

Р 133328

Н. Е. Жуковскій.

О ВОЗДУХОПЛАВАНІИ.

(Рѣчь, произнесенная на Общемъ Собраніи X Съѣзда естествоиспытателей и врачей въ
Кіевѣ, 25 августа 1898 года).



МОСКВА.

Типографія Императорскаго Московскаго Университета.

1910.

Н. Е. Жуковскій.

О ВОЗДУХОПЛАВАНІИ.

ПРОВЕРЕНО
1945

ПРОВЕРЕНО
1952

✓ Провер. 1935

Р 133328
(Рѣчь, произнесенная на Общемъ Собраніи X Съѣзда естествоиспытателей и врачей въ
Кіевѣ, 25 августа 1898 года).



МОСКВА.

Типографія Императорскаго Московскаго Университета.

1910.

(Отдѣльные оттиски изъ Бюлетеня Московскаго Общества Воздухоплаванія.
№№ 1 и 2.

О воздухоплавании.

*Речь, произнесенная на X-мъ съѣздѣ естествоиспытателей и врачей въ Кіевѣ
1898 августа 25.*

Отъ ред. Хотя рѣчь проф. Н. Е. Жуковского и устарѣла со стороны фактическаго матеріала, но мы позволяемъ себѣ напечатать ее цѣликомъ, т. к. она можетъ служить хорошимъ введеніемъ къ изученію современнаго состоянія воздухоплавания.

Мм. Гг. Горячій защитникъ авіаціи ¹⁾ D'Amécourt. въ сочиненіи «Побѣда надъ воздухомъ съ помощію винта» выставяетъ слѣдующій исходный пунктъ своихъ разсужденій: «Птица летаетъ. Неужели мы не можемъ подражать ей?»

Дѣйствительно, глядя на летающія вокругъ насъ живыя существа: на стрижей и ласточекъ, которыя съ своимъ ничтожнымъ запасомъ энергіи несутся въ продолженіе нѣсколькихъ часовъ въ воздухѣ съ быстротою, достигающею 50 метровъ, и могутъ перелетать цѣлыя моря, на орловъ, ястребовъ, которые описываютъ въ синемъ небѣ свои красивые круги съ неподвижно распростертыми крыльями, на неуклюжую летучую мышъ, которая, не стѣсняясь вѣтромъ, безшумно переносится во всевозможныхъ направленіяхъ, мы невольно задаемся вопросомъ: неужели для насъ нѣтъ возможности подражать этимъ существамъ?

Правда человѣкъ не имѣетъ крыльевъ и по отношенію вѣса своего тѣла къ вѣсу мускуловъ онъ въ 72 раза слабѣе птицы; правда онъ почти въ 800 разъ тяжелѣе воздуха, тогда какъ птица тяжелѣе воздуха только въ 200 разъ. Но, я думаю, что онъ полетитъ, опираясь не на силу своихъ мускуловъ, а на силу своего разума. Посмотримъ же, что дала намъ до сихъ поръ эта надежная сила.

Я не имѣю времени, Мм, Гг., изложить здѣсь весь обширный матеріаль, представляющій постепенныя завоеванія въ трудной задачѣ воздухоплавания, и потому оставляю въ сторонѣ вопросъ о летаніи на

¹⁾ Динамическій способъ летанія.

баллонахъ, тѣмъ болѣе, что между моими слушателями находятся извѣстные русскіе изслѣдователи въ этой области, которые съ помощію обстоятельнаго изученія воздушныхъ теченій и умѣлаго управленія балластомъ сулятъ намъ возможность на надежномъ сферическомъ аэростатѣ съ громадною скоростью вѣтра летѣть въ желаемомъ направленіи.

Я оставляю также въ сторонѣ и вопросъ объ управляемыхъ удлинненныхъ аэростатахъ. Скажу здѣсь только, что по моему мнѣнію, вся трудность въ ихъ устройствѣ, сравнительно съ устройствомъ морскихъ судовъ, заключается въ громадной скорости вѣтровъ, сравнительно со скоростью водныхъ теченій. Я помню, какъ мнѣ казалось страшнымъ видѣть въ Интерлакенѣ пароходъ, идущій противъ теченія клокочущаго Ара, а вѣдь скорость этого теченія была не болѣе 2-хъ метровъ; въ верхнихъ же слояхъ атмосферы вѣтры дуютъ со среднею скоростью 10 метровъ.

Если вообразимъ судно, вмѣстимость котораго равна объему управляемаго аэростата, то найдемъ что на него можно поставить двигатель въ 770 разъ тяжелѣе, а слѣдовательно и въ 770 разъ сильнѣе нежели на управляемый аэростатъ. Но за то управляемый аэростатъ преодолеваетъ сопротивленіе воздуха, которое при той же скорости въ 770 разъ менѣе сопротивленія воды. Въ результатѣ получаются равныя условія.

