

Электромагнитная пушка Биркеланда: исторический обзор

Альв Эгеланд

I. ВСТУПЛЕНИЕ

В последние годы масса исследований посвящена тематике электромагнитных ускорителей типа «рельсовая пушка», особенно в связи с американской программой «Звездных войн», официальной именуемой Стратегической Оборонной Инициативой (СОИ, см. разд. X). Однако, широкой публике не известно, что эти работы имеют своим основанием «электромагнитную пушку», которая на рубеже веков была запатентована и построена норвежским физиком Кристианом Биркеландом.

В Университете Кристиании (нынешнем Университете Осло) хранятся несколько рукописных заметок Биркеланда относительно его работы по этому направлению, среди которых копии записок по его Оружейной Компании (см. разд. IV), а также набросок его лекции, которую он дал в Норвежской Академии Наук 6 марта 1902 года. Помимо этого, сохранились некоторые копии лекций и публикаций по теме электромагнитного ускорения у ближайших друзей и сподвижников Биркеланда — С.Сэланда (позже — профессора физики и вице-канцлера Университета Осло) и д-ра О. Дэвика (впоследствии — главы Департамента по Исследованиям Норвегии). К сожалению, эти источники содержат только некоторые детали проектов (например Гала-лекция в Университете, см. разд. VIII), а не подробную хронологию разработок.

Д-р. Дэвик снабдил меня всеми отчетами и заметками о Биркеланде, которые были в его распоряжении, а последние 10-15 лет я занимался поиском каких-либо дополнительных материалов

на эту тему. В результате мне удалось отыскать несколько заметок Биркеланда относительно Проекта Пушки, а также некоторые полезные журнальные и газетные статьи периода 1901-1903 годов и патентные публикации. Исторический обзор по Пушке Биркеланда основан на всем указанном материале.

II. КРАТКАЯ БИОГРАФИЯ КР. БИРКЕЛАНДА

Кристиан Биркеланд (1867-1917) был в 1898 г. назначен Профессором Университета Кристиании (фото, сделанное вскоре после этого, приведено на рис. 1). Ранее он демонстрировал глубокий интерес к математике и физике. Перед окончанием высшей школы — в возрасте 18 лет — Биркеланд написал статью “Une Methode Enumerative de la Geometrie”, которую он впоследствии считал наивысшим интеллектуальным достижением. В первые годы своих исследований Биркеланд, в основном, занимался изучением переноса энергии электромагнитными волнами. Общее выражение для вектора Пойнтинга, которое он получил в 1894 г., используется до сих пор. В 1895 г. он опубликовал статью, в которой получил первое общее решение уравнений Максвелла. В период 1895-1913 в область его интересов попадали Северное сияние, физика взаимодействия Солнца и Земли, кометы, солнечная корона, кольца Сатурна, космология и т.д. Большинство работ Биркеланда были основаны на результатах его «терреллы» и других лабораторных экспериментах. Он выдвинул множество новых идей, которые остаются центральными для своих областей, образуя фундамент современной космической физики. Еще

более важным является взгляд Биркеланда на электромагнитные силы как на равноправных с гравитацией игроков в близком и дальнем космосе.



Рис. 1. Кристиан Олаф Бернхард Биркеланд (1867-1917).

С целью улучшения своего финансового состояния, Биркеланд также проводил много прикладных исследований. Его главным открытием стал метод Биркеланда-Эйде для производства нитрата калия (норвежской селитры). Для увековечивания памяти и работ Биркеланда и в честь его 100-летнего юбилея IAGA в 1967 г. провела Симпозиум по Северному сиянию и магнитным штормам.

III. ПРОЕКТ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ПУШКИ.

На рубеже веков Биркеланд планировал новую полярную экспедицию для проверки своей теории возникновения Северного сияния. Он также надеялся обустроить современную, хорошо оборудованную лабораторию с несколькими молодыми ассистентами. Несмотря на получение финансирования на свои фундаментальные работы от правительства Норвегии, превосходящего таковое для любого другого профессора, а также значительного объема спонсорской помощи от заинтересованных бизнесменов, он ощущал потребность в дополнительных фондах для завершения программы исследований (в качестве примера можно указать, что норвежская полярная экспедиция по изучению Северного

сияния 1902-1903 гг. обошлась в 68 000 крон). Биркеланд получил 30 000 крон от Парламента и 18 000 от трех богатых бизнесменов, в то время как оставшиеся 20 000 он потратил из своего кармана. В то время профессор в Норвегии имел максимальное годовое содержание 5000 крон и 600 крон на текущие расходы.

По этим причинам Биркеланд занялся более прибыльными технологическими исследованиями и прикладной физикой. Он также обсуждал эти дела со своими сотрудниками и другими учеными. Для такого одаренного человека неудивительно, что он пытался увеличить свое благосостояние путем практического приложения своих научных знаний.

По просьбе Правительства, Биркеланд возглавил комитет по гидроэлектростанциям. Он провел несколько экспериментов с переключателями тока и катушками индуктивности. Их целью было нахождение способа быстрой коммутации электрических токов; в то время для этого использовались ножевые переключатели, т.к. масляные еще не были изобретены. Во время эксперимента по аварийному отключению на 10-кВ станции в Маридалшаммерене предохранители полностью разрушились, электрическая панель разлетелась надвое, начался пожар и вся электростанция погрузилась во тьму. Все прочие члены комитета разбежались, но Биркеланд позже написал об этом случае: «Это был самый вдохновляющий момент в моей жизни» (он всегда искал каких-то необычных событий, которые могли бы открыть новые области для исследования).

В 1901 году, в ходе экспериментов по разработке нового прерывателя тока на основе эффекта магнитной индукции, Биркеланд заметил, что кусочки железа могли втягиваться в соленоид с такой силой, что пролетали катушку подобно маленьким снарядам (согласно заметкам его лаборанта Дитрихсона, они впервые наблюдали ускорение железных объектов импульсами тока в прямолинейных

катушках индуктивности при подготовке некоторых экспериментов для его лекций по физике).

