Один нужен путешественникам для транспортировки багажа весом около 50 кг показали в феврале 2005 года, а собственная масса составляла 10 кг. С учетом относительно маленькой солнечной панели, поддерживает работоспособность достаточно долго. Другой образец EchoClimber весит так же 10 килограмм и является дополнением к EchoHiker, и помогает пользователю прыгать и взбираться по ступенькам. В 2010 году компания eLEGS купила у Berkeley Bionics их изобретение. Экзоскелет работает с гидравлическими приводами, и его основной задачей является помощь парализованным людям передвигаться. Через год eLEGS сменили название на Ekso. Его вес 20 кг, максимальная скорость передвижения 3,2 км/ч и зарядки хватает на 6 часов.

Японский производитель робототехники Cyberdyne произвёл хорошее впечатление. Цель данного проекта – помощь парализованным людям. Он создан для повседневного пользования, для постоянной работы с тяжестями, для пожилых.

Сейчас всё больше набирают популярность экзоскелеты специального назначения. К примеру, был продемонстрирован экзостул Chairless Chair, который позволяет стоя сидеть. Компании Lockheed Martin и Daewoo независимо друг от друга представили экзоскелеты для рабочих судостроительных отраслей, дающие возможность работникам держать инструмент или груз тяжестью до 30 килограммов.

Один из созданных экзоскелетов в России называется «ЭкзоАтлет», который разрабатывает группа учёных из НИИ Механики МГУ. Они отталкиваются от основанных ещё в СССР исследований Вукобратовича. В первую очередь они выпустили экзоскелет для помощи спасателей, пожарных и МЧС. Идеей создания является то, что при его помощи можно легко передвигать груз весом до 100 кг при его собственном весе 12 кг. Планируется сконструировать модель ExoAtler-A и увеличить грузоподъёмность до 200 кг.

Также будут произведены экзоскелеты, помогающие в реабилитации больных.

Raytheon разработала экзоскелет второго поколения XOS 2. Новая версия устройства отличается от предыдущей лучшей защищённостью от воздействия факторов окружающей среды, увеличенной грузоподъёмностью, сокращённым временем реакции на действия человека и вдвое меньшим потреблением энергии [1].

Носимый роботизированный костюм, другое название XOS 2, предназначен в первую очередь для военных логистов, занимающихся транспортировкой различных грузов. Кроме того, экзоскелет пригодится техникам ВВС США, производящим оснащение самолетов вооружением перед вылетом. Естественно, использование такого костюма будет наиболее целесообразным в полевых условиях, когда доступ к полноценному

погрузочному оборудованию сильно ограничен. В планах Raytheon есть и разработка боевой версии XOS [2].

В министерстве обороны РФ разрабатывают боевой экзоскелет «Боец-21» для военнослужащих Сухопутных войск, ВДВ и морской пехоты, работы по ее созданию планировались завершить к 2015 году, но на данный момент на каком этапе находятся разработки – не сообщается. Планировалось, что обмундирование будет содержать системы поражения, защиты, управления, жизнеобеспечения и энергообеспечения. В комплект будут включены компоненты экзоскелетных конструкций.

Бортовой микрокомпьютер с сенсорной системой управления осуществляет наблюдение за движениями солдата и отправляет информацию экзоскелету, который увеличивает человеческие возможности при помощи моторов. Военные становятся невероятно выносливыми. Пока новинка не применяется в боевых действиях, а используется в тестовом режиме. Испытания позволяют понять, как HULC влияет на состояние бойцов. Имея титановую раму, тяжёлый вес передаётся непосредственно корпусу экзоскелета. Возможно экзоскелет будет использован и для гражданских погрузок тяжестей, а также для того, чтобы помочь парализованным снова ходить [3].

Безусловно, экзоскелеты - это сложнейшие технологии, которые человеку ещё предстоит освоить, но будущее именно за ними. Экзоскелеты, возможно, станут неотъемлемой частью нашей жизни. Экзоскелеты применяются во многих областях науки и техники, причем существуют достаточно интересные области применения экзоскелетов в медицине и вооружении стран. Экзоскелет повторяет биомеханику человека для пропорционального увеличения усилий при движениях.

В большинстве случаев экзоскелеты являются лишь демонстративными вариантами и им ещё предстоит пройти тесты на устойчивость, безопасность и многие другие, они будут ещё много раз совершенствоваться, прежде чем они войдут в производство.

ЛИТЕРАТУРА

1. Экзоскелет второго поколения – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://lenta.ru>
2. XOS – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://lipetsk.ru/content/articles/62104>
3. Экзоскелет – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://topwar.ru/5568-novyy-ekzoskelet-daet-soldatam-dopolnitelnuyu-silu-i-skorost.html>
4. Костюм будущего – [Электронный ресурс] – <https://hodor.lol/post/11410>

REFERENCES

1. Ekzoskelet vtorogo pokoleniya – [Elektronnyy resurs] – Rezhim dostupa: <http://lenta.ru>
2. XOS – [Elektronnyy resurs] – Rezhim dostupa: <http://lipetsk.ru/content/articles/62104>
3. Ekzoskelet – [Elektronnyy resurs] – Rezhim dostupa: <https://topwar.ru/5568-novyy-ekzoskelet-daet-soldatam-dopolnitelnuyu-silu-i-skorost.html>
4. Kostyum budushchego – [Elektronnyy resurs] – <https://hodor.lol/post/11410>

*EXOSKELETONS AND PROSPECTS OF THEIR USE***V.I. KLYUCHKO, N.V. KUSHNIR, N.YU. PAVLOVA, A.S. GRIVA**

*Kuban State Technological University,
2, Moskovskaya st., Krasnodar, Russian Federation, 350072,
e-mail.: kushnir.06@mail.ru*

In article the questions concerning history of creation, use and prospects of exoskeletons are considered. Their important role in different fields of activity of the person is noted: military science, medicine, etc. Problems are considered during creation and use of exoskeletons.

Key words: exoskeletons, technologies of the future.