

39.62

Ц 662

Мин

К. Э. Циолковский  
Простое учение о  
воздушном кораб  
ле и его построе  
нии

ЦИОЛКОВСКИЙ

КОРАБЛЕ

О ВОЗДУШНОМ

УЧЕНИЕ



1/2  
2/3

~~Фундаментальн  
Библиотека  
Восточно-Кавказской  
Р. К. К. 13542~~

с  
54343

Б-МР-УЧ

39.62  
4662

ПРОВЕРЕНО

Ученому К. Ф. Циномовичу  
Учене о воздушном  
корабле

Инженеръ Механикъ  
Николай Николаевич  
Суринъ.

# Простое учение о воздушномъ кораблѣ и его построении.

Содержаніе статьи:

1. Что при чтеніи статьи надо помнить?—2. Воздушный корабль и цѣль этого труда.—3. Атмосфера и ея способность поднимать грузы.—4. Возможенъ-ли аэростатъ безъ легкаго газа (*съ пустотой*).—5. Легкій газъ.—6. Важное значеніе продолговатой формы воздушнаго корабля.—7. Матеріаль воздушнаго корабля.—8. Возможенъ-ли металлическій аэростатъ.—9. Вредное вліяніе солнечныхъ лучей на управляемость аэростата.—10. Борьба съ нарушеніемъ равновѣсія аэростата солнечными лучами.—11. Двигатели воздушнаго корабля.—12. Проектъ воздушнаго корабля на 200 человекъ, длиною съ большою морской пароходъ.—13. О построеніи и измѣненіи объема металлической оболочки.—14. Модели аэростата.—15. Вопросъ о верфи для оболочки.—16. Способъ отвѣснаго построенія оболочки.—17. Построеніе ладьи аэростата и наполненіе его газомъ.—18. Расчетъ работы двигателя для данной скорости поступательнаго движенія корабля.—19. Управленіе аэростатомъ при безвѣтріи.—20. Управленіе кораблемъ при равнѣрномъ и прямолинейномъ воздушномъ потокѣ.—21. Прочность аэростата.—22. Общія истины о воздушныхъ корабляхъ разныхъ размѣровъ.—23. Горный аэростатъ.—24. Выгоды и преимущества газоваго воздухоплаванія.—25. Заключенія.

*Примчаніе.* Чертежи смотри на отдѣльномъ листѣ въ концѣ статьи.

## ГЛАВА I.

### Что при чтеніи этой статьи необходимо помнить?

*Метръ* равенъ  $22\frac{1}{2}$  вершкамъ, или 1,4 аршина. *Сантиметръ* составляетъ одну сотую метра. Въ сантиметрѣ 10 *миллиметровъ*. Сантиметръ немного меньше  $\frac{1}{4}$  вершка; миллиметръ близокъ къ  $\frac{2}{5}$  линіи. *Километръ* содержитъ 1000 метровъ и немного меньше версты. *Килограммъ* есть вѣсъ въ  $2\frac{2}{5}$  фунта; *граммъ* составляетъ меньше  $\frac{1}{4}$  золотника и есть тысячная доля килограмма. *Тонна* содержитъ 1000 килограммовъ или около 61 пуда.

РЯЗАНСКАЯ  
ОБЛАСТНАЯ БИБЛИОТЕКА  
им. А. М. Горького

М. 1898г

668089

85, 4

Учене о воздушномъ кораблѣ  
Инженеръ Механикъ  
Николай Николаевич  
Суринъ  
№ 13748

Силою двигателя я называю работу, выдѣляемую ею въ одну секунду. Единицею работы, вообще, считается поднятіе одного килограмма на высоту одного метра. Эта единица называется *килограммометромъ*. Единицею работы для двигателей я считаю 100 килограммометровъ и называю ее *метрическою силою* или метрическою лошадыю. Метрическая сила больше, чѣмъ такъ называемая паровая лошадиная сила, которая содержитъ только 75 килограммометровъ и соответствуетъ работѣ двухъ порядочныхъ живыхъ лошадей.

*Энергію* двигателя я называю его секундную работу, приходящуюся на единицу его вѣса, считая въ вѣсѣ машины и вѣсѣ всѣхъ ея принадлежностей, каковы: огневая коробка, паровикъ и проч.; но топливо и воду я не считаю.

*Индикаторною* силою машины называется работа пара, еслибы не было тренія въ ея частяхъ.

Если-же вычесть это треніе, то получимъ *эффективную* силу, или *работу на валу машины*. Термометръ тутъ принятъ 100-градусный,—Цельсія. Нуль у него при точкѣ замерзанія (или таянія), какъ у Реомюра, но температура кипѣнія воды обозначена числомъ 100 (а не 80, какъ у Реомюра).

Запятую я употребляю для десятичныхъ дробей (но не для цѣлыхъ). Съ лѣвой ея стороны, какъ обыкновенно, стоитъ цѣлое число, а съ правой, по порядку, десятая, сотая, тысячная доли единицы и т. д.

Сокращенія употребляемая мною: килограммъ = килогр.; метръ = м.; миллиметръ = мм.; сантиметръ = сант.; граммъ = гр.; метрическая сила = метрич. сила.

Для людей, желающихъ имѣть болѣе строгія основанія ученія о воздушномъ кораблѣ, укажу на свои труды по воздухоплаванию: 1) „Аэростатъ металлическій управляемый“; 2) „Аэропланъ, или птицеподобная летательная машина“; 3) „Самостоятельное горизонтальное движеніе управляемаго аэростата“. Для чтенія всѣхъ этихъ трудовъ требуются математическія свѣдѣнія.

## ГЛАВА II.

### Воздушный корабль и цѣль этого труда.

1. Кромѣ воднаго океана у насъ есть еще и воздушный; поэтому кромѣ океанскихъ кораблей у насъ должны бы быть и воздушные. Воздушные корабли пока представляютъ собою лишь попытки рѣшенія вопроса воздухоплавания. Мы не видимъ пока

быстро пролетающихъ надъ нашими головами воздушныхъ пароходовъ, нагруженныхъ грузами и товарами.

2. Воздушные корабли могутъ быть двухъ сортовъ: *аэростаты* и *аэропланы*. Аэростатъ есть мѣшокъ изъ тонкой матеріи, наполненный легкимъ газомъ и держащій въ воздухѣ какъ себя, такъ и нѣкоторые привѣшанные къ нему предметы.

Форма мѣшка бываетъ большею частію грушевидной, объемъ его весьма значительнымъ, такъ что онъ можетъ поднимать нѣсколько человѣкъ.

Мѣшокъ, имѣющій форму легко разсѣкающую воздухъ съ машиною для самостоятельнаго передвиженія въ атмосферѣ, будетъ аэростатъ *управляемый*. Такой управляемый аэростатъ, поднимающій *многихъ* пассажировъ и служащій для практическихъ цѣлей, я буду называть *воздушнымъ кораблемъ*.

Но воздушный корабль можетъ быть и другого рода: это — аэропланъ. Аэропланъ есть въ отношеніи полета механизмъ подобный птицѣ или летающему насѣкомому. Онъ снабженъ наклоненными къ горизонту, неподвижными крыльями, которыя соотвѣтствуютъ непрозрачнымъ крыльямъ жука, — и гребнымъ винтомъ, подобнымъ пароходному. Лопасты его соотвѣтствуютъ полу-прозрачнымъ крыльямъ *жесткокрылаго* насѣкомаго.

Мы видимъ въ природѣ живые аэропланы, между тѣмъ какъ аэростатовъ природа пока еще не сдумѣла создать.

Это указаніе природы побудило людей прежде всего сдѣлать попытку летать посредствомъ крыльевъ и только послѣ множества неудачъ были изобрѣтены (100 лѣтъ тому назадъ) воздушные шары. Теперь снова обратились къ аэропланамъ, но ощутительныхъ результатовъ добились только съ такими снарядами, вѣсъ которыхъ не превышалъ вѣса птицъ. Недостатки аэроплановъ: небольшая подъемная сила, дороговизна и сложность устройства, трудность соблюдать необходимую для безопасности человѣка (да и самаго снаряда) устойчивость и страшная требуемая энергія двигателя. Работы Гирама Максима нѣсколько охладили пылъ сторонниковъ летанія посредствомъ аэроплановъ.

3. Занимаясь долгое время и одинаково усердно (чему свидѣтели мои печатные труды) аэростатами и аэропланами, я пришелъ къ тому заключенію, что аэростаты полезнѣе и осуществимѣе аэроплановъ. Потому-то въ настоящее время я и перешелъ исключительно къ аэростатамъ въ надеждѣ, что когда нибудь наступитъ очередь и аэроплановъ.

4. Зная, что головоломныя формулы весьма неохотно раз-

бираются даже математиками, желая, кромѣ того, сдѣлать мой трудъ какъ можно доступнѣе, чтобы пріобрѣсти читателей и помощниковъ дѣлу изъ всѣхъ слоевъ общества и со всякимъ образованіемъ,—я поведу дальнѣйшее изложеніе самымъ элементарнѣйшимъ способомъ, ограничиваясь несложною арифметикой и метрическими мѣрами.

### ГЛАВА III.

#### Атмосфера и ея способность поднимать грузы.

5. Воздухъ есть тотъ-же океанъ, только облегаетъ онъ землю со всѣхъ сторонъ и притомъ на глубину болѣе значительную, чѣмъ океанъ водный.

Представимъ себѣ, что воздухъ раздѣленъ на множество тонкихъ горизонтальныхъ слоевъ. Одинъ слой давитъ на другой, лежащій подъ нимъ. Поэтому давленіе воздуха и сжатіе его будетъ тѣмъ больше, чѣмъ ниже лежитъ разсматриваемый слой.

6. Положимъ, что у насъ на столѣ поставлено какое-нибудь тѣло, ну хоть кубическій кусокъ желѣза. На нижнюю его грань давленіе воздуха будетъ болѣе, чѣмъ на верхнюю, потому что внизу сжатіе и упругость его больше, чѣмъ вверху. Значитъ, если-бы нашъ кубъ не имѣлъ вѣса, то онъ немедленно-бы устремился къ верху и улетѣлъ отъ насъ. Онъ плавалъ-бы на границахъ атмосферы, за 200—300 километровъ отъ земли.

Насколько же велико его стремленіе подыматься? Разумѣется на столько, на сколько нижнее давленіе больше верхняго; а нижнее давленіе больше верхняго, конечно, на вѣсъ воздуха такого-же объема, какъ и кубъ.

7. Итакъ, чтобы знать стремленіе тѣлъ подыматься, или тянуть къ верху, мы должны знать вѣсъ воздуха. Но воздухъ сжать на разныхъ высотахъ съ различною силою, поэтому и плотность его на различныхъ разстояніяхъ отъ уровня океана различна. Также она зависитъ отъ температуры воздуха. Съ возвышеніемъ мѣста на 1 километръ температура, въ среднемъ, понижается на 5 градусовъ Цельсія.

8. Чтобы ознакомить васъ немного съ воздушнымъ океаномъ и его способностью поднимать грузы, предлагаю тутъ таблицу, первая строка которой показываетъ высоту слоя воздуха въ километрахъ, вторая— температуру его въ градусахъ Цельсія; она измѣняется по времени года и мѣсту, но мы приняли для уровня моря нуль градусовъ. Третья строка указы-

ваецъ на соотвѣтствующій вѣсъ одного кубич. метра воздуха въ килограммахъ, четвертая—плотность воздуха сравнительно съ плотностью его у океана.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0°	5°	10	15	20	25	30	35	40	45	50°
1,29	1,16	1,03	0,91	0,81	0,72	0,64	0,57	0,50	0,47	0,39
1,00	0,90	0,80	0,715	0,636	0,564	0,50	0,44	0,39	0,34	0,30

9. Слѣдовательно, у уровня моря, при температурѣ замерзанія (или таянія), кубическій метръ каждого вещества—твердаго, жидкаго и газобразнаго—стремится кверху съ силою 1,29 килограмма. Стремленіе, на первый взглядъ, весьма незначительное и не завидное,—нисколько не располагающее къ воздухоплавательнымъ восторгамъ. Въ самомъ дѣлѣ кубич. метръ желѣза вѣситъ 8.600 килогр.; значить подъемная сила воздуха почти незамѣтно уменьшаетъ вѣсъ желѣза. Даже вода уменьшается въ вѣсъ лишь на  $\frac{1}{770}$  долю своего вѣса.

Мы не знаемъ до сихъ поръ ни твердыхъ, ни жидкихъ тѣлъ, кубич. метръ которыхъ вѣсилъ бы 1,29 килогр., т. е. столько-же, сколько вѣситъ кубич. метръ воздуха.

#### ГЛАВА IV.

##### Возможенъ-ли азростать безъ легкаго газа (съ пустотой?)

10. Отсюда однако не слѣдуетъ, что твердыя тѣла не могутъ держаться подъемною силою воздуха. Чтобы твердое тѣло поднялось въ воздухѣ, проще всего, повидимому, поступить такъ: сдѣлать сосудъ съ весьма тонкими стѣнками, выкачать изъ него воздухъ и отпустить на волю. Если бы напр. объемъ его равнялся одному кубич. метру, а вѣсъ одному килограмму (что всегда возможно, имѣя въ виду достаточно тонкія стѣнки), то сосудъ нашъ не только бы устремился кверху, но и могъ-бы еще поднять грузъ, не большій 0,29 килограмма.

11. Возьмите въ руки мячикъ или пузырь, съ приложенной къ нему трубкой и вытягивайте изъ него воздухъ, хотя бы ртомъ. Пузырь будетъ сжиматься и трудно удержатъ его отъ

этого сжатія. Сила, стремящаяся сжать пузырь, есть давленіе воздуха, зависящее отъ его тяжести. Пока въ пузырьѣ воздухъ не вытянутъ или не разрѣженъ, онъ уравниваетъ внѣшнее давленіе и оно какъ бы не существуетъ; но лишь только вы начинаете выкачивать изъ пузыря воздухъ, какъ оно обнаруживается съ весьма значительною силою. И вотъ причина, почему нельзя поступать описаннымъ простымъ способомъ для поднятія воздушныхъ кораблей: они не должны имѣть видъ сосудовъ съ такими тонкими стѣнками, что давленіе воздуха сморщиваетъ ихъ въ маленькій комочекъ также легко, какъ вы печаянно раздавливаете ногою ползущую букашку.

12. Однажды я забылъ открыть клапанъ въ небольшомъ паровикѣ (50 сант. длины), послѣ работы его въ паровой машинѣ. Паръ сгустился, образовалась пустота и тяжесть воздуха, ничѣмъ не уравновѣшенная, превратила мой блестящій паровикъ изъ обыкновенной бѣлой жести ( $\frac{1}{3}$  м. м. толщины) въ безобразный сморчекъ.

13. О силѣ давленія атмосферы вы можете судить, если я сообщу, что высота ея простирается до 200—300 километровъ. Правда, на такой высотѣ воздухъ страшно разрѣжается и вѣсъ одного кубич. метра его чрезвычайно малъ; но если мы даже возьмемъ столбъ высотой только въ 8 килом. и примемъ средній вѣсъ воздуха въ 0,84 килогр. (см. табл. 8), то и тогда получимъ давленіе на 1 кв. метръ къ 6.720 килогр. Истинное и среднее давленіе атмосферы у уровня моря составляетъ 10,333 килограмма на 1 квадр. метръ стѣнокъ, т. е. болѣе 10 тоннъ.

14. Мыслимо-ли бороться съ такимъ давленіемъ! У меня есть визитная карточка изъ алюминія. На ощупь она такой-же твердости, какъ и обыкновенная визитная карточка изъ тонкаго картона. Толщина алюминіевой карточки равна  $\frac{1}{18}$  миллиметра; вѣсъ одного кв. метра—около 0,2 килогр., такъ что закрытый сосудъ въ 1 куб. метръ, сдѣланный изъ такого матеріала будетъ вѣсить 1,2 килограмма.

Каждая стѣнка этого куба должна выдерживать давленіе въ 10 тоннъ. Чтобы не сжаться въ безобразный комочекъ, онъ долженъ быть безпредѣльно крѣпче и только тогда онъ поднимется въ воздухъ и даже увлечетъ грузъ въ 0,09 килограмма.

## ГЛАВА V.

### Легкій газъ.

15. Разумѣется мы всѣ знаемъ, что аэростаты наполняютъ легкимъ газомъ. Цѣль та, чтобы препятствовать сдавливанию стѣнокъ аэростата тяжестью атмосферы.

Въ механическомъ отношеніи всякій газъ подобенъ воздуху; и воздухъ называютъ газомъ. Но есть газы, кубич. метръ которыхъ вѣситъ болѣе, чѣмъ кубич. метръ воздуха (при томъ-же внѣшнемъ давленіи и той-же температурѣ); а есть газы, кубич. метръ которыхъ вѣситъ менѣе.

Одни тяжеле воздуха и падаютъ внизъ, другіе—легче и устремляются кверху; такими то и наполняютъ газомѣстлица воздушныхъ кораблей.

16. Самый легкій изъ извѣстныхъ намъ газовъ—водородъ; при одинаковыхъ условіяхъ температуры и давленія, или при одной высотѣ надъ уровнемъ моря, онъ въ 14 разъ легче воздуха. Водородъ добываютъ разными способами; намъ важно знать цѣнность его. Фабричная цѣна водорода, при добываніи его посредствомъ разложенія водяного пара накаленнымъ желѣзомъ, не превышаетъ 30 коп. за 1 куб. метръ.

17. Свѣтильный газъ, добываемый разложеніемъ (черезъ нагрѣваніе) дровъ, каменнаго угля, нефти, торфа и т. п., значительно дешевле, но за то и значительно тяжеле. Цѣна его доходитъ до 5 коп. за кубич. метръ, плотность же (или вѣсъ одного кубич. метра) весьма различная: въ первое время накаливанія каменнаго угля выдѣляется газъ только вдвое менѣе плотный, чѣмъ воздухъ, затѣмъ втрое и даже вчетверо. Средняя плотность обыкновеннаго свѣтильнаго газа составляетъ около 0,4 плотности воздуха, т.-е. газъ легче воздуха въ  $2\frac{1}{2}$  раза.

18. Главныя составныя части свѣтильнаго газа—болотный газъ (вдвое легче воздуха) и водородъ. Въ первое время сухой перегонки (т.-е. накаливанія) выдѣляется преимущественно болотный газъ, въ послѣднее—водородъ.

100 килограммовъ угля примѣрно даютъ: 65 килогр. коксу (почти чистый уголь) и 28 куб. метровъ газа. Около 14 куб. метровъ приходится на водородъ, 9 куб. м. на болотный газъ, остальные 5 метровъ на другіе газы.

Пока нѣтъ большой потребности въ водородѣ, почему и

добываніе его обходится сравнительно дорого; но разъ онъ будетъ потребляться въ огромныхъ количествахъ для воздухоплаванія, найдутъ экономическіе способы его добыванія или отдѣленія отъ дешеваго свѣтильнаго газа, и тогда цѣна его немного будетъ отличаться отъ цѣнности послѣдняго.

19. Предполагая, что наши аэростаты наполняются чистымъ водородомъ, опредѣлимъ подъемную силу одного кубич. метра водорода.

При среднемъ давленіи воздуха и нулевой температурѣ, вѣсъ одного его куб. метра ровень 1,293 килогр. (см. табл 8). Кубич метръ водорода въ 14 разъ легче, т.-е. онъ составляетъ 0,092 килогр. Значитъ подъемная сила его равна 1,201 или, приблиз., — 1,2 килограмма.

## ГЛАВА VI.

### Важное значеніе продолговатой формы воздушнаго корабля.

20. Какой-же формы мы должны дѣлать воздушные корабли? Самое названіе и назначеніе ихъ показываетъ, что они должны быть подобны морскимъ кораблямъ, т.-е. они должны имѣть продолговатую форму, легко разсѣкающую воздухъ (см. черт. 1 и 2). Не строить пароходовъ въ формѣ шара, потому что они тогда бы двигались немного развѣ скорѣе идущаго человѣка. Такъ и *управляемый* аэростатъ грушевидной формы — нелѣпность. Впрочемъ форму чаши имѣли, нынѣ оставленные броненосныя суда: „поповки“.

21. Представимъ себѣ, что шаровидный аэростатъ мы превратили въ продолговатый той-же высоты, но длиннѣе въ 7 разъ.

Во-первыхъ, подъемная сила его черезъ это увеличится разъ въ 7, во-вторыхъ — сопротивленіе воздуха, при самостоятельномъ движеніи аэростата, уменьшится разъ въ 25.

Такимъ образомъ, подъемная сила (7) его, а вмѣстѣ съ тѣмъ и сила двигателей, въ отношеніи къ сопротивленію воздуха ( $\frac{1}{25}$ ), увеличится въ 175 разъ ( $7:\frac{1}{25}=175$ ). Можно ли послѣ этого пренебрегать удлиненіемъ аэростата, если могущество его, въ отношеніи разсѣченія имъ окружающей среды, увеличивается, благодаря формѣ, въ 175 разъ!

Да и кто не знакомъ съ продолговатою формою рыбъ...

## ГЛАВА VII.

### Матеріаль воздушнаго корабля.

22. Теперь намѣтимъ матеріаль оболочки аэростата. Если взять какой нибудь органической матеріаль, какъ напр. шелкъ или бумажную матерію, покрытую лакомъ, то съ одной стороны плохо то, что газъ будетъ просачиваться черезъ такой матеріаль, съ другой—онъ не застраховаль отъ огня. Не только газъ просачивается черезъ оболочку, не имѣющую даже видимыхъ отверстій, но и воздухъ также неодолимо проникаетъ внутрь аэростата. Потерю газа мы могли-бы еще вознаграждать, но просочившійся въ оболочку воздухъ удалить практически невозможно. Смѣсь газа съ воздухомъ утяжеляетъ аэростатъ, онъ не поднимаетъ уже своего полезнаго груза и весь газъ приходится выбрасывать изъ аэростата, чтобы вновь наполнить чистымъ.

23. Пока мы видимъ только нѣкоторыя невыгоды органическаго матеріала; на основаніи ихъ попробую предложить другой матеріаль—металлическій, напр.,—желѣзо, алюминій, латунь. Этотъ матеріаль не имѣетъ перечисленныхъ недостатковъ и кромѣ того онъ дешевъ, крѣпокъ, долговѣченъ и не гигроскопиченъ, т. е. не впитываетъ въ себя влаги изъ воздуха и не разбухаетъ отъ дождя, какъ веревочная сѣтка обыкновеннаго аэростата.

## ГЛАВА VIII.

### Возможенъ-ли металлическій аэростатъ.

24. Что предлагаемая идея не нелѣпость—это видно изъ того, что металлическій воздушный корабль былъ построенъ въ прошедшемъ году (1897) близъ Берлина, наполненъ газомъ, леталь и хотя спустился не совсемъ благополучно, вслѣдствіе соскочившаго со шкива ремня, а можетъ быть и отъ другихъ причинъ, однако какъ оболочка аэростата, такъ и самъ воздухоплаватель остались цѣлы, несмотря на довольно сильный толчекъ, при соприкосновеніи съ почвой. Надо даже удивляться выносливости металла! Какъ могла не лопнуть по всемъ швамъ оболочка, при ея формѣ, не приспособленной къ измѣненію объема и сгибу!

25. Въ защиту металлическаго матеріала могу еще привести

мнѣніе Императорскаго Русскаго Техническаго Общества, которое высказало, по поводу моего проекта, еще въ 1890 г., слѣдующее мнѣніе: *весьма вѣроятно, что съ теченіемъ времени и усовершенствованіемъ выдѣлки металла, аэростаты будутъ строить металлическіе.*

Далѣе вы увидите множество другихъ доводовъ въ пользу металлической оболочки и даже необходимости ея.

## ГЛАВА IX.

### Вредное вліяніе солнечныхъ лучей на управляемость аэростата.

26. Если-бы атмосфера была неподвижна и если-бы оболочка аэростата не нагрѣвалась солнцемъ и не охлаждалась ночнымъ лученспусканіемъ (охлажденіемъ предметовъ при ясномъ небѣ), то не было бы ничего легче управленія воздушнымъ кораблемъ. Поступательное движеніе въ горизонтальномъ направленіи онъ могъ бы пріобрѣтать посредствомъ гребного винта, подобнаго пароходному. Какъ пароходъ, съ помощію руля, онъ могъ бы поворачиваться вправо и влево. Поднятіе и опусканіе аэростата могло бы совершаться посредствомъ движенія его въ немного наклонномъ положеніи, которое легко получается черезъ перемѣщеніе груза на ладьѣ аэростата (см. черт. 1 и 2-й: С—руль, М—гребные винты, Р—передвигающійся грузъ).

Двигатели могли бы быть произвольно слабы; аэростатъ, все равно, двигался куда угодно со скоростію, соответствующею силѣ его двигателей.

27. Но со всей этой идилліей управляемости мы должны разстаться въ виду свойствъ атмосферы и метеорологическихъ вліяній на аэростатъ. Прежде всего горизонтальное движеніе воздуха: оно уноситъ аэростатъ со скоростію, достигающею при бурѣ 100 килом. въ 1 часъ. Затѣмъ вліяніе солнечныхъ лучей; благодаря имъ, температура внутри оболочки аэростата выше температуры окружающаго воздуха градусовъ на 5, даже на 20, при темной окраскѣ оболочки. Вы, конечно замѣчали, въ солнечный день, особенный жаръ на чердакѣ, покрытомъ черною желѣзною крышею. Онъ былъ бы еще больше, если бы вѣтеръ не продувалъ чердакъ черезъ окна и щели. Та же причина заставляеть нагрѣваться и внутренній газъ аэростата больше, чѣмъ внѣшній воздухъ.

Обыкновенно небо бываетъ не совсѣмъ чисто и облака часто закрываютъ солнце. Отъ этого аэростатъ то нагрѣвается

и стремится къверху, то охлаждается и падаетъ внизъ. Чтобы сохранить равновѣсіе, т. е. остаться на одной высотѣ, воздухоплаватель принужденъ поминутно то выпускать газъ, то выбрасывать балластъ. Если-бы аэронавтъ не захотѣлъ выпускать газъ, то корабль сталъ бы подыматься; давленіе воздуха наверху меньше и потому легкой газъ, будучи наверху менѣе сдвленъ, сталъ бы самъ расширяться и расширять оболочку до тѣхъ поръ, пока она не лопнетъ.

28. Такимъ образомъ, нагрѣваніе солнца, въ связи съ облачностью, заставятъ аэростатъ потерять часть газа и лишиться части своей полезной подъемной силы. Что потеря газа и подъемной силы не маленькая—я это сейчасъ покажу. При блестящей металлической оболочкѣ, нагрѣваніе легкаго газа будетъ наименьшимъ и, какъ показываютъ опыты, оно будетъ составлять около 5 градусовъ. При нагрѣваніи на 1 гр. всякій газъ расширяется на  $\frac{1}{270}$  своего объема; при нагрѣваніи на 5 град., онъ расширяется на  $\frac{1}{54}$  своего объема; значитъ и подъемная сила его увеличится на такую же часть. Положимъ, что воздушный корабль отправился въ путь при затемнѣннн облаками солнца; тогда для уничтоженія излишней подъемной силы отъ нагрѣванія солнечными лучами во время пути, мы должны выпустить приблизительно  $\frac{1}{54}$  часть всего газа. Если, далѣе, солнце опять скроется за тучами, легкой газъ охладится и аэростатъ начнетъ падать до тѣхъ поръ, пока мы не выпустимъ часть груза, находящагося въ ладѣ и составляющаго  $\frac{1}{54}$  часть *полной* подъемной силы корабля.

29. И такъ, каждое появленіе изъ за облакъ солнца лишаетъ насъ  $\frac{1}{54}$  части часа и такой же части *полной* подъемной силы аэростата.

Допустивъ, что вѣсъ его, вмѣстѣ съ ладью и принадлежностями, составляетъ  $\frac{2}{3}$  полной подъемной силы, найдемъ для свободнаго балласта лишь  $\frac{1}{3}$  ея. Слѣдовательно, довольно 18 появленій солнца ( $\frac{1}{2} : \frac{1}{54} = 18$ ), или 18 его затемнѣній, чтобы лишиться всего балласта. Принятый нами балластъ (въ  $\frac{1}{3}$  подъемной силы) въ два слишкомъ раза больше вѣса всѣхъ пассажировъ (92); стало быть онъ не только излишнее обремененіе, но и лишаетъ воздушный корабль возможности перевозить пассажировъ и полезные грузы. Если же ограничиться небольшимъ и практически возможнымъ балластомъ, то довольно будетъ двухъ, трехъ затемнѣній солнца, чтобы лишиться всего запаса. Отсюда, между прочимъ, вы видите ясно *преимущество* блестящей металлической оболочки, которая мало нагрѣвается

солнечными лучами и уменьшаетъ потерю балласта въ 4 раза (20: 5).

## Г Л А В А X.

### Борьба съ нарушеніемъ равновѣсія аэростата солнечными лучами.

30. Пусть аэростатъ поднимаетъ одного человѣка въ 70 килогр. Вѣсъ его долженъ составлять около  $\frac{1}{3}$  полной подъемной силы шара. Принявъ этотъ предѣлъ, найдемъ, что подъемная сила аэростата равна 350 килогр., а нагреваніе оболочки солнцемъ увеличить эту подъемную силу килограммовъ на 7.

Если оболочка не металлическая, то эта прибавка можетъ достигнуть даже 30 килограммовъ. Спрашивается, какими средствами человѣкъ будетъ бороться противъ нея? Приспособивъ гребной винтъ съ вертикальною осью вращенія (какъ у г. Данилевскаго и другихъ раньше его испытавшихъ такой винтъ) и усиленную работою мускуловъ, вращая его лопасти, можно развить тягу въ 7 килограммовъ и тѣмъ остановить восхожденіе крохотнаго аэростата. Работать съ такою силою въ теченіе нѣсколькихъ часовъ во всякомъ случаѣ невысказано; произвести же тягу въ 30 килограммовъ, силою человѣка, и совсѣмъ невозможно. Если-бы аэростатъ былъ больше и подымалъ бы, напр., 100 человѣкъ, то всѣхъ этихъ людей пришлось бы заставить работать непрерывно съ такою же лошадиною энергіею, причѣмъ пришлось бы увеличить и число винтовъ пропорц. увеличенію подъемной силы.

Мы бы сказали, что можно замѣнить работу человѣка работою пара, работою легкаго и сильнаго двигателя. Но и это неудобно, имѣя въ виду, что аэростатъ, для борьбы съ вѣтрами, долженъ имѣть значительную самостоятельную скорость въ горизонтальномъ направленіи: винты съ вертикальными осями, назначенные для уравненія подъемной силы воздушнаго корабля, весьма сильно препятствовали бы его поступательному движенію.

31. Лучшій способъ *механическою силою* возстановлять колебанія подъемной силы аэростата состоитъ въ томъ, чтобы перемѣстивъ грузъ въ ладѣ (черт. 2, Р.), заставить двигаться ее въ наклонномъ къ горизонту положеніи. Если аэростатъ отъ охлажденія падаетъ, то онъ долженъ поднять носъ и идти какъ бы „въ гору“, если подымается, то „подъ гору“. Такимъ способомъ, въ первомъ случаѣ, онъ столько же поднимается вверхъ, сколько опускается отъ охлажденія. Во второмъ случаѣ, аэростатъ опускается настолько же, насколько подымается

вліяніем перегрѣтаго легкаго газа. Наклонъ, понятно, долженъ соотвѣтствовать измѣненію подъемной силы. Затрата работы на подобный способ механическаго поддержанія вертикальнаго равновѣсія будетъ сравнительно наименѣе значительной и сложной, потому что мы тутъ пускаемъ въ ходъ, какъ опору, всю громадную поверхность воздушнаго корабля.

Еще механическій способъ поддержанія равновѣсія есть сгущеніе воздуха въ крѣпкихъ цилиндрическихъ сосудахъ. Чтобы измѣнять подъемную силу только на  $\frac{1}{54}$ , мы должны имѣть возможность сгущать объемъ воздуха, равный  $\frac{1}{54}$  объема, занимаемаго газомъ. Такой объемъ воздуха составляетъ вѣсь, равный  $\frac{1}{34}$  части подъемной силы аэростата. Извѣстно, что вѣсь сосудовъ, вмѣщающихъ сжатый воздухъ, приблиз. пропорционаленъ его количеству и разъ въ 18 больше вѣса сжатаго воздуха; такъ что вѣсь стальныхъ сосудовъ будетъ равенъ  $\frac{1}{3}$  всей подъемной силы корабля ( $\frac{1}{54} \times 18 = \frac{1}{3}$ ). Можемъ ли мы отдать  $\frac{1}{3}$  долю подъемной силы на одни сосуды: вѣдь нужны еще двигатели для сжиманія воздуха и весьма сильныя, потому что работать они должны чрезвычайно быстро и энергично! Если оболочка не металлическая, то и всей подъемной силы не достанетъ на поднятіе однихъ трубъ со сжатымъ воздухомъ.