Этот эффект, скорее всего, наблюдался и прежде другими исследователями, но Биркеланд сразу понял его практическую ценность. В соответствии со статьями, опубликованными в 1902 году, он немедленно осознал потенциал использования соленоида как электромагнитной пушки. В интервью годом позже Биркеланд сказал, что первая пушка была сконструирована после 10 дней непрерывных вычислений. В начале лета 1901 он составил подробное техническое описание и направил заявку на первый патент по электромагнитному оружию (всего за ним числится более 50 патентов в самых различных областях).

Первый патент Биркеланда датирован 16 сентября 1901 г. и занимает всего 2 страницы. Этот сжатый текст содержит главные физические принципы и детальное описание устройства, приведенное на рис. 2(а). Специальный изолирующий клин раздвигает контактные рычаги (см. эскиз 2) и прерывает ток в обмотках за снарядом. Перед выстрелом снаряд должен быть полностью намагничен и раскручен, для чего используется катушка «s» и соответствующий мотор (на эскизе не показан).

В качестве источника питания Биркеланд предложил специальный генератор с очень большим маховиком (из описания не до конца понятно, о чем идет речь, но по смыслу это похоже на дисковый генератор Фарадея, см. разд. X). Он должен был на короткое время обеспечивать выходное напряжение 2000 В при токе 50 000 А.

Несколько месяцев спустя (в декабре 1901 г.) Биркеланд подготовил дополнение к своему изобретению. Главным его моментом было использование вместо железной «пули» электрической катушки. Прилагался эскиз, показанный на рис. 2 (b). Утверждалось, что при таком изменении

ускорение снаряда могло быть увеличено в 16 раз. Можно заметить, что к снаряду теперь добавлены ведущие пояски («f» на эскизе). Биркеланд также отмечает, что снаряд должен быть выполнен из стальных пластин, чтобы внутри него мог быть помещен нитроглицерин. Он пришел к заключению, что наиболее эффективным использованием его орудия была бы «торпедная» (запуск наполненных взрывчаткой оболочек над морской поверхностью) пушка (заметьте форму снаряда, предусматривающую помещение внутрь взрывчатки).

Третий и последний патент Биркеланда по тематике электромагнитной пушки датирован апрелем 1902 года. Он очень детализован и содержит 9 эскизов (рис. 2 (с)). Далее будут отмечены только изменения по сравнению с первыми двумя патентами. Он начинается с утверждения, что в качестве снаряда могут использоваться как соленоид, так и железное тело. В результате нескольких экспериментов была решена проблема подавления искрообразования при отключении тока за движущимся снарядом. На трех эскизах (5-7) показаны доработанные прерыватели тока для основной нагрузки.

Можно также отметить количество катушек в каждой группе (на верхней панели): до 300 штук. Количество групп на устройство в этот период было 10. Далее, судя по всему, трубка из бронзы заменена на стальную. Узкий секторный вырез вдоль трубки содержит 4 отдельных электрически изолированных металлических пластины (эскиз 4, рис. 2(в)). Четыре соединителя для этих различных проводников детально показаны на эскизе 3 (рис. 2(с)).

На эскизах 8 и 9 поясняется корректное время выключения тока за снарядом. Важным фактором здесь служит индуцированное напряжение противоположного знака от движущегося снаряда. Линия $a-a'$ на эскизе 8 представляет длину трубки, а вертикальное расстояние до $d-d'$ является мерой ускоряющей силы. Как только снаряд начинает движение, возникает

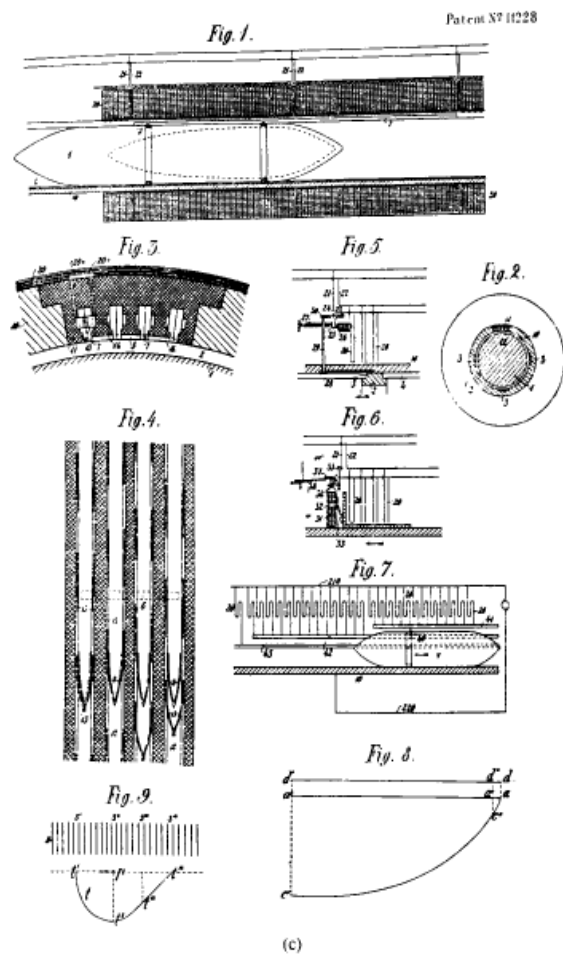
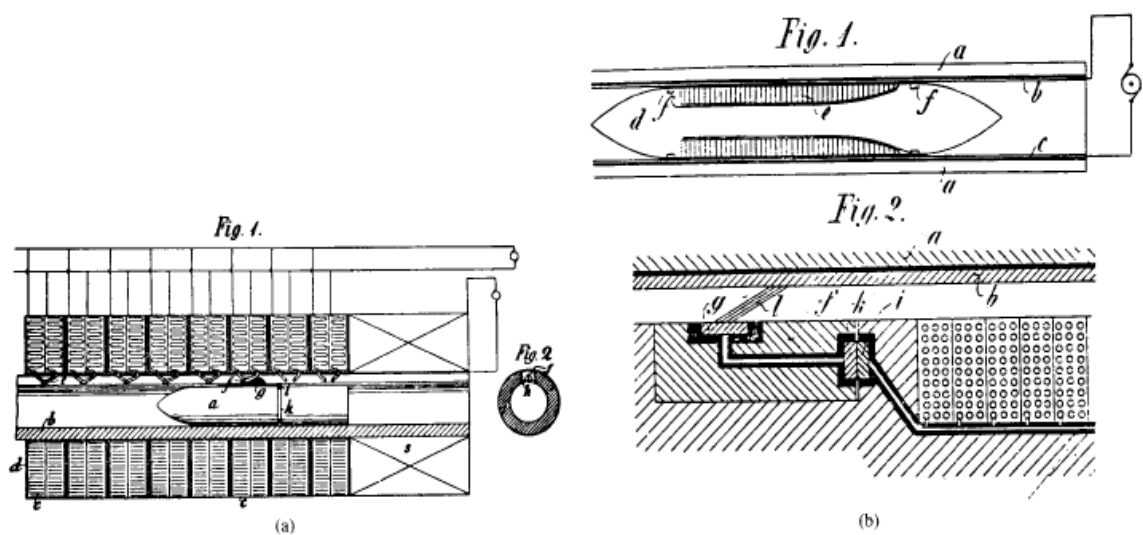