Но въ томъ то и дѣло, что отъ управляемаго аэростата требуется гораздо большая скорость, нежели отъ морского судна, такъ какъ для возможности полета въ любомъ направленіи нужно имѣть скорость, превосходящую скорость вѣтра.

Направляемый аэростатъ, который построилъ *Giffard*, имѣлъ скорость 2,5 метра и не могъ сопротивляться съ силою вѣтра, дующею при его полетѣ; то же случилось съ аэростатами, которые построили *Duruy de Lôme* и *Tissandier*, хотя они имѣли скорость около 3-хъ метровъ.

Только *Renard* и *Krebs*, которые довели скорость своего аэростата «*La France*» до 6 метровъ, могли при небольшомъ вѣтрѣ совершить свой знаменитый полетъ съ полнымъ возвращеніемъ на мѣсто отправленія. Но при среднемъ вѣтрѣ эта скорость оказалась уже недостаточной.

Уменьшеніе вѣса двигателей, которое годъ отъ года все болѣе прогрессируется, позволяетъ надѣяться на еще большее увеличеніе скорости управляемыхъ аэростатовъ, и есть слухи, что стѣны Медонскаго воздухоплавательнаго парка хранятъ секретъ аэростата со скоростью, значительно превосходящею скорость аэростата «*La France*». Такимъ образомъ въ этомъ направленіи мы приближаемся, хотя и медленно, къ одному изъ способовъ рѣшенія вѣковой задачи.

Но не это рѣшеніе рисуется въ нашемъ воображеніи, когда мы слѣдимъ за полетами окружающихъ насъ живыхъ существъ. Намъ представляется летательная машина «тяжелѣе воздуха», которая не стѣняется воздушными теченіями, а несется въ любомъ направленіи, утилизируя эти теченія паподобіе большихъ птицъ.

Объ этой то сторонѣ воздухоплавательной задачи, которая уже много лѣтъ живо интересуется меня, какъ механика, я и буду имѣть честь побесѣдовать съ Вами.

За послѣднія десять лѣтъ разработка вопроса о динамическомъ способѣ летанія значительно подвинулась впередъ: были построены многія летательныя машины и произведены точныя изслѣдованія надъ сопротивленіемъ воздуха и полетомъ птицъ; основались многочисленныя воздухоплавательныя общества, изъ которыхъ нѣкоторыя, какъ, напри- мѣръ, Гамбургское общество «*Dädalos*», посвятили свою дѣятельность исключительно авіаціи; появились многочисленные воздухоплавательные журналы, переполненные статьями по авіаціи: Вотъ какія слова сказалъ профессоръ *Boltzmann* въ рѣчи о воздухоплаваніи, произнесенной на сѣздѣ естествоиспытателей въ Вѣнѣ въ 1894 г.: «Несостоятельность прежнихъ формулъ теперь ясно обнаружена, и можно дать доказательство, что рѣшеніе авіаціонной задачи не только возможно, но не заставить себя долго ждать».

Посмотримъ же, какъ получается это доказательство на основаніи наблюденій надъ построенными летательными машинами. Я позволю себѣ обратить Ваше благосклонное вниманіе на одну теоретическую мысль. Существуютъ два числа, характеризующихъ достоинство летательной машины. Первое число профессоръ *Wellner* называетъ фиктивной скоростью паденія. Оно даетъ намъ количество килограммо-метровъ работы, потребное на поддержаніе въ продолженіе 1" каждаго килограмма летящаго тѣла. При этомъ, такъ какъ работа лошади 75 килограммо-метровъ, а вѣсъ средняго человѣка около 75 килограммовъ, то фиктивная скорость даетъ намъ число лошадиныхъ силъ, потребныхъ на поддержаніе вѣса каждаго аэронавта (при этомъ вѣсъ самой машины долженъ быть приравненъ вѣсу нѣсколькихъ аэронавтовъ).

Если человѣкъ спускается съ постоянною скоростью на парашютѣ, то фиктивная скорость парашюта есть его дѣйствительная скорость паденія.

Если же машина виситъ въ воздухѣ, удерживаясь вращающимся винтомъ, то легко доказать, что фиктивная скорость летательной машины равна половинѣ скорости воздуха, отбрасываемаго ею внизъ ¹⁾. Такъ какъ произведеніе изъ массы бросаемаго внизъ воздуха на его вертикальную скорость равно вѣсу машины, то съ уменьшеніемъ фиктивной скорости будетъ возрастать вѣсъ отбрасываемаго внизъ воздуха. Совершенная летательная машина бросаетъ внизъ возможно большее количество воздуха съ возможно меньшею скоростью. Затрудненіе состоитъ въ томъ, что эти два условія, говоря вообще, противорѣчивы. Вращая, напри- мѣръ, быстро винтъ съ вертикальною осью, мы бросаемъ имъ внизъ большое количество воздуха, но и сообщаемъ воздуху при

¹⁾ Для этого надо раздѣлить работу, равную живой силѣ, на подъемную силу, равную количеству движенія.