Способъ наклоннаго движенія аэростата для измѣненія подъемной силы единственный практической способъ, и то пригодный не для борьбы съ метеорологическими вліяніями, а только для сравнительно незначительнаго увеличенія или уменьшенія подъемной силы.

Предлагалось для той же цѣли сгущеніе въ водѣ амміака. Но и это средство непрактично по своей сложности: нужны большіе сосуды, запасы воды, подогреваніе и источникъ холодной воды для охлажденія сосудовъ со сгущающимся амміакомъ.

Могущественное средство для борьбы съ нагрѣваніемъ легкаго газа солнечными лучами — есть измѣненіе температуры искусственными приѣмами и источниками тепла. Подробности этого приѣма описаны далѣе. Пока только покажемъ его силу. Монгольфьеръ есть воздушный шаръ, поднимающійся перегрѣтымъ внутри его воздухомъ. Температура его достигаетъ  $100^{\circ}\text{Ц}$  и поддерживается она искусственно въ теченіе нѣсколькихъ часовъ.

Слѣдовательно тѣмъ легче поддерживать такую температуру въ *громадныхъ* аэростатахъ съ металлической оболочкой, теряющей несравненно меньше тепла, чѣмъ темная оболочка

обыкновеннаго монгольфiera. Только въ немъ поддерживать высокую температуру и имѣть огонь чрезвычайно опасно, а въ металлическихъ корабляхъ—нѣтъ.

Если въ послѣднихъ огневые двигатели, то мы можемъ пользоваться продуктами ихъ горѣнія для измѣненія температуры. Такъ что не требуется никакихъ особенныхъ источниковъ тепла; мы пользуемся тѣмъ, что все равно выбрасывается. Пользоваться-же продуктами горѣнія можно такъ: одинъ или нѣсколько двигателей (см. черт. 2 и 3, *M*) выдѣляютъ во время своей работы горячіе газы; они собираются въ одну блестящую, понемногу расширяющуюся трубу (*T B*). Изъ трубы этой они или выбрасываются прямо близъ кормовой части ладьи, или предварительно проходятъ по черной металлической трубѣ (*T N*), внутри оболочки аэростата и только затѣмъ уже выбрасываются наружу у кормовой части оболочки. Для пропуска въ нее горячихъ газовъ въ томъ или другомъ количествѣ, т. е. для нагрѣванія ея до той или другой степени служить регуляторъ температуры (*R T*), состоящій изъ заслонки, которая тѣмъ болѣе открываетъ наружное отверстіе, чѣмъ болѣе закрываетъ внутреннее, нагрѣвающее аэростатъ.

Положимъ, что среднее отверстіе открыто до средней величины и газъ оболочки нагрѣтъ отъ этого на  $50^{\circ}$ . Если теперь закрыть его совсѣмъ, отъ чего откроется отверстіе, выпускающее горячіе продукты наружу, — то температура понизится на 50 градусовъ; если же передвиженіемъ заслонки закрыть наружное отверстіе, то всѣ продукты горѣнія устремятся внутрь аэростата и нагрѣютъ его до высшей температуры, наприм., 100 градусовъ.

Для борьбы съ метеорологическими вліяніями довольно измѣнять температуру легкаго газа только на 5 градус. Ц. Дѣйствительно блестящая оболочка солнечными лучами не нагрѣвается болѣе. Поэтому, понижая температуру, когда она повышается отъ появленія солнца, и повышая ее, когда она понижается отъ затемнившей солнце тучи, — достигнемъ полнаго постоянства температуры, при которой подъемная сила сохраняется неизмѣнной и аэростатъ находится въ равновѣсіи.

Отсюда—еще преимущество металлическаго матеріала: онъ дозволяетъ употребить наиболѣе могущественное и ничего нестоющее средство для борьбы съ метеорологическими вліяніями и вообще—для измѣненія подъемной силы въ широкихъ предѣлахъ. Такое измѣненіе, какъ увидимъ далѣе, можетъ быть весьма полезно во многихъ отношеніяхъ.

*Инженеръ-Механикъ  
Николай Николаевичъ  
Судовъ.*

## ГЛАВА XI.

### Двигатели воздушнаго корабля.

32. Во всякомъ случаѣ для управленія воздушнымъ кораблемъ въ вертикальной и горизонтальной плоскости требуются весьма сильныя двигатели, хотя бы для того, чтобы одолѣвать быстрыя теченія атмосферы.

Хорошо, если избранные нами двигатели будутъ не только энергичны, но и еще дешевы, прочны и надежны.

Отъ электрическихъ двигателей, при настоящемъ ихъ состояніи, мы должны отказаться. Въ самомъ дѣлѣ, вотъ фактъ: послѣдній электрическій двигатель, предназначенный для лодокъ, имѣлъ батареи, вѣсившія болѣе 450 килограммовъ на одну паровую силу. Максимъ, изобрѣтатель большого аэроплана, находитъ, что пока трудно даже мечтать, чтобы вѣсъ электрическаго двигателя былъ меньше 68 килограммовъ на лошадиную силу; притомъ *запаса работы хватитъ лишь на два часа*. (Занимаюсь эти данныя изъ книжки: „Воздухоплаваніе“; редакція М. М. Поморцева 1897 г.).

Однако Ренаръ и Кребсъ въ 1884 г. достигли и съ электрическими двигателями для своего небольшого (8 м. высоты) управляемаго аэростата самостоятельной скорости въ 20 килом. въ часъ. Какой-же скорости можно достигнуть съ *большимъ* металлическимъ аэростатомъ при несравненно *большей энергіи* теперешнихъ двигателей!

33. Кромѣ электрическихъ есть еще огневые двигатели, т. е. газовые, нефтяные, паровые и т. д., но употребленіе ихъ при сгораемыхъ оболочкахъ весьма рискованно, что доказалъ недавно погибшій Вельфертъ, употребившій бензиновый двигатель для своего управляемаго аэростата изъ мягкой органической оболочки. Вѣроятно, восходящій потокъ горячихъ газовъ, выбрасываемыхъ изъ машины, достигъ струйки утекающаго изъ оболочки газа. Этого было достаточно, чтобы воспалить легкой газъ, а затѣмъ, конечно и оболочку.

Почтемъ здѣсь кстати память людей энергичныхъ, жертвовавшихъ ради достиженія истины и общаго блага, не только положеніемъ своимъ и состояніемъ, но даже и жизнью. Подобныя, хотя бы и крайне неудачные опыты, никакъ нельзя считать бесплодными, напротивъ они велики (упомяну тутъ же и о Шварцѣ), потому что служатъ основаніемъ для дальнѣйшаго

движенія впередъ по кремнистому пути истины. Блаженъ тотъ, кто послужить ей.

Что огонь при обыкновенныхъ аэростатахъ есть вещь опасная—это доказываетъ еще гибель множества первыхъ воздухоплавателей, поднимавшихся не посредствомъ легкаго газа, а черезъ подогрѣваніе воздуха, наполнявшаго ихъ аэростаты. Тутъ еще опасность меньше, потому что воспламениться можетъ лишь одна оболочка, водородъ-же не принимаетъ участія въ пожарѣ. Въ прошломъ году я самъ былъ свидѣтелемъ загорѣвшагося на высотѣ десятка сажень монгольфьера. Воздухоплаватель спасся, только благодаря расположенному ниже шара парашюту. Но могъ загорѣться легко и послѣдній...

Заодно ужъ замѣтимъ, что крайне рискованно примѣненіе огневыхъ двигателей къ *аэропланамъ*, имѣющимъ огромныя легко воспламеняемыя крылья. Электрической-же двигатель, по своей слабости, для нихъ совершенно негоденъ.

34. Возвратимся къ аэростату. Обычныя паровыя двигатели, локомотивныя и корабельныя, вѣсятъ около 100-килограммовъ на 1 метрическую силу. Однако паровой двигатель Гирама Максима, приложенный имъ къ его аэроплану (нелетавшему, впрочемъ болѣе 10 секундъ, да и то въ рамкѣ между рельсами, ибо полетъ на аэропланахъ, даже въ теоріи, не только труденъ, но и весьма опасенъ), былъ въ 20—50 разъ легче, т. е. вѣсилъ отъ 2 до 5 килограммовъ на метрическую лошадиную силу. Значитъ энергія паровыхъ двигателей Максима была разъ въ 90—225 больше, чѣмъ электрическихъ.

35. Двигатели системы Серполе могутъ быть еще легче. Кромѣ того они совершенно гарантированы отъ взрыва, потому что ихъ паровикъ состоитъ изъ толстостѣнной стальной трубки съ такимъ узкимъ каналомъ, что взрывы помѣщающейся въ ней воды не можетъ произвести сколько нибудь серьезныхъ послѣдствій. Притомъ онъ не возможенъ по толщинѣ стѣнокъ.

Сила паровыхъ двигателей турбинной системы на пароходѣ „Турбинія» (1897 г.) составляла 2.100 лошадин. силъ. Вѣсъ же ихъ съ паровымъ котломъ и всѣми приспособленіями былъ равенъ 22.000 килограммамъ. Такъ что на лошадиную силу приходился вѣсъ близкій къ 10 килограммамъ.

36. Нефтяной двигатель Пенningтона былъ въ 14 разъ сильнѣе обыкновенныхъ локомотивныхъ двигателей, т. е. на метрическую силу приходился вѣсъ въ 7 килограммовъ. Такой же энергіи былъ и паровой двигатель Ланглея, приготовленный имъ

для движенія его модели аэроплана. Вѣсъ ея былъ 10 килогр.; она летала весьма успѣшно въ теченіе 10 минутъ.

37. Мы видимъ, что всѣ эти двигатели несравненно сильнѣе (при томъ-же вѣсѣ, разумѣется) электрическихъ, но применение *огневыхъ двигателей возможно только при условіи употреблять для воздушныхъ кораблей негорючую оболочку.* Итакъ, вотъ еще преимущество металлическаго матеріала при теперешнемъ состояніи двигателей.

38. Самые энергичные и удобные въ настоящее время двигатели паровые. Недостатокъ-же ихъ тотъ, что для нихъ необходимъ большой запасъ воды для парообразованія. Воздушные-же холодильники ни на аэростатахъ съ мягкой оболочкой, ни на аэропланахъ пристраивать неловко, безъ большого увеличенія вѣса летательнаго снаряда. Но совсѣмъ другое дѣло металлическій аэростатъ. Тамъ сгущеніе пара производить въ высшей степени легко. Для этого можетъ служить вся оболочка корабля. Нѣтъ надобности ради сгущенія пропускать паръ внутрь оболочки,—вполнѣ достаточно пропускать его въ каналы желѣзныхъ обручей (см. черт. 2 и 3; CCC). Эти обручи составляютъ одно цѣлое съ оболочкой и отлично охлаждаются ею черезъ свою прекрасную теплопроводность.

39. При паровыхъ двигателяхъ, съ такимъ воздушнымъ холодильникомъ, намъ понадобится только небольшой запасъ воды и топлива. Наибольше дешевымъ и легкимъ топливомъ можетъ служить нефть. На каждую метрическую силу требуется запасъ нефти отъ  $\frac{1}{2}$  до 1 килограмма на часъ пути. Значитъ аэростатъ можетъ взять запасъ топлива на тысячеверстный путь.

Можно сжигать и легкой газъ, но тогда для сохраненія подъемной силы придется непрерывно повышать его температуру внутри оболочки. Еще лучше прямо употреблять водородъ въ газомоторахъ, но вѣроятно это придется отложить до дальнѣйшаго ихъ усовершенствованія; тогда бы можно совсѣмъ обойтись безъ запаса топлива, сожженный-же газъ долженъ быть замѣщенъ при первомъ удобномъ случаѣ, чтобы не доводить температуру оболочки до невозможной величины.

Также и нефть выгоднѣе непосредственно сжигать во взрывчатыхъ двигателяхъ. Надѣюсь, что намъ недолго остается ждать усовершенствованія газовыхъ и керосиновыхъ двигателей, пока же обратимся къ паровымъ машинамъ.

40. Если паръ сгущать въ трубчатыхъ обручахъ металлической оболочки, то температура легкаго внутренняго газа будетъ выше температуры окружающаго воздуха.

658089

Но полезно-ли это для воздушнаго корабля? Полезно, потому-что поддерживает оболочку всегда сухою и тѣмъ мѣшаетъ металлу ржавѣть; полезно, потому что высушиваетъ и расширяетъ газъ, дѣлая его болѣе легкимъ и увеличивая тѣмъ его подъемную силу.

41. Наконецъ возвышенная температура оболочки, если это повышение достаточно велико, заставляетъ таять падающій на него снѣгъ, который въ умѣренныхъ и холодныхъ странахъ, безъ этого могъ бы весьма затруднить воздухоплаваніе, побуждая аэростатъ падать и образуя иногда отъ солнечнаго нагрѣванія ледяную кору. Эта послѣдняя, при изгибахъ оболочки, можетъ служить причиною порчи ея, что особенно вѣрно относительно аэростатовъ изъ органическаго матеріала. Не оттого-ли погибъ и шаръ Андре!?

Мы даже скажемъ, что чѣмъ выше температура оболочки, тѣмъ лучше (если, конечно, она не превышаетъ 100 град.).

42. Огневые двигатели, какъ мы видѣли, могутъ быть полезны еще и въ другомъ отношеніи: регулируя внутреннюю температуру аэростата и поддерживая тѣмъ его на одной высотѣ, несмотря на неблагопріятныя метеорологическія вліянія. Въ самомъ дѣлѣ, сгущая паръ въ обручахъ оболочки и пользуясь одною и тою-же водою чрезвычайно долго, — продукты горѣнія, т. е. горячіе газы, нагрѣвающие паровикъ, мы можемъ пропускать въ томъ или другомъ количествѣ внутрь оболочки, по особой трубѣ (черт. 2, *TN*) и тѣмъ по желанію измѣнять температуру подъемнаго газа между извѣстными предѣлами.

43. То-же мы, впрочемъ, можемъ дѣлать и посредствомъ пара, выбрасывая горячіе газы наружу и нисколько ими не пользуясь для нагрѣванія водорода. Дѣйствительно, если мы будемъ паръ сгущать на поверхности оболочки, то температура газа будетъ значительно ниже, чѣмъ когда мы будемъ сгущать паръ во внутреннихъ трубахъ (черт. 2, *TN*); потому что въ первомъ случаѣ тепло пара распределяется между легкимъ газомъ и наружнымъ воздухомъ, тогда какъ во второмъ—оно цѣликомъ передается внутреннему пространству оболочки.

44. Такъ или иначе, но температуру подъемнаго газа можно мѣнять по надобности. Желая достигнуть, при паровыхъ двигателяхъ, наивышей температуры, примемъ способъ измѣненія ея посредствомъ продуктовъ горѣнія.

На черт. 2 изображенъ регуляторъ температуры *RT*; это резервуаръ, куда стекаются горячіе газы, — съ заслонкой, открывающей имъ доступъ въ черную трубу (*TN*) или въ дру-

тую, короткую трубу, через которую они выбрасываются непосредственно въ атмосферу.

Понятно какъ пользоваться регуляторомъ. Если наприм., солнце заходитъ за тучи и аэростатъ начинаетъ охлаждаться и падать, то расширя заслонкой отверстіе, ведущее черезъ внутреннюю трубу, мы тѣмъ повысимъ температуру легкаго газа и тѣмъ остановимъ охлажденіе аэростата и его паденіе. Если, наоборотъ, солнце нагрѣваетъ оболочку, — мы суживаемъ отверстіе, ведущее въ длинную трубу и расширяемъ другое, ведущее въ короткую. Черезъ это температура понижается и аэростатъ перестаетъ стремиться къ верху.

45. Конечно, заслонка можетъ служить могущественнымъ средствомъ для вертикальныхъ передвиженій аэростата, а также для весьма значительнаго измѣненія его подъемной силы.

Важное значеніе регулятора температуры состоитъ еще въ томъ, что, соблюдая равновѣсіе или сохраняя подъемную силу воздушнаго корабля равной его вѣсу, мы тѣмъ самымъ сохраняемъ неизмѣннымъ и занимаемый имъ объемъ воздуха (предполагая его неизмѣнную плотность). Стало-быть, при условіи вертикальнаго равновѣсія, объемъ оболочки отъ метеорологическихъ вліяній не будетъ колебаться, т. е. и самая оболочка не должна изгибаться. Такое обстоятельство полезно для ея цѣлости.

46. Изъ всего предыдущаго выводъ: аэростатъ долженъ имѣть продолговатую и плавную въ горизонтальному направленію форму; наиболее выгодный матеріалъ для воздушнаго корабля металлическій; ничего невозможнаго въ этой идеѣ нѣтъ; металлическій аэростатъ позволитъ намъ употребить и наиболее выгодные и энергичные двигатели — паровые или взрывчатые: эти въ свою очередь, черезъ подогрѣваніе поднимающаго корабль газа, дадутъ наилучшій способъ борьбы съ метеорологическими вліяніями, нарушающими равновѣсіе аэростата въ отвѣсному направленію; управленіе температурой можетъ служить также для поднятія и опусканія корабля и для измѣненія его подъемной силы по надобности.

## ГЛАВА XII.

### Проектъ воздушнаго корабля на 200 человѣкъ, длиною въ большой океанскій пароходъ.

47. Разсмотримъ теперь нѣкоторыя подробности устройства металлическаго аэростата, а вмѣстѣ съ тѣмъ и проектъ его на 200 человѣкъ пассажировъ.

Замѣтимъ, что газомѣстилище аэростата должно имѣть возможность измѣнять свой объемъ безъ вреда для своей цѣлости.

Дѣйствительно, мы видѣли, что метеорологическія вліянія то нагрѣваютъ аэростатъ, то охлаждають, что конечно должно сопровождаться измѣненіемъ объема газа и формы оболочки.

Тѣ-же вліянія измѣняютъ давленіе и температуру воздуха, что также сопровождается измѣненіемъ объема газомѣстилища; особенно это измѣненіе велико при поднятіяхъ и опусканіяхъ аэростата.

Предполагаемое устройство аэростата имѣетъ въ виду эти практическія условія его существованія.

Мы не имѣли, кажется, случая упоминать, что ни измѣненіе барометрическаго давленія, ни одновременное и равное измѣненіе температуры вѣн и внутри оболочки, ни высота аэростата надъ уровнемъ моря—никогда не могутъ нарушить величину его подъемной силы, если только оболочка аэростата свободно раздается подъ напоромъ газа.

Положимъ напр., что воздушный корабль поднялся на высоту, гдѣ давленіе воздуха вдвое меньше. Тамъ воздухъ вдвое легче и потому подъемная сила его будетъ вдвое меньше; но такъ какъ, отъ уменьшенія давленія, оболочка теперь вытѣсняетъ вдвое большій объемъ воздуха (потому что водородъ расширился вдвое), то и подъемная сила воздушнаго корабля въ общемъ не измѣнилась. Если-бы не было измѣненія высоты, а было бы только измѣненіе давленія, то, конечно, результатъ былъ бы тотъ-же.

Положимъ еще, что температура понизилась, отъ чего воздухъ уплотнился вдвое, точно также и легкой газъ сталъ занимать вдвое меньше мѣста. Разумѣется и тутъ подъемная сила корабля въ общемъ не нарушилась, потому что отъ уплотненія

атмосферы она увеличилась вдвое, а отъ уменьшенія объема водорода уменьшилась во столько-же разъ.

Также постоянна подъемная сила, если существуетъ разница между температурой воздуха и легкаго газа, но если разница эта пропорціональна *абсолютной температурѣ* воздуха. Абсолютная температура есть обыкновенная температура, увеличенная на 273 градуса. Вотъ напр. обыкновенныя температуры воздуха: 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40°; а вотъ соотвѣтствующія абсолютныя температуры:

273, 278, 283, 288, 293, 298, 303, 308, 313;

Предполагая, при нулевой температурѣ воздуха, 10 градусовъ внутри оболочки, получимъ слѣдующія разности между температурами внѣ и внутри, при которыхъ подъемная сила корабля не измѣняется, не смотря на измѣненіе температуры воздуха отъ 0° до 40°.

10, 10<sub>,2</sub>, 10<sub>,4</sub>, 10<sub>,6</sub>, 10<sub>,7</sub>, 10<sub>,9</sub>, 11<sub>,1</sub>, 11<sub>,3</sub>, 11<sub>,5</sub>°.

Отсюда видимъ приблизительный законъ: когда разность температуръ не велика и постоянна, то также постоянна и подъемная сила газа.

48, Чертежъ 1-ый изображаетъ аэростатъ изъ волнистой жести, длиною въ большой морской пароходъ. Чертежъ пропорціональный, т.-е. части корабля изображены въ одномъ масштабѣ ( $\frac{1}{1000}$ ), или уменьшены въ одинаковое число разъ (въ 1000 разъ). Каждый миллиметръ чертежа соотвѣтствуетъ одному метру оригинала.

Мы видимъ тутъ ладью (N), съ окнами и дверями,—восемь гребныхъ винтовъ, руль (L), въ родѣ пароходнаго,—вертикальныя желѣзныя цѣпи, на которыхъ держится ладья;—сравнительно громадную оболочку съ легкимъ газомъ и, наконецъ,—два наклонныхъ, почти горизонтальныхъ тѣжа, препятствующихъ ладѣ раскачиваться.

*Въ другихъ чертежахъ не соблюдена пропорціональность съ тѣмъ, чтобы на нихъ можно было видѣть мелкія части съ такимъ же удобствомъ, какъ и крупныя.*

49. Черт 2-ой представляетъ продольное отвѣсное сѣченіе воздушнаго корабля и проекцію (какъ-бы тѣнь) его важнѣйшихъ частей на эту плоскость.

ЕО суть полосы желѣзной оболочки, покрытыя волнами. Эти полосы, а также и волны на нихъ (гребни ихъ) идутъ по окружности поперечнаго сѣченія аэростаты (черт. 3). Вся поверхность оболочки, кромѣ концовъ ея (ЕІ и ТN), можетъ быть сплошь покрыта волнами; въ общемъ-же полосы волнистой жести чередуются съ полосами гладкой металлической поверхности (ЕІ).

50. Если разрѣжемъ волнистую полосу поперекъ или по направленію длины аэростата, то получимъ волнистую линію, изображенную въ естественную величину на чертежѣ 4-омъ. Впрочемъ, это наиболѣе крутыя волны среднихъ боковыхъ частей оболочки: выше и ниже ихъ, а также къ концамъ ея онѣ положе.

Назначеніе волнъ—дать возможность оболочкѣ растягиваться и сжиматься по направленію продольной ея оси, что бываетъ, когда оболочка нѣсколько свертывается или развертывается (черт. 3), т. е. когда газъ сжимается или расширяется.

Расширяется-же и сжимается онѣ отъ многихъ причинъ; напр. когда воздушный корабль поднимается, когда мѣняется барометрическое давленіе, когда измѣняется температура, когда нужно уменьшить или увеличить подъемную силу аэростата и т. д. У меня имѣется модель, показывающая зависимость между измѣненіемъ объема газа и продольнымъ растяженіемъ волнистой оболочки.

51. Потребность измѣнять объемъ, а слѣдовательно и форму, есть насущная потребность аэростата, безъ которой практической аэростатъ не мыслимъ; притомъ онѣ долженъ это дѣлать безъ вреда для своей прочности и безъ образованія складокъ, могущихъ помѣшать его поступательному движенію. Высота волнъ такъ мала (черт. 4), что изгибаніе оболочки, по окружности сѣченія, совсѣмъ не опасно, принимая во вниманіе еще и громадность этой окружности (отъ 10 до 30 метровъ въ діаметрѣ)

52. Вы можете видѣть у меня листъ волнистой жести въ  $1\frac{1}{2}$  метра длины. Онѣ сдѣланъ изъ бѣлой лампочной жести такой-же толщины, какъ оболочка предлагаемаго аэростата; волны этого листа равны наибольшимъ волнамъ оболочки; опыты съ изгибаніемъ его (какъ изгибается натуральная волнистая поверхность аэростата), показываютъ, что степень изгибанія болѣе чѣмъ достаточна.

53. По направленію гребней волнъ (черт. 3 и 2), на раз-

стоянии полуметра другъ отъ друга, идутъ трубчатые обручи (ССС), составляющіе одно цѣлое съ оболочкой; въ ихъ каналахъ мы можемъ паръ обращать въ воду. Въ такомъ случаѣ ихъ пустоты соединяются общей, постепенно расширяющейся трубой (не изображенной на чертежѣ), въ расширеніе которой и пропускается водяной паръ. Отсюда-же выкачивается воздухъ и вода, нагнетаемая снова въ паровики.

Толщина сплошныхъ обручей близка къ 7 м. м, т-е. болѣе толщины карандаша; трубчатые обручи нѣсколько толще, въ зависимости отъ величины ихъ канала.

54. Обручи представляютъ часть скелета (какъ бы ребра) оболочки. ВМ. ВМ. суть еще болѣе массивныя ея части (какъ бы хребетъ) съ которыми сцѣпляются концы обручей (черт. 2 и 3). Чертежъ 5-ый показываетъ какъ именно происходитъ это сцѣпленіе. На черт. 2-омъ большая часть оболочки снята и потому видны двѣ толстыя деревянные полосы (ВМ), идущія сверху и снизу, изъ конца въ конецъ аэростата.

Устроенныя изъ отборныхъ кусковъ дерева, соединенныхъ сталью, онѣ должны быть снаружи пропитаны несгораемымъ составомъ и сверхъ того предохранены легкой металлической броней.

Понятно, что дерево можетъ быть замѣнено трубчатымъ алюминіемъ.

Во всякомъ случаѣ концы обручей должны быть соединены между собою металлическими звеньями, такъ чтобы, въ случаѣ устраненія дерева, обѣ половины оболочки не могли раздѣлиться и моментально выпустить весь легкій газъ

55. Сцѣпленіе нижней деревянной полосы составляетъ 100 кв. сант., напр 10×10; верхняя полоса вдвое толще.

Какъ видно изъ чертежа 5, соединеніе двухъ боковыхъ половинокъ оболочки, съ верхней и нижней продольной полосой, не настолько плотно, чтобы газъ не могъ быстрой и тонкой струей уходить изъ газомѣстилища. Для устраненія этой потери, части ВМ (черт. 2, 3 и 5) прикрываются мягкими, мало-проницаемыми газомъ лентами, какъ это изображено на чертежѣ 6. Сравнительно съ чертежами 5 и 3, въ тутъ замѣчаете прибавку въ видѣ двухъ надутыхъ дугою тонкихъ поверхностей; надуты онѣ силою газа, прошедшаго черезъ щели у краевъ оболочки.

Льняныя или шелковыя ленты, пропитанныя резиной, могутъ быть замѣнены и тонкими металлическими полосами

56 *ТС* суть вертикальныя цѣпи-стержни, соединяющіе верхнюю массивную полосу (*ВМ*) съ ладьей (*N*). Толщина ихъ 3,2 сантиметра, а число—32. Разстояніе ихъ другъ отъ друга—4 метра.

Изъ чертежа 2 и 3-го можно судить о формѣ оболочки. Сѣченіе ея довольно округло, если не считать верхняго вдавленія (*ВМ*), зависящаго отъ способа прикрѣпленія цѣпей. Вдавленіе это образуетъ сверху аэростата продольную борозду, бѣгущую изъ одного его конца въ другой. Получается она оттого, что тяжесть ладьи передается одной верхней массивной полосѣ, нисколько не налегая на нижнюю такъ какъ цѣпи свободно проходятъ черезъ нее. Однако газъ не просачивается черезъ промежутки нижней полосы, потому что цѣпи (см. черт. 7) тамъ проходятъ черезъ муфты съ набивкой, или сальники. Просачиваніе, какъ тутъ, такъ и черезъ мягкія полосы, прикрывающія мѣста соединенія половинъ оболочки, во всякомъ случаѣ незначительно, тѣмъ болѣе, что эти полосы мы можемъ сдѣлать весьма толстыми и сложной конструкціи.

57. Чтобы понять выгоду нашего способа укрѣпленія цѣпей, надо сказать нѣсколько словъ объ устойчивости продольной оси аэростата. Положимъ, что ось наклонилась; тогда одинъ изъ концовъ аэростата опустится и слѣдовательно погрузится въ болѣе глубокіе слои атмосферы, гдѣ давленіе и сжатіе воздуха больше. Результатомъ этого является то, что легкій газъ, будучи въ низшихъ частяхъ оболочки болѣе сдвляенъ, устремляется въ высшія ея части, отчего онѣ раздуваются, подъемная сила ихъ увеличивается и онѣ заставляютъ аэростатъ страшно наклониться, даже до разрыва верхнихъ частей.

Правда наклоненію этому препятствуетъ тяжесть ладьи; но для длинныхъ аэростатовъ, каковы управляемые, эта возстановляющая сила сравнительно не велика.

Понятно, чѣмъ сильнѣе давленіе газа внутри оболочки, чѣмъ она полнѣе—надутѣе, тѣмъ менѣе будетъ нарушаться горизонтальное равновѣсіе продольной оси аэростата, потому что тѣмъ менѣе ему останется возможности раздуться. При умѣренной его продолговатости, достаточномъ наполненіи и напряженіи газа, тяжесть ладьи дѣлаетъ горизонтальность продольной оси даже совсѣмъ устойчивой. Вотъ чтобы достичь этого достаточнаго наполненія оболочки и напряженія газа, и придумано мною прикрѣпленіе цѣпей къ верхней массивной полосѣ. Замѣтимъ, что части цѣпей, свободно проходящія черезъ

нижнюю полосу (ВМ), въ этомъ свободномъ, напряженномъ состояніи, привинчиваются или другимъ способомъ соединяются съ нею (или ея муфтами) накрѣпко. Такъ что, какъ бы ни было мало газу въ оболочкѣ (не менѣе одного  $\frac{1}{2}$  наибольшаго возможнаго его количества), приподнятый конецъ аэростата не можетъ сильно раздуться, благодаря привинченнымъ снизу цѣпямъ, сдерживающимъ это стремленіе. Оболочка, благодаря привинчиванію, какъ бы всегда полна, независимо отъ количества содержащагося въ ней газа. Потому-то такое устройство и вызываетъ наибольшую устойчивость въ направленіи продольной оси. Кромѣ того, оно можетъ служить, безъ нарушенія горизонтальности воздушнаго корабля, для поднятія его на высоту нѣсколькихъ верствъ. Только цѣпи, во время поднятія и расширенія газа, должны отвинчиваться и, съ помощію особаго механизма, симметрично, т.-е. равномерно съ обоихъ концовъ оболочки, проскальзывать черезъ нижнюю массивную полосу.

59. Форма *продольныхъ сѣченій* оболочки (черт. 2) или форма линий, идущихъ вдоль аэростата изъ одного его конца въ другой, есть приблизительно *дуга окружности*. Однако она можетъ быть и кривой совсѣмъ другого рода, если это окажется выгоднымъ для воздушнаго корабля. Я хочу сказать, что форма *продольнаго сѣченія* оболочки *зависитъ отъ ея строителей*, тогда какъ форма поперечныхъ сѣченій (черт. 3), при указанномъ укрѣпленіи цѣпей, образуется сама собой, естественнымъ порядкомъ, благодаря достаточной для того гибкости металлической поверхности. *Форма эта не выдуманна мной*; она найдена опытнымъ путемъ: я изслѣдовалъ форму мѣшковой съ воздухомъ, погруженныхъ въ воду. Теорія показываетъ, что явленія, происходящія при этомъ, подобны соответствующимъ явленіемъ въ атмосферѣ. Я также употреблялъ другой опытный методъ для опредѣленія формы сѣченій оболочки, при разныхъ мѣстахъ укрѣпленія груза (или цѣпи) и при разной степени наполненія газомъ (см. „Аэростатъ“; Цюлковскій).

60, Чтобы знать объемъ вытѣсняемаго аэростатомъ воздуха, мы узнаемъ сначала объемъ заключающаго его прямоугольнаго ящика; для этого, конечно, мы должны перемножить три числа, выражающія его длину, ширину и высоту. Въ приращеніи къ нашему аэростату (см. 85) получимъ:

$210 \times 32\frac{1}{2} \times 25\frac{1}{2} = 174.037$  кубическихъ метровъ. Но объемъ оболочки, касательной къ ящику, раза въ  $2\frac{1}{2}$  меньше. Такимъ образомъ найдемъ только 71.384 куб. метра.

61. При этомъ объемѣ, оболочка можетъ вмѣстить, въ крайности, еще  $\frac{1}{10}$  наполняющаго ее газа. Значитъ онъ можетъ, напр. при поднятіи воздушнаго корабля, расшириться на  $\frac{1}{10}$ . Однако, безъ вреда для цѣлости оболочки, газъ можетъ расшириться лишь на  $\frac{1}{20}$  первоначальной величины, что позволяеть подняться аэростату на 400 метровъ.