Рис. 2. Оригинальная зарисовка Биркеландом его электромагнитной пушки. (а) Эскиз задней части в соответствии с первой патентной заявкой (сент. 1901 г.); (б) Эскиз из второго патента Биркеланда. Можно отметить использование электрической катушки вместо железного снаряда. (с) Последний патент содержал эти 9 изображений. Предложены доработанные прерыватели тока автоматического типа. Детали указаны в тексте.

индуцированная ЭДС, что показано кривой $a-c'$. В определенной точке a^0 ЭДС a^0-c^0 становится равной a^0-d^0 , и тогда становится возможным выключение тока без искрообразования.

В тот момент, когда задний срез снаряда проходит катушку, индуцированная ЭДС порождает ток (пропорциональный индукционному напряжению). На эскизе 9 (рис. 2 (с)), где ускоряющий ток указан 200 А, обратный ток вблизи центра трубки будет близок к половине этого значения. Важно не размыкать контур слишком рано, иначе не будет достигнуто необходимое ускорение снаряда. Индукционный ток будет варьироваться по длине трубки, и Биркеланд, помимо прочего, обсуждает возможность снятия этого тока с использованием различных кабелей.

Проблема с выключением тока в те времена была чрезвычайно сложна, и Биркеланд испробовал более чем десяток методов для ее решения. Некоторые из них проиллюстрированы на рис. 2 (с).

В конце своей патентной заявки Биркеланд пишет: «Для запуска снаряда массой 2000 кг, содержащего, скажем, 500 кг нитроглицерина, с начальной скоростью 300 м/с, необходимо будет орудие длиной 27 м. Сам снаряд должен иметь длину 2,7 м и диаметр 0,5 м. Каждая катушка будет иметь длину 10 см, толщину ~20 см, сопротивление 15 Ом и содержать 720 витков. Всего в системе будет 3000 отдельных катушек. При использовании источника напряжением 3000 В ток в каждой из них составит 200 А, а при одновременной подаче тока на все обмотки – 600 000 А. Ускоряющая сила составит приблизительно 180 кг/см².»

Эта заявка свидетельствует о будущем намерении Биркеланда спроектировать электромагнитное орудие с размерами и мощностью, намного превосходящими таковые для обычного оружия.

IV. ОРУЖЕЙНАЯ КОМПАНИЯ БИРКЕЛАНДА.

Вскоре после подачи патентной заявки, Биркеланд пригласил для формирования оружейной компании четырех влиятельных людей – двоих из промышленности и двух военных офицеров высокого ранга. На рис. 3 приведена копия его письма от 17 сентября 1901 г. одному из этой четверки – инженеру Г.Кнудсену (в 1902 г. Кнудсен стал членом правительства Норвегии, а в 1908 был избран Премьер-министром). Ниже дан перевод этого письма:

«Уважаемый инж. Кнудсен,

Недавно я изобрел устройство, которое использует электричество в качестве движущей силы вместо пороха. С его помощью будет возможно вести огонь снарядами с большим количеством взрывчатого вещества на большие расстояния. Мною уже подана и частично подтверждена заявка на мировой патент.

Полковник Краг, который был свидетелем моих экспериментов, предложил формировать компанию из нескольких человек, которые обеспечат капиталовложения для постройки небольшого орудия по моему проекту, которое обойдется примерно в 4000 крон.

После проверки его работоспособности оно будет продемонстрировано мной и полковником Крагом Круппу и другим изготовителям оружия.

Мои обязательства после предложения п.Крага состояли в том, что я должен написать Вам и Акселю Гейбергу, который великодушно спонсировал мое исследование, на тот случай если кто-нибудь из Вас пожелает принять участие в этой компании. Разумеется, это лотерея, но вложения потребуются довольно скромные, в то время как шансы на получение значительной прибыли, на мой взгляд, весьма велики.

Прошу Вас телеграфировать свой ответ мне или п. Крагу. Лица, которые

Kristiania 17/9 1901

Kære Ingeniør Knudsen,

Jeg har nylig gjort en opfindelse, som
det synes at være muligt at
skyde med elektrisk strøm
med Rødt. Man vil efter min
metode kunne skyde større
Kugler end nu på den
afstand. Jeg har allerede
dels tagt, dels skrevet mig pri-
oritet på patenter, der hele
vorden

Oversat Kong, der blandt andre
har set mine eksperimenter, har

præget sig at samle nogle fra
Kongens til et selskab, der skal
være omkostningsløs ved at have
en liden Kasse eller min Rødt
hvorfor der vilde være ca.
4000 - fire tusen - kroner.