этомъ большую скорость. Надо или увеличивать поверхность процеллеровъ, или употреблять какія-нибудь искусственныя приспособленія.

Одинъ изъ существенныхъ факторовъ, служащихъ къ уменьшенію фиктивной скорости, заключается въ сообщеніи воздухоплавательной машинѣ большой поступательной скорости. Это есть знаменитый «принципъ наклонной плоскости». Двигаясь подъ малымъ угломъ къ горизонту съ большою горизонтальною скоростью, наклонная плоскость сообщаетъ громадному количеству послѣдовательно прилегающаго къ ней воздуха малую скорость внизъ и тѣмъ развиваетъ большую подъемную силу вверхъ при незначительной затратѣ работы на горизонтальное перемѣщеніе.

Другое число, характеризующее достоинство воздухоплавательной машины, даетъ намъ количество килограммо-метровъ работы, которое надо затрачивать въ 1" на каждый килограммъ летящаго груза и на каждый метръ его горизонтальной скорости. Это число получается чрезъ раздѣленіе фиктивной скорости на горизонтальную скорость машины и есть, собственно говоря, число отвлеченное. Я буду называть его *коэффициентомъ транспорта*.

Для наклонной плоскости оба коэффициента уменьшаются съ уменьшеніемъ угла наклоненія плоскости къ горизонту и съ увеличеніемъ ея горизонтальной скорости. Но это справедливо только до нѣкотораго наивыгоднѣйшаго угла. *Langley* нашель, что при испытываемыхъ имъ моделяхъ наклонныхъ плоскостей съ заостренными краями наивыгоднѣйшій уголъ наклоненія плоскости равенъ 2° , что даетъ коэффициентъ транспорта 0,03. Но если сдѣлать большіе планы изъ прутьевъ и обтянуть ихъ матеріей, то наивыгоднѣйшій уголъ наклоненія плоскости увеличивается до 15° , а съ нимъ увеличивается и коэффициентъ транспорта до 0,26. Здѣсь на помощь воздухоплавательному дѣлу является эффектъ вогнутости поддерживающихъ плановъ, который открылъ *Otto Lilienthal*. Если планъ, имѣющій небольшую вогнутость, обращенную внизъ, движется по горизонтальному направленію перпендикулярно къ образующимъ плана, то онъ получаетъ подвѣшивающую силу даже и въ томъ случаѣ, когда стягивающая его хорда горизонтальна или слегка наклонена навстрѣчу движенія. Коэффициентъ транспорта при этомъ близокъ къ нулю. Вѣнскій профессоръ *Mach*, открывшій способъ фотографированія воздушныхъ струй, сдѣлалъ рядъ интересныхъ фотографій съ прямыми и изогнутыми пластинками, помѣщенными въ потокъ воздуха.

Изъ этихъ фотографій видно, что воздухъ образуетъ въ вогнутой части пластинки вихрь, который сверху прикрытъ пластинкою и отбрасываетъ дѣйствіемъ центробѣжной силы частицы воздуха книзу, что и даетъ подъемную силу вверхъ. Извѣстный строитель змѣевъ *Hargrav*, обращая вниманіе на то, что въ вихрѣ всегда находится разрѣженный воздухъ, сравниваетъ подъемную силу потока на вогнутую пластинку съ дѣйствіемъ маленькаго баллона съ разрѣженнымъ газомъ, подложеннаго

подъ пластинку. Вѣроятно значительная экономя работы при летаніи птицъ имѣетъ одною изъ причинъ эффектъ вогнутости ея крыльевъ.

Разсмотримъ теперь различныя построенныя летательныя машины. Еще академикъ *Babinet* раздѣлилъ летательныя машины на три класса: *Геликоптеры*, *ортоптеры* и *аэропланы*. Первыя получаютъ свою подвѣшивающую силу дѣйствіемъ винта, вторая—ударами крыль, а третья отъ несущейся по горизонтальному направленію наклонной плоскости.

Физиологъ *Rainy* и механикъ *Vienveni* построили впервые маленькій геликоптеръ, въ которомъ два винта, сдѣланныя изъ перьевъ и пробки, приводились въ движеніе лучкомъ на подобіе дрели. Эту игрушку впоследствии усовершенствовалъ *Renard*, замѣнивъ винты изъ перьевъ двухлопастными винтами изъ шелковой матеріи, а лучекъ—скрученною резиною. Оба упомянутые геликоптера имѣли устойчивый полетъ и поднимались на значительную высоту.