62. Умѣя вычислять объемъ легкаго газа, съумѣемъ опредѣлить и его подъемную силу (по 19). Въ самомъ дѣлѣ, такъ какъ, при среднихъ условіяхъ, кубич. метръ водорода обладаетъ подъемною силою въ 1,2 килограмма, то весь нашъ водородъ подыметъ около 85.660 килогр. Это подъемная сила аэростата за вычетомъ вѣса водорода. Лучше опредѣлять полную подъемную силу корабля т.-е. подъемную силу воздуха; для нея получимъ нѣсколько болѣе, именно: 92.552 килограмма (см. 19).

Если положить, что излишняя подъемная сила аэростата составляетъ только  $\frac{1}{7}$  полной подъемной его силы, а человѣкъ вѣситъ 70 килогр., то и этой седьмой доли будетъ достаточно для поднятія 189 человѣкъ.

63. Многіе сомнѣваются также въ возможности поднятія тяжелой металлической оболочки, да еще и съ толстыми обручами. Хотя теперь (да и раньше) это поднятіе неоспоримый фактъ (см. 25), однако убѣдимся въ его вѣрности сами собственными расчетами, не бесполезными для размышляющихъ.

Поверхность оболочки можемъ получить приблизительно, умноживъ на два площадь прямоугольника одной длины и высоты съ оболочкой. Чтобы получить величину болѣе вѣрную, умножимъ полученное произведеніе на нѣкоторое поправочное число, зависящее отъ формы аэростата. Оно близко къ  $1\frac{3}{10}$ . И такъ получимъ 13.863 кв. метра. Тутъ приняты въ расчетъ еще волны поверхности и спайка ( $\frac{1}{20}$ ).

64. Возьмемъ листъ самой употребительной бѣлой жести, свѣшаемъ его и узнаемъ площадь. Тогда увидимъ, что на 1 кв. метръ нужно 7 такихъ листовъ. Вѣсъ ихъ составитъ около 2,3 килограмма (6 фунтовъ). Примемъ эту жечь для примѣрнаго построенія оболочки.

65. На основаніи 53, на каждый квадрат. метръ ея поверхности приходится еще 2 метра обручей, съ круглымъ сѣченіемъ толщиною въ 7 мм.; метръ этого обруча вѣситъ около 0,27 килограмма; такъ что квадрат. метръ оболочки, съ двумя обручами, будетъ вѣситъ 2,84 килогр. Значитъ вѣсъ всей оболочки будетъ близокъ къ 38.371 килограмму, что составитъ значительно менѣе половины всей подъемной силы аэростата.

66. Если бы сдѣлать его оболочку изъ алюминія той-же толщины, то вѣсъ ея съ обручами былъ бы втрое менѣе и составилъ бы лишь  $\frac{1}{7}$  подъемной силы корабля, между тѣмъ, какъ вѣсъ большого парохода составляетъ отъ  $\frac{1}{3}$  до  $\frac{1}{2}$  его подъемной силы.

67. Теперь, пожалуй, скажутъ, что аэростаты предлагаемой величины невозможны по своимъ размѣрамъ. Главное затрудненіе въ высотѣ. На это мы возразимъ, что привязный аэростатъ Жиффара имѣлъ въ высоту 40 метровъ, т.-е. чуть не вдвое болѣе высоты моего аэростата. Металлическія оболочки не уступаютъ въ крѣпости органическимъ. Главное сопротивленіе разрыву въ сѣткѣ, т.-е. въ веревкахъ. Неужели веревки сравниваются съ лучшимъ металлическимъ матеріаломъ! Всякій знаетъ силу сопротивленія и долговѣчность проволочныхъ канатовъ. Органическая веревочная сѣтка обыкновенныхъ аэростатовъ, будучи подвержена влагѣ и легко загнивая снаружи и внутри, крайне быстро становится совершенно негодной (и опасной) въ отношеніи своей прочности. Вѣдь обыкновенный-то аэростатъ пролетитъ 5 часовъ въ прекрасную погоду, да и лежитъ затѣмъ цѣлые мѣсяцы въ сухомъ мѣстѣ. Куда-же онъ годится, если примѣнять его зимой и лѣтомъ, во всякую погоду, безъ отдыха!

68. Алюминіевый аэростатъ Эхварца (25) былъ лишь вдвое ниже моего, но, конечно, совсѣмъ не потому, чтобы его нельзя было сдѣлать больше.

Управляемый органическій аэростатъ Дююи-де-Лома имѣлъ въ высоту около 15 метровъ; аэростатъ Андре—болѣе 20 м.

69. *G* есть отвѣсный руль; онъ расположенъ въ передней, или носовой части корабля. Его поверхность составляетъ 72 кв. метра, т.-е. около  $\frac{1}{60}$  площади *продольнаго* сѣченія, что близко къ такому-же отношенію у океанскихъ пароходовъ.

Чтобы понять дѣйствіе руля, помните, что воздушный потокъ, каково бы ни было его направленіе, всегда дѣйствуетъ почти перпендикулярно къ плоскости руля. Понятно, что при расположеніи ея по направленію длины аэростата, или по направленію его движенія, встрѣчный воздушный потокъ не оказываетъ на руль никакого вліянія, если не считать тренія. При уклоненіи же руля отъ этого направленія, сейчасъ рождается сила, толкающая носовую часть корабля вправо или влѣво, смотря по роду уклоненія. Результатомъ этого, конечно, является движеніе воздушнаго корабля въ другомъ направленіи.

Впослѣдствіи (166) мы выяснимъ, что дѣйствіе руля нисколько не зависитъ отъ вліянія вѣтра: аэростатъ уклоняется по тому-же закону, какъ и при покойномъ состояніи атмосферы.

70. *М*—двигатели и гребные винты. Подобно пароходнымъ, гребные винты могутъ быть двухъ-лопастные и много-лопастные. Для воздушнаго корабля выгоднѣе двухъ-лопастные, потому что эти винты проще, между тѣмъ какъ полезное ихъ дѣйствіе то-же. Для морскихъ пароходовъ употребляютъ чаще трехъ и четырехъ-лопастные винты, ради равномерности ихъ дѣйствія, потому что винты съ двумя лопастями, при сильномъ волненіи, иногда выходятъ наружу и страшно встряхиваютъ пароходъ. Такая опасность не грозитъ дѣйствию ихъ въ воздухѣ.

Винтъ служитъ причиною поступательнаго движенія корабля. Понять это не трудно. Если-бы мы раздѣлили какую-нибудь винтовую поверхность промежутками, то получили бы подобіе пароходнаго винта. На основаніи этого, очевидно, при его вращеніи, онъ долженъ врѣзываться въ ту среду, въ которой вращается и тянуть за собой предметъ, съ которымъ онъ соединенъ (аэростатъ).

Поверхность каждаго винта равняется 5 квадр. метрамъ, а всѣхъ восьми—40 метрамъ, что составитъ около  $\frac{1}{15}$  площади средняго поперечнаго сѣченія аэростата. Длина двухъ лопастей, или діаметръ описываемаго ими круга равенъ 5 метрамъ; разстояніе восьми винтовъ другъ отъ друга—не менѣе 16 метр. Сумма площадей винтовыхъ круговъ (діаметръ каждаго равенъ 5 м.) составляетъ 160 кв. м., т. е. отношеніе ея къ площади поперечнаго сѣченія оболочки такое-же, какъ у водныхъ кораблей.

71. Винты могутъ быть сдѣланы менѣе экономно въ отношеніи матеріала (массивнѣе), чѣмъ руль, потому что, при употребленіи паровыхъ двигателей винты эти при нѣкоторой массивности могутъ замѣнить и маховыя колеса. Между тѣмъ какъ при газовыхъ или нефтяныхъ двигателяхъ, четырехъ-тактныхъ (одно усиліе на 4 хода), безъ весьма тяжелыхъ маховиковъ или винтовъ обойтись было бы трудно, потому что дѣйствіе ихъ было-бы весьма неравномѣрно (паровые цилиндры при каждомъ ходѣ поршня даютъ правильную работу).

72. На 8 двигателей съ гребными винтами я отдѣляю вѣсъ въ 10.000 килограммовъ. Сила ихъ будетъ зависѣть отъ принятой ихъ системы. Такъ, принимая энергію обычныхъ локомотивныхъ двигателей, получимъ 100 метрическихъ лошадей. Принимая-же энергію машинъ торпедныхъ лодокъ—пайдемъ 300

метрическихъ силъ. Наконецъ, паровые двигатели системы Гирама Максима дали-бы отъ 2.000 до 5.000 метрическихъ силъ. И то вѣсь этихъ машинъ составитъ менѣе  $\frac{1}{3}$  полной подъемной силы, аэростата. Нефтяной двигатель тоже могъ бы дать до 1.400 метрическихъ лошадей (см. 34, 35 и 36).

73. Приведу тутъ кстатѣ нѣкоторыя утѣшительныя соображенія объ управляемости воздушнаго корабля.

Чтобы узнать площадь главнаго поперечнаго сѣченія оболочки, надо, разумѣется, произведеніе изъ ширины и высоты его раздѣлить на число, немного отличающееся отъ единицы и зависящее отъ степени уклоненія формы сѣченія сравнительно съ формою охватывающаго его прямоугольника. Площадь послѣдняго равна  $32\frac{1}{2} \times 25\frac{1}{5} = 829$ ; дѣлитель же близокъ къ  $1\frac{1}{3}$ ; такъ что получимъ въ среднемъ 621 квадрат. метръ.

Благодаря остротѣ и плавности оболочки, сопротивленіе ея не равно сопротивленію площади въ 621 кв. м., двигающейся со скоростію аэростата; оно меньше по крайней мѣрѣ въ 25 разъ, такъ что оно будетъ соответствовать площади въ 25 квадратныхъ метровъ ( $621:25=25$ ), или квадрату въ 5 метровъ высоты и ширины.

Опыты съ маленькими и не очень острыми моделями формы аэростата, при движеніи съ небольшою скоростію, дали уменьшеніе сопротивленія воздуха въ 10 разъ. Но другіе опыты показываютъ, что съ увеличеніемъ размѣровъ модели и скорости движенія сопротивленіе уменьшается все болѣе и болѣе значительно. Для хорошихъ корабельныхъ формъ (въ водѣ) оно доходитъ уже до 50. Мы же приняли для воздуха вдвое менѣе (157).

Итакъ, сопротивленіе оболочки мы приравняли сопротивленію нормально движущагося квадрата къ 25 квадрат. метровъ. Для движенія въ воздухѣ этихъ 25 квадратныхъ метровъ у насъ имѣется въ распоряженіи отъ 100 до 5.000 метрическихъ лошадиныхъ силъ. А такъ какъ одна метрическая лошадь даетъ работу не меньшую работы 20 дюжихъ работниковъ, то для одолѣнія встрѣчнаго воздушнаго потока мы будемъ имѣть отъ 2.000 до 100.000 человекъ рабочихъ; на каждого изъ нихъ придется поверхность сопротивленія отъ  $\frac{1}{80}$  до  $\frac{1}{4000}$  квадрат. метра, т. е. отъ 125 до  $2\frac{1}{2}$  кв. сантиметровъ. Это близко къ площадямъ въ одну ладонь руки и въ одинъ ноготь большого пальца. Неужели силы рабочаго не хватитъ для одолѣнія такихъ малыхъ препятствій!

74. Изъ чертежа 2 и 8 вы видите устройство ладьи, т. е.

помѣщенія для людей, грузовъ и двигателей. Нѣтъ надобности послѣднимъ имѣть опору въ ладѣ и тѣмъ утяжелять ея основаніе и ея цѣпи. Напротивъ, самое лучшее, если двигатели или ихъ рамы висятъ на главныхъ вертикальныхъ стержняхъ-цѣпяхъ (*ТС*). Для этого 8 цѣпей, соответствующихъ восьми двигателямъ, должны быть потолще и должны имѣть болѣе обширную опору въ верхней массивной полосѣ (черт. 2, *ВМ*).

75. Каждая изъ 32 главныхъ цѣпей (*ТС*) раздваивается (черт. 8) и правыя ихъ вѣтви даютъ начало правой половинѣ ладьи, а лѣвыя—лѣвой. Какъ съ той, такъ и съ другой стороны смежныя вѣтви соединяются параболическими цѣпями (черт. 2 и 8, *СП*), которыя, какъ видно изъ чертежей, образуютъ систему маленькихъ цѣпныхъ мостовъ, составляющихъ скелетъ ладьи.

76. Болѣе легкую и въ то-же время прочную конструкцію ладьи придумать невозможно. Дѣйствительно и цѣпные мѣсты самые легчайшіе изъ всѣхъ, въ особенности если не считать опорныхъ башенъ, въ которыхъ наша ладья и не нуждается.

77. Всѣ цѣпи ладьи состоятъ изъ немногихъ длинныхъ звеньевъ; мѣста соединенія ихъ обозначены на чертежѣ 8 кружечками. Толщина параболическихъ цѣпей—2 сант.; толщина отвѣсныхъ боковыхъ цѣпей равна 8 мм. Бока ладьи, кромѣ того, ограждены деревянными горизонтальными перилами. Ладья закрыта внизу—поломъ, вверху—легкой волнистой крышей, а съ боковъ, непроницаемой для влаги и вѣтра парусиной, кожей или чѣмъ нибудь подобнымъ. Все сгораемое въ оболочкѣ и ладѣ должно быть покрыто несгораемымъ составомъ и даже, по возможности, замѣнено металломъ.

Двери (*P*) должны состоять изъ рамъ съ металлической сѣткой, прикрытой легкой оболочкой. Окна (*T*)—то-же, только оболочка должна быть прозрачна; можетъ годиться слюда или тонкое стекло въ мелко́мъ переплетѣ. Замѣтимъ, что даже въ открытыя двери и окна никогда не дуетъ вѣтеръ, потому что кажущееся его направленіе, во время путешествія аэростата, всегда совпадаетъ съ направленіемъ его движенія, т. е. съ направленіемъ ладьи.

78. *ТВ* есть блестящая металлическая труба, собирающая продукты горѣнія въ регуляторъ температуры (*RT*). Блестящей она дѣлается для наименьшей потери тепла черезъ лучеиспусканіе. Такая-же труба, только болѣе тонкая, должна быть для собранія пара изъ моторовъ и отправки его въ охлаждающіе

обручи оболочки. По своему назначенію, труба эта должна состоять изъ двухъ длинныхъ и параллельныхъ частей. Одна проходитъ близъ двигателей, другая близъ обручей. На чертежѣ труба не изображена.

Температура продуктовъ горѣнія равна 300—400 градус. Температура же пара вдвое, втрое ниже.

79. *Безъ черной трубы*, внутри азростата, куда относятся горячіе газы, можно, пожалуй и обойтись и вотъ какимъ образомъ.

Вообще оболочка дѣлается блестящей снаружи и внутри ради наименьшаго нагрѣванія ея солнцемъ и наименьшей потери тепла искусственно нагрѣтаго газа. Но мы можемъ соблюсти это только для верхней половины оболочки, наиболѣе подверженной дѣйствию солнечныхъ лучей; для сгущенія же пара довольно одной нижней половины, да и ея много; съ нею мы распорядимся такъ: пусть правая часть нижней половины внутри черна, а снаружи блестяща, — а лѣвая, наоборотъ, изнутри блестяща, а снаружи черна. Охлаждая паръ оболочкой, блестящей снаружи, мы получимъ нагрѣваніе легкаго газа гораздо болѣе значительнымъ, чѣмъ при сгущенія пара съ помощію оболочки, снаружи черной, потому что въ этомъ послѣднемъ случаѣ большая половина тепла пара будетъ уходить наружу, мало нагрѣвая внутренность азростата блестящей стороной холодильника (для пара холодильникъ, для газа—нагрѣватель).

Ясно, что мы можемъ измѣнять температуру между извѣстными предѣлами. Это важное упрощеніе устройства воздушнаго корабля, хотя предѣлы температурныхъ колебаній должны уменьшиться.

*ТТ* означаетъ механизмъ, размыкающій или соединяющій, по мѣрѣ надобности, нижнюю массивную полосу оболочки съ главными цѣпями (*ТС*). Устройство его можетъ быть весьма разнообразно.

*Р* есть багажная телѣжка, или другой подобный приборъ, регулирующий передвиженіемъ массы горизонтальность ладьи.

Чтобы не имѣть на воздушномъ кораблѣ бесполезной тяжести, легкая и узкая телѣжка наполняется багажемъ, или другимъ необходимымъ для азростата грузомъ.

80. *GH*—есть рулевой регуляторъ горизонтальности ладьи, устроенный и дѣйствующій на подобіе птичьяго хвоста. (чертежи 2 и 3).

Размѣщеніе пассажировъ, двигателей и прочаго въ ладѣ

должно способствовать ея горизонтальности; перекачиваніе багажной телѣжки окончательно и довольно строго устанавливаетъ эту горизонтальность въ случаѣ не очень быстрыхъ и значительныхъ ея нарушенийъ. Для того-же какъ и телѣжка, хотя и въ сильнѣйшей степени, служить двойной горизонтальный руль (черт. 2 и 3, *GH*) съ его автоматическимъ регуляторомъ (черт. 9). Онъ имѣетъ динамо машину (*A*), дающую токъ *постояннаго* направленія и приводимую въ дѣйствіе однимъ изъ ближайшихъ двигателей воздушнаго корабля. Постоянный электрический токъ, даваемый ею, проходитъ черезъ особый аппаратъ *B* (родъ коромысла рычажныхъ вѣсовъ), который мѣняетъ его направленіе каждый разъ, когда ладья уклоняется отъ горизонта въ обратную сторону сравнительно съ предыдущимъ уклоненіемъ. Когда корма выше, чѣмъ слѣдуетъ для горизонтальности ладьи, то токъ идетъ, допустимъ положительный, когда корма ниже — отрицательный, т. е. направленіе тока мѣняется, что можно видѣть, разсматривая внимательно нашъ чертежъ.

81. Кромѣ того отвѣтвленіе постоянного тока (не видное на чертежѣ) изъ первой динамо идетъ въ электромагниты второй динамо (*C*) и дѣлаетъ ихъ полярность постоянной. Потому то первый токъ, измѣняя въ якоряхъ второй динамо полярность, заставляетъ ось, на которой они насажены, вращаться то въ ту, то въ другую сторону.

На этой самой оси мы видимъ еще шестерню, которая сцепляется съ неполнымъ зубчатымъ колесомъ (секторомъ) *D* большого діаметра. Дуга сектора то подымается, то опускается, смотря потому, куда вертится шестерня. На горизонтальной оси *E*, проходящей черезъ центръ дуги сектора, по обѣимъ сторонамъ ладьи, укрѣплены два горизонтальныхъ руля. Когда ладья горизонтальна, электрическаго тока нѣтъ и рули также горизонтальны; но малѣйшее поднятіе кормы порождаетъ положительный токъ, отъ чего вторая динамо (*C*) приходитъ въ дѣйствіе и быстро *подымаетъ* рули; давленіе на нихъ встрѣчнаго воздушнаго потока (регуляторъ работаетъ только во время самостоятельнаго движенія аэростата) тотчасъ же опускаетъ корму до горизонтальности ладьи, а слѣдовательно и до прекращенія тока.

Случайное или намѣренное опусканіе кормы обязательно мѣняетъ токъ на отрицательный и вторая динамо (*C*) вращается въ обратную сторону, куда движется и зубчатый секторъ, который этимъ *опускаетъ* рули, отъ чего встрѣчный вѣтеръ уже подымаетъ корму до ея горизонтальности и прекращенія электри-

ческаго тока. Однимъ словомъ, всякое уклоненіе ладьи отъ горизонта тотчасъ возстановляется регуляторомъ.

82. Сосудъ *H* съ водою и качающейся въ ней пластинкой наглядно показываетъ, какъ устраняется излишекъ колебаній коромысла *B* съ его изолированными другъ отъ друга шариками.

Приборъ *FF*, на томъ-же чертежѣ, назначается для того, чтобы предупреждать управляющихъ аэростатомъ объ сильномъ однообразномъ уклоненіи рулей, тормозящихъ движеніе воздушнаго корабля.

Въ такомъ случаѣ, по автоматическому указателю (въ прорѣзѣ выдвигается стрѣлка съ тѣмъ или другимъ направленіемъ), грузовая телѣжка передвигается вправо или влѣво (согласно показанію стрѣлки) до тѣхъ поръ, пока знаки торможенія, т.-е. усиленнаго и невольнаго наклоненія рулей (*E*), не исчезнуть.

Перемѣщеніемъ центра тяжести коромысла можно держать ладью, а значить и аэростатъ, въ одномъ и томъ-же наклонномъ положеніи, которое будетъ строго соблюдаться регуляторомъ (если такое наклонное положеніе нужно).

Регуляторъ горизонтальности позволитъ дѣлать оболочку тѣмъ болѣе продолговатой, чѣмъ онъ сильнѣе, или чѣмъ больше поверхность рулей и чѣмъ больше поворачивающая ихъ сила. Чѣмъ быстрѣе самостоятельное движеніе аэростата и больше его размѣры, тѣмъ выгоднѣе ему придавать продолговатую форму (до извѣстнаго предѣла, все-таки).

83. По формулѣ Ланглея найдемъ, что нормальное давленіе на руль, при уклоненіи его отъ горизонта на 35 град., составляетъ около 0,86 того давленія, которое получается при движеніи воздуха съ тою-же скоростію и при наклоненіи руля на 90 градусовъ.

Если поверхность рулей будетъ 144 кв. метра ( $72 \times 2$ ), самостоятельная скорость аэростата 15 метровъ въ секунду (отъ естественнаго вѣтра давленіе на рули не зависитъ), то получимъ почти вертикальную силу, стремящуюся уравновѣситъ наклоненіе ладьи:  $20 \times 144 \times 0,86 = 2477$  килограмма (смотрите табл. 152). Пожалуй, этого даже болѣе, чѣмъ достаточно. Оно соотвѣтствуетъ тому, какъ если бы на одинъ конецъ ладьи внезапно извѣиѣ насѣло 40 человѣкъ.

Я показалъ, что воздухъ обладаетъ подъемной силою, достаточной для того, чтобы поднимать тяжелую металлическую оболочку съ обручами, множество пассажировъ и еще значительный грузъ. Теперь привожу тутъ таблицы размѣровъ, площадей, объемовъ, вѣсовъ и другихъ данныхъ, относящихся до

нашего проекта воздушного корабля, длиною въ морской парохоль.

84. *Число*. Пассажировъ—200. Обручей (*CC*)—432. Главныхъ стержней-цѣпей (*TC*)—32 Двигателей (*M*)—8. Гребныхъ винтовъ (*M*)—8. Параболическихъ цѣпей (*CP*)—62. Отвѣсныхъ цѣпей ладьи *CN* (всѣ цѣпи—желѣзные)—432. Продольныхъ брусковъ ладьи (*BL*)—10. Поперечныхъ брусковъ пола (*BT*)—630.

85. *Размѣры въ метрахъ*. Длина оболочки—210. Длина черной трубы (*TN*)—210 Периметръ наибольшаго поперечнаго сѣченія оболочки (черт. 3)— $94,3$ . Средняя высота оболочки— $25,41$ ; она измѣняется отъ  $24,15$  до  $26,67$  (это—при наиболѣе выгодномъ наполненіи газомъ). Высота оболочки управляемаго азростата Дюшон-де-Лома имѣла 15 м., Андре—20 м., Жиффара 40 м. Средняя ширина оболочки— $32,3$ ; она измѣняется. Диаметръ гребного винта (*M*)—5. Длина ладьи (*N*)—126. Высота ладьи—3 Ширина ея—1,5. Полная высота азростата съ ладьею— $35,81$ ; она измѣняется отъ  $34,67$  до  $37,33$ .

86. *Разстояніе въ метрахъ между сосѣдними стержнями цѣпями* (*TC*)—4. Моторами (*M*)—16. Наименьшее разстояніе между ладьей и оболочкой (черт. 2, *TB*)— $7,4$ ; оно измѣняется отъ 5 до  $10,4$ .

87. *Разстояніе въ сантиметрахъ между сосѣдними обручами* (*C*)—49. Отвѣсными цѣпями ладьи— $57\frac{1}{2}$ . Поперечными брусками пола  $19\frac{1}{21}$ . Диаметръ черной трубы (*TN*)—60

88. *Средняя толщина въ миллиметрахъ*. Желѣзной оболочки (*EO, EL*)—0,3. Это есть толщина обыкновенной бѣлой жести, изъ которой выдѣлываютъ дешевую посуду и лампы.

Сплошныхъ желѣзныхъ обручей (*C*)—7 Трубчатыхъ—больше. Желѣзныхъ стержней-цѣпей (*TC*)—31. Желѣзныхъ параболическихъ цѣпей (*CP*)—20 Отвѣсныхъ желѣзныхъ цѣпей ладьи (*CN*)— $8,3$ . Деревяннаго пола ладьи (*PL*)—15. Черной мѣдной трубы (*TN*)—0,4 Полная (двойная) высота волнъ нормально раздутой оболочки отъ 5 до 7. То-же, по сложенной въ плоскость (при построеніи),—отъ 5 до 12. Полная (двойная) длина волнъ отъ гребня до гребня измѣняется по степени натяженія оболочки; при полномъ разглаживаніи (чего на практикѣ не бываетъ) она не превышаетъ 40.

89. *Площадь поперечнаго сѣченія въ квадратныхъ сантиметрахъ*. Верхней массивной полосы (*BM*)— $10 \times 20 = 400$  Нижней массивной полосы— $10 \times 10 = 100$ . Поперечныхъ брус-

евъ пола ( $BT$ )— $5 \times 3\frac{1}{6}$ . Каждого изъ продольныхъ брусевъ лады  $4 \times 4 = 16$ .

90. *Поверхность въ квадратныхъ метрахъ.* Оболочки—13.863 (прибавлено на спай и волны  $\frac{1}{20}$ ). На одного пассажира приходится поверхность въ  $69,3$  кв. м., что составляетъ поверхность *куба* съ ребромъ въ  $3,3$  метра

Площадь крыльевъ аэростата Максима (для одного человека) доходила до 750 кв. метровъ; значить получалась площадь тренія въ 1500 кв. м., что больше сравнительно съ аэростатомъ въ 21 разъ. *Итакъ треніе* (одинъ изъ родовъ сопротивленія воздуха) *у аэроплановъ въ 20 слишкомъ разъ больше, чѣмъ у воздушнаго корабля*; какъ-же они въ такомъ случаѣ могутъ конкурировать въ скорости съ аэростатами! Если коэффициентъ тренія даже принять въ  $\frac{1}{500}$  и тогда одно треніе аэроплана будетъ равнозначительно сопротивленію 3 кв. метровъ ( $1500:500 = 3$ ) движущейся перпендикулярно плоскости. Но у аэроплана еще множество тяжей, мачтъ и еще платформа (или лады)...

Восьми гребныхъ винтовъ ( $M$ )—40 (сумма).

Парусинной непроницаемой оболочки лады ( $N$ )—945 (дано и на крышу, вмѣсто алюминиевой) Вертикальнаго руля ( $G$ )—72. Автоматическаго горизонтальнаго руля ( $GH$ )—144. Пола лады ( $PL$ )—189; на каждого пассажира приходится немного менѣе одного кв. метра пола.

Средняго поперечнаго сѣченія оболочки (черт. 3)—621; она измѣняется отъ 577 до 657; но сопротивленіе воздуха движенію аэростата, благодаря его удлиненной и плавной формѣ, по крайней мѣрѣ, въ 25 разъ меньше сопротивленія перпендикулярно движущейся плоскости въ 621 кв. м. Такъ что сопротивленіе аэростата сравнимъ съ сопротивленіемъ щита въ 25 кв. м. На одного пассажира придется сопротивленіе въ  $\frac{1}{8}$  кв. м.; на одну метрическую силу двигателя даже немного менѣе  $\frac{1}{8}$  (см. 93). Масса нагруженнаго аэростата равна въ среднемъ 92.552 килограмма (см. 92); на 1 килогр. его массы приходится сопротивленіе воздуха менѣе 3 кв. сантиметровъ; на тонну около  $\frac{1}{4}$  кв. метра. Наоборотъ, на кв. метръ сопротивленія приходится 3.702 килограмма (около 4-ехъ тоннъ). Изъ этихъ расчетовъ видна степень управляемости аэростата и степень его *истинной* массивности.

91. *Объемъ въ кубич. метрахъ:* газомѣстилица или водорода ( $H$ ), содержащагося въ немъ—71.384; онъ измѣняется отъ 67.384 до 74.522. На одного пассажира приходится около

357 куб. м. газа, на сумму отъ 25 рублей (свѣтильный газъ) до 100 рублей (чистый водородъ). Ладьи (*N*)—567; на пассажира достанется немного меньше 3 куб. метровъ.

92. *Вѣсъ въ килограммахъ.* Оболочки (*E*)—32.375; одинъ кв. метръ ея вѣситъ 2,<sub>335</sub> кил. Обручей (*C*)—6.580 1 метръ обруча вѣситъ 0,2736 кил. Верхней массивной полосы (*BM*)—2.100; одинъ метръ ея вѣситъ 10 кил. Нижней массивной полосы (*BM*)—1050; одинъ метръ ея вѣситъ 5 кил. 32 главныхъ стержней-цѣпей (*TC*)—4.708; 1 метръ вѣситъ 5,<sub>84</sub> кил. Черной мѣдной трубы (*TN*)—1.380. Двигателей съ гребными винтами (*M*)—10.000. Руля вертикальнаго (*G*)—216. Автоматическаго горизонтальнаго руля (*GH*)—432. Параболическихъ цѣпей (*CP*)—720; 1 метръ цѣпи вѣситъ 2,<sub>4</sub> килогр. Отвѣсныхъ цѣпей ладьи (*CN*)—560; одинъ метръ вѣситъ 0,43 килогр. Продольныхъ деревянныхъ брусевъ ладьи (перила и балки *BL*)—1.210; 1 м. вѣситъ 0,96 килогр. Поперечныхъ брусевъ пола (*BT*)—945. Пола ладьи (*PL*)—1701 (настилка). Оболочки ладьи (*N*)—567; 1 кв. м. ея вѣситъ 0,6 килогр. Оконъ и дверей (*PF*)—400. Багажной (пустой) телѣжки (*P*)—100. Сидѣній 600. Пассажировъ, полагая на cadaго по 70 килогр, —14.000. Водорода (*H*)—6612.

93. Сумма вѣсхъ поименованныхъ тяжестей равна 76.056 кил. Полная подъемная сила аэростата составляетъ 92.552 кил.; слѣдов. остается запасъ подъемной силы въ 4.897 килограммовъ.

94. Аэростатъ этотъ приспособленъ для уровня моря, нулевой температуры и средняго давленія воздуха (760 м. м. ртутнаго столба). Для значительныхъ поднятій, а также значительно высшей температуры и низшаго давленія воздуха онъ не приспособленъ (см. далѣе 226).

Для того, чтобы приспособить его ко всѣмъ климатамъ и къ поднятiю на высоту одного километра, въ большинствѣ случаевъ, достаточно увеличить всѣ размѣры оболочки на  $\frac{1}{9}$  первоначальной величины, не измѣняя ея толщины. Такъ высоте оболочки придется увеличить на 3 метра.

95 Если бы намъ не хватило запаса подъемной силы воздушнаго корабля на разныя его части, то будемъ имѣть въ виду, что увеличенiе размѣровъ оболочки на  $\frac{1}{26}$  долю (высота, значить, увеличится на 1 метръ) прибавляетъ подъемную силу на 7.069 килограммовъ (см. 224). Это равно вѣсу сотиѣ пассажировъ.

96. Разность давленій водорода (внутри) и воздуха (нару-

жи), по крайней мѣрѣ въ 180 разъ меньше давленія атмосферы.

Прочность частей аэростата отъ 50 до 10 (см. 183).

97. Индикаторная сила всѣхъ 8 двигателей корабля составляетъ около 200 метрич. силъ (см. 150); сила каждого двигателя будетъ равна 25 метр. силамъ. На одну метр. силу дается вѣсъ въ 50 килограммовъ. Эти двигатели только въ два раза энергичнѣе обыкновенныхъ локомотивныхъ паровыхъ двигателей (см. 32). Паровые-же моторы Максима въ 25 разъ сильнѣе, при одномъ и томъ-же вѣсѣ. Отсюда можно судить о солидности нашихъ двигателей.

98. Самостоятельная скорость аэростата, при этихъ весьма тяжелыхъ двигателяхъ, будетъ: секундная—15 м.; часовая—54 килом.; суточная—1.296; годовая—480.000 килом. Насколько аэростатъ можетъ бороться съ вѣтромъ, это вы увидите изъ того, что средняя секундная скорость въ Россіи, въ нижнихъ слояхъ воздуха, не превышаетъ 4 метровъ.