Denne Kasse skal se ud som
den videnskabelige tilfældighed - oversat
Kong og jeg præsenterer for Kongen
eller dets.

Jeg forholder mig, da oversat Kong
kom med det forslag, at jeg
ville skrive til dem og at de
som saa velvillig har støttet
mine videnskabelige undersøgelser
for det tilfælde at nogen af her
skulde ønske at være med i
dette selskab. Det er naturligvis
tilfældet at spille i lotteri men
indtægten blir jo forsvundet liden
medens jeg tror chancen er
gode for at vinde betydelig summe.

Jeg vilde helst have et telegram
Kong til oversat Kong eller til
mig. Da som har set mine
forsøg - oversat Kong, direktør Kongs
Schultz og general Kongs vil
være med i selskabet.
Det er en selvfølge, at dette
her må holdes hemmeligt.

Med venlig hilsen fra
Deres erbedig
Kr. Birkeland.

Рис. 3. Копия письма Биркеланда
Г.Кнудсену от 17 сентября 1901 г., в
котором он приглашает его присоединиться
к Оружейной компании. Перевод см. в
тексте.

были свидетелями моих экспериментов –
п. Краг, директор Нордберг-Шульц, и
генерал Олсон – уже дали свое согласие
на участие в компании.

Разумеется, эта переписка должна
храниться в секрете.

Всего наилучшего,
Искренне Ваш,
Кр. Биркеланд».

(должно быть, это письмо написано в
спешке, т.к. спутано написание фамилии
ген. Олсона, должно быть – «Олссон»).

Помимо почерка Биркеланда, это
письмо демонстрирует его энергичный и
нетерпеливый характер. Он не мог ждать
ответа обычной почтой. Г.Кнудсен
принял решение быстро - 9 сентября 1901
(т.е. всего через 2 дня после письма
Биркеланда) он написал:

«Я с удовольствием принимаю
приглашение к участию в Вашей
компании, и обещаю сохранять
жизнерадостный настрой даже если не
получу большую прибыль».

Все, к кому обратился Биркеланд,
согласились инвестировать свои средства
в акционерное общество,
сформированное в ноябре 1901 года и
получившее название Оружейная
Компания Биркеланда. Перед тем, как
рассказать о ней, следует немного
подробнее рассказать о самой пушке.

Ее конструкция была проста и
элегантна, что видно по рис. 2 (а) – (с), на
которых даны оригинальные эскизы
Биркеланда из его патентной заявки (см.
раздел 3). Из эскизов ясно, что трубка
(ствол орудия) помещена внутрь
нескольких прямых соленоидов. Главная
и уникальная особенность конструкции
заключается в том, что снаряд, играя роль
подвижного выключателя, размыкает за
собой все цепи (и таким образом
поддерживает ускоряющую силу до тех
пор, пока он не покидает обмотку на
полной скорости). Эту функцию

выполняет пружина установленная на снаряде и движущаяся внутри узкого секторального выреза в трубке. Когда снаряд покидает трубку, контакт выбрасывается наружу. Именно это и было «выключателем», который вызвал у Биркеланда наибольшие трудности. Он протестировал десяток различных его моделей, но не находил приемлемого решения. Вообще, его целью было избежать использования механических прерывателей.

Необходимо упомянуть еще несколько фактов из его заявки. Снаряд диаметром 6,5 см и длиной 25 см испытывает ускоряющую силу 130 кг/см² в тот момент, когда он достигает середины ствола, при этом ток составляет 2300 А. С учетом того, что такой ток длится около 0,01 сек, ни материал снаряда ни проводники не будут разрушены. Такие короткие электрические импульсы позволяют развивать в оружии большие ускоряющие силы без его повреждения.

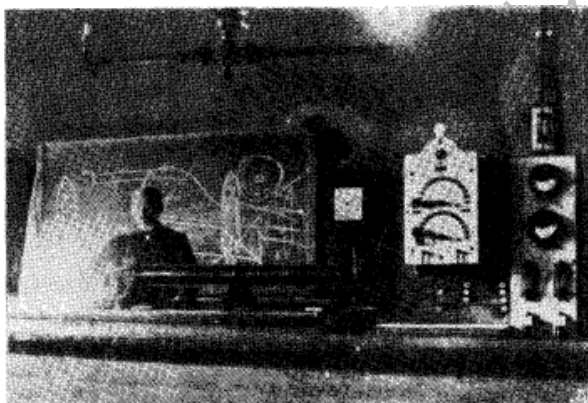


Рис. 4. Первая фотография Биркеланда и его пушки, опубликованная в норвежском журнале в январе 1902 г.

В приложении к эскизам были подробно описаны все электрические цепи и механические компоненты, вступающие во взаимодействие с движущимся снарядом. Биркеланд даже привел оценки параметров источников питания для 12 больших орудий, включенных параллельно. По его словам, большим достоинством его пушки было то, что во время выстрела стороннему

наблюдателю ничего не должно было быть слышно и видно.

Биркеланд в шутку сравнивал свое оружие с веревкой барона Мюнхгаузена, которую тот обрезал снизу и подвязывал сверху для того, чтобы забраться на небеса.

Позже в 1901 Биркеланд построил первую модель своей электромагнитной пушки (см. рис. 4), которая ускоряла снаряд массой 0,5 кг до 80 м/с. Он демонстрировал ее влиятельным промышленникам и военным Норвегии и Германии ранней весной 1902 года.

Interessentskabet „Birkelands Skydevaaben“, aktieselskab.

Hovedopgjør pr. 1ste november 1902

Aktiekapital	kr. 25.000.00	Til patronens udgifter og andre forbehold medgesamt af dem	4795.18
Reservefond for 1. halvår	1.000.00	Til kassens udgifter medgesamt af dem	18.44.95
Kassens indtægt	kr. 25.000.00	Til kassens udgifter og kassens udgifter	789.16
Henset medgesamt	kr. 25.000.00	Til diverse udgifter, bl. a. patronens Birkelands reise til Tyskland med kassensdel i skydeforsøg her m. v.	1.424.50
Indkomster af aktier	147.49	Reklamation	6.047.51
		Indkomster af kasse	729.91
		Kassens indtægt	6.312.32
			70.497.40

Kassens revideret november 1902
W. Olsson.