Геликоптеръ, приводимый въ движеніе маленькою паровой машиной, устроилъ *Forlanini*. Онъ леталъ, унося съ собою машину и котелокъ, но печки при этомъ котлѣ не было; и онъ дѣйствовалъ запасомъ пара, который получалъ, будучи помѣщенъ прежде въ жаровню.

Горячіе защитники геликоптера: *Nadar*, *d'Amécourt*, *Babinet* и *Landelle* не могли построить проектируемый ими воздушный корабль, и проектъ ихъ послужилъ только, какъ матеріаль для извѣстнаго разсказа Жюль Верна. Маленькая же модель, которую построилъ *d'Amécourt*, дала при испытаніи удовлетворительные результаты.

Надъ всѣми упомянутыми аппаратами, насколько мнѣ извѣстно, не производилось точныхъ измѣреній. Такія измѣренія недавно произвелъ надъ большими винтами съ вертикальною осью профессоръ *Wellner* въ Брунѣ съ цѣлью постоенія геликоптера, могущаго поднимать воздухоплавателя. Профессоръ *Wellner* пользовался винтами, которые имѣли въ діаметрѣ 6 метровъ и въ площади 13 кв. метр. Они приводились въ движеніе паровою машиною въ 4 лошадиныя силы со скоростью 160 оборотовъ въ минуту. Получалась наибольшая подъемная сила 65 кил. при скорости на окружности винта 40 метровъ. Раздѣляя работу 300 кил. метр. на подъемную силу 65 кил., находимъ для рассматриваемаго случая фиктивную скорость 4,6 метра. Этотъ результатъ объясняетъ намъ неуспѣхъ съ такъ называемымъ «воздушнымъ велосипедомъ» *Дельпра*. Для того, чтобы поднять свой вѣсъ, не считая вѣса аппарата, Дельпра долженъ бы работать съ силою 4,6 лошади, что далеко превосходитъ ресурсы человѣка.

Надо полагать, что найденный коэффициентъ подвѣшивающей силы геликоптера уменьшится при поступательномъ горизонтальномъ движеніи его, какъ это доказываетъ *Karos* въ одномъ изъ послѣднихъ нумеровъ журнала *Luftschiffahrt*. Но вопросъ этотъ, къ сожалѣнію, не изслѣдованъ съ опытной стороны; также не опредѣленъ и коэффициентъ транспорта геликоптеровъ. Эти изслѣдованія заслуживаютъ вниманія, такъ какъ за геликоптеромъ всегда будетъ оставаться преимущество безопаснаго подъема и спуска.

Я думаю, что къ геликоптерамъ должно быть отнесено и воздушное колесо съ горизонтальною осью, которое построилъ профессоръ *Wellner*. Оно получаетъ поступательное движеніе вдоль оси отъ дѣйствія винтовыхъ выступовъ на своихъ лопаткахъ, а подвѣшивающую силу вслѣдствіе малыхъ поворотовъ лопатокъ при вращеніи колеса отъ дѣйствія эксцентрика, что вызываетъ потокъ воздуха внизъ.

Профессоръ *Wellner* пока еще не могъ осуществить проекта летательной машины съ воздушными колесами, но сдѣланная имъ модель колеса дала при испытаніи удовлетворительные результаты. Модель приводилась въ движеніе машиною въ 1,33 лошадиныя силы. Шесть лопатокъ ея имѣли площадь 12 кв. метр. и при скорости вращенія 15 метр. давали подъемную силу 43 кил.

Отсюда получается фиктивная скорость 2,32. Такимъ образомъ воздушное колесо дѣйствуетъ совершеннѣе обыкновеннаго винта. Но выполненіе этого воздушнаго колеса въ большихъ размѣрахъ имѣетъ конструктивныя трудности, что и заставило его изобрѣтателя сосредоточить теперь свое вниманіе на обыкновенныхъ геликоптерахъ.

Переходить къ классу ортоптерныхъ машинъ.

Маленькія механическія птицы построили: *Rénaud*, *Hureau de Villeneuve* и *Richancourt*. Онѣ приводились въ движеніе скрученною резиною и имѣли шелковыя крылья, способныя прогибаться съ задней стороны. Птицы эти летали горизонтально при сообщеніи имъ небольшой поступательной скорости рукою или при паденіи съ руки внизъ. При опущеніи крыло выгибалось съ задней своей стороны и давало птицѣ подвѣшивающую силу и силу для горизонтальнаго перемѣщенія, а при подъемѣ оно сохраняло подъ собою сжатый воздухъ вслѣдствіе горизонтальной скорости и давало птицѣ только подвѣшивающую силу.

Наиболѣе совершенною по конструкціи является птица, которую устроилъ *Richancourt* и въ которой имѣется остроумный механизмъ для поднятія обоихъ крылъ подъ одинаковыми углами. Довольно большая модель этой птицы находится въ Механическомъ кабинетѣ Московскаго Университета.