Давленіе на всѣ винты въ совокупности, разумѣется, равно продольному давленію на аэростатъ встрѣчнаго воздушнаго потока. Оба давленія составляютъ *пару силъ*, стремящихся повернуть аэростатъ или наклонить его. Эта *пара*, въ виду ея незначительной величины (500 килограммовъ), легко уравнивается грузомъ ладьи и регулируется передвиженіемъ багажной тѣлѣжки (Р.) и рулевымъ регуляторомъ горизонтальности (R. H.).

Когда аэростатъ долженъ спуститься на землю, онъ поворачивается носомъ къ вѣтру и пріобрѣтаетъ самостоятельную скорость, равную скорости вѣтра. Приэтомъ онъ можетъ опуститься для стоянки совершенно вертикально и вполне безопасно, потому что горизонтальная его скорость, относительно земли, будетъ равна нулю. Также безопасно онъ можетъ и сниматься съ почвы, т.-е. столбомъ.

На каждого пассажира воздушнаго корабля, для движенія его со скоростью 56 кил. въ 1 часъ, приходится работа въ одну метрическую силу. Между тѣмъ какъ *аэропланъ* Максима *требовалъ для того-же въ 270 разъ больше работы*, да и то этой силы оказалось недостаточно (Поморцевъ. Воздухоплаваніе, стр. 50).

99. Въ виду большихъ удобствъ путешествія на аэростатѣ (быстрота, спокойствіе, прекрасная температура и т. д.) мы смѣло можемъ брать съ каждого путешественника по 5 коп. за километръ, т.-е. почти столько-же, сколько берутъ за пер-

вокласснаго пассажира желѣзнодорожныхъ поѣздовъ. Полагая, что аэростатъ проходить въ годъ 400.000 килом. (вмѣсто 480.000), найдемъ годовой доходъ съ 200 пассажировъ въ 4.000.000 рублей. Расходъ водорода или угля, а также и всевозможные другіе расходы положительно ничтожны въ сравненіи съ этою суммою (о выгодахъ воздухоплаванія подробно будемъ говорить далѣе). Такимъ образомъ, если воздушный корабль стоитъ 100 тысячъ, то съ затраченнаго капитала мы получимъ чистой прибыли около 4.000 процентовъ, т.-е. въ 40 разъ больше стоимости аэростата.

Вотъ, далеко еще не предѣльный барышъ, который, теоретически, можетъ дать аэростатъ. Говорю это съ тѣмъ, чтобы какъ можно болѣе заинтересовать васъ дѣломъ газоваго воздухоплаванія, показавъ его практическую важность.

### ГЛАВА XIII.

#### **О построеніи и измѣненіи объема металлической оболочки.**

100. Все такъ, скажетъ читатель, да какъ построить оболочку аэростата, чтобы она, безъ вреда для своей цѣлости, измѣняла свой объемъ и форму?—Что металлическая оболочка, извѣстнымъ образомъ устроенная (именно, какъ описано далѣе), можетъ мѣнять свою форму и даже складываться въ плоскость безъ вреда для себя,—вы это можете видѣть изъ слѣдующаго.

101. Представимъ себѣ, что аэростатъ сперва имѣетъ видъ поверхности, полученной отъ вращенія (черт. 10) какой нибудь плавной кривой вокругъ ея хорды.

Преобразуемъ теперь эту поверхность такъ, чтобы она получила вышеупомянутыя свойства.

Для этого разрѣжемъ ее на множество частей, посредствомъ плоскостей, перпендикулярныхъ къ ея продольной оси (черт. 11). Каждую часть, безъ большой погрѣшности, можемъ принять за боковую поверхность усѣченнаго конуса, только концы аэростата примемъ за боковыя поверхности полныхъ конусовъ.

102. Коническія поверхности имѣютъ свойство складываться въ плоскость, не давая складокъ. Сложимъ всѣ конусы на одну плоскость въ томъ же порядкѣ, въ какомъ они находились ранѣе, и постараемся ихъ приложить другъ къ другу такъ, чтобы между сосѣдними конусами не было промежутковъ, и чтобы поверхность одного конуса не закрывала поверхности

соѣдняго. Мы этого никогда не достигнемъ (чер. 12). По средней линіи рисунка сложенные коническія поверхности имѣютъ соприкосновеніе, но чѣмъ ближе къ краямъ фигуры, тѣмъ онѣ болѣе расходятся; понятно, что поверхности, изображенныя тутъ, двойныя.

Если бы края промежутковъ послѣдняго чертежа были параллельны, то ихъ можно бы было сблизить и соединить.

103. Положимъ, что полосы (чер. 12) весьма узки, причѣмъ будутъ, конечно, узки и промежутки между ними. Изогнемъ каждую полосу горбомъ или желобкомъ. По средней продольной линіи рисунка пусть желобки будутъ глубже или горбы—круче, а чѣмъ дальше отъ средней линіи, тѣмъ мельче или ниже. Тогда среднія части полосъ сократятся поперекъ, и края промежутковъ будутъ параллельны. Послѣ этого мы имѣемъ возможность ихъ сблизить и соединить. Конечные конусы (черт. 12) остаются безъ измѣненія.

104. Итакъ, аэростатъ сначала былъ разрѣзанъ на узкія части, затѣмъ части эти сложили на плоскость и придали имъ желобчатый видъ и, наконецъ, соединили тѣ самые края, или тѣ самыя точки поверхности аэростата, которыя были въ соединеніи и раньше.

Въ результатѣ—какъ бы сложенный, искусно и безъ разрыва, на плоскость аэростатъ (черт. 13), покрытый поперечными дугообразными морщинами, высота которыхъ тѣмъ болѣе, чѣмъ ближе онѣ расположены къ средней линіи сложенного металлическаго мѣшка; только края послѣдняго да полные конусы совершенно гладки. При раздуваніи аэростата эти морщины болѣе или менѣе сглаживаются, т.-е. высота ихъ уменьшается.

105. Если мы допустимъ, что складки или волны аэростата достаточно мелки, самый аэростатъ достаточно великъ и сдѣланъ изъ матеріала довольно тонкаго и упругаго, то полученный нами металлическій мѣшокъ будетъ обладать тѣми свойствами, о которыхъ я говорилъ. Къ этимъ свойствамъ слѣдуетъ еще прибавить, что волнообразная поверхность аэростата придаетъ ему особую упругость, вслѣдствіе которой аэростатъ, не смотря на значительныя измѣненія его формы и объема, „пружинитъ“, не давая неправильныхъ и неожиданныхъ складокъ и имѣя вполне достаточное сопротивленіе силамъ, стремящимся его разрушить.

106. Хотя вышеприведенное представленіе объ устройствѣ складывающагося металлич. аэростата и очень полезно для уясненія себѣ его способности измѣнять форму сообразно дѣйствию-

щимъ на него силамъ, но на практикѣ аэростатъ придется строить изъ листовъ и потому предложу другой способъ построения его на плоскости.

Возьмемъ двѣ сосѣднихъ коническихъ поверхности въ сложенномъ видѣ и разрѣжемъ ихъ на листы такъ (черт. 14): если пропустить каждый листъ черезъ зубчатые валы, т.-е. черезъ цилиндры, покрытые волнами, гребни которыхъ параллельны осямъ цилиндровъ (черт. 14), то длина листовъ сократится.

Употребляя валы съ нарѣзками разной глубины или съ волнами разной высоты, также отодвигая валы другъ отъ друга на нѣкоторое небольшое разстояніе, мы можемъ сокращать листы на разную величину, не измѣняя числа волнъ на каждомъ листѣ постоянной величины.

107. Можно и такъ ихъ сократить, что, размѣстивши ихъ на прежнія мѣста (черт. 14), края промежутковъ будутъ параллельны; для этого, конечно, листамъ придають волны, параллельныя направленію полосы, и тѣмъ болѣе крутыя, чѣмъ ближе онѣ расположены къ срединной линіи сложенного на плоскость аэростата.

Тогда остается сблизить и соединить всѣ тѣ точки аэростата, которыя были въ соединеніи и раньше.

Понятно, онъ будетъ имѣть совершенно тотъ же видъ (черт. 13), какой мы описали при другомъ способѣ образованія складывающагося металлическаго мѣшка.

108. Можно придавать волнистость не всѣмъ кольцамъ (или полосамъ) подъ рядъ, а черезъ одно (черт. 2).

## ГЛАВА XIV.

### Модели аэростата.

109. Дальнѣйшее уже дѣло математическаго анализа, однако и безъ послѣдняго, съ помощію особой металлической модели аэростата (она всегда къ услугамъ читателей черт. 15) легко видѣть подтвержденіе предыдущимъ соображеніямъ. Съ ея помощію вы видите форму аэростата и его сѣченій, измѣненіе объема и необходимую величину сокращенія (или растяженія) волнъ оболочки. Видны также массивныя ея части и потребность ладьи немного изгибаться, при измѣненіи объема газа.

110. Но эта металлическая модель въ плоскость не складывается, а лишь весьма сильно измѣняетъ свой объемъ и форму.

У меня есть другая модель — бумажная, съ ситцевыми складками, составленная изъ коническихъ поверхностей (похожа на изображеніе 12), которая можетъ складываться въ плоскость и чуть не безпредѣльно мѣнять свою форму, причемъ никакихъ складокъ на твердыхъ и гибкихъ (изъ тонкаго картона) коническихъ поверхностяхъ не образуется. Эти картонныя поверхности изображаютъ гладкія полосы оболочки (*EL*, черт. 3); ситцевыя-же складки изображаютъ волнистыя полосы (*EO*).

111. Прекрасно! воскликните вы, все осмотрѣвъ, — мы видимъ, что оболочка указанныхъ вами свойствъ возможна, — да какъ на практикѣ, въ большомъ размѣрѣ осуществить эту мысль?

Что металлическую и даже огромную оболочку можно построить на практикѣ—это фактъ (25): вопросъ лишь въ томъ, какъ ее лучше построить.

## ГЛАВА XV.

### Вопросъ о верфи для оболочки.

Строить оболочку на горизонтальной или наклонной плоскости невыгодно, потому что требуется для этого громадная платформа; кромѣ того и не совсѣмъ удобно, такъ какъ приходится работать съ двухъ сторонъ платформы: вверху и подъ нею, въ неестественномъ положеніи. Но если-бы и устроили такимъ образомъ аэростатъ, — то какъ привести его въ отвѣсное положеніе, потому что только въ этомъ положеніи можно думать о наполненіи его газомъ. Придется поворачивать самую платформу, что весьма затруднительно, принимая въ расчетъ громадные размѣры металлическихъ воздушныхъ кораблей. Но и этимъ затрудненія еще не окончатся.

112. Гораздо лучше строить оболочку прямо въ отвѣсномъ положеніи. Тогда не надо никакой платформы; аэростатъ виситъ на канатахъ; построеніе совершается у самой земли; что-же окончательно построено и отдѣлано, подымается къ верху (см. черт. 16 и 17).

113. Можно строить газомѣстители и прямо въ выпукломъ видѣ, съ помощію верфи, внутренняя пустота которой имѣетъ форму раздутой оболочки: но тутъ затрудненій и не оберешься, хотя и этотъ способъ построенія имѣетъ нѣкоторыя преимущества.

## ГЛАВА XVI.

### Способъ отвѣснаго построения оболочки.

114. Чертежъ 16 изображаетъ верфь аэростата и его строящуюся оболочку въ видѣ проекціи на продольную отвѣсную плоскость. Черт. 17 есть поперечный разрѣзъ верфи и строящагося аэростата; на этомъ чертежѣ изображена уже оконченная, хотя и не раздутая оболочка. (Далѣе прошу смотрѣть на оба чертежа). *SSS* есть вершина, или хребетъ верфи, къ которому придѣланъ рядъ блоковъ *SSS*. Черезъ нихъ перекинуты проволочные канаты, каждый изъ которыхъ однимъ концомъ прицѣпляется къ верхней массивной полосѣ (*ВМ*) оболочки (часть эта наиболѣе массивная), а другимъ къ вбитымъ въ землю сваямъ. Такимъ образомъ, натягивая канаты у поверхности земли, можемъ болѣе или менѣе поднимать строящуюся оболочку аэростата. Нужно заботиться о надлежащей кривизнѣ верхней массивной полосы (*ВМ*), (которая можетъ также строится по частямъ, начиная съ верхнихъ) — и о надлежащемъ натяженіи оболочки. Её строить внизу, близъ почвы, въ плоскомъ и вертикальномъ положеніи, приваривая листъ къ листу при помощи электрическихъ паяльниковъ (напр., способомъ, Церенера). При этомъ сплавляемые края листовъ прижимаются другъ къ другу посредствомъ особыхъ движущихся нажимовъ, находящихся въ связи съ паяльниками.

115. Когда листы строящейся оболочки уже касаются земли, оболочку поднимаютъ проволочными канатами настолько, чтобы вновь можно было приварить одинъ или нѣсколько рядовъ металлическихъ листовъ.

*LLL* — гладкія полосы оболочки; *OOO* — волнистыя. Можно и всю оболочку сдѣлать волнистой, кромѣ концовъ ея, которые должны быть снабжены продольными стальными прутьями, сходящимися въ конечныхъ точкахъ оболочки.

Обручи *CCC*, по мѣрѣ построения оболочки, привариваются къ листамъ по направленію гребней волнъ.

116. Въ горизонтальномъ направленіи листы, конечно, привариваются другъ къ другу, но въ отвѣсномъ края ихъ могутъ привариваться не другъ къ другу, а только къ обручамъ. Для этого ширина листовъ должна быть равна разстоянію между обручами (49 сант.).

Обѣ параллельныя половины металлической поверхности

строятся и поднимаются, по мѣрѣ построения, одновременно. Каждый обручъ состоитъ только изъ двухъ прутьевъ, соответствующихъ двумъ половинамъ оболочки; поэтому прутья (или трубки) эти довольно длинны и свободныя части ихъ, еще не сваренныя съ листами, распростерты на полу верфи или навиты на барабаны съ большимъ діаметромъ. По мѣрѣ поднятія оболочки, обручи болѣе или менѣе выпрямляются и свариваются съ нею.

117. *EE*—подъемная машина, поставленная на телѣжку, катающуюся вдоль оболочки по рельсамъ, очень близко къ ней; съ помощію этой машины рабочіе могутъ подыматься на нѣкоторую высоту и подаваться взадъ и впередъ, параллельно оболочкѣ. Должно быть не менѣе двухъ такихъ машинъ по обѣимъ сторонамъ постройки. Вся оболочка и весь аэростатъ строится *внизу*; поэтому часть его, поднятая больше высоты, достигаемой подъемными машинами, должна быть отдѣлана *вполнѣ*. Такъ шарнирное сцѣпленіе (черт. 5) должно быть вовремя закрываемо мягкими полосами (черт. 6).

118. *IVV*—рѣшетчатая арка, поддерживающія вершину верфи. Высота ея 50—60 метровъ, длина—220 метровъ.

Стержни *TC* (черт. 2 и 3) состоятъ сверху изъ волнистыхъ и толстыхъ проволокъ, а снизу изъ гладкихъ цѣпей (черт. 7), могущихъ свободно изгибаться во все стороны, безъ вреда для себя. Онѣ съ самаго начала построения (черт. 16) должны прицѣпляться къ верхней массивной полосѣ (*BM*), еще до прицѣпления обручей и металлической поверхности. Когда оболочка кончена, но не надута, стержни эти, въ средней части аэростата, даже не достигаютъ нижней массивной полосы; поэтому, временно, до раздутія оболочки, къ концамъ ихъ прицѣпляются *добавочныя* стержни, которые столь-же плотно должны проходить черезъ сальники нижней массивной полосы, какъ и настоящія стержни—цѣпи (*TC*).

119. Поговоримъ подробнѣе объ устройствѣ металлическихъ волнистыхъ листовъ. Они должны быть такого свойства для каждаго отвѣснаго ихъ ряда: *длина волны, мѣряя по кривой, должна быть одна и та-же для всѣхъ листовъ вертикальнаго ряда* (или одного обруча). Только такіе листы, съ волнами самой разнообразной высоты, при нажатіи легко соединяются, безъ промежутковъ и плотно свариваются электрическимъ паяльникомъ. Вообразимъ гладкіе листы, расчерченные параллельными линиями на равныя полосы; если теперь каждую изъ нихъ мы изогнемъ горбомъ, то получимъ волнистыя листы требуемаго намъ свойства, не смотря на разную степень изгиба.

Высота волнъ свареннаго отвѣснаго ряда листовъ, конечно, можетъ измѣняться только постепенно, а не сразу.

120. Расчеты для высоты волнъ мы дадимъ, предполагая гладкіе ряды одной ширины съ волнистыми (черт. 2), кромѣ сплошь гладкихъ копическихъ окончаній оболочки. Длина полной, двойной волны (разстояніе между сосѣдними гребнями или ближайшими впадинами) колеблется незначительно и составляетъ немного менѣе 40 мм. Постоянная-же длина по кривой линіи волны составляетъ ровно 40 мм.

Полная двойная высота волнъ (или высота гребня надъ впадиной), будучи одинаковой для продольныхъ линій оболочки, уменьшается по мѣрѣ приближенія къ массивнымъ полосамъ (ВМ).

121. Высота волнъ оболочки не менѣе 3,<sub>5</sub> мм. и не болѣе 8,<sub>6</sub> мм. для плоской оболочки и 5 мм. для раздутой. Когда она наполняется газомъ, высота наиболѣе крупныхъ волнъ уменьшается и не сильно отличается (въ 1½ раза) отъ волнъ близкихъ къ массивнымъ полосамъ (ВМ).

122. Отъ формы аэростата зависитъ величина и распределеніе волнъ оболочки; чѣмъ острѣе, продолговатѣе она, тѣмъ волны будутъ незамѣтнѣе; для очень острыхъ будущихъ аэростатовъ, двигающихся съ ужасною скоростью, можетъ быть, будутъ обходиться совсѣмъ безъ волнъ: довольно будетъ и упругости не изогнутаго металла. Наоборотъ, у тупой оболочки, не очень продолговатой, волны настолько высоки, что построеніе ея уже становится затруднительнымъ (по крайней мѣрѣ въ плоскомъ видѣ).

123. Мы говорили, что форма поперечнаго сѣченія образуется естественнымъ путемъ и вліянія на нее мы почти не имѣемъ. Форму-же продольнаго сѣченія мы примемъ близкой къ дугѣ круга, вѣрнѣе—мы принимаемъ кривую, среднюю между дугою параболы и эллипса. Ея свойство, въ примѣненіи къ металлическому аэростату, складывающемуся въ плоскость, состоитъ въ томъ, что на всякой линіи, идущей по оболочкѣ изъ одного ея конца въ другой, волны должны имѣть почти равную крутизну. Мы приняли не только равную крутизну волнъ на каждой продольной линіи (крутизна показываетъ, во сколько разъ длина волны больше ея высоты), но и равные размѣры ихъ. Будемъ помнить, что мы всегда можемъ, если надо, уклоняться отъ этого равенства размѣровъ.

Итакъ форма продольныхъ сѣченій оболочки вызвала законъ равенства крутизны волнъ на линіи, идущей изъ конца

въ конецъ оболочки. Очевидно, что и величина продольнаго сокращенія всякой такой линіи, при складываніи оболочки, одна и та-же на всеъ ея протяженіи.

125. Вотъ это сокращеніе для нашего аэростата, длина раздутой оболочки котораго въ 7 разъ больше его средней ширины. Первый столбецъ показываетъ разстояніе разсматриваемаго мѣста отъ верхняго продольнаго хребта (*ВМ*) въ тридцатыхъ доляхъ полу-окружности поперечнаго сѣченія.

0	0,0000
3	0,0157
5	0,0245
8	0,0345
10	0,0389
15	0,0416
18	0,0382
21	0,0322
25	0,0204
28	0,0088
30	0,0000

126. Изъ таблицы видно, что наибольшее сокращеніе должно быть въ среднихъ боковыхъ частяхъ оболочки, гдѣ оно достигаетъ  $\frac{1}{25}$  (т. е. 1 метръ продольнаго вырѣзка оболочки долженъ растягиваться на  $\frac{1}{25}$  метра); близь-же продольныхъ массивныхъ полосъ (*ВМ*), сверху и снизу оболочки, сокращенія совсѣмъ нѣтъ. Видимъ также, что сокращеніе въ верхнихъ ея частяхъ, по мѣрѣ удаленія отъ хребта, возрастаетъ нѣсколько быстрѣе, чѣмъ въ нижнихъ. Объясняется это существованіемъ верхней продольной борозды.

127. Зная сокращеніе каждой продольной линіи оболочки, можемъ вычислить и величину волнъ ея въ *плоскомъ* видѣ. При этой величинѣ волнъ, плоскій аэростатъ, раздутый до средней его величины ( $\frac{9}{10}$ ), разглаживается всѣ свои складки, или, крайней мѣрѣ, *долженъ разгладить*, чего онъ не можетъ сдѣлать, потому что для полнаго разглаживанія потребовалось бы безпредѣльно большое продольное усиліе, которое, конечно, и разорвало бы оболочку.

128. Отсюда слѣдуетъ, что волны должны быть растяжимѣе, чѣмъ это слѣдуетъ изъ таблицы 125; а для этого онѣ должны быть круче; такъ что и послѣ наполненія аэростата газомъ, волны на оболочкѣ не должны окончательно исчезнуть: онѣ должны остаться, но только сдѣлаться менѣе крутыми. Онѣ необходимы еще и въ виду того, что аэростатъ, и послѣ средняго раздутія, долженъ быть еще способенъ раздуться хотя на  $\frac{1}{20}$  наибольшаго своего объема.

129. Вычислимъ дополнительное растяженіе (см. средній столбецъ таблицы); въ этой же таблицѣ, справа, помѣщаемъ и полное сокращеніе, т. е. сумму дополнительнаго и наименьшаго (по 125).

0	0,0100	0,0100
3	0,0136	0,0293
5	0,0156	0,0401
8	0,0178	0,0523
10	0,0189	0,0578
15	0,0200	0,0616
18	0,0196	0,0578
21	0,0184	0,0506
25	0,0156	0,0360
28	0,0125	0,0213
30	0,0100	0,0100

130. По величинѣ полнаго относительнаго сокращенія оболочки можемъ вычислить и степень крутизны волнъ плоскаго аэростата, или прямо, по данной длинѣ (около 40 м.м.) волнъ ихъ высоту.

Также, зная дополнительное растяженіе, можемъ вычислить высоту волнъ на раздутой оболочкѣ.

Такъ для разныхъ ея частей получимъ слѣдующую высоту волнъ въ миллиметрахъ, принявъ полную двойную длину ихъ въ 40 м.м. Первый столбецъ показываетъ относительное разстояніе продольной линіи сверху—отъ борозды (ВМ), второй—двойную высоту волнъ раздутой оболочки, третій такую-же высоту волнъ оболочки, сжатой въ плоскость.

0	3,47	3,47
3	4,04	5,93
5	4,33	6,95
8	4,63	7,94
10	4,78	8,35
15	4,91	8,63
18	4,86	8,35
21	4,71	7,81
25	4,34	6,59
28	3,99	5,07
30	3,47	3,47

Чѣмъ болѣе раздувается оболочка, тѣмъ болѣе высота волнъ уменьшается, не сходя однако никогда до нуля. Когда оболочка раздута до средней величины ( $\frac{9}{10}$ ), то высота волнъ выражается вторымъ столбцомъ таблицы.

132. Мы условились только половину оболочки сдѣлать волнистой (черт. 2). Это условіе можетъ быть полезно будетъ измѣнить. Дѣло въ томъ, что сила давленія газа въ среднихъ частяхъ аэростата болѣе распираетъ оболочку, чѣмъ въ концахъ. Поэтому, чтобы достигнуть соответствія между давленіемъ газа и упругостью металлической поверхности, можно ближе къ концамъ оболочки помѣщать большее число волнистыхъ полосъ (ЕО) и меньшее число гладкихъ.

О машинахъ, наводящихъ на гладкіе листы волны и придающихъ листамъ сводчатый видъ, говорить не будемъ, потому что волнистыя поверхности (лишь съ гораздо болѣе крутыми волнами), выдѣлываются давно и затрудненій въ этомъ отношеніи, для построения аэростата, быть не можетъ.

133. Обручи (ССС) не идутъ въ прямомъ направленіи даже на сложенной въ плоскость оболочкѣ. Кривизна ихъ совпадаетъ съ кривизной гребней волнъ.

Чтобы дать понятіе объ изгибѣ обручей и направленіи гребней въ разныхъ мѣстахъ еще не раздутаго аэростата, приводимъ тутъ приблизительную величину ихъ радиусовъ.

10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80.  
660, 320, 202<sub>2</sub>, 140, 100, 71<sub>1</sub>, 48<sub>6</sub>, 30<sub>6</sub>.

Первая строка выражаетъ разстоянія въ метрахъ обручей (или гребней) до центра сложенной въ плоскость оболочки,

вторая—радіусы кривизны ихъ въ метрахъ. Далѣе 80 метровъ отъ середины оболочки облучи уже нейдуть.

134. Обѣ массивныя полосы (ВМ, ВМ, черт. 2, 3, 5 и 6) закрываются, по мѣрѣ построения и поднятія аэростата, длинными мягкими лентами изъ льняной или пеньковой матеріи, пропитанной малопроницаемымъ для газа составомъ. Нижніе два просвѣта закрываются двумя лентами, а верхніе можно закрыть и одной. Каждый просвѣтъ, между металлической оболочкой и массивной полосой, имѣеть съ обѣихъ своихъ сторонъ два длинныхъ металлическихъ паза (черт. 6). Въ эти пазы вправляются и плотно завинчиваются длинные края мягкой ленты. Когда аэростатъ наполняется газомъ, пеньковыя ленты также раздуваются его напоромъ черезъ щели (просвѣты), образуя продольныя части изогнутыхъ цилиндровъ. Малопроницаемая мягкія ленты могутъ быть замѣнены тонкими металлическими или хоть прикрыты таковыми. Во всякомъ случаѣ органическія ленты должны быть покрыты предохраняющей отъ огня краской.

135. Не надо забывать своевременно надъ цѣпною частію стержней (ТС, черт. 2 и 3), когда оболочка еще далеко не достроена, между двумя ея половинами,—прицѣплять черную трубу (ТN) аэростата (если она въ немъ должна быть).

136. Осью оболочки назовемъ прямую линію, проходящую черезъ концы раздутой или сложенной оболочки. Когда она раздувается и принимаетъ средній объемъ, центръ давленія на нее встрѣчнаго воздушнаго потока долженъ быть близокъ къ оси. При этомъ условіи, найдемъ для длины верхней массивной полосы 211,<sub>07</sub> метра, а для длины нижней—212,<sub>12</sub> м. Наибольшія ихъ разстоянія (стрѣлки) до оси *сложеннаго* въ плоскость аэростата будутъ; 22,<sub>62</sub> м. (верхнее) и 24,<sub>33</sub> метра.

Раздутый до средняго состоянія аэростатъ (черт. 3) будетъ имѣть длину 210 метровъ, а въ сложенномъ видѣ—204,<sub>6</sub> метра. Полная высота раздутой оболочки (разстояніе между двумя горизонтальными касательными къ ней плоскостями)—25,<sub>41</sub> метра.

137. Аэростатъ, сложенный въ двѣ параллельно висящія плоскости, наполняется газомъ, причѣмъ листы изгибаются по окружности поперечнаго сѣченія; не могутъ-ли они при этомъ поломаться или хоть испортиться, давъ неправильныя складки или трещины? Чтобы рѣшить такой вопросъ практически, опредѣлимъ наименьшій радіусъ кривизны наименьшаго поперечнаго сѣченія аэростата и затѣмъ сдѣлаемъ опытъ съ однимъ изъ волнистыхъ листовъ, изъ которыхъ построена оболочка, чтобы

узнать изгибается ли онъ достаточно при тѣхъ же условіяхъ или худшихъ (для его цѣлости).

138. Концы оболочки гладки, а наименьшее поперечное сѣченіе раздутой волнистой поверхности имѣетъ діаметръ (поперечникъ) въ 3 раза меньшій, чѣмъ средній діаметръ наибольшаго (срединнаго) поперечнаго сѣченія, т. е. около 10 метровъ. Оконечности аэростата, у которыхъ находятся наименьшія волнистыя сѣченія, довольно сильно и равномерно раздуты, благодаря чему и наименьшій радіусъ (полу-поперечникъ) кривизны можно принять близкимъ къ 5 метрамъ. Это тѣмъ болѣе основательно, что въ верхнихъ частяхъ оболочки, гдѣ кривизна больше (а радіусъ, разумѣется, меньше), — и волны значительно ниже (въ 1,4 раза). Если желѣзный волнистый листъ, при той же величинѣ волнъ (или большей), можетъ изогнуться настолько же (безъ вреда для себя), то и вся оболочка раздуваемаго аэростата будетъ находиться въ безопасности.

139. Мы видѣли (130), что полная высота волнъ плоской оболочки не превышаетъ 8,6 мм., а раздутой—4,9 мм. (см. табл. 131). Какой же размѣръ волнъ мы должны выбрать для испытанія? Когда волны высоки, т. е. когда аэростатъ только начинаетъ раздуваться, — металлической оболочкѣ тогда не приходится изгибаться сильно; чѣмъ же сильнѣе она изгибается, тѣмъ болѣе она вытягивается въ продольномъ направленіи и тѣмъ болѣе понижаются волны. По справедливости мы можемъ принять наибольшую высоту волнъ уже наполненнаго газомъ аэростата, или 4,9 мм. Такой высоты волны имѣетъ и нашъ опытный листъ, который вы всегда можете видѣть у меня въ Калугѣ, равно какъ и самый опытъ.

Изгибая этотъ листъ у стѣны довольно грубо руками и придерживая его внизу ногой, найдемъ изгибъ, или стрѣлку дуги въ 10 сантим.; длина листа по направленію гребней волнъ при этомъ равнялась 150 сантим. Имѣя подобныя данныя, легко вычислимъ и безопасный радіусъ его кривизны, именно получимъ менѣе 2,8 метра. Этотъ изгибъ вдвое болѣе требуемаго (5 м). Замѣтимъ, что при изгибаніи болѣе крутомъ листъ нисколько не ломается и не даетъ трещинъ, а только образуетъ неправильную складку.

141. Если принять во вниманіе, что оболочка аэростата чрезвычайно натянута по направленію гребней (теорія показываетъ, что такая натянута волнистая поверхность способна изгибаться гораздо болѣе), что изгибается она чрезвычайно равномерно и *мягко* силою газа, что матеріаль оболочки мо-

жетъ быть болѣе закаленъ (пружинистъ), чѣмъ мой опытный листъ (сдѣланный грубо, безъ гофрирующей машины, изъ продажной бѣлой жести толщиной въ  $\frac{1}{3}$  мм.),—то нужно думать, что въ дѣйствительности оболочка азростата способна выдерживать несравненно болѣе значительное искривленіе.

142. Мы еще улучшимъ дѣло, если волнистымъ листамъ заранее придадимъ необходимое искривленіе (т. е. во время прокатыванія) и только приваривая листы другъ къ другу — распрямимъ ихъ; при этомъ листы будутъ въ напряженномъ состояніи, пока оболочка сохраняетъ плоскій видъ; за то, когда она раздуется, листы сами примутъ необходимый изгибъ и не будутъ уже находиться въ напряженномъ состояніи.

143. Можно ихъ еще изгибать (или придавать сводчатый видъ) лишь на половину требуемой кривизны; въ этомъ случаѣ безопасность металлической оболочки также увеличится. Предварительное изгибаніе волнистыхъ листовъ почти бесполезно примѣнять къ среднимъ частямъ оболочки, гдѣ оно и такъ ничтожно. Кромѣ того мы можемъ (см. 123), для увеличенія безопасности изгиба оболочки, уменьшить *высоту* волнъ въ узкихъ ея мѣстахъ, оставляя крутизну волнъ неизмѣнной, или даже увеличивая ее.

## ГЛАВА XVII.

### Построеніе ладьи азростата и наполненіе его газомъ.

144. Одновременно съ построеніемъ оболочки, совершенно независимо отъ него, можетъ устраиваться совѣмъ отдѣльно и ладья азростата, или закрытое помещеніе для пассажировъ и разныхъ принадлежностей воздушнаго корабля. Она строится также въ всячемъ положеніи, какъ и оболочка, только верфь ладьи очень низенькая, метровъ въ 10 не болѣе, и самая ладья не подымается и не опускается.

145. Наконецъ оболочка и ладья готовы; двигатели съ гребными винтами, рули и проч. на ней установлены; надо приступать къ наполненію азростата водородомъ. Проведенный черезъ трубу въ висящую оболочку, онъ самъ собою уже устремляется туда и раздуваетъ ее понемногу; оболочка все болѣе и болѣе облегчается, волнистая ея поверхность растягивается, высота волнъ уменьшается и онѣ становятся все болѣе и болѣе способны искривляться по направленію своихъ гребней. Высота оболочки также уменьшается и запасные вертикальные стержни мало-по-малу выпираютъ черезъ сальники нижней мас-

сивной полосы; показываются цѣпи и наступаетъ моментъ, когда подъемная сила газа уже держитъ всю оболочку кнавѣсу; тогда виѣшніе проволочные канаты, удерживавшіе оболочку отъ паденія (см. черт. 16 и 17, SSS), висятъ безъ напряженія и могутъ быть удалены, или хотъ отцѣплены отъ верхняго хребта оболочки. Съ дальнѣйшимъ теченіемъ водорода, она уже стремится въ высъ и это стремленіе приходится сдерживать внизу за запасные стержни, если они еще не сняты.