Revideret og bekræftet i orden

Per Høygaard, Jakob Dirichsen

Kont. Dybbert

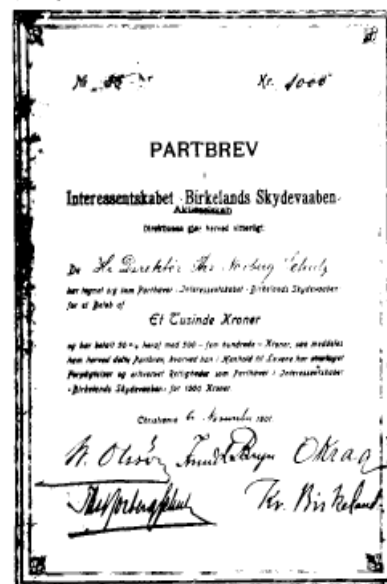


Рис. 5. Копия ежегодного отчета о расходах и доходах для первого года деятельности Оружейной Компании Биркеланда и Ко, а также копия одной из ее 35 акций.

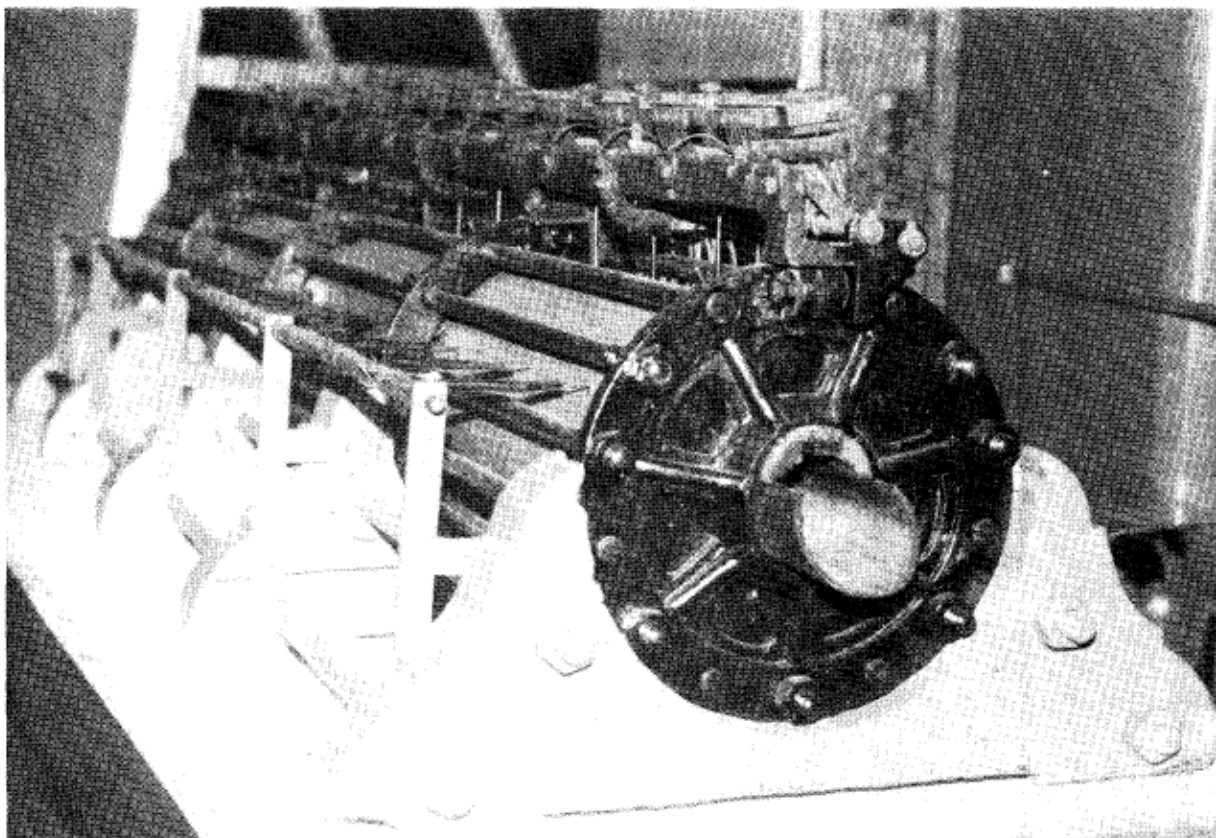


Рис. 6. Самая большая электромагнитная пушка, сконструированная Биркеландом, которая ныне хранится в Норвежском Музее Техники в Осло.

Оружейная Компания Биркеланда официально была основана в ноябре 1901 с уставным капиталом 35 000 норвежских крон, разделенным на 35 акций (сам Биркеланд получил 5 акций бесплатно в качестве своей доли). Устав организации состоял из двух листов текста содержащих 12 параграфов. Интересы Биркеланда были хорошо защищены. Так, компания не могла быть продана в течение первых 3 лет своего существования при наличии возражений от него. Далее, в некоторых случаях голос Биркеланда приравнялся трем голосам других акционеров из пяти. Копия балансового отчета за первый год работы приведена на рис. 5.

Стоимость производства первой небольшой электромагнитной пушки составляла приблизительно 4 000 кр. В 1902 г. Биркеланд построил два намного более крупных орудия (рис. 6) для 10-кг железных снарядов. Итоговая стоимость такого прототипа была 10 000 кр. Эта

новая пушка имела калибр 6,5 см и длину около 4 м.

V. КОРОЛЬ ОСКАР II И ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ПУШКА БИРКЕЛАНДА.

В 1902 г. Биркеланд преимущественно работал со своей большой моделью. Он был доволен результатами тестовых стрельб; снаряд всегда поражал цель. При наличии достаточно мощного источника тока Биркеланд ожидал получить дальность стрельбы до 100 км. Такая дальность потребовала бы значительно (в 2 раза) больших скоростей, нежели были достигнуты при тестовых стрельбах.