Trouvé построилъ стальную птицу, которая приводилась въ движеніе порохowymi взрывами, направляемыми особымъ револьвернымъ барабаномъ въ трубку Бурдона. Отъ дѣйствія взрывовъ трубка Бурдона раскрывается и даетъ энергичные удары крыль. Эта птица дѣлала 12 энергичныхъ ударовъ крыль и пролетала по горизонту 80 метровъ. По числамъ, которыя даетъ *Trouvé*, находимъ для его летательной машины фиктивную скорость 1,5.

Большая ортоптерная машина, которую сдѣлалъ *Hargrav*, вѣсила 2 килограмма и имѣла площадь 2,3 кв. метра. Она приводилась въ движеніе машиною, работающею сжатымъ воздухомъ и развивающею секундную работу 4,4 к. м. Эта птица имѣла неподвижную парусность и веслообразныя крылья, къ концамъ которыхъ были придѣланы иглицы изъ китоваго уса, такъ что крылья съ своей задней стороны могли про-

гибаться. Аппаратъ при приведеніи крыль въ движеніе снимался съ своей подстановки и пролеталъ по прямой линіи пространство 103 метра въ 23", т. е. имѣлъ среднюю скорость 4,5 метра. По указаннымъ даннымъ находимъ фиктивную скорость 1. и коэффициентъ транспорта 0,22.

Самую большую механическую птицу построилъ *Stenzelt* въ Гамбургѣ. Она имѣла стальной каркасъ, покрытый батистомъ, пропитаннымъ каучукомъ. Разстояніе между концами раскрытыхъ крыль было 6,3 метра при ширинѣ крыль 1,5 м. Въмѣстѣ съ двигателемъ, дѣйствующимъ сжатой угольной кислотой, птица вѣсила 34 к. Въ ней такъ же, какъ въ птицѣ Пишанкура, широкія эластическія крылья прогибались съ своей задней стороны. При надлежащемъ числѣ ударовъ крыль (3 удара въ 2") птица, подвѣшенная къ проволоцѣ, теряла весь свой вѣсъ и двигалась вдоль проволоки со скоростью 6 метровъ. При этомъ двигатель развивалъ секундную работу 120 килограммо-метровъ. Это даетъ намъ фиктивную скорость 3,5 метра и коэффициентъ транспорта 0,58.

Насколько мнѣ извѣстно, *Stenzelt* еще не достигъ полной устойчивости въ воздухѣ своей летательной машины, и она не дѣлала свободныхъ полетовъ.

Всѣ вышеописанные ортоптерные аппараты были построены по образцу птицъ; но недавно майоръ *Moore* построилъ ортоптеръ по образцу летучей мыши. Moore много занимался изученіемъ полета большихъ индійскихъ летучихъ мышей и нашелъ, что онѣ принадлежатъ къ хорошимъ летателямъ и достойны подражанія. Онъ устроилъ модель, которая имѣла длину крыль 0,6 метра и уносила съ собою электромоторъ, сообщающій прямо колебательныя движенія; и питающую его батарею. Эта машина имѣетъ наименьшую достигнутую фиктивную скорость 0,74 и является, такимъ образомъ, значительно совершеннѣе птицы Стенцеля.

Другая летательная машина Мура имѣла длину крыль 1,3 метра и дала фиктивную скорость 1 метръ.

Это обстоятельство показываетъ, что съ увеличиваніемъ размѣровъ машины фиктивная скорость возрастаетъ.

Намъ остается еще рассмотреть третій классъ летательныхъ машинъ.

Существуетъ древній мифъ о человѣкѣ, летающемъ на стрѣлѣ по воздуху. Я думаю, что этотъ мифъ очень близко подходитъ къ основной идеѣ аэроплана. Аэропланъ есть та же стрѣла, быстро несущаяся по воздуху подъ малымъ угломъ наклоненія къ направленію своего движенія.

Прежде рассмотримъ аэропланы безъ двигателя, которые теперь принято называть *скользяція летательныя машины*.

Уже съ давнихъ временъ дѣлались различными аэронавтами попытки опускаться съ помощью плановъ съ высоты противъ вѣтра по наклонной линіи къ горизонту. Но всѣ эти попытки представлялись оди-