146. Когда аэростатъ надуть до  $\frac{9}{10}$  своего наибольшаго объема, наполненіе его газомъ, при среднихъ атмосферическихъ условіяхъ, можно прекратить, запасные стержни также можно снять и оболочку опустить. Натяженіе стержней-цѣпей весьма велико и ихъ все время нужно держать прицѣпленными къ заранѣе вбитымъ въ землю сваямъ, или къ поѣзду достаточно нагруженныхъ вагонетокъ.

147. Съ помощію послѣднихъ, двигающихся по рельсамъ или по выровненному грунту, мы можемъ вывести оболочку изъ ея верѣи и заняться соединеніемъ газомѣстилища съ ладью. Поступая такъ, достигнемъ возможности строить верѣи оболочки наименьшихъ размѣровъ въ высоту и скорѣе построить воздушный корабль.

Соединивъ ладью съ оболочкой, соединяемъ также и трубы ихъ, которыя должны быть соединены; какова пароотводная труба и труба, ведущая въ полость обручей, т. е. въ нашъ воздушный холодильникъ. На чертежахъ онѣ не изображены. Одна изъ нихъ лежитъ на оболочкѣ и почти совпадаетъ съ нижней массивной полосой (ВМ); она соединяетъ каналы обручей, составляющихъ вмѣстѣ съ оболочкой *воздушный холодильникъ*. Труба эта имѣетъ отвѣсный рукавъ, который и находится въ *подвижномъ* соединеніи съ пароотводною трубою, соединяющей на ладѣ малыя пароотводныя трубы двигателей.

Нижнія части ладьи должны имѣть скоро отцѣпляемые крючки, которыми онѣ придерживаются за особыя сваи, послѣ того какъ ладья соединена съ оболочкой и не нагруженная стремится улетѣть.

148. Описанный нами пріемъ построенія оболочки аэростата въ плоскомъ и висячемъ положеніи, причемъ самая процедура построенія совершается внизу, у поверхности почвы, — позволить, мнѣ кажется, современемъ дѣлать аэростаты гораздо большихъ размѣровъ, чѣмъ предлагаемый нами, и представляющихъ громадныя выгоды (см. 191). Толщина оболочки такихъ предѣльныхъ аэростатовъ будетъ достигать: изъ желѣза и стали —

3 миллиметровъ, а изъ алюминія—9 мм. Между тѣмъ, какъ пароходы изъ лучшей стали и страшно громаднаго вѣса, составляющаго  $\frac{1}{2}$  ихъ полной подъемной силы, могутъ имѣть, теоретически, размѣры, небольшіе: 300—400 метровъ. Такая малая предѣльная длина зависитъ отъ того, что пароходъ, вслѣдствіе волненія, иногда принимаетъ положеніе палки, подпертой только въ серединѣ или на двухъ концахъ.

149. Теперь естественно было бы рассчитать прочность оболочки и другихъ частей воздушнаго корабля, а также и доказать сейчасъ сказанное, но мы для разнообразія, чтобы не очень утомлять читателя, отложимъ это до другого раза (см. 183). Предлагаю тутъ черт. 18, показывающій сравнительную величину аэростатовъ по отношенію къ размѣрамъ: башни Эйфеля, пирамиды Хеопса, аэростата Жиффара (грушевиднаго, привязнаго), океанскаго парохода (представлена палуба; въ отличіе отъ аэростатовъ она затемнена) и нашихъ рослыхъ сосенъ. Числа, поставленные при фигурахъ (18), указываютъ количества пассажировъ, которые могутъ быть подняты воздушными кораблями, помимо оболочки съ обручами, газа, двигателей, лады и т. д.

## ГЛАВА XVIII.

### Расчетъ работы двигателя для данной скорости поступательнаго движенія аэростата.

150. Сдѣлаемъ простой расчетъ работы, необходимой для самостоятельнаго горизонтальнаго движенія воздушнаго корабля въ теченіе секунды.

Давленіе воздуха на движущуюся плоскую поверхность изучалось многими учеными весьма тщательно. Большинство ихъ пришло къ соглашенію, получивъ, приблизительно, одно и то-же число для давленія воздуха на пластинку въ 1 кв. метръ, движущуюся нормально со скоростію 1-го метра въ секунду; именно, при среднихъ условіяхъ температуры и давленія нашли около 0,086 килограмма (86 граммовъ).

151. Оказалось безразлично, — будетъ-ли пластинка двигаться въ неподвижномъ воздухѣ или воздухъ будетъ двигаться съ такою-же скоростію на подвижную пластинку: величина давленія отъ этого не зависитъ, но, конечно, предполагается, что направленіе прямолинейнаго движенія образуетъ съ пластинкой постоянный уголъ, — въ данномъ случаѣ прямой.

Скорость.		Давленіе.
Метръ секунд.	Килом. часъ.	
1	3,6	0,086
2	7,2	0,344
3	10,8	0,774
4	14,4	1,376
5	18,0	2,150
6	21,6	3,096
7	25,2	4,214
8	28,8	5,504
9	32,4	6,966
10	36,0	8,600
12	43,2	12,384
15	54,0	19,350
20	72,0	34,4
30	108,0	77,4
40	144,0	137,6
50	180,0	215,0
60	216,0	309,6

152. Съ увеличеніемъ скорости движенія давленіе воздуха возрастаетъ пропорціонально квадрату этого увеличенія, т. е. давленіе воздуха на 1 кв. м. будетъ выражаться приводимою тутъ таблицею. Первый столбецъ ея указываетъ секундную скорость пластинки въ метрахъ; второй—часовую, въ километрахъ; третій—давленіе на площадь въ 1 кв. метръ, въ килограммахъ.

153. Находятъ также, что давленіе вѣтра (или встрѣчнаго воздушнаго потока) пропорціонально пластинки.

154. Наибольшая высота оболочки нашего аэростата равна  $25\frac{1}{2}$  метрамъ, а ширина —  $32\frac{1}{2}$  м. Площадь охватывающаго это сѣченіе прямоугольника составитъ около 829 кв. метровъ ( $25\frac{1}{2} \times 32\frac{1}{2}$ ). Площадь средняго поперечнаго сѣченія аэростата будетъ нѣсколько меньше, именно 621 кв. метръ (72).

155. Если-бы сопротивленіе аэростата равнялось сопротивленію площади поперечнаго сѣченія его, при движеніи ихъ

съ одинаковою скоростію, то совсѣмъ было-бы нетрудно вычислить работу движущагося корабля въ теченіе, напр., секунды. Такъ, для секундной скорости въ 15 метровъ, получили-бы:  $(19,4 \times 621) \times 15 = 180.711$  килограмметровъ; т. е. давленіе на площадь (см. 152) мы помножили на длину пути, пройденнаго аэростатомъ въ одну секунду. Нашли громадную работу въ 1807 метрическихъ лошадиныхъ силъ.

156. Но въ томъ-то и дѣло, что острая и плавная форма воздушнаго корабля легко разсѣкаетъ воздухъ, такъ что давленіе его на корабль во много разъ меньше давленія на движущуюся съ тою скоростію площадь поперечнаго сѣченія оболочки. Число, показывающее во сколько разъ уменьшается сопротивленіе воздуха, благодаря формѣ корабля, сравнительно съ сопротивленіемъ площади его наибольшаго поперечнаго сѣченія, я буду называть *полезностью формы*.

157. Это число опредѣлялось многими, но, къ сожалѣнію, весьма различно. Поэтому я пришелъ къ необходимости опредѣлить его лично, *опытнымъ путемъ*.

Для этого я употреблялъ искусственный вѣтеръ, производимый большой воздуходувкой. Въ полученный мною потокъ я ставилъ сначала испытываемую форму, а затѣмъ пластинку, равную площади наибольшаго поперечнаго сѣченія формы. Въ томъ и другомъ случаѣ я опредѣлялъ давленіе, производимое вѣтромъ. Послѣ этого уже немудрено было сравнить (дѣленіемъ) оба давленія и узнать такимъ образомъ полезность формы.

При разныхъ скоростяхъ потока получались различные результаты. Оказалось, что *полезность формы* увеличивается съ увеличеніемъ скорости, а также и съ увеличеніемъ размѣровъ модели. Но даже и при незначительныхъ ея размѣрахъ (10 сант. въ ширину и 30 — въ длину) и при незначительной скорости, меньшей 5-ти метровъ въ секунду, — полезность формы была не меньше 10. Какова-же она будетъ при громадныхъ размѣрахъ и скоростяхъ аэростата! Замѣтимъ, что *полезность формы* морскихъ кораблей доходить до 50.

При опытахъ еще оказалось, что для каждой скорости движенія и каждаго размѣра аэростата существуетъ своя наиболѣе выгодная продолговатость или острота.

Чѣмъ быстрѣе движеніе и больше размѣры аэростата, тѣмъ выгоднѣе его дѣлать продолговатымъ (или удлиненнымъ).

Форма линіи, идущей изъ одного конца оболочки къ другой есть, приблизительно, дуга круга. Опыты показали, что отклоненія отъ этой формы весьма значительныя, лишь бы про-

дольныя линіи были плавны (безъ угловъ и рѣзкихъ изгибовъ), — весьма мало вліяють на *полезность формы*.

Принявъ ее только въ 25 (для нашихъ аэростатовъ), найдемъ работу воздушнаго корабля, при разсѣченіи имъ воздуха со скоростію 15-ти метровъ въ секунду, — равною 72 метрическимъ лошадинымъ силамъ (см. 155). *Мои опыты надъ сопротивленіемъ воздуха вы можете видѣть у меня въ Калугѣ; только, прошу, о вашемъ желаніи предупредить меня, чтобы я могъ выбрать удобный для меня день и приготовить необходимое.*

158. Секундная работа въ 75 метрическихъ лошадей потребовалась бы для воздушнаго корабля въ томъ случаѣ, если бы онъ тянулся за бичеву посредствомъ локомотива, имѣющаго неподвижную опору на поверхности земли

159. Но аэростатъ двигается вращеніемъ винта, подобнаго пароходному. Гайкой этого винта служитъ воздухъ; воздухъ-же подается подъ вліяніемъ давленія винтовыхъ лопастей и потому представляетъ подвижную опору, т. е. гайка наша движется. Отъ этого происходитъ бесполезная работа двигателей, которая для океанскихъ пароходовъ составляетъ около  $\frac{1}{9}$  индикаторной работы.

160. Меньше теряется (раза въ два съ половиною) на преодоленіе тренія движущихся лопастей о воду (около  $\frac{1}{10}$  полезной работы).

161. Кромѣ того, вращеніемъ винта въ подвижной средѣ, эта среда приходитъ въ движеніе и даетъ теченіе ея, обратное движенію корабля, отчего это обратное теченіе давитъ на пароходъ, мѣшаетъ ему идти и требуетъ еще увеличенія работы двигателей на  $\frac{2}{5}$  полезной работы (75 метрич. силъ)

162. Много еще тратится ея на треніе частей машины, такъ что, въ концѣ концовъ (по Фруде)<sup>1)</sup>, для морскихъ кораблей полезную работу, потребную только для разсѣченія воды, приходится увеличить въ 2,7 раза.

163. Принявъ это-же число и для аэростата, вычислимъ индикаторную работу его двигателей въ 195 метрическихъ лошадей, у насъ-же имѣется въ распоряженіи до 5.000 метрическихъ силъ (см. 72), т. е. въ 25 разъ больше.

Итакъ, если воспользоваться наибольшей, достигнутой пока энергіею моторовъ, то можно было бы двигаться гораздо скорѣе 15 метровъ въ секунду, или 54 километровъ въ часъ.

1) Hütte. Справочная книжка для инженеровъ, Томъ II стр. 451, 452.

Эффектная работа машинъ, или работа на валу меньше индикаторной (работы пара); она составитъ около 150 метрическихъ лошадиныхъ силъ.

Изъ чертежа 2 вы видите, что расположеніе гребныхъ винтовъ у аэростата даетъ обратный токъ воздуху, который не будетъ производить столь сильное давленіе на оболочку воздушнаго корабля, какъ парходный винтъ, особенно, если принять въ расчетъ, что сосѣдніе винты ладьи вращаются въ обратныя стороны. Поэтому потеря въ  $\frac{2}{5}$  полезной работы (см. 161) не велика въ примѣненіи къ аэростату. Можно бы и еще дальше отъ оболочки расположить гребные винты; тогда полезное ихъ дѣйствіе еще увеличится; увеличится также и устойчивость аэростата, между тѣмъ какъ вѣсъ цѣпей прибавится немного.

## ГЛАВА XIX.

### Управление воздушнымъ кораблемъ при безвѣтріи.

164. При безвѣтріи управление аэростатомъ не представляетъ никакихъ затрудненій. Передвигая посредствомъ рукоятки клапанъ регулятора температуры (черт. 2, R T), можемъ заставить стоять воздушный корабль на опредѣленной высотѣ или подниматься и опускаться по надобности.

165. Если почему нибудь (вліяніе солнца, облаковъ, яснаго неба, положеніе оболочки относительно солнечныхъ лучей) температура легкаго газа измѣнится, можемъ, при помощи регулятора, возстановить ее и, слѣдовательно, сохранить равновѣсіе.

Благодаря регулятору температуры, объемъ оболочки измѣняется чрезвычайно медленно и плавно,—при томъ только при измѣненіи вѣшной температуры и давленія.

Когда аэростатъ теряетъ грузъ или увеличиваетъ его (принимаетъ, напр., лишнихъ пассажировъ, для чего увеличиваетъ температуру легкаго газа), также когда онъ мѣняетъ быстро свое положеніе надъ уровнемъ моря, тогда, понятно, неизбежны рѣзкія измѣненія объема газомѣстности.

При спокойствіи тѣхъ слоевъ воздуха, гдѣ движется аэростатъ, послѣдній, конечно, могъ-бы двигаться свободно, во всѣ стороны, съ постоянною скоростію. И при этихъ условіяхъ водный пароходъ передъ воздушнымъ не имѣлъ бы никакихъ преимуществъ въ отношеніи быстроты передвиженія.

Дѣйствительно, положимъ сначала, что воздушный корабль имѣетъ тѣ же размѣры и форму, какъ и морской пароходъ и

что помѣщены они въ неподвижныя жидкости: одинъ — въ неподвижный воздухъ, другой — въ неподвижную воду. Спрашивается—почему аэростатъ не можетъ имѣть тѣхъ-же скоростей, какъ и пароходъ?

На это часто отвѣчаютъ, что воздухъ представляетъ опору для винта, приводящаго въ движеніе аэростатъ, въ 760 разъ болѣе подвижную, чѣмъ вода и потому аэростатъ не можетъ двигаться съ тою-же скоростью.

— Но, позвольте, хотя опора и подвижнѣе въ 760 разъ, но вѣдь и разсѣкать воздухъ аэростату въ 760 разъ легче, чѣмъ кораблю воду; такъ что опора вполнѣ соотвѣтствуетъ одолѣваемому сопротивленію.

Еще возражаютъ: подъемная сила аэростата въ 760 разъ меньше, чѣмъ парохода и потому двигатели аэростата не могутъ быть такъ сильны, какъ на кораблѣ.

— Отлично, но вы опять забыли, что именно такіе слабые двигатели и требуются для аэростата, такъ какъ среда, въ которой онъ плаваетъ, разсѣкается имъ въ 760 разъ легче, чѣмъ вода пароходомъ.

Говорятъ также, что аэростатъ не довольно тяжелъ въ сравненіи съ вѣсомъ вытѣсненной имъ среды, — не такъ напри- мѣръ, какъ птица, вѣсъ которой разъ въ 600 больше вѣса вытѣсненнаго ею воздуха, и потому-де первый не можетъ противо-дѣйствовать средѣ съ такою силою, какъ вторая.

Правда, вѣсъ аэростата съ грузомъ и со всѣми аксессуарами только равенъ вѣсу вытѣсненной имъ среды; но вѣдь и вѣсъ парохода, или даже броненосца равенъ вѣсу вытѣсненной имъ среды, что однако не мѣшаетъ имъ справляться съ водною стихіею. Стало-быть, того-же нужно ждать и отъ аэростата.

Съ другой стороны мы видимъ, что мелкія насѣкомыя въ 700 разъ болѣе плотныя, чѣмъ окружающая ихъ среда, летаютъ плохо, такъ что не могутъ справиться даже съ легкимъ противнымъ вѣтромъ; слѣдовательно, не въ относительномъ только вѣсѣ дѣло.

Итакъ, все говоритъ намъ, что аэростаты тѣхъ-же размѣровъ и формы, какъ корабли, могутъ двигаться съ такою-же скоростью, какъ водныя суда; послѣднія, въ видѣ океанскихъ пароходовъ, достигаютъ часовой скорости въ 40 километровъ. Еще больше скорость миноносцевъ и ихъ истребителей, которая достигаетъ свободно 50 килом. въ часъ. И это при весьма маломъ водоизмѣщеніи въ 147 тоннъ!

Значитъ и аэростаты при томъ-же маломъ объемѣ могутъ

двигаться со скоростью 50 килом. въ часъ. Мы увидимъ (см. 191—225), что съ увеличеніемъ размѣровъ аэростата, при постоянной энергіи двигателей, его скорость возрастаетъ. Именно, скорость нашего аэростата достигнетъ 100 килограммъ въ часъ. Пароходъ (1897 г.) Турбинія при длинѣ въ 30 м., даль часовую скорость въ 60 килом.; слѣдовательно, аэростатъ, по своимъ размѣрамъ, долженъ дать часовую скорость, по крайней мѣрѣ въ 2 раза большую, т. е. 120 килом., конечно, принимая ту-же энергію двигателей.

## ГЛАВА XX.

### Управление воздушнымъ кораблемъ при равномерномъ и прямолинейномъ воздушномъ потокѣ.

166. Скорость вѣтра весьма разнообразна. Вообще она быстро возрастаетъ съ поднятіемъ отъ поверхности земли; увеличиваясь при этомъ, на разстояніи какихъ-нибудь 400 метровъ раза въ два и болѣе, она становится затѣмъ довольно постоянной, измѣняясь лишь на значительныхъ высотахъ. Такъ, на высотѣ башни Эйфеля скорость вѣтра часто вдвое больше, чѣмъ у ея подножія. Средняя скорость вѣтра на возможно близкомъ разстояніи отъ почвы, на которомъ только могутъ летать аэростаты, не превышаетъ 20 километровъ въ часъ. На моряхъ и открытыхъ пространствахъ она больше; на материкахъ и обширныхъ островахъ, особенно покрытыхъ лѣсами и холмами, она значительно меньше. Для Россіи средняя часовая скорость вѣтра (на высотѣ обсерваторій) не превышаетъ 12—15 километровъ. На большихъ высотахъ скорость вѣтра въ 40—50 километровъ довольно обыкновенна. Иногда тамъ она достигаетъ даже 120 килом. въ часъ. Такъ, однажды, при тихой внизу погодѣ, нѣкто г. Лентовскій пролетѣлъ на воздушномъ шарѣ въ  $\frac{1}{2}$  часа 60 верстѣ. Это настолько его поразило, что онъ далъ себѣ слово больше не летать.

167. Чтобы выяснитъ вліяніе равномернаго и прямолинейнаго воздушнаго тока на помѣщенный въ немъ аэростатъ, приводимъ слѣдующій простой законъ: *вѣтеръ дѣйствуетъ на воздушный корабль, такъ какъ будто-бы атмосфера была совершенно неподвижна, а почва уносилась со скоростью вѣтра, но въ прямо противоположную ему сторону.* Это фактъ и совсѣмъ не новость для васъ, что я вамъ только напомню. Представьте себѣ, что вы мчитесь равномерно и прямолинейно (безъ качки) по гладкой поверхности океана, въ закрытой со

всѣхъ сторонъ обширной каютѣ. Вы пускаете въ ней маленькій воздушный шаръ и дѣлаете съ нимъ опыты. Какъ вы думаете, имѣетъ ли вліяніе на нихъ скорость движенія вашего парохода. Конечно, вы скажете, нѣтъ! Если-бы даже солнечная система понемножку прекратила свое поступательное движеніе, то, *послѣ этой остановки*, всѣ явленія нашего планетнаго мірка нисколько не измѣнились бы, несмотря на страшную общую потерю скорости.

Но возвратимся къ вашему пароходу и вашему крохотному управляемому аэростату. Измѣнится-ли его движеніе *относительно почвы*, если пароходъ будетъ стоять, а почва будетъ двигаться въ обратную сторону? Конечно, нѣтъ.

Мы не будемъ разсматривать причину движенія воздуха, намъ до нея въ данномъ случаѣ и нѣтъ дѣла. Но мы можемъ смотрѣть на воздухъ, какъ на движущійся въ огромной каютѣ и потому можемъ говорить про него тоже, что и про воздухъ въ маленькомъ пароходѣ.

168. Итакъ, законъ намъ доказанъ, какъ непреложный, всѣми наблюдаемый фактъ. Когда встрѣтите какое нибудь затрудненіе относительно вліянія на аэростатъ *правильнаго* вѣтра, обращайтесь къ этому закону для выясненія задачи. Изъ него вытекаетъ ясно: Воздушный корабль, не связанный съ землей и не пустившій въ ходъ свои двигатели, при вѣтрѣ, какъ и безъ него, не испытываетъ никакого дуновенія, а видитъ только болѣе или менѣе быстро уносящуюся почву, смотря по скорости вѣтра (а). Это обыкновенно и наблюдаютъ воздухоплаватели на неуправляемыхъ шарахъ: несмотря на ужасную, иногда, быстроту движенія, имъ кажется, что они совершаютъ его при полномъ штилѣ; этимъ и доказывается равномерность и прямолинейность воздушнаго потока на высотахъ.

169. Паруса для аэростата бесполезны, какъ они бесполезны при тишинѣ воздуха (b). Исключеніе составляетъ аэростатъ, связанный съ почвой, хотя бы и скользящимъ по ней канатомъ (аэростатъ Андре).

170. Во время самостоятельнаго движенія воздушнаго корабля, происходящій отъ этого встрѣчный потокъ воздуха дуетъ при безвѣтріи и вѣтрѣ одинаково: симметрично, вдоль аэростата, ему навстрѣчу (отъ носа къ кормѣ) и со скоростью самостоятельнаго движенія корабля въ неподвижномъ воздухѣ (c). Въ бокъ и вкось онъ дуть не можетъ; сила его постоянна и не зависитъ отъ скорости вѣтра и его направленія, также какъ и отъ направленія движенія аэростата.

171. Когда самостоятельная его скорость въ спокойной атмосферѣ болѣе скорости вѣтра, то аэростатъ при этомъ можетъ двигаться произвольно во всѣ стороны: по направленію вѣтра—со скоростью, равною суммѣ обѣихъ скоростей, противъ вѣтра—со скоростью, равною разности этихъ скоростей, по другимъ направленіямъ—со скоростью промежуточною между двумя крайними (d).

172. Когда скорость аэростата равна скорости воздушнаго течения, то онъ не въ силахъ идти противъ вѣтра, но можетъ стоять неподвижно, относительно земли, произвольно долгое время. По вѣтру аэростатъ, конечно, двигается съ удвоенною быстрою (e).

173. Послѣдній выводъ (e) указываетъ намъ на удобный пріемъ для безопаснаго вертикальнаго спуска и подъема аэростата во время вѣтра. Дѣйствительно, если мы, напр., спускаемся, то поворачиваемъ корабль противъ течения и даемъ аэростату движеніе, равное скорости вѣтра, для чего пускаемъ въ ходъ одинъ или нѣсколько гребныхъ винтовъ, смотря по силѣ вѣтра.

При этомъ аэростатъ дѣлается неподвижнымъ относительно почвы; далѣе, понизивъ немного внутреннюю температуру оболочки, посредствомъ соотвѣтствующаго аппарата, принудимъ воздушный корабль медленно опускаться совершенно вертикально и слѣдовательно безопасно.

Также совершаютъ и безопасный подъемъ: еще на пристани ставятъ аэростатъ носомъ къ вѣтру и заставляютъ вращаться гребные винты, чтобы они дали тягу, равную давленію вѣтра на корабль. Затѣмъ отцѣпляютъ его отъ пристани и, повысивъ значительно температуру, поднимаются быстро столбомъ. Описанный способъ позволяетъ аэростату садиться и оставлять почву даже въ узкихъ мѣстахъ, ограниченныхъ высокими зданіями и деревьями.

174. Когда скорость воздушнаго корабля равна или менѣе скорости течения, то онъ не можетъ двигаться произвольно во всѣ стороны. При этомъ районъ его движенія ограничивается угломъ отъ  $0^{\circ}$  до  $180^{\circ}$ , т. е. путь аэростата можетъ совпасть съ направленіемъ вѣтра, но можетъ и уклоняться въ обѣ стороны отъ него на нѣкоторый желаемый уголъ, не болѣе однако прямого угла ( $90^{\circ}$ ). Пусть, напр., часовая скорость аэростата въ 54 километра равна скорости вѣтра; при уклоненіи отъ направленія послѣдняго въ обѣ стороны на  $60^{\circ}$ , скорость воздушнаго корабля относительно земли еще равна ско-

рости вѣтра (54 м.), т. е. не ослабляется имъ нисколько; при уклоненіи на  $75\frac{1}{2}^{\circ}$ , она ослабляется только вдвое; при уклоненіи менѣе чѣмъ на  $60^{\circ}$ , скорость аэростата увеличивается вѣтромъ, т. е. онъ оказывается даже полезнымъ для путешествія.

При уклоненіи пути аэростата, близкомъ къ  $90^{\circ}$ , скорость его почти уничтожается теченіемъ атмосферы и онъ движется совсѣмъ *бокомъ*. Замѣтимъ, что какое бы не было отношеніе скоростей вѣтра и аэростата; направленіе его движенія, вообще, не совпадаетъ съ направленіемъ его длины, т. е. онъ движется хоть *отчасти бокомъ*. Исключеніе бываетъ тогда, когда направленіе пути корабля параллельно направленію воздушнаго потока.

175. Какъ бы ни была велика его скорость по отношенію къ самостоятельной горизонтальной скорости аэростата, путь послѣдняго совершенно произволенъ въ границахъ извѣстнаго угла. Положимъ, напр., что скорость вѣтра въ три раза болѣе скорости аэростата въ неподвижномъ воздухѣ, т. е. пусть скорость вѣтра достигнетъ 162 килом. въ 1 часъ; это—ураганъ, могущій унести человѣка и даже поднять его въ воздухъ, какъ перышко.

Наибольшій уголъ уклоненія отъ линіи вѣтра будетъ равенъ почти  $20^{\circ}$ ; такъ что и при такомъ страшномъ ураганѣ аэростатъ, носясь со скоростью, болѣею 162 километровъ, имѣетъ возможность уклоняться въ любую сторону отъ направленія бури на  $20^{\circ}$ . Наибольшая разность путей (или направленій)— $40^{\circ}$ .

Объяснимъ нагляднѣе значеніе этого угла. Пусть мы съ нашимъ аэростатомъ находимся въ Твери, а вѣтеръ дуетъ въ Москву съ часовой скоростью въ 162 килом. Вырѣжемъ изъ бумаги уголъ въ  $40^{\circ}$  и наложимъ его на карту Россіи такъ, чтобы вершина его пришлась на Тверь, а средняя его линія легла по направленію вѣтра, т. е. прошла черезъ Москву. Въ каждый городъ и селеніе, закрытое этимъ угломъ, мы можемъ направить нашъ воздушный путь. Двойной уголъ наибольшаго отклоненія отъ линіи вѣтра можетъ быть названъ *угломъ выбора*. Въ данномъ случаѣ выборъ составляетъ  $\frac{1}{9}$  часть всей страны. Кажется, есть на чемъ остановиться, есть куда и направитья.

176. Крайне рѣдко у поверхности земли встрѣтить секундную скорость вѣтра въ 10 метровъ; т. е. часовую скорость въ 36 килом.; но и тогда нашъ аэростатъ, поднимающій 200 пассажировъ, можетъ идти во всѣ стороны, произвольно, со ско-

ростію, не меньшею 18 килом: Болѣе  $\frac{1}{2}$  года въ Россіи часовая скорость вѣтра у земной поверхности менѣе 14—15 килом. (что соотвѣтствуетъ давленію его въ 1,4 килогр. на кв. метръ или около 2 фунтовъ на кв. аршинъ); а такую скорость одолѣеть даже маленькой аэростатъ.

Такъ аэростатъ Кребса съ Ренаромъ имѣлъ самостоятельную горизонтальную скорость, большую 20 килом. въ часъ. Но аэростатъ ихъ не могъ двигаться безопасно у самой почвы, потому что не имѣлъ хорошихъ и могучихъ средствъ для управления своимъ положеніемъ надъ уравниемъ моря. Благодаря этому онъ долженъ былъ подниматься на значительную высоту (хотя бы на 200—300 метровъ), гдѣ скорость вѣтра гораздо больше, чѣмъ у земной поверхности и справляться съ нимъ много труднѣе.

177. Да и зачѣмъ мы должны непремѣнно летѣть противъ вѣтра? Направленіе его мѣняется почти каждый день, даже нѣсколько разъ въ день! Почему-же не подождать часокъ, другой благопріятнаго момента. Иногда вѣтеръ затихаетъ и его можно не принимать въ расчетъ, направляясь куда угодно. Не лучше-ли пользоваться затишьемъ воздуха и его движеніемъ, чѣмъ бороться съ нимъ безъ выгоды!

Сегодня я съ своимъ аэростатомъ въ Твери, а вѣтеръ дуетъ въ Москву;—какая мнѣ надобность непремѣнно направляться въ Петербургъ! Какъ-бы вѣтеръ не былъ силенъ, я имѣю громадный выборъ городовъ: я могу летѣть въ Симбирскъ, въ Самару, Саратовъ, Пензу, Тамбовъ, Воронежъ, Курскъ, Харьковъ и въ тысячи другихъ пунктовъ между этими городами. Неужели я не найду двѣ сотни пассажировъ, желающихъ направиться именно въ эти города, или грузъ, цѣнность котораго возрастаетъ по мѣрѣ удаленія воздушнаго корабля отъ первоначальнаго пункта! Тогда я могу подняться съ своимъ кораблемъ на 200—300 метровъ, гдѣ движеніе атмосферы вдвое быстрѣе и гдѣ время путешествія можно сократить чуть не вдвое. Всѣ попутные города заранѣе увѣдомляются телеграммой о прибытіи аэростата, причѣмъ онъ найдетъ уже приготовившихся къ дорогѣ пассажировъ.

Если самостоятельная скорость корабля равна 54 килом. въ часъ, да вѣтеръ подгонитъ на столько-же, то, напр., въ Тамбовъ, за 600 килом. отъ Твери можно прибыть черезъ  $5\frac{1}{2}$  часовъ. А тамъ, смотришь, вѣтеръ затихаетъ или направленіе его мѣняется и можно съ выгодою летѣть въ обратную сторону. Вообще, вѣтеръ описываетъ спирали, дуги и циклоидальныя кри-

выя; двигаясь по нимъ съ нѣкоторымъ уклоненіемъ, не уменьшающимъ скорости аэростата, послѣдній, понятно можетъ скоро прибыть на старое мѣсто, изъ котораго вышелъ.

Россія настолько обширна и корабль настолько всегда способенъ уклоняться отъ линіи вѣтра, что подобное круговое путешествіе, даже въ ея предѣлахъ, вполне возможно. Такой замкнутый путь можетъ имѣть въ діаметрѣ 1—2 тысячи километровъ, а протяженіе въ 3—6 тыс. килом.; но, при помощи вѣтра, аэростатъ пройдетъ его въ 2—3 дня.

Представимъ себѣ множество циркулирующихъ въ странѣ аэростатовъ; мы увидимъ тогда, что маленькія неудобства такого движенія заглаживаются громадными преимуществами его: чрезвычайною скоростію перемѣщенія и частымъ посѣщеніемъ многими аэростатами одного и того-же селенія.

Еще благоприятнѣе результаты пользованія воздушными теченіями *разныхъ высотъ* и въ примѣненіи къ пространствамъ, большимъ Россіи; напр., въ примѣненіи ко всей земной поверхности (см. „Горный аэростатъ“; 226—240).