Член правления Кнудсен, который также являлся министром сельского хозяйства, сообщил о разработках Биркеланда королю Швеции и Норвегии Оскару II. Выслушав описание принципов функционирования этого оружия, король поинтересовался, какова может быть его максимальная

дальнобойность. Кнудсен ответил: «По словам Биркеланда, снаряд может достичь Стокгольма» (там находилась постоянная резиденция короля). Заметив, что король заметно обеспокоился, Кнудсен быстро добавил: «.. и он утверждает, что снаряд может пролететь от Осло до Ленинграда¹». Король сразу успокоился..(расстояние от Осло до Ленинграда составляет более чем 1000 км, что на порядок превышает цифры, озвученные Биркеландом на его мартовской лекции в Академии, так что Кнудсен здесь преувеличивает).

VI. ДЕМОНСТРАЦИЯ ПУШКИ В НОРВЕЖСКОЙ АКАДЕМИИ 6 МАРТА 1902 ГОДА.

На лекции в Академии Биркеланд продемонстрировал свое орудие и трижды выстрелил из него в деревянную мишень толщиной 40 см. Эта демонстрация была описана в нескольких газетах и журнале *English Mechanics and World of Science* (EMWS) как «огромный успех». Он в подробностях описал устройство орудия и продолжил:

«Сложный выключатель тока функционирует благодаря стреловидному контакту, соединенному со нарядом. По мере движения последнего по стволу, на первом магнитном полюсе индуцируется обратное напряжение. По мере того, как скорость снаряда нарастает, это напряжение увеличивается и становится в несколько раз больше, чем ускоряющая ЭДС, поэтому оно способно прервать ток в катушках. Согласно расчетам, возможно сконструировать катушки таким образом, что обратный ток, генерируемый в них пролетающим снарядом, будет равен исходному, так что становится возможным прерывание тока без искрения».

Он заключает, что возможен запуск снарядов из электромагнитной пушки без искр и звуков, словно стрелы из лука. Биркеланд также объявил, что незадолго до этого он построил новую большую

пушку, способную ускорять 500-кг снаряды калибром 30 см до скоростей в несколько сот м/с (максимум 500-600 м/с). Стоимость такого орудия он оценил в 45 000 крон (см. разд. 3).

Главным недостатком большого электромагнитного орудия, согласно Биркеланду, являлась проблема создания подходящего источника энергии, который мог бы обеспечить достаточную мощность в течение доли секунды. С существующей на тот момент электростанцией скорость снаряда могла составить только 100 м/с. Таким образом, нужен был дисковый генератор Фарадея. К тому же, физические размеры мощной пушки были слишком велики. На основании экспериментов со своими двумя первыми моделями Биркеланд заключил, что орудие было бы более эффективно в роли «воздушной торпеды», т.е. для запуска тяжелых заполненных взрывчаткой снарядов на короткие дистанции. Для обычного орудия понадобилась бы скорость до 600 м/с. Особая ценность его изобретения, по словам Биркеланда, заключалась в возможности запуска взрывчатых снарядов с такой силой, которую не могло бы выдержать обычное полевое орудие.

VII. БИРКЕЛАНД «ПРОДАЕТ» ПУШКУ В БЕРЛИНЕ, АПРЕЛЬ 1902 ГОДА.

В известном журнале *English Mechanics and World of Science* (EMWS) в период с 1902 до 1903 года содержатся 3 короткие заметки об электромагнитной пушке Биркеланда. В первой из них (т. 75, стр. 181, 11 апреля 1902) утверждается, что «недавно в Кристиании с этим новым орудием были проведены несколько серьезных экспериментов. Поскольку снаряды удалось запустить значительно дальше, чем старыми методами, то новые опыты будут ожидаться с большим интересом».

Вторая заметка (т. 75, стр. 289, 16 мая 1902) сообщает об успешной демонстрации, проведенной Биркеландом

¹ Так в тексте. Ленинградом в то время Петербург еще не назывался (прим. перев.).

в Берлине, на которой присутствовало большое количество технических и других экспертов. Результаты испытаний электромагнитной пушки были настолько убедительны, что известная германская оружейная фирма выразила заинтересованность в ее приобретении. Биркеланд обязался передать это предложение правлению Оружейной компании.

Следует добавить, что финальные испытания должны были продемонстрировать возможность запуска 2-тонного снаряда на расстояние в 12 миль. Проф. Биркеланд был уверен, что эти требования могли быть выполнены с помощью его новой, модифицированной пушки. Заметка заканчивается утверждением, что многие эксперты уверены в том, что электромагнитное орудие Биркеланда приведет к революционным изменениям, подобным тем, которые произошли после изобретения пороха.

VIII. ГАЛА-ЛЕКЦИЯ БИРКЕЛАНДА В УНИВЕРСИТЕТЕ 6 ФЕВРАЛЯ 1903 Г.

В 1902 и 1903 годах Биркеланд крайне нуждался в средствах для финансирования своей большой «Норвежской полярной экспедиции». Правительство выделило соответствующую помощь, но Парламент уменьшил ее до 30 000 кр. С целью получить недостающее финансирование, Биркеланд решил продать Оружейную компанию, для чего и устроил официальную демонстрацию его пушки – в ходе гала-лекции – в фестивальном зале Университета (рис. 7). Подобное место организации для частного мероприятия сегодня трудно себе представить.