ночными случаями, оканчивавшимися по большей части катастрофами. Человѣкъ, разработавшій съ теоретической и практической стороны вопросъ о скользящихъ летательныхъ машинахъ, былъ знаменитый нѣмецкій воздухоплаватель *Otto Lilienthal*. Въ продолженіе 3-хъ лѣтъ сдѣлалъ онъ около 1000 полетовъ, летая иногда на высотѣ 20 метровъ и пролетая по горизонтальному направленію 250 метровъ. Онъ палъ жертвою своего неудержимаго рвенія къ разрѣшенію воздухоплавательной задачи. *Lilienthal* изучилъ на практикѣ способы регулированія аппарата на вѣтрѣ и стремился къ практическому усвоенію приѣмовъ паренія по воздуху наподобіе орловъ. Если бы ранняя смерть не похитила этого борца за науку, то онъ еще болѣе приблизилъ бы насъ къ рѣшенію вѣковой задачи въ одной изъ ея существенныхъ сторонъ: полета по воздуху на счетъ работы, скрытой въ неравномѣрности вѣтровъ. *Langley* изслѣдовалъ съ помощью чувствительнаго анемометра пульсаціи въ скорости вѣтра и разъяснилъ, какимъ образомъ, пользуясь этими пульсаціями, можно двигаться противъ вѣтра, приобрѣтая высоту. Для этого надо на скользящей летательной машинѣ опускаться внизъ, когда вѣтеръ ослабѣваетъ, и подниматься вверхъ, когда онъ усиливается. Пульсаціи вѣтра удалось недавно прямо наблюдать изслѣдователю авіаціи *Lapointe*. Онъ пишетъ, что видѣлъ снопъ электрическаго свѣта, проникающій ночью чрезъ мелкій дождь, несомый вѣтромъ, и могъ ясно замѣтить волнообразное движеніе дождя съ амплитудою около 2 метр. и со скоростью волны около 5 метр. По всей вѣроятности, такія пульсаціи вѣтра позволяютъ морской чайкѣ, качаясь на воздухѣ съ распростертыми крыльями, двигаться противъ вѣтра безъ всякой потери энергіи, какъ это прекрасно описываетъ *Chanute*. Къ тому же, согласно теоретическимъ изслѣдованіямъ Гельмгольца, надъ морскою волною должна непременно бѣжать воздушная волна.

Еще при жизни Лиліенталя у него были усердные подражатели въ Америкѣ: *Herring* и *Pilcher*. Фатальная смерть изобрѣтателя скользящей летательной машины не устратила американскихъ изслѣдователей воздуха, и къ нимъ присоединились еще: *Avery* и *Chanute*. Въ выдающемся аэромеханикѣ Шанютѣ завѣты покойнаго Лиліенталя нашли достойнаго преемника. Онъ построилъ рядъ скользящихъ летательныхъ машинъ, отличающихся устойчивостью и компактною конструкціею.

Полеты, которые онъ дѣлалъ въ соучастіи съ *Herring* и *Avery*, тщательно изслѣдовались и всѣ нужныя величины измѣрялись. Оказалось, что на новыхъ аппаратахъ можно скользить подъ угломъ 8° къ горизонту со скоростью, достигающею 7,5 метр. по горизонтальному направленію и 0,76 по вертикальному. Эта послѣдняя скорость 0,76 и будетъ фиктивною скоростью, а коэффиціентъ трансп. будетъ 0,05, принимая скорость вѣтра равной 7 м.

Пр. Вельнеръ указываетъ, что птица имѣетъ фиктивную скорость 0,75; мы видимъ, что такова же фиктивная скорость скользящей машины.

Herring занятъ теперь присоединеніемъ къ скользящей летательной машинѣ легкаго двигателя. Я думаю, что путь изслѣдованія задачи воздухоплаванія съ помощію скользящей летательной машины является однимъ изъ самыхъ надежныхъ. Проще прибавить двигатель къ хорошо изученной скользящей летательной машинѣ, нежели сѣсть на машину, которая никогда не летала съ человѣкомъ.

Я не стану утомлять васъ, Мм. Гг., излагая въ историческомъ порядкѣ различныя конструкціи аэроплановъ, такъ какъ маленькій аэропланъ *Breury*, приводимый въ движеніе гребнымъ винтомъ съ помощію скрученной резины, былъ, пожалуй, единственный, который имѣлъ хорошій прямолинейный полетъ. Многіе другіе аэропланы, построенные въ прежнія времена, или не летали совсѣмъ, или не имѣли надлежащей устойчивости, какъ аэропланъ *Tatin*.

Большіе аэропланы удалось осуществить только въ послѣдніе годы, благодаря открытію средствъ, служащихъ для увеличиванія подъемной силы аэроплана и его устойчивости. Увеличиваніе подъемной силы безъ увеличиванія размѣровъ летательной машины достигается устройствомъ многоэтажныхъ аэроплановъ, какъ это предложилъ *Stringfellow*, и посредствомъ сообщенія подъемнымъ планамъ вогнутости внизъ по системѣ Лиліентала. Устойчивость получается чрезъ присоединеніе къ аэроплану хвоста на длинномъ стержнѣ и чрезъ расположеніе въ одномъ горизонтѣ двухъ или четырехъ плановъ, такъ чтобы получился незанятый планами промежутокъ, пересекающій ось аппарата, какъ это впервые сдѣлалъ *Brown*.