178. Въ нѣкоторомъ отношеніи выгодны *малые* аэростаты, которые могутъ укрываться отъ неблагоприятнаго дѣйствія вѣтра въ аллеяхъ и лѣсныхъ просѣкахъ достаточной ширины. Обыкновенная высота сосновыхъ и еловыхъ лѣсовъ (напр., въ Сибири) — 30 метровъ. Полная высота предлагаемаго тутъ нами аэростата, отъ низшей точки ладьи до высшей точки оболочки, равна 36 метрамъ, т. е. нашъ воздушный корабль не укрывается съ макушкой въ лѣсахъ и потому не вполне ими защищается отъ вѣтра; но и то ужъ важно, что гребные винты работаютъ въ неподвижномъ слоѣ воздуха и что хоть половина корабля закрыта отъ неблагоприятнаго теченія. Однако, изъ алюминія, который въ 3 раза легче желѣза, можно строить аэростаты втрое меньшихъ размѣровъ. Такіе аэростаты вполне защищаются деревьями, но эти аэростаты сравнительно дороги и вообще невыгодны въ матеріальномъ отношеніи. Поднимаютъ они не болѣе 5 человѣкъ.

179. Говорю о вѣтрахъ и ихъ значеніи не потому, чтобы считать ихъ опасными противниками воздушныхъ кораблей, а съ тѣмъ чтобы искуснымъ управленіемъ обратить этихъ кажущихся съ перваго раза противниковъ въ союзниковъ и друзей воздухоплаванія.

180. Насколько они опасны для аэростата, имѣющаго самостоятельную часовую скорость въ 54 километра (или секундную — въ 15 метровъ), это видно изъ слѣдующаго, заимство-

ваннаго изъ книжки г. предсѣдателя воздухоплавательнаго отдѣла Импер. Русскаго Технич. Общества („Аэростаты“. М. М. Поморцевъ; 1895 г.; С.-Петербургъ. Стр. 3).

Средняя секундная скорость вѣтра въ Европ. Россіи близка къ 4 метрамъ; такъ что нашъ аэростатъ, въ среднемъ, можетъ двигаться даже противъ вѣтра со скоростію 11 метровъ въ секунду, или 39,6 километра въ часъ; 11 дней въ году приходится на скорость, близкую къ нулю; 36 дней — на скорость, меньшую одного метра въ секунду; 80 дней — на скорость меньшую двухъ метровъ; далѣе выскажемся посредствомъ таблицы.

Метры.	Д и н.
0	11
1	36
2	80
3	142
4	208
5	270
6	314
7	340
8	351
9	355

181. Изъ таблицы видно, что существуетъ 314 дней въ году такихъ, когда секундная скорость вѣтра *меньше* 6 метровъ и когда аэростатъ можетъ двигаться *противъ* вѣтра, со скоростію, *большею* 9 метровъ, или 32,4 километра въ часъ.

Только 11 дней въ году приходится на скорость, большую 9 метровъ, когда корабль нашъ всетаки можетъ идти противъ вѣтра со скоростію 6 метровъ въ секунду, или 21,6 километра въ часъ.

4 дня въ году приходится на скорость въ 9 метровъ, 11 — на скорость въ 8 м. и 25 — на скорость въ 7 метровъ. Все сказанное въ послѣднемъ параграфѣ, разумѣется, относится къ низшимъ слоямъ атмосферы, въ которыхъ, предполагается, летаетъ нашъ воздушный корабль.

182. Не трудно показать, что при самомъ небрежномъ от-

ношеніи къ направленію вѣтра, аэростатъ больше выигрываетъ отъ движенія воздуха, чѣмъ проигрываетъ. Въ самомъ дѣлѣ, по теоріи вѣроятности, половину дней въ году аэростатъ путешествуетъ при неблагопріятномъ теченіи вѣтра, половину—при благопріятномъ.

Въ первомъ случаѣ онъ каждый часъ теряетъ  $14\frac{1}{4}$  километра пути (или 4 м. въ секунду), во второмъ—выигрываетъ столько же,—если только, впрочемъ, въ обокъ случаяхъ онъ совершаетъ свой путь у поверхности земли. Но такъ какъ при благопріятномъ вѣтрѣ, онъ можетъ подняться, то его выигрышъ будетъ на много превосходить проигрышъ. И такъ, воздушныя теченія *несомнѣнно* полезны для воздухоплаванія, если даже пользоваться *только* ихъ свойствомъ двигаться быстрѣе на высотахъ. Нѣтъ надобности для этого забираться подъ облака: довольно подняться на высоту башни Эйфеля, чтобы прибавочная скорость почти удвоилась.

## ГЛАВА XXI.

### Прочность воздушнаго корабля.

183. Поговоримъ о прочности металлической оболочки аэростата и его частей. Прежде всего возникаетъ вопросъ: можетъ ли крѣпость оболочки выдержать ея тяжесть при самомъ построеніи корабля въ плоскомъ и отвѣсномъ видѣ (см. черт. 16-й и 17-й)?

Оболочка съ своими обручами, до наполненія газомъ, виситъ въ вертикальной плоскости на канатахъ. Вообразимъ себѣ висячую ленту, проволоку, листъ и т. п. и опредѣлимъ, при какой длинѣ ихъ они разрываются отъ собственной тяжести.

Разсмотримъ сначала проволоку, поперечный разрѣзъ которой равенъ 1 кв. сантиметру. Чтобы разорвать такую проволоку изъ хорошаго желѣза, надо усиліе въ 6000 килограммовъ. Одинъ метръ ея вѣситъ около  $\frac{3}{4}$  килогр. Такимъ образомъ, надо 8.000 метровъ проволоки, чтобы произвести ея разрывъ отъ ея же тяжести.

184. Если-бы мы взяли проволоку съ сѣченіемъ въ 1 кв. мм., то сопротивленіе ея разрыву было бы въ 100 разъ меньше (60 килогр.), но за то и вѣсъ ея (или разрывающая сила) былъ бы во столько-же разъ меньше. Отсюда видно, что наибольшая длина висящей проволоки или листа не зависитъ отъ величины ихъ горизонтальнаго разрѣза, или отъ ихъ тяжести,

потому что чѣмъ больше тяжесть листа, тѣмъ больше и его горизонтальный разрѣзъ, а чѣмъ больше разрѣзъ, тѣмъ и сопротивление разрыву больше; такъ что сопротивление будетъ соответствовать увеличенію массы висящей проволоки или поверхности.

Впрочемъ, это вѣрно только приблизительно, потому что тонкая проволока выказываетъ сравнительно большее сопротивление разрыву, чѣмъ толстая.

185. Наша висящая оболочка, въ самой широкой своей части, имѣетъ 47 метровъ высоты; такъ что усиліе, производимое ею для ея разрыва въ высшихъ точкахъ, въ 170 разъ меньше, чѣмъ какое требуется (8000:47—170). И такъ, достаточная прочность (170) нераздутаго еще аэростата не подлежитъ сомнѣнію.

Надо доказать, что она также несомнѣнна и для наполненной газомъ оболочки.

186. Это дѣло не столь легкое для элементарнаго изложенія, однако мы и тутъ попытаемся что нибудь выяснить.

Смотрите черт. 3. Наибольшее напряженіе оболочки будетъ въ высшихъ 'среднихъ ея частяхъ. Притомъ натяженіе по окружности поперечнаго сѣченія, изображеннаго на черт., или по направленію обручей больше, чѣмъ вдоль аэростата (доказательства не привожу). Вотъ это поперечное натяженіе въ средней высшей точкѣ оболочки мы и должны бы опредѣлить. Если оно не велико, то другія натяженія еще меньше; затѣмъ, если прочность его будетъ достаточна, то прочность другихъ частей оболочки и подавно.

Но мы возьмемъ, для простоты расчета, не высшую точку средняго сѣченія, а точку ВМ (черт. 3), находящуюся, сравнительно, лишь немного ниже. Результатъ расчетовъ будетъ на самую малость отличаться отъ истины.

187. Напряженіе оболочки въ углу ВМ, очевидно зависитъ отъ тяжести ладьи со всѣмъ содержимымъ и отъ величины угла ВМ. Чѣмъ больше этотъ (наружный) уголь, тѣмъ громаднѣе должно быть натяженіе оболочки; когда стороны угла сливаются въ одну прямую линію, натяженіе рукавовъ оболочки безконечно велико; потому-то впадина ВМ и не можетъ исчезнуть (или оболочка разгладиться). Когда уголь ВМ равенъ нулю, или когда онъ крайне острый, натяженіе оболочки равно половинѣ вѣса ладьи, такъ какъ вѣсъ этотъ распредѣляется на два рукава оболочки.

Чѣмъ болѣе наполняется аэростатъ газомъ или чѣмъ бо-

лѣе онъ расширяется отъ какихъ бы то ни было причинъ, тѣмъ тупѣе уголъ  $BM$  и тѣмъ, слѣдовательно, болѣе въ опасности оболочка, уголъ  $BM$  у нашего аэростата не бываетъ больше  $120^\circ$ , такъ что *натяженіе каждаго рукава оболочки не болѣе вѣса лады со всѣмъ содержимымъ, съ стержнями TC и полостью BM*. Это легко понять взглянувъ на черт. 19; въ одной вертикальной плоскости мы видимъ два блока съ перекинутой черезъ нихъ ниткой; на двухъ концахъ ея висятъ равные грузы, третій грузъ прицѣпляется къ серединѣ нитки, между блоками; если онъ такой-же массы, какъ и другія два, то уголъ, образуемый имъ на ниткѣ, составляетъ ровно  $120^\circ$  части нитки между блоками изображаютъ два рукава натянутой оболочки; третій грузъ—натяженіе отъ лады.

Изъ опыта видно, что при углѣ въ  $120^\circ$  между рукавами, натяженіе послѣднихъ равно тяжести лады. Если бы мы увеличили грузы на концахъ нитки, то уголъ бы увеличился, что указываетъ на увеличеніе натяженія оболочки (при увеличеніи ея угла). Наоборотъ, если-бы мы уменьшили крайніе грузы, то уголъ бы сталъ острѣе, что указываетъ на уменьшеніе натяженія рукавовъ  $BM$  (при уменьшеніи ихъ угла).

188. Чтобы узнать вѣсъ лады съ главными стержнями (TC) и верхней массивной полосой  $BM$ , мы изъ полной подъемной силы аэростата (92.552 килогр. см. 92) вычтемъ вѣсъ оболочки съ обручами, нижней массивной полосой ( $32.376 + 6.580 + 1.500 = 38.456$ ); получимъ 53.096 килограммовъ.

Допустимъ, что весь этотъ грузъ распределяется *только на часть оболочки*, длиною въ ладью, т. е. на 126 метровъ. На каждый метръ длины одного рукава оболочки придется сила тяжести, равная 421 килограмму.

Сѣченіе одного рукава оболочки длиною въ 1 метръ, или 1000 мм., равно 300 кв. мм. Это число мы получили, умноживъ длину сѣченія (1000 мм.) на ширину его (0,3 мм.). А такъ какъ сопротивленіе одного кв. миллиметра равно 60 килограммамъ, то сопротивленіе одного метра оболочки составитъ 18.000 килогр. Оно будетъ больше разрывающей силы въ 43 раза. Прочность раздутой оболочки, выражающаяся числомъ—43, болѣе чѣмъ достаточна; на практикѣ обыкновенно (при хорошемъ матеріалѣ) ограничиваются прочностью въ 6.

189. Мы еще не принимали въ расчетъ сопротивленія оброчей (черт. 2 и 3; C); какъ сейчасъ увидимъ, одни обручи могутъ съ достоинствомъ выдерживать натяженіе оболочки. Дѣйствительно, на 1 метръ ея продольнаго сѣченія приходится

около двухъ обручей съ площадью сѣченія въ 75 кв. мм. (см. 87 и 88), и съ сопротивленіемъ въ 4.500 килогр. Не считая оболочки, получимъ прочность однихъ обручей въ 11 ( $4500:421=11$ ). Полная прочность оболочки *съ обручами* равна 54.

190. Прочность оболочки относительно продольнаго ея натяженія въ два раза больше, чѣмъ относительно поперечнаго; слѣдовательно будетъ 86.

Прочность стержней-цѣпей (TC) равна 28, параболическихъ цѣпей (C.P, черт. 8) — 32, отвѣсныхъ цѣпей ладьи (черт. 8, CN)—27; прочность деревяннаго помоста ладьи (черт. 8, PL)—не менѣе 10.

## ГЛАВА XXII.

**Общія истинны о воздушныхъ корабляхъ разныхъ размѣровъ; примѣненіе ихъ къ практическому воздухоплаванію.**

191. Дадимъ нѣсколько истинъ относительно аэростатовъ, размѣры которыхъ—въ длину, ширину и высоту—увеличиваются въ одинаковое число разъ; приэтомъ форма аэростата, или видъ его оболочки сохраняется неизмѣннымъ, или, какъ говорятъ, аэростатъ *измѣняясь въ размѣрахъ, остается подобнымъ самому себѣ*; напр., неизмѣняется продолговатость аэростата.

192. Очевидно (изъ 63), что поверхность его оболочки пропорціональна длинѣ ея и высотѣ. Наприм., если эти размѣры увеличатся въ 5 разъ, то поверхность оболочки увеличится въ 25 разъ.

193. Когда толщина оболочки сохраняется неизмѣнной, то и вѣсъ ея возрастаетъ или уменьшается по тому же закону, какъ и поверхность; наприм., если размѣры ея уменьшатся въ 10 разъ, то вѣсъ уменьшится въ 100 разъ.

194. Объемъ оболочки или объемъ легкаго газа, конечно, пропорціоналенъ длинѣ, ширинѣ и высотѣ оболочки (см. 60). А такъ какъ эти размѣры, по условію 191, измѣняются въ одинаковое число разъ, то объемъ оболочки пропорціоналенъ третьей степени измѣненія линейныхъ размѣровъ (хоть высоты). Если, напр., высота аэростата, сохраняющаго свою форму, увеличилась въ 10 разъ, то объемъ занимаемый легкимъ газомъ, увеличится въ 1000 разъ ( $10 \times 10 \times 10 = 1000$ ).

195. Такимъ образомъ, поверхность оболочки пропорціональна второй степени (или, какъ говорятъ, квадрату) измѣненія линейнаго размѣра аэростата, а объемъ его—третьей степени, или, какъ говорятъ,—кубу.

Такъ, если послѣдовательное измѣненіе длины, ширины и высоты аэростата будетъ выражаться числами: 2, 3, 4, 5, 10,— то соотвѣтствующее измѣненіе поверхности оболочки будетъ: 2, 9, 16, 25, 100,—а объема; 8, 27, 64, 125, 1000.

196. По тому-же закону, какъ и объемъ (194), измѣняется и подъемная сила аэростата, потому что она равна вѣсу воздуха, вытѣсняемаго оболочкой или легкимъ газомъ.

197. Тому-же закону слѣдуетъ и вѣсъ оболочки съ обручами, если толщина ея и обручей возрастаетъ пропорціонально возрастанію ея размѣра.

198. На основаніи 196 параграфа, чтобы равновѣсіе аэростата соблюдалось (т. е. чтобы онъ не падалъ и не поднимался), при одинаковомъ измѣненіи трехъ его размѣровъ, необходимо чтобы вѣсъ слѣдующихъ частей воздушнаго корабля былъ пропорціоналенъ *третьей* степени измѣненія его высоты:

199. Оболочки и ея частей.

200. Ладьи, дышателей и топлива.

201. Пассажировъ, запасныхъ грузовъ и всякихъ другихъ грузовъ и частей аэростата.

202. Легкаго газа, что соблюдается само собою. Если-же вѣсъ какой нибудь части аэростата возрастаетъ не такъ быстро, какъ слѣдуетъ по предыдущему закону, то вѣсъ одной или нѣсколькихъ другихъ частей долженъ возрасти, наоборотъ, быстрее, чѣмъ слѣдуетъ по тому-же закону.

203. Изъ 191 и 199 видно, что для равновѣсія воздушнаго корабля требуется, чтобы толщина оболочки уменьшалась пропорціонально уменьшенію ея размѣровъ. Отсюда ясно, насколько неудобно строить небольшія металлическія модели аэростатовъ. Въ самомъ дѣлѣ, при длинѣ нашего корабля въ 210 метровъ нужна желѣзная оболочка толщиной въ 0,3 мм., съ обручемъ въ 7 мм. толщиной.

Если-бы хотѣли сдѣлать модель длиною въ 10 метровъ, то намъ пришлось бы толщину оболочки и обручей уменьшить въ 21 разъ, т. е. для оболочки получили бы  $\frac{1}{70}$  мм., а для обручей— $\frac{1}{3}$  мм., или невозможно мало.

204. Для алюминіевой оболочки нашли-бы  $\frac{1}{23}$  мм. (вдвое тоньше карточки изъ алюминія), а для обручей  $\frac{1}{3}$  мм., что также мало. Мнѣ говорятъ: „выстройте маленькій аэростатъ“ и тѣмъ изумляютъ меня, какъ часовщика, которому предлагаютъ за 10 рублей сдѣлать хорошіе часы въ булавочную головку... „вѣдь, матеріала то на копѣйку не пойдетъ!“ На основаніи 209 пара-

графа такая модель не даст и порядочной самостоятельной скорости.

205. Поверхность или площадь наибольшего поперечнаго сѣченія оболочки также зависитъ отъ ширины его и высоты, а потому, при неизмѣнной формѣ сѣченія, его площадь пропорціональна второй степени (квадрату) измѣненія размѣровъ аэростата.

206. Положимъ, напр., что размѣръ аэростата (хоть высота) увеличится въ 5 разъ; тогда, по предыдущему, площадь главнаго поперечнаго сѣченія увеличится въ 25 разъ ( $5 \times 5$ ).

Сопротивленіе движенію воздушнаго корабля главнымъ образомъ зависитъ отъ площади его поперечнаго сѣченія и формы оболочки; но форма осталась неизмѣнной, поперечное же сѣченіе увеличилось въ 25 разъ; слѣдовательно во столько же разъ, приблизительно, должна увеличиться и работа аэростата, необходимая для разсѣченія имъ воздуха съ тою-же скоростью. Вѣсъ же двигателей, на основаніи 200 параграфа, увеличивается въ 125 разъ; во столько-же разъ увеличивается, разумѣется, и ихъ сила, т. е. въ 5 разъ больше, чѣмъ нужно. Изъ этого слѣдуетъ:

207. *Относительная* сила двигателей (или *сила ихъ по отношенію къ подъемной силѣ корабля*), потребная для движенія аэростата съ опредѣленною скоростью, уменьшается пропорціонально увеличенію его размѣровъ. Наоборотъ, эта сила увеличивается пропорціонально уменьшенію размѣровъ аэростата.

208. Не измѣняя относительной силы (или вѣса) его двигателей, увидимъ, что скорость аэростата будетъ возрастать съ увеличеніемъ его размѣровъ, — и обратно она будетъ уменьшаться съ уменьшеніемъ этихъ размѣровъ.

209. Отсюда видно, что поступательная скорость моделей не можетъ быть велика; такъ, для модели въ 10 метровъ длины (203), при сохраненіи скорости настоящаго аэростата, относительная сила двигателей должна быть въ 21 разъ больше, чѣмъ для предлагаемаго нами аэростата. Это значитъ, что двигатели должны быть въ 21 разъ сильнѣе, сравнительно съ тѣмъ, что можетъ удѣлить подъемная сила: короче, энергія ихъ должна возрасти въ 21 разъ, что особенно трудно, принимая въ расчетъ ихъ малую абсолютную силу и вѣсъ.

210. Такъ какъ запасъ топлива пропорціоналенъ третьей степени размѣровъ корабля (см. 200), а сила двигателей, для движенія съ постоянной скоростью, — второй, то возможный запасъ топлива, по отношенію къ его необходимому количеству,

пропорціоналенъ размѣрамъ аэростата. Стало быть тому-же пропорціональна и величина его рейса, совершаемаго однимъ этимъ запасомъ.

211. Сопротивленіе оболочки разрыву, конечно, зависитъ отъ площади продольнаго разрѣза оболочки и обручей (говорю про натяженіе ея по окружности сѣченія); но площадь эта пропорціональна увеличенію длины аэростата и толщинѣ оболочки; такъ какъ толщина эта также пропорціональна увеличенію размѣровъ корабля, то сопротивленіе оболочки разрыву будетъ пропорціонально второй степени увеличенія ея размѣровъ. Между тѣмъ, какъ разрывающая сила, т. е. вѣсъ ладьи (см. 200 и 201) пропорціоналенъ третьей степени размѣра (напр., длины). Такъ, если размѣръ аэростата увеличится въ два раза, то площадь продольнаго разрѣза оболочки увеличится въ 4 раза, а разрывающая сила, или вѣсъ ладьи въ 8 разъ; такимъ образомъ прочность уменьшится въ 2 раза.

212. Стало быть прочность оболочки уменьшается пропорціонально увеличенію ея размѣровъ. Тоже вѣрно и относительно другихъ частей корабля, если вѣсъ ихъ будетъ пропорціоналенъ подъемной силѣ подобно измѣняющагося аэростата.

213. Отсюда видно, что есть предѣлъ увеличенію размѣровъ, хотя бы оболочки, корабля. Дѣйствительно, мы разсчитали ея прочность въ 54 (наименьшее число); но, на практикѣ, принимается достаточной и прочность въ 6; слѣдовательно, увеличивъ высоту оболочки въ 10 разъ, мы еще получимъ вполне приличную прочность (5,4).

214. Предложенная нами оболочка аэростата имѣла въ высоту 26 метровъ; значитъ предѣльный ея размѣръ въ высоту составитъ 260 метровъ (башня Эйфеля имѣетъ 300 метр.); на основаніи 201 такой аэростатъ подниметъ 200.000 человѣкъ.

215. Наоборотъ, модели аэростата должны имѣть большую прочность, въ чемъ однако мало толку, имѣя въ виду трудность ихъ построенія изъ непомерно тонкихъ листовъ и непрочность ихъ отъ малѣйшаго дѣйствія постороннихъ силъ.

216. Когда у насъ не хватаетъ подъемной силы для какихънибудь дополнительныхъ частей аэростата или для увеличенія ихъ прочности (массивности), то лучше всего прибѣгнуть къ незначительному увеличенію размѣровъ оболочки, но *безъ увеличенія ея толщины*.

Разъяснимъ эту мысль вообще. Мы видѣли (199—202), что всѣ вѣсовыя части корабля имѣютъ, такъ сказать, право возрастать пропорціонально третьей степени увеличенія размѣ-

ровь оболочки. Только легкой газъ не можетъ уклониться отъ этого закона (при опредѣленной плотности окружающаго аэростата воздуха); всѣ же прочія вѣсовыя части могутъ болѣе или менѣе уклоняться отъ него и тогда является приращеніе или умаленіе подъемной силы.

217. Разсмотримъ *приращеніе* подъемной силы аэростата въ трехъ случаяхъ; когда какая нибудь принадлежность его, уклоняясь отъ предыдущаго закона, требуемаго равновѣсіемъ, остается неизмѣнной въ вѣсѣ, не смотря на увеличеніе объема корабля; когда она измѣняется пропорціонально первой степени измѣненія размѣровъ оболочки, и когда, наконецъ, — пропорціонально второй степени этого измѣненія.

218. Положимъ, для простоты, что во всѣхъ трехъ случаяхъ высота оболочки увеличивается на 1 метръ, или на  $\frac{1}{26}$  первоначальной величины (26 м.) ея, и допустимъ напр. что вѣсъ пассажировъ (или число ихъ), вмѣсто того, чтобы возрастать пропорціонально третьей степени измѣненія размѣра корабля, остается неизмѣннымъ. Вѣсъ пассажировъ, безъ уклоненія отъ закона, при 26 и 27 метрахъ высоты оболочки, должны бы относиться между собою, какъ кубы чиселъ 26 и 27, т.-е. какъ числа 17.576 и 19.683. Разница ихъ равна 2.107, что по отношенію къ 17.566 составитъ около  $\frac{1}{8}$  (1: 8,34).

Такимъ образомъ вѣсъ пассажировъ, какъ и всякій другой вѣсъ, остающійся неизмѣннымъ, при увеличеніи высоты оболочки на 1 метръ, имѣетъ возможность увеличиться на  $\frac{1}{8}$  своей первоначальной величины; если-же этого нѣтъ, то является такая-же подъемная сила, которой мы можемъ воспользоваться, чтобы, ради прочности, или другихъ цѣлей, увеличить вѣсъ какихъ нибудь частей воздушнаго корабля. Восьмая доля 200 путешественниковъ составитъ 20 человѣкъ или вѣсъ въ 1.750 килограммовъ.

219. Вообразимъ теперь, что одна изъ вѣсовыхъ частей аэростата (напр., массивная полоса ВМ) возрастаетъ пропорціонально увеличенію высоты оболочки (случай 2-й); въ приращеніи къ массивнымъ полосамъ или ладѣ, это значитъ, что увеличивается только ихъ длина, насколько нужно, но не сѣченіе. Такъ, если высота оболочки увеличилась на  $\frac{1}{26}$ , или на 1 метръ, то и вѣсъ разсматриваемой части тоже увеличится на  $\frac{1}{26}$  первоначальнаго вѣса. По праву-же равновѣсія, онъ могъ бы увеличиться на  $\frac{1}{8}$  (см. 218). Разница между этими числами ( $\frac{1}{8} - \frac{1}{26}$ ) и составитъ приращеніе подъемной силы, именно получимъ около  $\frac{1}{12}$  (точнѣе 1: 12,41).

220. Теперь разберем 3-й случай, когда какая нибудь вѣсовая часть воздушнаго корабля возрастаетъ пропорціонально второй степени (квадрату) увеличенія вѣса; это примѣнимо къ возрастанію вѣса оболочки, если толщина ея остается неизмѣнной.

Вѣса оболочекъ, при 26 и 27 метрахъ высоты ихъ, относятся между собою, какъ квадраты 26 и 27, т.-е. какъ 676 и 729. Разность между этими числами равна 53, что по отношенію къ числу (676), выражающему первоначальный вѣсъ, составитъ около  $\frac{1}{13}$  (точноѣе 1: 12,<sub>3</sub>). Равновѣсіе-же требуетъ увеличенія вѣса на  $\frac{1}{8}$ ; слѣдовательно приращеніе подъемной силы будетъ, приблизительно, равно  $\frac{1}{24}$  (точноѣе 1: 24,<sub>44</sub>).

221. Резюмируя сказанное въ послѣднихъ параграфахъ, замѣтимъ хорошенько, что приращеніе подъемной силы аэростата, при неизмѣнной формѣ его и увеличеніи высоты на *одинъ* метръ, выражается въ трехъ случаяхъ слѣдующими числами:  $\frac{1}{8}$ ,<sub>34</sub> (вѣсовая часть остается неизмѣнной),  $\frac{1}{12}$ ,<sub>41</sub> (вѣсовая часть возрастаетъ пропорціонально увеличенію размѣровъ корабля), и  $\frac{1}{24}$ ,<sub>44</sub> (вѣсовая часть пропорціональна второй степени линейныхъ размѣровъ). Значитъ, каждый килограммъ данной вѣсовой части аэростата, уклоняющейся отъ закона, требуемаго равновѣсіемъ, даетъ намъ приращеніе подъемной силы въ  $\frac{1}{8}$ ,  $\frac{1}{12}$  или  $\frac{1}{24}$  килограмма.

222. При измѣненіи высоты оболочки не на 1 метръ, а на иную величину, приращеніе подъемной силы будетъ приблизительно пропорціонально. Такъ, напр., при увеличеніи высоты на полметра, для 3-го случая, найдемъ дѣлитель 48,<sub>9</sub>, а при увеличеніи на 2 метра, для того же случая, — 12,<sub>3</sub>.

223. Съ помощью двухъ послѣднихъ параграфовъ, можемъ легко рѣшить разныя задачи относительно приращенія подъемной силы корабля.

224. Задача. 1. Оболочка съ обручами возрастаетъ пропорціонально второй степени, массивныя полосы и главные стержни цѣпи пропорціонально первой степени, вѣсъ прочаго не измѣняется. Насколько увеличится подъемная сила нашего аэростата при увеличеніи высоты его оболочки на 1 метръ?

Газъ возрастаетъ пропорціонально третьей степени и потому не даетъ приращенія подъемной силы. Далѣе, на основаніи 92 и 221, найдемъ: Приращеніе для оболочки  $39.956 : 24,<sub>3</sub> = 1690$  кил.; для массивныхъ частей  $6.808 : 12,<sub>4</sub> = 549$  к.; для прочаго  $40.576 : 8,<sub>4</sub> = 4830$  к.; всего получимъ 7.069 килогр.

Слѣдовательно, увеличеніе высоты на 1 метръ уже даетъ

приращение подъемной силы, близкое къ вѣсу двигателей аэростата, или 100 его пассажировъ.

225. Задача 2. Вѣсъ пассажировъ, оболочки и всѣхъ прочихъ частей воздушнаго корабля, *кромя газа*, возрастаетъ пропорціонально *второй* степени; это значитъ, что вѣсъ двигателей или ихъ сила будетъ пропорціональна площади поперечнаго сѣченія оболочки такъ что скорость аэростата нисколько не уменьшится отъ увеличенія его размѣровъ; прочность продольныхъ и стержней ослабится весьма мало, ладью можно расширить и число путешественниковъ увеличится на  $\frac{1}{13}$  (16 человекъ), точно также какъ и запасный грузъ. Спрашивается, насколько, при этихъ условіяхъ, увеличится подъемная сила корабля?

Опять, на основаніи 92 и 221, вычислимъ:

$$(92552 - 6.612) : 24,4 = 3522 \text{ килограмм.}$$

Слѣдовательно, увеличеніе высоты оболочки на 1 метръ можетъ прибавить 50 человекъ пассажировъ. Увеличеніе высоты на 2 сантиметра прибавляетъ одного пассажира. Въ предыдущей задачѣ, для этого даже достаточно было одного сантим.

Мы видѣли (9), что на одного пассажира нашего корабля приходится 69 кв. метровъ его желѣзной поверхности. Но, представимъ себѣ, что размѣры оболочки увеличены въ 10 разъ; тогда ея поверхность увеличится въ 100 разъ, а число пассажировъ возрастетъ въ 1000 разъ см. (195); на каждого изъ нихъ достанется поверхность желѣзной оболочки, меньшая 7 метровъ ( $6900 : 1000 = 7$ ), т.-е. она уменьшится въ 10 разъ. Отсюда очевидно, что доля оболочки, приходящаяся на одного путешественника аэростата, обратно пропорціональна его размѣрамъ. Значитъ, для большихъ кораблей, поверхность металлической оболочки, носящей газъ и приходящейся на одного пассажира, весьма незначительна (до 7 кв. метр) и только, такъ сказать, достаточна, чтобы сшить ему довольно просторную пару платья изъ желѣза... Ну, можетъ быть останется и на панталоны для сынишки. Наоборотъ, для маленькаго аэростата, напр. въ 6 разъ меньшихъ размѣровъ (подымаетъ 1-го человека), относительная поверхность (на одного пассажира) будетъ въ 6 разъ больше ( $69 \times 6 = 414$  кв. м.)

Это одно изъ многихъ невыгодныхъ свойствъ маленькихъ аэростовъ; оно ярко бросается въ глаза при взглядѣ на обыкновенные аэростаты и заставляеть насъ думать объ ихъ неуправляемости и громоздкости.

Тому-же закону подчиняется и поверхность оболочки, приходящейся на одну метрическую силу корабля.

Не избѣгаетъ этого закона и *массивность* аэростата, или его масса, приходящаяся на единицу его сопротивленія, выраженного въ площади. Чтобы получить ее, мы площадь поперечнаго сѣченія корабля дѣлимъ на полезность формы; получимъ  $621 : 25 = 25$  кв. м., или 2500 кв. дец. Слѣдов. на 1 кв. дец. получимъ массу  $92552 : 2500 = 37,20$  килограммъ.

Массивность большихъ кораблей громадна, массивность меньшихъ не такъ велика, наконецъ, массивность шаровидныхъ аэростатовъ совсѣмъ ничтожна. Благодаря массивности проектируемаго нами корабля, онъ можетъ пробѣжать *съ разбѣгу*, самостоятельно до 2 километровъ, если потеряетъ  $\frac{1}{2}$  первоначальной скорости, тутъ будетъ дѣйствовать одна инерція, безъ участія двигателей.

## ГЛАВА XXIII.

### Горный аэростать.

226. Воздушный корабль предлагаемыхъ размѣровъ (210 м. длины) приспособленъ только къ движенію близъ уровня океана (какъ, напр., трансатлантической аэростать) или на самой незначительной высотѣ надъ нимъ (метровъ 100—200).

Данныя 221-го параграфа легко рѣшаютъ вопросъ о горныхъ аэростатахъ, предназначенныхъ для суши и плавающихъ въ болѣе или менѣе разреженномъ слоѣ воздуха. Положимъ, что мы желаемъ устроить аэростать, который бы двигался въ средѣ вдвое менѣе плотной, чѣмъ какую находимъ у уровня океана; такую плотность атмосферы имѣемъ на высотѣ 6 километровъ (см. 8), гдѣ и долженъ совершать свои рейсы нашъ новый аэростать.