Главной «изюминкой» этой лекции была официальная демонстрация самой большой модели пушки. Пересказ дальнейших событий дается Дэвиком и Сэландом со слов самого Биркеланда:

«Это произошло в старом банкетном зале Университета 6 февраля 1903 года. Орудие было установлено в

зале и нацелено на мишень, которой служил деревянный щит толщиной 5 дюймов. Большую динамо-машину в качестве источника питания я поставил недалеко от здания Университета. Кроме того, я закрыл все пространство в обе стороны от траектории выстрела, но кроме этих участков, все остальное место в зале было заполнено зрителями (Ф.Нансен отказался следовать моим просьбам и разместился в огороженном пространстве). Гости были полны нетерпения. В первом ряду кресел сидели представители Армстронга и Крупа – крупнейшего производителя оружия в Европе. Я кратко описал принцип действия пушки, а потом сказал: «Леди и джентльмены, вы можете спокойно оставаться на своих местах. Когда я нажму этот выключатель, вы не увидите и не услышите ничего, кроме звука удара снаряда в мишень». С этими словами я нажал выключатель. Произошла сильная вспышка, сопровождавшаяся зловещим шипением, вспыхнула дуга короткого замыкания силой 10 000 А, и из ствола орудия вырвался язык пламени. Некоторые леди завизжали, и через мгновение началась паника. Это был самый драматический момент моей жизни. С одним выстрелом мои акции упали с 300 до 0. Но снаряд попал в мишень!»

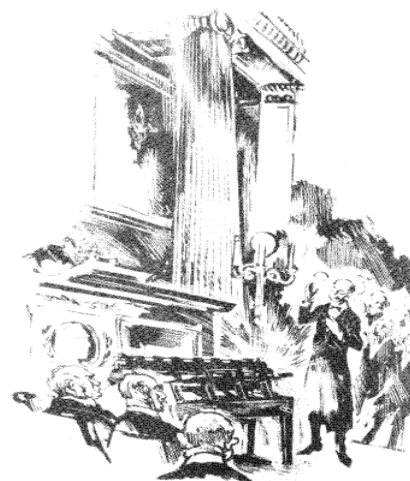


Рис. 7. Гала-лекция Биркеланда 6 февраля 1903 г. в фестивальном зале Университета Осло, на которой он проводил демонстрацию электромагнитной пушки. Подробности см. в тексте.

Что в точности произошло с пушкой в ходе этой демонстрации – никогда не было (и, вероятно, уже не будет) выяснено. Письменных материалов не осталось, и воспроизвести эксперимент теперь не представляется возможным. Хотя снаряд и поразил мишень, Биркеланд посчитал демонстрацию неудачной, главным образом потому, что он не смог продать патент по нужной ему цене. Большое короткое замыкание разрушило источник питания, но катушки остались целыми. Таким образом, при желании Биркеланд мог бы повторить демонстрацию позже. Однако, его гарантии о том, что «вы ничего не увидите и не услышите», столь важные для изготовителей оружия, очевидным образом, не были выполнены. Поэтому яркая вспышка и шум, скорее всего, отпугнули этих бизнесменов.

Эта безуспешное представление, однако, иллюстрирует одно из выдающихся личных качеств Биркеланда. Его творческое воображение немедленно уловило значение неожиданного результата эксперимента, а именно, что огромная искусственно сотворенная молния могла открыть новое поле для исследования. Недели позже он встретился с С.Эйде, еще одним человеком, одержимым идеей. Эйде хотел производить удобрения, добывая азот из воздуха, для чего ему была необходима «самая большая молния, какая только могла быть на Земле». Такая молния была у Биркеланда, и вместе они создали компанию Norsk Hydro's Nitrogen Fertilizer Industry (Norwegian saltpeter), которая до сих пор является одним из крупнейших производств Норвегии.

Работы Биркеланда по электромагнитному оружию получили заметный резонанс в 1902 и 1903 годах. Короткие заметки об этом проекте можно найти в нескольких норвежских газетах.

В одной из крупнейших газет Норвегии была напечатана карикатура, изображенная на рис. 8. Подпись к ней гласит: «Профессор Биркеланд подстрелил попугая». Это норвежская

поговорка, которая означает, то электромагнитная пушка была большой удачей. Это иллюстрирует, то работы Биркеланда были хорошо известны в Норвегии. Как рассказывал его ассистент др. Дэвик, Биркеланд воспринял эту карикатуру с большим юмором и самоиронией. Вполне вероятно, что проблема с коротким замыканием, обнаружившаяся во время гала-лекции в Университете, могла быть успешно решена, но вместо этого Биркеланд уже на следующую неделю забыл про свое орудие и Оружейную компанию, и занялся новыми, еще более масштабными проектами. Отчет об этой демонстрации стал последней публикацией, изданная Компанией.

Несмотря на то, что сам Биркеланд считал, что его первый технологический проект, электромагнитная пушка, закончился неудачей, его идеи и то, как он их разрабатывал, дают яркое представление о том, каким он был необычным человеком. Работа над пушкой привела его к успешному сотрудничеству и созданию Norsk Hydro. Он получил средства для расширения лаборатории и найма молодых талантливых сотрудников, и, наконец, смог вернуться к своим основным исследованиям Северного сияния, полярных штормов, солнечной короны, кометных хвостов, зодиакального света, колец Сатурна и космологии.

Итак, проект электромагнитного орудия был остановлен после официальной демонстрации 6 февраля 1903 г. До меня доходили сведения, что Биркеланд продал свой патент в 1906 г. некой компании из Великобритании, но никаких документальных подтверждений этой сделки не обнаружено. Однако, из нескольких оставленных им заметок ясно, что он никогда окончательно не оставлял работу над проектом и даже разрабатывал – только на бумаге – новые модифицированные версии пушек.



Рис. 8. Карикатура из одной из норвежских газет.

IX. ПУШКА БИРКЕЛАНДА И БОЛЕЕ РАННИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ.

Уже упоминалось о том, что Биркеланд был не первый, кто спроектировал электромагнитную пушку, хотя его патент, несомненно, был первый в мире. Об этом сказано в норвежских газетах уже в 1902 году, и когда про это спросили самого ученого, он ответил просто: «моя заявка на патент была одобрена».