Инженеръ *Kress*, пользуясь принципами, которые установили *Brown* и *Lilienthal*, построилъ небольшой аэропланъ вѣсомъ въ 0,6 кил., приводимый въ движеніе двумя гребными винтами отъ дѣйствія скрученной резины. Этотъ аппаратъ, названный *аэровелосъ*, имѣлъ большую устойчивость и летѣлъ прямо со стола по прямой линіи. Онъ былъ продемонстрированъ въ 1894 г. въ Вѣнѣ во время рѣчи профессора Больцмана и пролетѣлъ чрезъ всю залу.

По цифрамъ, которыя даетъ *Kress*, его прибору слѣдуетъ приписать фиктивную скорость 1,6 и коэффиціентъ транспорта 0,05. Весною этого года въ Вѣнскомъ воздухоплавательномъ обществѣ образовалась подписка въ 12.000 *fl.* для образованія капитала на построеніе аэровелоса, могущаго поднять двухъ аэронавтовъ.

Другая модель аэроплана, давшая хорошіе результаты, приводилась въ движеніе реакціею струи угольной кислоты, испаряющейся въ аппаратѣ. Ее построилъ *Hofmann* въ Берлинѣ. Она имѣла два боковые плана по $\frac{1}{2}$ метру ширины и сохраняла устойчивость, благодаря присоединенію къ ней кромѣ хвоста еще передняго руля. По расчету, который дѣлаетъ *Hofmann*, коэффиціентъ транспорта его летательной машины долженъ бы быть $\frac{1}{15}$.

Обращаемся къ описанію большихъ аэроплановъ, приводимыхъ въ движеніе паровыми машинами.

Летательная машина, которую сдѣлалъ *Philipps*, поддерживается въ воздухѣ цѣлою системою тонкихъ плановъ, расположенныхъ наподобіе жалюзи. Она имѣетъ вѣсъ 148 кил. и получаетъ начальную скорость отъ неподвижной паровой машины, которая катаетъ аппаратъ по круговымъ рельсамъ. Когда желаемая скорость достигнута, то аппаратъ дѣлается свободнымъ и летитъ, поддерживая свое движеніе гребнымъ винтомъ, вращаемымъ паровою машинкою, поставленной на летательномъ аппаратѣ.

Аэропланъ этотъ не имѣлъ достаточной устойчивости и леталъ на небольшое разстояніе.

Самый тяжелый аэропланъ построилъ *Maxim*. Аппаратъ вмѣстѣ съ 3 аэронавтами вѣсилъ 3600 кил. и приводился въ движеніе двумя гребными винтами, вращаемыми легкимъ двигателемъ въ 300 лошадиныхъ силъ. Вѣсъ машины и трубчатого котла, наполненнаго водою, на каждую лошадь былъ 2,25 кил. (но сюда надо прибавить питательную воду, вслѣдствіе неудачи проектируемой конденсаціи воздушнымъ потокомъ). Подвѣшивающая сила машины развивалась планами, расположенными въ 4 этажа и имѣющими общую площадь 360 кв. метр., а устойчивость удерживалась посредствомъ перестановокъ хвоста и двухъ боковыхъ рулей, которыми должны управлять три аэронавтa.

Такъ какъ эта сторона дѣла была мало обезпечена, то *Maxim* не рискнулъ предоставить своей машинѣ свободный полетъ, а пускалъ ее только по рельсамъ, при чемъ каждое колесо было помѣщено между двумя рельсами и могло катиться или по нижнему, или по верхнему рельсу.

При скорости 15 метр., которая развивалась при дѣйствіи 300 лошадиныхъ силъ, летательная машина теряла весь свой вѣсъ. Отсюда слѣдуетъ, что для фиктивной скорости ея надо взять 6,2 мет., а для коэффиціента транспорта 0,4. Числа эти невыгодны.

Къ аэропланамъ большихъ размѣровъ слѣдуетъ также отнести аэропланъ, который началъ строить *Ader* еще въ 1891 г. и который онъ теперь усовершенствовалъ. Есть слухи, что приборъ этотъ даетъ хорошіе результаты.

Первымъ большимъ аэропланомъ, давшимъ свободный полетъ съ полнымъ сохраненіемъ устойчивости, является *аэродромъ*, который построилъ *Langley*. Онъ вѣсилъ 13 килограммовъ и имѣлъ 4 шелковыхъ крыла на стальномъ каркасѣ, по 2 метра каждое. Его гребные двухлопастные винты были поставлены между планами и проводились во вращеніе паровою машиною въ одну лошадиную силу, при которой имѣлся маленькій запасъ воды и топлива на 5 минутъ. Приборъ, пробѣжавъ по рельсамъ, установленнымъ на крышѣ плавучаго домика, пріобрѣталъ надлежащую скорость и пролеталъ по прямому направленію противъ слабаго вѣтра въ 1 минуту 46 секундъ пространство 1600 метровъ, т.-е. онъ имѣлъ среднюю скорость 15 метровъ. Къ этой скорости надо прибавить скорость вѣтра, которую примемъ равною 5 метр. Тогда по имѣющимся даннымъ найдемъ для аэродрома *Ланглей* фиктивную ско-

рость 5,8 метра и коэффициентъ транспорта 0,3 (этому коэффициенту соответствуетъ уголъ наклоненія плановъ къ горизонту около 16°).