227. Увеличимъ всѣ размѣры его оболочки вдвое; тогда объемъ его увеличится въ 8 разъ; подъемная сила также увеличилась бы въ 8 разъ, если-бы тяжесть одного кубич. метра воздуха на высотѣ 6 кил. осталось прежней; но она уменьшилась въ 2 раза; поэтому и подъемная сила увеличилась только въ 4 раза.

Понятно, для соблюденія равновѣсія, мы должны увеличить всѣ вѣсовыя части воздушнаго корабля въ 4 раза, т. е. пропорціонально второй степени увеличенія размѣра, или разреженія воздуха. Значить, толщину оболочки и обручей (если они

будутъ расположены также часто, какъ и прежде, на меньшемъ аэростатѣ) мы не должны измѣнять, потому что только тогда вѣсъ ея увеличится пропорціонально второй степени увеличенія размѣра. Отъ этого прочность оболочки уменьшится вдвое и будетъ выражаться для сильнѣйшаго поперечнаго натяженія числомъ 27.

228. Вѣсъ массивныхъ частей оболочки и ладьи увеличимъ по тому же закону, отчего и ихъ прочность уменьшится вдвое. Число пассажировъ составитъ 800; оно будетъ соответствовать расширенію и удлиненію ладьи. Силу двигателей увеличимъ въ 4 раза, т. е. во столько же разъ, во сколько увеличилась и площадь наибольшаго поперечнаго сѣченія оболочки, но скорость аэростата не осталась неизмѣнной, а увеличилась километровъ на 20—не менѣе (всего 74 килом. въ часъ), потому что плотность окружающей среды уменьшилась въ 2 раза, такъ что сопротивленіе воздуха, отъ увеличенія поперечнаго сѣченія корабля, возросло не въ 4 раза, а только въ 2 раза. Итакъ, сила двигателей увеличилась въ 4 раза, а сопротивленіе атмосферы только вдвое; на единицу сопротивленія придется сила вдвое большая, отчего и скорость, разумѣется, возрастетъ. Если мы этого не хотимъ, то силу двигателей и вѣсъ ихъ можемъ уменьшить вдвое, или первоначальную силу увеличить только вдвое, экономія подъемной силы составитъ 20000 килогр.

На основаніи этого параграфа можемъ сказать вообще, что относительная сила двигателей горнаго аэростата, для движенія съ опредѣленной скоростью, обратно пропорціональна его размѣрамъ. Итакъ горный аэростатъ выгоднѣе приморскаго.

229. Вѣсъ водорода въ нашемъ аэростатѣ самъ собою увеличился въ 4 раза, потому что, хотя объемъ газа и увеличился въ 8 разъ, но масса его увеличилась только въ 4 раза, благодаря уменьшенію его плотности подъ вліяніемъ уменьшеннаго давленія воздуха на высотѣ 6 километровъ.

Такой горный аэростатъ, на 800 человекъ, годится для самыхъ высокихъ плоскогорій; онъ свободно пролетитъ черезъ проходы высочайшихъ хребтомъ земнаго шара. Путешествіе еще выше уже становится опаснымъ для здоровья вслѣдствіе разрѣженія атмосферы; но и этотъ корабль представляетъ почти поэтическую роскошь и едва-ли можетъ часто понадобится.

230. Изъ послѣднихъ параграфовъ видно, что разрѣженіе воздуха, при которомъ можетъ плавать аэростатъ, пропорціонально увеличенію его размѣра, дѣйствительно, въ предыдущемъ примѣрѣ, и разрѣженіе и высота аэростата одинаково увеличились въ 2 раза.

Также, при увеличении высоты оболочки на 1 метръ, или въ  $\frac{27}{26}$ , разреженіе выразится тѣмъ же числомъ ( $\frac{27}{26}$ ), плотность же воздуха, или вѣсъ 1-го куб. метра, — обратнымъ ( $\frac{26}{27}$ ). Такая плотность соотвѣтствуетъ высотѣ въ 296 метровъ. (По табл. 8 можно рассчитать эту высоту).

Приблизительно, для небольшихъ высотъ надъ уровнемъ моря, высота плаванія горнаго корабля пропорціональна увеличенію его размѣровъ. Такъ увеличеніе высоты оболочки на 2 метра позволить аэростату подыматься къ верху до 600 метровъ. Прибавка въ 3 метра съ небольшимъ позволить плавать на высотѣ одного километра. Въ нижнихъ слояхъ воздуха оболочка будетъ раздута менѣе обыкновеннаго ( $\frac{9}{10}$ ).

— 231. Вотъ таблица для весьма большихъ высотъ. Первый столбецъ показываетъ высоту полета въ километрахъ, второй плотность воздуха на этой высотѣ, третій—вертикальный размѣръ оболочки аэростата въ метрахъ.

Килом.	Плотность.	Метры.
0	1,00	26
1	0,90	29
2	0,80	32,5
3	0,71	36,5
4	0,63	41,3
5	0,56	46,4
6	0,50	52,0
7	0,44	59,1
8	0,39	66,7
9	0,34	76,5
10	0,30	86,7

Если горный аэростатъ часто поднимается и опускается, ради того, напр., чтобы пользоваться благопріятными воздушными теченіями, то его главныя дѣли (Т. С.) столь же часто выскальзываютъ изъ оболочки аэростата и снова скрываются въ нее.

Выскальзываніе должно быть, какъ мы говорили, симметрично, для чего предлагаемъ тутъ слѣдующій механизмъ. При помощи его всѣ вертикальныя стержни подымаются или опускаются симметрично и въ опредѣленной, желаемой зависимости другъ отъ друга: въ узкихъ частяхъ аэростата, — медленно, въ

широкихъ—быстрѣе, причѣмъ всѣ одновременно опускаются или всѣ одновременно поднимаются. При такомъ согласномъ ходѣ цѣпей не можетъ быть нарушено устойчивое направленіе продольной оси.—Дѣло въ томъ, что цѣпи или стержни, въ мѣстахъ прохожденія ихъ черезъ нижнюю часть оболочки, имѣютъ рядъ впадинъ, куда входятъ зубцы крѣпкихъ стальныхъ колесъ; зубчатые круги эти связаны съ концентрическими также зубчатыми колесами, а эти послѣднія огибаетъ одна очень прочная „безконечная“ цѣпь и дѣлаетъ движеніе всѣхъ колесъ и вертикальныхъ стержней зависимъ, зависимымъ другъ отъ друга.

Если всѣ колеса, впадающія зубцами въ стержневые впадины, сдѣлать равными между собою, точно также, какъ всѣ другія имъ концентрическія колеса, огибаемая общею цѣпью,—то движеніе параллельныхъ стержней будетъ равномерно; но это не годится; передвиженіе ихъ, приблизительно, должно быть пропорціонально размѣру сѣченія, черезъ которое проходитъ рассматриваемый вертикальный стержень или цѣпь.

Этого легко достигнуть черезъ уменьшеніе діаметра зубчатыхъ колесъ въ узкихъ частяхъ аэростата, или черезъ увеличеніе въ этихъ частяхъ діаметра тѣхъ колесъ, на которыхъ лежитъ общая горизонтальная цѣпь, дѣлающая ихъ движеніе зависимымъ другъ отъ друга.

Какъ мы видѣли, при нѣкоторомъ наклоненіи продольной оси, одна половина нижней части оболочки выпучивается, а другая—вдаётся; отъ этого цѣпь, огибающая колеса, напрягается въ двухъ противоположныхъ направленіяхъ и остается неподвижной; вотъ почему она должна быть крѣпка. При поднятіи или опусканіи аэростата, нижняя полоса оболочки или вся выпучивается, или вся одновременно вдавывается; и то и другое заставляеть стержни, колеса и огибающую ихъ цѣпь двигаться въ одну сторону; это обстоятельство не напрягаетъ цѣпь и не можетъ служить причиною ея разрыва.

232. Мы рассчитывали нашъ аэростатъ, съ оболочкою въ 26 метровъ высоты, для давленія въ 760 мм. (среднее давленіе у уровня океана) и для нулевой температуры (ледъ не таетъ и вода не замерзаетъ).

При этомъ газъ долженъ занимать  $\frac{9}{10}$  наибольшаго объема оболочки; объемъ же послѣдней можетъ расширяться безопасно на  $\frac{1}{20}$  первоначальной своей величины и сжиматься чуть ни на  $\frac{1}{2}$ .

Отсюда видно, что если аэростатъ наполненъ газомъ до  $\frac{9}{10}$  своего объема, при 0° и при 760 мм. давленія, то онъ годится

только для странъ, гдѣ температура ниже нуля и давленіе не меньше 760 мм., т. е. — для странъ полярныхъ и холодныхъ, гдѣ хотя давленіе и бываетъ ниже 760 мм., но за то температура настолько мала, что плотность воздуха не больше той, которая соотвѣтствуетъ нулевой температурѣ и давленію въ 760мм. Куб. метръ воздуха при этихъ условіяхъ вѣситъ  $1,_{29}$  килогр. Когда плотность воздуха или вѣсъ 1 куб. метра дѣлается больше  $1,_{29}$ , то оболочка сжимается и слѣдовательно не можетъ потерпѣть вреда; когда же вѣсъ 1 куб. м. меньше  $1,_{29}$  килогр., то оболочка расширяется, чего она въ сущности дѣлать не должна, потому что ея способность расширяться безопасно на  $\frac{1}{30}$  оставлена про запасъ.

233. Мы уже доказывали, что измѣненіе температуры и давленія воздуха, когда оболочка свободно измѣняетъ свой объемъ, не сопровождается нарушеніемъ подъемной силы, такъ что корабль отъ этого не стремится ни подыматься, ни опустаться. Мы тутъ обращаемъ вниманіе лишь на цѣлость оболочки, а не на подъемную силу, величина которой пострадать не можетъ.

Горный аэростатъ, только поднимаясь въ высшіе слои воздуха, для которыхъ онъ предназначенъ, занимаетъ  $\frac{9}{10}$  наибольшаго объема; внизу же онъ болѣе или менѣе сжатъ и потому можетъ тутъ свободно расширяться при низкихъ давленіяхъ и высокихъ температурахъ. Итакъ, горный аэростатъ, достаточно понижаясь въ атмосферѣ, сжимаетъ газъ и приспособляетъ тѣмъ оболочку для всѣхъ климатовъ земного шара.

Въ особенности справедливо это для кораблей, приспособленныхъ для поднятія выше одного километра.

234. Если аэростатъ не горный и мы наполняемъ его газомъ до  $\frac{9}{10}$  его объема при высокой температурѣ воздуха и низкомъ его давленіи, то корабль уже не будетъ обладать достаточной подъемной силой. Такъ будетъ стоять дѣло для странъ тропическихъ и умѣренныхъ, гдѣ нельзя рассчитывать на температуру ниже нуля.

Подъемная сила уменьшится, потому что уменьшается плотность окружающей аэростатъ среды. Намъ надо именно имѣть въ виду, при расчисленіи подъемной силы аэростата, не температуру и давленіе воздуха, а его плотность. Но эту самую плотность мы принимали въ расчетъ и при опредѣленіи высоты горныхъ аэростатовъ. Чтобы приспособить ихъ, безъ уменьшенія подъемной силы, для нисшихъ плотностей, мы увеличивали размеры оболочки пропорціонально разрѣженію воздуха или обратно пропорціонально его плотности (226—230). При этомъ вѣсъ

всѣхъ частей аэростата даже получаетъ возможность возрастать пропорціонально второй степени увеличенія размѣровъ оболочки.

Итакъ, мы должны ознакомиться съ плотностями воздуха при разныхъ его температурахъ и давленіяхъ, а затѣмъ уже всѣ размѣры оболочки увеличить пропорціонально уменьшенію плотности. Принявъ послѣднюю при 0° и при давленіи въ 760 мм., за единицу составимъ слѣдующую таблицу плотностей.

235. Она вычисляется на томъ основаніи, что плотность пропорціональна давленію воздуха и обратно пропорціональна его абсолютной температурѣ. Абсолютной же температурой называется обыкновенная—съ прибавкой 273 градусовъ.

Температура по Цельсію.

Давленіе. мм.	-10°	-5°	0°	+5	+10	+15	+20	+25	+30	+35	+40
760	1,038	1,019	1,000	0,982	0,965	0,948	0,932	0,916	0,901	0,886	0,870
750	1,024	1,005	0,987	0,969	0,952	0,935	0,920	0,904	0,889	0,875	0,861
740	1,011	0,992	0,974	0,956	0,939	0,923	0,907	0,892	0,877	0,863	0,849
730	0,997	0,978	0,961	0,943	0,925	0,911	0,895	0,880	0,865	0,851	0,837
720	0,983	0,965	0,947	0,930	0,914	0,898	0,883	0,868	0,854	0,840	0,826
710	0,970	0,952	0,934	0,917	0,901	0,886	0,870	0,856	0,842	0,828	0,814
700	0,956	0,938	0,921	0,905	0,889	0,873	0,858	0,844	0,830	0,816	0,802

236. Теперь мы должны только высоту оболочки (26 м.) раздѣлить на полученныя плотности воздуха; найдемъ высоты оболочекъ, приспособленныхъ для извѣстныхъ температуръ (и низшихъ) и для извѣстныхъ давленій (и высшихъ).

Вотъ эти высоты:

мм.	-10°	-5	0	+5	+10	+15	+20	+25	+30	+35°	+40°
760	25,01	25,50	26,00	26,48	26,94	27,42	27,90	28,38	28,86	29,35	29,81
750	25,37	25,87	26,34	26,83	27,31	27,81	28,26	28,76	29,25	29,71	30,19
740	25,71	26,21	26,69	27,20	27,69	28,17	28,67	29,15	29,65	30,13	30,60
730	26,08	26,58	27,06	27,57	28,05	28,45	29,05	29,55	30,06	30,55	31,02
720	26,45	26,94	27,46	27,96	28,44	28,95	29,45	29,95	30,45	30,95	31,46
710	26,80	27,31	27,84	28,35	28,86	29,35	29,88	30,37	30,88	31,40	31,90
700	27,20	27,72	28,23	28,73	29,25	29,78	30,30	30,81	31,33	31,86	32,35

Какъ въ этой, такъ и въ предыдущей таблицѣ первая гориз. строка указываетъ на температуры, а первый столбецъ слѣва— на давленія.

237. Если оболочка наполняется при этихъ температурахъ и давленіяхъ, то заполняется газомъ только  $\frac{9}{10}$  ея наибольшаго объема. Подразумѣвается собственно температура воздуха, а не накаленного термометра или другого тѣла. Такая температура опредѣляется въ закрытомъ отъ солнца мѣстѣ, въ тѣни, гдѣ воздухъ однако сквозитъ.

Въ самыхъ жаркихъ странахъ трудно встрѣтить температуру выше  $40^{\circ}$  и давленіе менѣе 730 мм. (при уровнѣ моря). Для этихъ условій, по таблицѣ, найдемъ высоту оболочки въ 31 метръ. Такой аэростатъ при температурѣ въ  $40^{\circ}$  и давленіи въ 730 мм. еще можетъ расширяться безъ вреда для себя еще на  $\frac{1}{20}$ .

238. Но высокая температура рѣдко бываетъ при низкомъ давленіи воздуха; такъ что совокупность этихъ чиселъ давленія (730) и температуры ( $40^{\circ}$ ) вообще сомнительна. При высокой температурѣ скорѣе можно ждать высокаго давленія и, слѣдовательно, большей плотности воздуха и меньшей необходимой высоты оболочки.

Вполнѣ достаточно для тропическаго аэростата оболочка съ высотой въ 30 метровъ. Притомъ, въ большинствѣ случаевъ, температура не превосходитъ  $30^{\circ}$ , а потому аэростату еще остается возможность подниматься на значительную высоту. *Тропическій* аэростатъ можно наполнять и при низшей температурѣ и при высшемъ давленіи, но тогда объемъ вдушеннаго газа будетъ меньше и оболочка не такъ будетъ полна.

239. Зная низшую плотность воздуха тѣхъ слоевъ атмосферы, въ которыхъ долженъ плавать аэростатъ, по предыдущимъ таблицамъ, всегда можемъ узнать, какихъ размѣровъ мы должны его строить. Подъемная сила корабля еще должна возрасти пропорціонально второй степени увеличенія размѣровъ, такъ для тропическаго аэростата увеличеніе подъемной силы будетъ выражаться числомъ  $(30.30):(26.26) = 1,331$ ; это составитъ около  $1\frac{1}{3}$ ; такъ, число пассажировъ увеличится на  $\frac{1}{3}$ , или на 66 человѣкъ.

240. Если тотъ-же тропическій аэростатъ будемъ употреблять въ умѣренныхъ или холодныхъ странахъ, то невыгодно употреблять его съ небольшимъ объемомъ водорода, далеко не достигающимъ  $\frac{9}{10}$  наибольшаго объема. Наполнивъ же его до нормаль-

ной величины ( $\frac{9}{10}$ ), мы получимъ громадное приращеніе подъемной силы.

241. Можно, пожалуй, ради полноты оболочки, и не прибавлять газа, а только подогрѣть внутренность оболочки.

Положимъ, напр., что тропическій аэростатъ, приспособленный для  $35^{\circ}$ , летаетъ въ полярныхъ странахъ при температурѣ— $10^{\circ}$  давленіе одно и то-же, также какъ и объемъ, равный  $\frac{9}{10}$  наибольшаго. Подъемная сила пропорціональна плотности окружающей среды; изъ табл. 235 найдемъ отношеніе плотностей равнымъ 1,171, т. е. подъемная сила увеличится въ 1,17 раза, или на  $\frac{1}{6}$  первоначальной величины, а такъ какъ она составляла болѣе 92 тоннъ, то приращеніе ея составитъ болѣе 15 тоннъ или лишнихъ 214 пассажировъ. Отсюда видно, какъ выгодно держать аэростатъ, по возможности наполненнымъ до  $\frac{9}{10}$  наибольшаго его объема.

Прибавленіе газа дало-бы результаты лишь немного меньшіе.

242. Даемъ тутъ таблицу, показывающую подъемную силу горнаго аэростата въ тоннахъ, для разныхъ его размѣровъ въ высоту (см. табл. 231). Первый столбецъ показываетъ высоту оболочки въ метрахъ, второй—во сколько разъ увеличилась подъемная сила корабля, третій—величину его полной подъемной силы въ тоннахъ. Съ помощію этой таблицы можно точнѣе рѣшить предыдущій вопросъ о тропическомъ аэростатѣ съ оболочкой въ 30 м. высоты. Для этого подъемную силу ея 124 т. умножимъ на  $\frac{1}{6}$ ; получимъ приращеніе подъемной силы на 21 тонну, или на 300 человекъ.

26	1,000	93
27	1,078	100
28	1,160	108
29	1,244	116
30	1,331	124
31	1,422	132
32	1,515	1,41
33	1,611	160
34	1,710	159
35	1,812	168

243. Средній столбецъ таблицы также позволяетъ легко

вычислить, на сколько увеличилась подъемная сила какойнибудь вѣсовой части воздушнаго корабля. Такъ, рѣшая задачу парагр. 239, помножимъ 0,33 килограмма (изъ таблицы 242) на 14.000 (вѣсъ пассажировъ), получимъ 4620 кил. или 66 человекъ, что уже имѣли (239).

## ГЛАВА XXIV.

### Выгоды и преимущество газоваго воздухоплаванія.

244. Привожу здѣсь нѣкоторыя мысли о преимуществахъ воздухоплаванія передъ мореходствомъ, желѣзными дорогами и другими путями и средствами сообщенія.

Корабль бьетъ и качаетъ волнами, отчего не только подвергается сильному испытанію прочность его устройства, но и люди жестоко страдаютъ, товары же и разные продукты портятся. На аэростатѣ этого не было замѣчено, какъ не было бы этого замѣчено на днѣ моря, или, еще лучше, на разстояніи нѣсколькихъ сотенъ метровъ отъ его поверхности—въ глубину.

245. Аэростаты вездѣ могутъ останавливаться: при всякомъ жиломъ или нежиломъ мѣстѣ суши; корабль—только въ пристаняхъ. Каждая искусственная или естественная полянка въ лѣсу можетъ служить аэростату прекрасною гаванью; хорошія же корабельныя пристани весьма рѣдки, да и удалены онѣ въ большинствѣ случаевъ, отъ центровъ поселеній.

Къ тому же, аэростатъ доставляетъ товаръ или пассажировъ—точно, куда нужно, въ пункты даже недоступныя ни для кого, кромѣ орловъ, ибо поднятіе и опусканіе аэростата совершается безъ малѣйшаго труда и расходовъ.

246. Корабль садится на мель, разбивается о скалы, берега, подводные камни, рифы и льдины; съ аэростатомъ этого не бываетъ, потому что путь его черезчуръ обширенъ и прозраченъ, „форватеръ“ же всегда глубокъ, а если и „мелокъ“, то аэростатъ всегда можетъ подняться надъ такимъ мѣстомъ, чего корабль морской, конечно, не въ силахъ сдѣлать.

247. Аэростатъ можетъ пользоваться попутными теченіями воздуха, поднимаясь въ высоту.

Корабль въ данный моментъ имѣетъ только одно теченіе, аэростатъ нѣсколько. Хорошему пароходу и попутный вѣтеръ почти бесполезенъ, потому что пароходъ самъ двигается нѣрѣдко скорѣе вѣтра и потому послѣдній дуетъ ему даже напротивъ, превращая изъ благоприятнаго въ неблагоприятный; между

тѣмъ какъ попутный вѣтеръ, на достаточной высотѣ, можетъ удвоить скорость аэростата.

248. Столкновение пароходовъ опасно, такъ какъ остовы ихъ тверды, нестибаемы и погому болѣе склонны къ разрушенію, чѣмъ аэростаты, которые гибки и прочны, почти какъ всякія веревки или паруса. Притомъ и столкновение аэростатовъ менѣе вѣроятно, въ виду ихъ движенія не на поверхности, а въ пространствѣ.

249. Вслѣдствіе волненія океана, корабль часто кидаетъ изъ стороны въ сторону, или онъ повисаетъ на громадной волнѣ. Онъ принимаетъ иногда положеніе палки, которую держать за середину или концы. Корабль каждую минуту, во время сильныхъ бурь, грозитъ развалиться на 2 части. Я уже не говорю про его вертикальныя колебанія, которыя его неминуемо разрушаютъ при ударѣ о скалу или мель.

Поэтому корабли должны строиться несравненно прочнѣе, чѣмъ аэростаты, отъ чего и цѣнность послѣднихъ можетъ быть гораздо ниже.

250. Корабль, въ случаѣ несчастья, идетъ на дно моря—и товары, и люди гибнутъ; аэростатъ идетъ на „дно“ воздуха, т. е. часто на землю, для которой онъ преимущественно назначенъ, гдѣ люди и цѣнные товары спасаются. Корабль плаваетъ надъ водяной бездною; аэростатъ-же, если хочетъ, можетъ даже скрести землю и слѣдовать, безъ малѣйшей натуги, за всѣми крупными изгибами суши.

Аэростатъ, предназначенный, какъ я сказалъ, болѣе для суши, можетъ защитить себя отъ противныхъ вѣтровъ и бурь не только во время стоянки на якоряхъ, но и во время самаго движенія, заслоняясь лѣсами, или искусственной аллеей деревьевъ, которыми обыкновенно обсаживаются дороги; корабль же не только въ открытомъ морѣ, но и во время стоянки далеко не всегда имѣетъ надежную защиту отъ волненія и бурь.

251. Размѣры кораблей, а слѣдовательно и ихъ скорость, ограничены мелкими гаванями, ничтожною глубиною рѣкъ, куда имъ приходится заходить, и громадною ихъ стоимостью; размѣры идеальныхъ аэростатовъ могутъ быть во много разъ больше, а потому—также и скорость ихъ.

252. Многія мѣста кораблю мало доступны: иногда—вслѣдствіе замерзанія моря или плавающихъ во множествѣ льдинъ, иногда по мелководью или вслѣдствіе обилія коралловыхъ построекъ, подводныхъ скалъ и камней. Другія мѣста опасны и бесполезны, напр., по крутизнамъ береговъ. Аэростату, понятно,

ничто подобное не препятствует достигать желаемых пунктовъ.

253. Корабль, на протяженіи огромныхъ пространствъ, не встрѣчаетъ ни земли, ни прѣсной воды, ни топлива; аэростатъ все это можетъ достать почти на каждомъ шагу.

Относительно воды это очевидно, относительно же топлива—я объяснюсь.

Дѣйствительно, ничто не мѣшаетъ аэростату приводить въ дѣйствіе свои двигатели однимъ газомъ (для чего температура аэростата понемногу искусственно повышается, чтобы подъемная сила его не падала отъ сжиганія газа), который можно добыть вездѣ, гдѣ есть дрова, распространеніе же ихъ почти повсемѣстно.

Аэростатъ можетъ и наоборотъ—жечь одинъ керосинъ, который найдется въ любомъ уѣздномъ городѣ или даже селѣ.

Итакъ, корабль долженъ дѣлать громадныя запасы топлива, вѣсь которыхъ поглощаетъ полезную подъемную силу парохода; аэростату же нѣтъ нужды дѣлать этихъ запасовъ.

Притомъ, каменный уголь и дрова для кораблей находятся не у самыхъ гаваней, а должны къ нимъ подвозиться по особымъ путямъ изъ мѣстъ, иногда очень отдаленныхъ; аэростатъ же, если ему предстоитъ въ томъ надобность, можетъ самъ туда отправиться.

Впрочемъ, есть мѣста, гдѣ нѣтъ ни керосина, ни газа, кромѣ того, который заключается въ аэростатѣ, и въ такихъ обстоятельствахъ аэростатъ долженъ пользоваться запасами той энергіи, которая его держитъ въ воздухѣ, и запасами тяжелаго топлива.

254. Относительно длинноты рейса надъ океанами или другими мѣстами, гдѣ нельзя рассчитывать на получение топлива, привожу слѣдующую таблицу:

	Въ часъ.		Всеголичество.	Рейсъ километры.
	На 1 силу.	На 200 силъ.		
Водородъ...	0,5 куб. м.	100 к. м.	7.000	3.780
Бензинъ....	0,3 килогр.	60 кил.	3.000	2.700
Керосинъ ..	0,5 килогр.	100 к.	3.000	1.620
Уголь.....	0,75 килогр.	150 к.	3.000	1.080

Разъяснимъ первую строку. Аэростатъ можетъ повысить температуру легкаго газа градусовъ на 25—30; слѣдовательно онъ свободно можетъ сжечь, на умаляя своей подъемной силы, около  $\frac{1}{10}$  всего своего газа, т. е. около 7000 куб. метровъ. На 1 метр. силу въ часъ нужно не болѣе 0,5 куб. м. водорода; на 200 силъ нашего корабля надо 100 куб. метровъ; слѣдов., онъ можетъ въ своихъ моторахъ жечь газъ въ теченіе 70 часовъ и пройти самостоятельно путь въ 3.780 километровъ, а пользуясь теченіемъ и 7—8 тысячъ килом. Этого довольно для перелета черезъ океанъ. На самомъ дѣлѣ температуру газа можно держать гораздо высшую и, значитъ, пролетать много больше. Первый столбецъ таблицы слѣва показываетъ часовой расходъ разныхъ родовъ топлива на 1 метр. силу; второй—тоже, на 200 метр. силъ; третій весь расходуемый запасъ топлива; четвертый—величину пути въ километрахъ, пройденнаго аэростатомъ съ помощію этого запаса. Выгоднѣе одновременно сжигать и газъ, и керосинъ.

255. Въ отношеніи перевозки пассажировъ аэростатъ имѣетъ громадныя и нѣсомнѣнныя преимущества. Въ самомъ дѣлѣ, на кораблѣ принимается въ расчетъ, при взиманіи платы съ путешественниковъ, не столько вѣсъ ихъ, сколько занимаемое ими мѣсто.

Въ силу этого на кораблѣ, не смотря на его огромную подъемную силу, его ужасающую цѣнность, энергію машинъ и страшные денежные расходы, рѣдко размѣщается болѣе тысячи пассажировъ. Болѣе тѣсное помѣщеніе ихъ, вслѣдствіе качки и недостатка солнечнаго свѣта, было бы несравненно тягостнѣе, чѣмъ въ обыкновенныхъ условіяхъ, напр., въ вагонахъ желѣзнодорожныхъ поѣздовъ. Кромѣ того, на кораблѣ должно быть оставлено и мѣсто для машинъ, топлива, пици и воды—для умыванья и питья. На аэростатѣ такой тѣсноты быть не можетъ, число-же пассажировъ на немъ болѣе соответствуетъ его воздухоизмѣщенію, между тѣмъ какъ корабль принимаетъ только  $\frac{1}{100}$  долю того числа путешественниковъ, которое онъ можетъ поднять.

256. Сравнимъ, напр., великолѣпный трансатлантическій пассажирскій пароходъ „Компанію“ (или такой-же: „Луканію“) съ нашимъ аэростатомъ на 200 человекъ.

Длина парохода 189 метровъ, ширина—20 м., скорость—40 кил. въ часъ, подъемная сила (водоизмѣщеніе) 13.000 тоннъ, число пассажировъ—1.400 челов. Значитъ на 1-го пассажира приходится подъемная сила въ 9.300 килогр., т. е. вѣсъ пассажира (70 кил.) составляетъ  $\frac{1}{130}$  долю всей подъемной силы;

между тѣмъ какъ у аэростата утилизируется болѣе  $\frac{1}{7}$  или въ 20 разъ больше. Причина такого неблагоприятнаго для парохода вывода — недостатокъ мѣста; въ высоту же много надстраивать пароходъ невозможно, потому что не получится устойчивости и корабль можетъ повернуться къ верху дномъ. Благодаря страшному количеству подъемной силы и работа кораблей этихъ адская; именно, требуется 30.000 лошадиныхъ силъ; на 1-го пассажира придется 22 лш. силы, или 16 метрическихъ силъ, тогда какъ для аэростата, на человѣка ассигнуется только 1 метр. сила, слѣдов., въ 16 разъ меньше.

Такимъ образомъ, цѣнность аэростата, при одномъ числѣ пассажировъ съ кораблемъ, въ десятки разъ меньше цѣнности послѣдняго, также какъ и непрерывныя денежные траты.

Дѣлать же суда малыхъ размѣровъ невыгодно уже и потому, что при малыхъ размѣрахъ, онѣ не будутъ достигать надлежащей скорости, сравнительное же число пассажировъ не увеличится.

257. Поверхность аэростата, по отношенію къ числу пассажировъ и, въ особенности, по отношенію къ грузу, гораздо больше, чѣмъ у корабля, и потому у аэростата должно бы больше разрушаться (ржавѣть) матеріалу, чѣмъ у корабля; но если принять въ соображеніе, что разъѣдающее дѣйствіе морской воды во много разъ сильнѣе дѣйствія падающаго иногда дождя и снѣга, быстро тающаго и стекающаго съ теплой поверхности аэростата, то станетъ ясно, что и въ этомъ отношеніи перевѣсъ скорѣе на сторонѣ воздушнаго корабля.

Кромѣ того, къ кораблямъ, во время долгаго пути, присасывается масса морскихъ животныхъ, ненашутку уменьшающихъ скорость его движенія. Эти раковины и другія постороннія тѣла обыкновенно оддираются, во время остановокъ, въ докахъ. За такую очистку нерѣдко платять по 20.000 рублей.

258. Сравнимъ теперь аэростатъ съ желѣзными дорогами.

Желѣзная дорога только тогда выгодна, когда она построена въ густо заселенномъ и торговомъ мѣстѣ, т. е. когда она имѣетъ довольно работы. Для странъ же первобытныхъ, пустынныхъ, хотя и обильныхъ естественными богатствами, она долго, долго существуетъ въ убытокъ строителямъ.

259. Расходы на построеніе желѣзнаго пути нельзя соизмѣрять съ ожидаемою отъ него доходностью, расходы же на воздушное сообщеніе всегда можно сообразовать съ доходностью мѣстъ, гдѣ оно предполагается. Можно всегда выстроить столько аэростатовъ, чтобы потребность страны въ передвиженіи гру-

довъ и пассажировъ была строго удовлетворена ими. Какое множество пространствъ суши не имѣетъ желѣзныхъ путей только потому, что достаточнаго дохода отъ нихъ не предвидится. А между тѣмъ страна все-таки нуждается въ хорошихъ и удобныхъ путяхъ сообщенія.

Желѣзная дорога прямо требуетъ громаднхъ затратъ, между тѣмъ какъ стоимость одного воздушнаго корабля равна стоимости проведенія желѣзнаго пути на разстоянн одной, много — двухъ верствъ. Но что это за дорога въ одну версту! какое ея значеніе для страны въ нѣсколько тысячъ километровъ протяженія и въ нѣсколько миллионхъ квадр. килом. площади!.. Тогда какъ и одинъ аэростатъ имѣетъ для обширной и пустынной страны громадное значеніе, потому что можетъ доставлять жителямъ ея рѣдкихъ городовъ все необходимое для жизни и не дорого.