Разумеется, некоторые исследователи и до Биркеланда догадывались, что соленоид может быть использован для ускорения кусочков металла, и они даже могли предлагать этот эффект для использования в оружии. Я провел поиск эквивалентных или схожих проектов по литературе прошлого века. Редактор EMWS написал, что электромагнитная пушка Биркеланда «ни в коем случае не была первым орудием для стрельбы снарядами при помощи магнитного поля, но до сих пор ни одна электромагнитная пушка не демонстрировала тех характеристик, которые заявлялись».

В каталоге научных публикаций Лондонского Королевского Общества за период с 1800 по 1900 годы можно найти нескольких возможных кандидатов, особенно под заглавием

«электромагнетизм как движущая сила». Факт состоит в том, что комбинация слов «магнитная пушка» упоминается Ч.Пэйджем (C.G.Page) в его статье «Новый электромагнитный прибор» [1]. Вот цитата из этой публикации:

«Еще один любопытный прибор - гальваническая или магнитная пушка. Четыре или более катушки расположены последовательно и составляют ствол орудия, к которому крепятся приклад и казенная часть. Ускоряемое тело свободно скользит через обмотки, и с помощью проводника, прикрепленного по направлению к казенной части ускорителя, оно последовательно замыкает и размыкает цепи катушек и приобретает скорость, достаточную для запуска на расстояние сорока или пятидесяти футов».

Однако, эта пушка не может сравниться с изобретением Биркеланда, поскольку спроектирована по другим принципам. В примечании к статье Пэйдж обещает позже подробнее описать этот инструмент. Однако, в следующей публикации содержатся лишь несколько иллюстраций. Он пишет об электромагнитной пушке и некоторых других интересных идеях «которые я открыл публике как инструменты философского поиска и развлечения». Пэйдж далее привести детальное описание пушки, но я не обнаружил больше никаких статей на эту тему.

Журнал Scientific American опубликовал очень интересную статью про электромагнетизм как движущую силу [2], однако, в ней не содержится никакой новой информации про электромагнитные пушки.

В течение XX столетия несколько раз изобретались и испытывались в виде простых лабораторных моделей различные практические разновидности пушки Биркеланда. В Германии в 1940 г. предлагалось использовать 70-метровое электромагнитное орудие для бомбардировки Лондона с территории Франции (см. рис. 9). Одной из главных проблем, по словам авторов этого проекта, было создание источника

электрической энергии необходимой мощности.



Рис. 9. Эскиз немецкого проекта 70-метровой электромагнитной пушки 1940 г. (по публикации Popular Science, дек. 1942).

Х. БУДУЩЕЕ ПУШКИ БИРКЕЛАНДА ДЛЯ МАССОВОГО ТРАНСПОРТА И РАКЕТНЫХ ЗАПУСКОВ.

Можно ожидать, что в нашем мире развитых технологий механическим и электромагнитным изобретениям начала века место в музеях. Начиная с начала 1970-х годов несколько раз предлагалось использовать электромагнитные пушки для запуска ракет (см. [3]) как военного, так и научного назначения. Автор Винтерберг (Winterberg) пишет: «Электромагнитное орудие с ракетой в качестве снаряда – это новая концепция».

Как упоминалось в разделе 1, в программе СОИ задействованы рельсотроны. Глава проекта СОИ, ген. Абрахамсон, отметил важность задачи «попасть пулей в пулю» с использованием электромагнитного оружия. Рельсотроны также являются авжной составной частью кинетического оружия в программе СОИ. Австралийские физики использовали для питания рельсотрона гигантский диск Фарадея. Этот генератор создан сэром М.Олифантом для ускорителя частиц, который не был построен. Именно в этом разделе СОИ рельсотрон оказался наиболее удачен. Целью является запуск

снарядов массой до 5 кг со скоростями до 20 км/с. Скорости до 10 км/с (36 000 км/ч) уже достигнуты.

Имея скорость существенно выше 10 км/с, можно достигнуть комического пространства и любого космического объекта за короткое время. Таким образом, эта новая идея массового транспорта между наземными и космическими станциями с использованием электромагнитного носителя даже более важна, чем кинетическое оружие. Электромагнитные пушки открывают новые возможности для доставки модулей и строительных материалов. В этих статьях по тематикам СОИ, массового транспорта и ракетных запусков никаких ссылок на работы Биркеланда нет. Переход этих проектов в практическую плоскость должен сопровождаться разработкой новых типов материалов, способных выдерживать высокие температуры. В течение пары ближайших десятилетий можно ожидать революции в области доставки грузов в космос.

Пока идея электромагнитного запуска ракет для космических исследований не воплощена в реальность. Главной причиной этого считается очень больше ускорение. Меня озадачивает тот факт, что не предложена и не испытана комбинация технологий. Электромагнитное орудие может быть использовано для плавного разгона ракеты, после чего вступит в дело твердотопливный ракетный двигатель.

ХІ. ВЫВОДЫ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

Согласно моему историческому исследованию, не остается сомнений, что электромагнитная пушка Биркеланда была пионерской работой, элегантно и надежной по своей конструкции. Она является прекрасным примером того, как Биркеланд использовал свои научные знания для решения сложных технических задач. После короткого замыкания, произошедшего во время Гала-лекции (разд. VIII), Биркеланд на несколько лет перестал заниматься

развитием Оружейной компании и увлекся другими интересами и идеями. Лишь в последний год своей жизни он вернулся к работе над этим проектом.

За последнее десятилетие электромагнитные пушки испытывались в разных ролях для решения различных практических задач. Скорее всего, в течение наступающего десятилетия, мы увидим большой прогресс в направлении, заложенном пионерской работой Биркеланда.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.

[1]. C.G.Page, "New electro-magnetic engine", *The American Journal of Science and Arts*, vol. 49, pp. 131-135, 136-142, 1845.

[2]. "Electro-magnetism as a motive power", *Scientific American*, vol. 7, pp. 63-68, 1851.

[3]. F.Winterberg, "The electromagnetic rocket gun ; A novel launch concept", *IEEE Trans. Magn.*, vol. MAG-20, pp. 370-373, 1984.