Правда, эти числа не даютъ желаемой экономіи въ работѣ, такъ какъ изъ нихъ слѣдуетъ, что перемѣщеніе по горизонтальному направленію требуетъ столько же работы, сколько нужно для поднятія $\frac{1}{3}$ всего вѣса по вертикальному направленію.

Но при первыхъ шагахъ въ рѣшеніи задачи экономія стоитъ на второмъ планѣ. Намъ нужно только имѣть устойчивый полетъ со скоростью, превосходящею скорость вѣтровъ, а этому аэродромъ Ланглея вполне удовлетворяетъ. Защитникъ управляемыхъ аэростатовъ, инженеръ *Soreau* выказалъ въ своей недавно появившейся книгѣ сожалѣніе, что знаменитый Ланглей посвятилъ себя рѣшенію авіаціонной задачи. Я не могу здѣсь не высказать моего удовольствія по тому же поводу. Глубокія изслѣдованія Ланглея по сопротивленію воздуха и по авіаціи даютъ намъ ту опорную силу человѣческаго разума, о которой я упомянулъ въ началѣ рѣчи. Ланглей разрѣшилъ практически вопросъ объ устойчивости большихъ аэроплановъ; Максимъ же показалъ, какую значительную подъемную силу можетъ намъ дать летательная машина. Соединеніе этихъ двухъ результатовъ утверждаетъ насъ въ справедливости словъ, сказанныхъ въ рѣчи профессора Больцмана.

Но въ какой формѣ осуществится летательный аппаратъ, на которомъ въ первый разъ полетитъ человѣкъ? Будетъ ли онъ подобіе аэродрома Ланглея или аэровелоса Кресса? Будетъ ли это геликоптеръ ортоптерная машина? Выгода ортоптерной машины намѣчается малыми величинами коэффициентовъ въ машинахъ: *Trouvé*, *Hargrav*, *Moore*. Можетъ быть, изученіе дѣйствія крыль въ связи съ эластичностью воздуха, о чемъ писали *Jacob* и *Girardville*, а также и я имѣлъ честь сдѣлать докладъ въ Русскомъ техническомъ обществѣ, откроетъ намъ новый принципъ, облегчающій летаніе. Можетъ быть, скользящая летательная машина, которая, какъ мы видѣли, при хорошемъ устройствѣ даетъ фиктивную скорость, почти равную фиктивной скорости птицъ, изъ машины, медленно опускающейся внизъ, разовьется при прибавленіи двигателя въ машину, летающую въ любомъ направленіи, при чемъ двигатель будетъ служить для нея только въ извѣстные моменты времени, а главный источникъ работы будетъ заимствоваться изъ силы вѣтра. Кому суждено знать будущее! Но внимательный наблюдатель прогресса авіаціи не можетъ не замѣтить, что мы приближаемся съ разныхъ сторонъ къ рѣшенію великой задачи, и, можетъ быть, новый вѣкъ увидитъ человѣка свободно летающаго по воздуху.

Впрочемъ по имѣющимся теперь даннымъ нельзя ожидать осуществленіе мечты Лендаля о большомъ воздушномъ кораблѣ, несущемся съ массою пассажировъ. Вы замѣтили, Мм. Гг., что фиктивная скорость у машинъ большихъ размѣровъ болѣе, а это требуетъ для нихъ уменьшенія вѣса двигателя на каждую лошадиную силу. Согласно теоріи подобія Гельмгольца, увеличиваніе машины въ 4 раза, не измѣняя коэф-

фиціентъ транспорта, увеличиваетъ ея фиктивную и дѣйствительную скорость въ 2 раза.

Для управляемаго аэростата фиктивная скорость не имѣетъ значенія, а коэффициентъ транспорта для аэростата «La France», на примѣръ, былъ около $\frac{1}{16}$. Съ увеличеніемъ размѣровъ управляемаго аэростата будетъ при сохраненіи коэффициента транспорта увеличиваться горизонтальная скорость, и потому такая машина, можетъ быть, будетъ служить въ будущемъ для транспорта пассажировъ. Машина же болѣе тяжелая, нежели воздухъ, дастъ намъ, по моему мнѣнію, средство для быстрого полета одного или двухъ человѣкъ въ любомъ направленіи и заставить насъ перестать завидовать птицѣ.