Если одного аэростата мало, выстройте 2, 3, однимъ словомъ, сколько нужно; — во всякомъ случаѣ, пустыня отъ васъ не потребуетъ преждевременно и одновременно 500 миллионхъ и кромѣ того, ежегодныхъ расходовъ, въ добрыхъ 25 миллиончиковъ. Да и будетъ ли страна удовлетворена этими миллионами Сомнѣваюсь! и имѣю основаніе, потому что множество селеній будетъ обойдено желѣзной дорогой или пройдетъ отъ нихъ на разстоянн сотенъ и даже тысячъ верствъ.

*Разумѣется, я не отрицаю необходимость и значеніе желѣзныхъ дорогъ и пароходовъ; они останутся навсегда и даже будутъ развиваться; они имѣютъ свои неоспоримыя преимущества, которыя могутъ еще, при извѣстныхъ условіяхъ, чрезмерно возрасти. Мы стараемся только всячески зацщитить воздухоплаваніе, выставивъ возможно ярче и его преимущества.*

260. Аэростаты, если только не настроено ихъ очень много, могутъ разсчитывать на самый высокій перевозочный тарифъ и даже трудно вообразимую доходность. Дѣйствительно, будутъ ли они нуждаться въ пассажирахъ и грузахъ, когда ихъ дороги проложены повсюду и всегда: черезъ болота, тундры, лѣса, пустыни, озера, овраги, горы — въ грязь и слякоть, когда радъ сколько хочешь дать, только перевези — облагодѣтельствуй!

Сдѣлайте серебряный аэростатъ — и онъ вамъ будетъ давать 100% чистой прибыли на затраченный капиталъ; даже аэростатъ изъ червоннаго золота дастъ приличный процентъ!

Справедливость этихъ словъ мы сейчасъ докажемъ примѣрною смѣтою расходовъ и доходовъ аэростата.

261. Опредѣлимъ возможную цѣнность аэростата, не считая цѣнности верфи, которая можетъ служить для построенія

множества аэростатовъ. Матеріаль аэростата, за исключеніемъ вѣса газа, пассажировъ и двигателей, составитъ около 60.000 килогр. (см. 91 и 92). Такъ какъ устройство оболочки и ладьи просто, а матеріаль ихъ—жельзо и дерево, то, считая съ работою по 50 коп. за килограммъ, найдемъ цѣнность аэростата, безъ двигателей и газа въ 30.000 рублей.

Замѣтимъ, что за 50 коп. можно купить  $\frac{1}{2}$  килограмма мѣди, жельзо-же и сталь, за границей, въ 20 разъ дешевле мѣди, т. е. 5 коп. за килограммъ. Такъ что мы даемъ сумму, въ 10 разъ большую стоимости матеріала.

262. Цѣнность 71.000 куб. метровъ водорода, кладя по 25 коп. за куб. метръ, составитъ менѣе 18 тысячъ рублей; цѣнность двигателей, съ индикаторной силой въ 200 метрическихъ лошадей, положимъ въ 40.000 рублей. Итого, вся стоимость аэростата составитъ сумму, меньшую 100.000 рублей (88 тысячъ).

Расчетъ грубый, но пока трудно сдѣлать болѣе точный. Я надѣюсь, что когда дѣло будетъ налажено, стоимость воздушнаго корабля обязательно понизится вдвое или втрое; хотя первое построеніе обойдется, можетъ быть и дороже 100 тысячъ рублей.

263. Давайте теперь считать ежедневный расходъ. Считая цѣнность топлива въ 10 коп. за пудъ (такъ какъ аэростать можетъ покупать его въ мѣстѣ производства), или цѣну тонны въ 6 рублей, найдемъ суточный непрерывный расходъ, на 200 метрич. лошадей равнымъ  $200 \times 0,006 \times 24 = 28,8$  рубля

Мы тутъ находимъ достаточнымъ на 1 метрическую силу одного килограмма угля, который, по принятому, стоитъ 0,006 р., или 0,6 копейки. Прибавляя, далѣе, почти такую-же сумму на другіе расходы и на служащихъ, получимъ весь суточный расходъ въ 50 рублей.

264. Высчитаемъ доходъ въ 24 часа. Мы видѣли, что при безвѣтріи (163) аэростать проходить въ сутки 1.300 километровъ. Если пользоваться умно вѣтромъ, то онъ пройдетъ гораздо больше (см. 182), но мы ужъ, ради скромности, будемъ считать только 1.300 килом. Если имѣть въ виду огромныя удобства воздушнаго путешествія: его покой, несравненную красоту, пріятную температуру, легко регулируемую, быстроту,—то плата въ 10 коп., или 0,1 рубля съ человѣка, за проѣздъ километра, вовсе не покажется дорогою. Первые путешественники, если только указанные нами удобства оправдаются,—ради

одного эстетическаго наслажденія будутъ платитъ въ 10 разъ больше.

Но опять таки, изъ скромности, примемъ высшую плату только въ 10 копѣекъ за километръ. Тогда *высшій* суточный доходъ составитъ  $0,1 \times 200 \times 1.300 = 26.000$  рублей, т. е. равно  $26\%$  въ день съ затраченнаго капитала. Расходы изъ такой суммы вычитать просто смѣшно, почему считайте  $26\%$  чистымъ *суточнымъ* доходомъ; въ *годъ*-же получимъ  $9.490\%$ , т. е. сумму, въ 95 разъ большую стоимости аэростата. Эта его стоимость окупается въ 4 дня.

265. Изъ одной крайности кинемся теперь въ другую: узнаемъ, сколько мы должны брать за перевозку пассажировъ и грузовъ, пользуясь ежегоднымъ доходомъ въ  $10\%$  съ затраченнаго капитала. Такая прибыль можетъ служить и на погашеніе его.

Въ годъ мы должны получить чистаго дохода 10.000 руб.; въ сутки-же это составитъ около 28 рублей. Валовой доходъ долженъ быть:  $(18 + 50)$ , или 78 рублей (см. 263). За пассажира, проѣзжающаго одинъ километръ, мы, слѣдов., должны брать:  $7800 : (1300 \times 200) = \frac{1}{33}$  копѣйки. Какія средства сообщенія, послѣ этого, могутъ конкурировать съ аэростатомъ! какая желѣзная дорога, какой пароходъ въ настоящее время перевезетъ чело-вѣка на 33 килом. за копѣйку, или за 3 копѣйки на 100 верстъ! Кто возьмется доставить мнѣ возможность сдѣлать великолѣпное кругосвѣтное путешествіе за 12 рублей? Изумительно! вы смѣ-тесь... прекрасно смѣяться отъ восторга, но стыдъ смѣяться злостно надъ выводами разсудка или страшиться ихъ... Я могу заблуждаться, у меня могутъ быть не вполне вѣрныя основа-нія, наконецъ, я многого могу не предвидѣть: все такъ и я готовъ уменьшить благопріятность моихъ выводовъ; но сколько ее не уменьшайте—уничтожиться совсѣмъ она не можетъ.

266. Такъ какъ вѣсъ пассажира мы принимали въ 70 килогр., то, по предыдущему параграфу, провозъ одного кило-грамма груза, на разстояніе одного километра будетъ стоить  $\frac{1}{2310}$  коп. Это значить, что одинъ килограммъ вещества можно провезти за копѣйку на 2300 килом. Тарифъ для квинтала (100 килогр., или 6 пудовъ) будетъ  $\frac{1}{23}$  коп.; для тонны—менѣе  $\frac{1}{2}$  коп. ( $\frac{1}{2,3}$ ). Съ пуда—версты придется около  $\frac{1}{130}$  коп.

267. Опредѣлимъ наименьшую цѣну товара, который еще выгодно возить, на разстояніе 1000 километровъ, изъ мѣстъ, гдѣ онъ ничего не стоить.

Провозъ тонны вещества на 1000 килом. стоить 4 руб.

30 коп. ( $\frac{1}{2310} \times 1000 \times 1000 = 430$  к.). Слѣдовательно, это и есть наименьшая цѣнность тонны товара въ мѣстѣ продажи. Недавно къ намъ привезли сосновую доску въ 70 килогр. вѣсомъ и стоимостью въ 2 рубля. За тонну дерева придется заплатить болѣе 28 рублей. Если цѣнность его уменьшить вдвое, то и тогда можно возить такой товаръ не за 1000 верстъ, а за 3300 килом.

268. Сдѣлаемъ еще расчетъ на 100% валового дохода въ годъ. Это составитъ 100,000 рублей въ годъ или 277 рублей въ день; раздѣливъ на число пассажировъ и ихъ суточный проѣздъ (1300 кил.), получимъ плату съ пассажира - километра менѣе  $\frac{1}{10}$  коп. или съ пуда— $\frac{1}{12}$  коп.

269. Мы клали, въ среднемъ, стоимость одного килограмма аэростата болѣе рубля. Если-бы воздушный корабль былъ сдѣланъ весь изъ золота и съ золотыми пассажирами такого-же вѣса, какъ настоящіе, то цѣна аэростата была бы въ 1000 разъ больше (100 милліоновъ рублей) и прибыль, по отношенію къ такому затраченному капиталу, была бы въ 1000 разъ меньше, чѣмъ вычисленная въ парагр. 264; она выразилась бы почти десятью процентами.

Золото—матеріалъ совершенно негодный для аэростата: я хотѣлъ только показать справедливость моихъ словъ о золотомъ аэростатѣ (260).

270. Для аэростатовъ большихъ размѣровъ, смѣты которыхъ я тутъ не помѣщаю, такъ какъ такіе аэростаты рѣшительно пугаютъ воображеніе, тарифъ можно довести до  $\frac{1}{1000}$  копѣйки съ пуда и версты и менѣе.

Дѣйствительно, предѣльный аэростатъ имѣетъ размѣры въ 10 разъ большіе; слѣдоват., сравнительная сила двигателей, для той-же скорости движенія, будетъ въ 10 разъ меньше; во столько же разъ будутъ меньше и сравнительные расходы (на топливо и другіе). Съ другой стороны, по той-же и другимъ причинамъ и относительная стоимость такого аэростата будетъ разъ въ 5 меньше. Такимъ образомъ провозъ можетъ удешевиться въ 50 разъ и составитъ  $\frac{1}{6500}$  съ пуда-версты.

По этому тарифу, кругосвѣтное путешествіе обойдется въ 26 коп. съ человѣка. Съ тонны-километра будутъ брать  $\frac{1}{115}$  коп. Слѣдовательно привозъ тонны товара на 1000 километр. стоитъ 9 копѣекъ.

Я даже не знаю есть-ли такой товаръ, который невыгодно будетъ возить на предѣльныхъ воздушныхъ корабляхъ. Кажется сходно возить черноземъ (или другую почву) для покрытія пес-

чаной пустыни слоемъ плодородной почвы—и воду для ея орошенія...

271. Этотъ тарифъ чуть не безконечно понижается для аэростатовъ, лишенныхъ сильныхъ двигателей и сплавляющихъ товаръ, почти по теченію вѣтра, съ баснословною быстротою (среднимъ числомъ—1000 верстъ въ сутки), для чего аэростатъ поднимается на нѣкоторую высоту, гдѣ скорость воздушныхъ теченій раза въ два, три болѣе, чѣмъ у самой поверхности земли. Жаль только, что аэростаты, лишенные могучихъ двигателей и высокой внутренней температуры, не всегда съ удобствомъ могутъ совершать свои путешествія, а только тогда, когда естественная разность температуръ между внутреннимъ газомъ и вѣшнимъ воздухомъ или мало измѣняется, или только можетъ уменьшаться.

272. Чтобы ярче понять, какимъ образомъ аэростатъ, стоющій 100,000 рублей и поднимающій какіе нибудь 2 сотни пассажировъ, оказывается весьма выгоднымъ,—сравнимъ еще плоды его движенія съ результатами работы обыкновенныхъ лошадей. Сколько нибудь сносная ѣзда по дорогамъ средней доброты требуетъ пару лошадей на пассажира, или 400 лошадей на 200 человекъ. Но аэростатъ пролетаетъ въ день пространство въ 20 разъ большее, чѣмъ пробѣгаютъ лошади, такъ что его полезная работа соответствуетъ труду 8000 лошадей и, по меньшей мѣрѣ, 2000 кучеровъ.

Стало быть, каждая такая „воздушная лошадь“, при построеніи аэростата, одновременно обходится въ  $12\frac{1}{2}$  рублей. На основаніи предыдущихъ смѣтъ, содержаніе „ея“ стоитъ  $\frac{5}{8}$  к. въ день! А что стоитъ дневное содержаніе натуральной лошади, что стоитъ уходъ за нею?..

273. Это — выгоды владѣльцевъ и содержателей аэростатовъ; но и выгоды путешествующихъ не менѣе очевидны.

Во-первыхъ, выигрываетъ ихъ спина и кости, выигрываетъ здоровье, крѣпость котораго не испытывается ни холодомъ, ни сыростью и проливнымъ дождемъ, ни другими прелестями погоды; во-вторыхъ, путешествующій выигрываетъ время: изъ 20 дней путешествія онъ выигрываетъ 19 дней; сбереженіе замѣтное. Выигрываютъ его глаза, его эстетическое чувство, въ особенности, когда аэростатъ, при болѣе или менѣе попутномъ вѣтрѣ, поднимается на высоту нѣсколькихъ сотъ саженъ. Дѣйствительно, не платять ли безумныхъ денегъ за десятиминутное пребываніе на привязанномъ аэростатѣ и не употребляютъ ли великихъ усилій, чтобы взобраться на гору и насладиться оттуда

видомъ! На сколько-же виды съ аэростата прекраснѣ этихъ жалкихъ по своему однообразію понорамъ!..

### ЗАКЛЮЧЕНІЕ.

274. Первые аэростаты могутъ принести большія выгоды ихъ строителямъ. Но не пройдетъ послѣ этого и двухъ, трехъ лѣтъ, какъ всѣ страны земного шара покроются верфями для построенія воздушныхъ кораблей; ихъ будутъ строить десятками, съ такою же энергію, съ какою въ свое время строили желѣзныя дороги; въ теченіе непродолжительнаго времени цѣна за проѣздъ людей и провозъ товаровъ понизится страшно. Капиталисты будутъ довольствоваться все меньшею и меньшею прибылью, пока дѣло не дойдетъ до обыкновенныхъ 3—10% чистаго дохода. Тогда воздухоплаваніе сдѣлается богатствомъ всѣхъ народовъ. Не будетъ человѣка, который-бы прямо или косвенно не получилъ выгоды отъ аэростата: тамъ онъ продалъ товаръ, который раньше не имѣлъ цѣнности въ его странѣ, здѣсь купилъ привезенный аэростатомъ хлѣбъ, или другой необходимый предметъ, бывший ранѣе по цѣнѣ ему мало доступнымъ. Множество бѣдняковъ, благодаря дешевизнѣ и удобству сообщенія, найдутъ заработокъ или переселятся.

Использованіе странъ съ гніющими до сего времени драгоценными деревьями и плодами, съ лежащими втунѣ горными сокровищами, -- станетъ небывалая.

275. Этому много будетъ способствовать предварительное изслѣдованіе земного шара съ помощью аэростата. Теперь ученый путешественникъ радъ, когда по дикой странѣ продерется въ сутки на 30 километровъ и не заболѣетъ лихорадкой, не получитъ солнечнаго удара, не погибнетъ отъ укушенія змѣи, тигра или отъ множества другихъ опасностей, сопряженныхъ съ изслѣдованіемъ мало населенныхъ, дикихъ или со всѣмъ необитаемыхъ и недоступныхъ областей. Тогда-же, на воздушномъ кораблѣ, онъ съ полнымъ комфортомъ, а стало быть и со свѣжими силами, можетъ совершать путь въ 40—50 разъ скорѣе, оставаясь, внѣ всякой опасности: перелетъ черезъ Сахару онъ сдѣлаетъ на высотѣ, слѣдовательно, въ пріятной прохладѣ, въ теченіе 2—3 дней; пролетая черезъ вредныя для здоровья лѣса и болота, онъ не заразится развивающимися въ нихъ бактеріями; аэростатъ для ученаго не только экипажъ, но и домъ съ лабораторіею, останавливающийся на любой высотѣ; съ высоты этой

онъ можетъ дѣлать прекрасныя фотографическія снимки, замѣняющіе карты съ тѣмъ или другимъ масштабомъ.

Путешествія на полюсы земли, поглотившіе столько жертвъ и въ 100 разъ больше денегъ, чѣмъ сколько нужно для построенія рациональнаго аэрстата, будутъ дѣломъ пятидневной веселой прогулки, со всѣми удобствами.

Лучше, чѣмъ теперь будутъ изучены атмосферическія теченія вышнихъ слоевъ атмосферы и другія метеорологическія явленія.

276. Какъ двинется фабричная промышленность съ введеніемъ газоваго воздухоплаванія! Сколько для аэростатовъ надо желѣза, стали, водорода, которымъ, современемъ, несомнѣнно будутъ работать газовой двигатели аэрстата... Гниющее и пропадающее пойдетъ на пользу человѣка, на облегченіе его жалкой жизни, на улучшеніе его обстановки...

277. Въ восточныя страны, охраняемыя китайскою стѣною упрямства, невѣжества и предразсудковъ, безчисленными струями хлынутъ потоки умственнаго и нравственнаго свѣта...

Человѣчество пріобрѣтетъ новый всемірный океанъ, дарованный ему какъ бы нарочно для того, чтобы связать людей въ одно цѣлое, въ одну христіанскую семью. Какъ-же достигнуть намъ благъ, общаемыхъ воздухоплаваніемъ?

278. Деньги тутъ серьезной роли играть не могутъ: довольно построенія одного воздушнаго корабля, чтобы поставить на ноги дѣло; построеніе-же одного аэрстата, и съ верфью, не требуетъ болѣе 200 тысячъ рублей. Вообще это деньги небольшія, а при общемъ сочувствіи къ воздухоплаванію, онѣ и вовсе нуль; панамское дѣло поглотило бесполезно въ 10.000 разъ больше; сочувствіе общества къ авторитету знаменитаго Лессенса дало такія деньги; множество предпріятій нуждаются въ милліонахъ и находятъ ихъ.

Мы не имѣемъ авторитета Лессенса и можемъ пріобрѣсти сочувствіе общества только возбужденіемъ вѣры; въ этомъ трудѣ я сдѣлалъ все, что пока могъ, для ея возбужденія въ читателяхъ.

Безъ сомнѣнія, я могу ошибиться; но мое заблужденіе не важно, потому что, при самыхъ неблагоприятныхъ условіяхъ оно, будетъ стоить обществу ничтожной для него суммы. Ваша-же ошибка, которая можетъ быть и слѣдствіемъ невниманія, лишитъ человѣчество неисчислимыхъ выгодъ; а если и не лишитъ совсѣмъ, то во всякомъ случаѣ отдалитъ ихъ, что опять таки пахнетъ билліонами, не считая невещественныхъ потерь.

Итакъ, прошу вниманія—у тѣхъ, кто можетъ его дать. Вниманіе родитъ остальное, необходимое для воплощенія идеи.

Весьма вѣроятно, что многіе и выслушавшіе меня, не будутъ достаточно убѣждены. Но зачѣмъ-же намъ быть черезчуръ самонадѣянными. Не запирайте книгу въ шкафъ, а передайте ее другому;—пускай она путешествуетъ. Путешествіе очень полезно и можетъ быть, современемъ, она встрѣтитъ людей, которые поймутъ ее иначе.

279. Прежніе мои труды по воздухоплаванію, для огромнаго большинства, были мало доступны, да и проектъ былъ менѣ разработанъ. Поэтому, естественно, что пока мало убѣжденныхъ, а слѣдовательно и людей полезныхъ воздухоплаванію. Оригинальная идея принимается съ высшимъ усиленіемъ и требуетъ для своего перевариванія много времени. Не настало-ли теперь оно и не пора-ли намъ перестать *идти противъ рожна!* Непріятно измѣнить направленію, но что-же дѣлать, если въ противномъ случаѣ мы должны сдѣлаться врагами истины... нѣтъ, я этого никому не желаю...

К. Циолковскій.

---



## Краткій историческій обзоръ успѣховъ воздухоплаванія, насколько онъ касается высказанныхъ мною идей.

*(Прибавленіе).*

281. Францискъ Лана, въ 1670 году, предлагалъ построить воздушный корабль, державшійся на четырехъ мѣдныхъ шарахъ, изъ полостей которыхъ долженъ быть выкачанъ воздухъ. Насколько осуществима эта мысль, — мы уже успѣли высказать (10—14).

282. Почти столѣтіе спустя (въ 1766 году), Кавендишъ открылъ водородъ. Ковалло имъ надувалъ мыльные пузыри и они летѣли къ верху. Стало-быть первымъ аэростатомъ былъ мыльный пузырь, послѣднимъ — пусть будетъ могучій воздушный корабль. Это превращеніе намъ предсказываетъ разумъ. Не такъ ли, въ историческія времена, первымъ судномъ служилъ жалкій челнокъ изъ коры или плоть, вертящійся по волѣ теченія. Не такъ ли всемірное тяготѣніе, незамѣтное въ примѣненіи къ окружающимъ намъ тѣламъ, заставляетъ пылать солнца въ теченіе билліоновъ лѣтъ! Не такъ-ли новорожденное дитя, слабое и безпомощное въ теченіе долгаго времени, превращается въ царя природы, красу земли...

283. Въ 1783 году, братья Монгольфьеръ, послѣ предварительныхъ изысканій, устроили полотняный шаръ въ 12 метровъ высоты, который и поднялся къ верху послѣ того, какъ заключенный въ немъ воздухъ былъ значительно нагрѣтъ. Опытъ произведенъ былъ публичный.

284. Черезъ 3 мѣсяца онъ былъ повторенъ въ присутствіи французскаго короля, причемъ къ шару была привѣшена клѣтка съ пѣтухомъ, уткою и бараномъ. Шаръ достигъ высоты 600 метровъ и спустился благополучно съ знаменитыми путешественниками.

285. На такомъ-же шарѣ съ горячимъ воздухомъ, два мѣсяца спустя, поднялись въ первый разъ и люди: Пилатьрь-де-Розье и маркизь д'Арландъ.

286. Но еще ранѣе, черезъ 2 мѣсяца послѣ перваго публичнаго опыта Монгольфье, профессоръ Шарль устроилъ воздушный шаръ изъ шелковой матеріи, покрытый лакомъ. Шаръ этотъ былъ наполненъ *водородомъ* и леталъ безъ путешественниковъ.

287. Только черезъ мѣсяць послѣ поднятія Пилатра и д'Арланда, самъ Шарль рѣшился подняться на своемъ водородномъ аэростатѣ.

Всѣ описанные полеты были совершены въ 1783 году, т. е. 115 лѣтъ тому назадъ.

288. Далѣе воздушныя путешествія стали обычны. Такъ Гринъ, введшій свѣтильный газъ для наполненія шаровъ, леталъ 1400 разъ; Годаръ—1200 разъ.

289. Шары съ нагрѣтымъ воздухомъ названы Монгольфье-рами, съ водородомъ—Шарльерами; летательный снарядъ, представляющій соединеніе обѣихъ системъ, названъ Розберомъ, въ честь Пилатра-де-Розье, погибшаго на изобрѣтенномъ имъ шарѣ въ 1785 году.

290. Нашъ аэростатъ, съ подогреваемымъ водородомъ, нельзя причислить ни къ одной изъ этихъ системъ.

291. Однако многіе предлагали нагрѣвать водородъ. Такъ Жоберъ думалъ нагрѣвать внутренность Шарльера посредствомъ солнца, поворачивая къ нему шаръ, то свѣтлой, то темной его половиной. Цѣль, конечно,—регулировать подъемную силу аэростата.

292. Далѣе, Петриджъ предлагалъ согрѣвать легкій газъ съ помощію змѣвика, расположеннаго у нижняго отверстія шара и нагрѣваемого паромъ.

293. Размѣры и объемы поднимавшихся аэростатовъ были весьма различны. Привязный баллонъ Жиффара имѣлъ 25.000 кубич. метровъ вмѣстимости и не смотря на громадныя размѣры прекрасно служилъ своему строителю въ теченіи всемірной выставки въ Парижѣ въ 1878 г. Значительно менѣе былъ аэростатъ Годара (въ 1863 г.), *Гигантъ*, вмѣщавшій лишь 6.000 куб. метровъ.

Обыкновенный же объемъ шарльеровъ 500—1000 куб. метровъ.

294. По Тиссандье и Жиффару, самый дешевый способъ добыванія водорода состоитъ въ разложеніи водяного пара же-

лѣзомъ, приче́мъ кубич. метръ водоро́да обходится не доро́же 5 сантимовъ (2 коп.), т. е. въ 12 разъ дешевле, чѣмъ мы положи́ли въ нашемъ проектѣ. Хотя Жи́ффаръ потомъ и отка́злся отъ этого спосо́ба добыванія водоро́да, потому что онъ давалъ опасны́е взрывы, однако, можно надѣ́яться, что со вре́менемъ цѣна водоро́да, добываема́го спосо́бомъ Жи́ффара, бу́детъ не доро́же 5 сант. за куб. м. (см. L'Aéronaute, 1869 и 1877 г.).

295. Всѣ управляемые аэростаты, начиная съ Жи́ффара (1852 г.) и кончая Вельферто́мъ (1897 г.), имѣ́ли указанную нами продолговатую и плавную форму. Приводились они въ по́ступательное дви́женіе гребнымъ винто́мъ, поворачивались — руле́мъ. Полезность формы оболочки принималась разная: Ю́нь бра́ль 40, Дю́юи-де-Ломъ—30 (мы принимали 25).

296. Аэростаты были построены изъ органическихъ мате́ріаловъ.

297. Огневые двигатели примѣнялись многими изобре́тателями. Такъ Жи́ффаръ, въ 1852 г., употреблялъ паровой дви́гатель. Даже на смертномъ одрѣ́, когда ему сообщили о первомъ опы́тѣ Тиссанде́ съ электрическимъ двигателе́мъ (въ 1883 г. — ровно черезъ столѣ́тіе послѣ́ открытія Монго́льфьера), онъ продо́лжалъ мечтать о примѣ́неніи паровыхъ двигателей къ управ­ляемому аэростату. И дѣ́йствительно, въ настоящее время, паровой дви́гатель Ги́рама Макси́ма первенствуетъ по энерги́и между все́ми двигателями. Почти также энерги́ченъ и дви́гатель Адера.

298. Генлейнъ, въ 1872 г., на своемъ управляемомъ аэро­статѣ ставилъ газовый дви́гатель, приче́мъ въ немъ взрывался газъ, наполнявшій аэростатъ. Послѣ́дній достигъ самостоя­тельной скорости, близкой къ скорости аэростата Кре́бса съ Рена­ромъ (5—6 метровъ въ секунду). Газомоторъ Генлейна былъ въ  $3\frac{1}{2}$  лошадиныхъ силы; на одну силу приходился все́ъ дви­гателя въ 146 килограммовъ (Бухго́льцъ).

299. Нефтяный дви́гатель Пеннингтона въ 25 разъ энер­гичнѣ́е, паровой же моторъ Макси́ма энерги́чнѣ́е парового дви­гателя Жи́ффара, по крайней мѣ́рѣ, въ 60 разъ.

300. Дви́гатель Вельферта, въ 1897 году, былъ бензино­вый — восьми-сильный. Говорятъ, аэростатъ Вельферта хорошо шелъ на значительной высотѣ противъ свѣ́жаго вѣ́тра. Какъ извѣ́стно, изобре́татель этого аэростатъ погибъ.

Такой-же огневой моторъ употреблялъ и Шварцъ на своемъ управляемомъ аэростатѣ изъ алюми́нія.

301. Послѣ Генлейна, въ 1880 г., Ионъ (*Note sur la direction des aérostats*, par Gabriel Yon Paris, 1880) предложилъ паровой двигатель съ холодильникомъ, охлаждаемымъ вентиляторами. Топливомъ для паровика предполагались попеременно газъ и керосинъ. Сжигая газъ, мы уменьшаемъ подъемную силу аэростата; сжигая керосинъ, — увеличиваемъ ее. Такимъ образомъ представляется теоретическая возможность регулировать подъемную силу аэростата и положеніемъ его надъ уровнемъ моря.

302. Относительно управляемости воздушнаго корабля вообще, сошлемся на труды знаменитаго Гельмгольца, который изслѣдовалъ этотъ вопросъ по порученію прусскаго правительства („*Zeitschrift d. deutschen Ver. zur Förderung d. Luftschiffahrt und Physik der Atmosphäre*“). Томъ IV, страницы 65 и 233; двѣ статьи Гельмгольца). Ученый находитъ, что управляемость вполне возможна, въ извѣстныхъ предѣлахъ, въ зависимости отъ энергіи двигателей.

303. Но въ послѣднее время появились моторы въ десятки разъ болѣе энергичные, чѣмъ тѣ, которые примѣнялись при Гемгольцѣ къ аэростатамъ и были ему извѣстны.

Увлеченіе аэропланами, между прочимъ, принесло ту великую услугу воздухоплаванію, что заставило изобрѣтателей выработать чрезвычайно легкіе и сильные двигатели. Надѣюсь, что они послужатъ и для управляемыхъ аэростатовъ, что высказалъ недавно и Адеръ, показывая кому-то свою механическую птицу.

304. Насчетъ металлическихъ воздушныхъ кораблей могу сообщить слѣдующее.

Я уже говорилъ о проектѣ Франциска Лана въ 1670 году; онъ первый предложилъ для устройства аэростата металлическій матеріалъ (латунь).

305. Въ 1831 году Дюшон-Делькуръ съ Монжемъ сдѣлали опытъ постройки шара, въ 10 метровъ діаметромъ, изъ тонкой листовой мѣди. Черезъ 2 года работы опытъ кончился полной неудачей (*Moedebeck*). Благодаря чрезвычайной трудности сохранить одну и ту-же разность давленій газовъ (внѣ и внутри), шаръ давалъ складки и трещины, отчего водородъ утекалъ. Построеніе металлическаго аэростата—есть цѣлая сложная наука, которая тогда не существовала. Шарообразный-же аэростатъ построить особенно трудно; потому-то не удивительно неудача Дюшон Делькура и Маре Монжа.

306. Два вѣка спустя, въ 1891 году, Боссе вернулся къ

мысли Лана построить металлическій (именно—стальной) аэростатъ съ разрѣженнымъ внутри его воздухомъ. Нечего и говорить, что попытка не могла удасться (см. 10—14).

307. Наконецъ, недавно (опытъ 22 окт., 1897 г.), устроенъ былъ Шварцемъ, близъ Берлина, аэростатъ изъ алюминія. Этотъ управляемый аэростатъ имѣлъ форму цилиндра, передній конецъ котораго былъ закрытъ полусферой, а задній (кормовой)—оканчивался конусомъ. Высота аэростата была въ 12 метровъ и, при его формѣ, трудно разсѣкающей воздухъ <sup>1)</sup>, онъ имѣлъ бензиновый двигатель только въ 10 лошадиныхъ силъ. Надо удивляться тому, что этотъ аэростатъ, не приспособленный къ измѣненію объема и разсѣканію среды, могъ все-таки нѣкоторое время летать и даже бороться съ противнымъ вѣтромъ. Опытъ этотъ, не смотря на его несообразность съ идеальной точки зрѣнія, заслуживаетъ глубокаго вниманія и уваженія, потому, между прочимъ, что сильно укрѣпляетъ сторонниковъ металлическаго аэростата.

308. Изъ сказаннаго слѣдуетъ: идея металлическаго аэростата возникла еще 200 слишкомъ лѣтъ тому назадъ, но, насколько мнѣ извѣстно, основательнаго ученія о его построеніи никѣмъ не дано (до 1890 года).

Способъ подогреванія газа внутри аэростата предложень сравнительно недавно Патриджемъ.

Огневые двигатели употреблялись очень многими, напр., Жиффаромъ и Генлейномъ. Жаль, что обѣ послѣднія идеи не составляли одного цѣлаго и, кромѣ того, не могли быть успѣшно и *безопасно* примѣняемы къ сгораемой оболочкѣ обыкновенныхъ аэростатовъ. Тѣмъ не менѣе мнѣ извѣстна система, выражаемая словами: *металлическій матеріалъ, огневые двигатели, подогреваніе газа* (по крайней мѣрѣ до 1890 года). Безъ сомнѣнія, не даромъ стремились къ построенію металлическаго аэростата, Весьма вѣроятно, что изслѣдователи не только ясно сознавали его выгоду, но и выражали ее тѣмъ-же лозунгомъ, какъ и я; однако, если и такъ, онъ не могъ имѣть важнаго значенія, пока не существовало ученія о построеніи металлической оболочки.

Полной управляемости могутъ добиться и отъ органическихъ аэростатовъ, но безопасности и обширныхъ практическихъ примѣненій—только отъ металлическихъ воздушныхъ кораблей.

309. Всѣ управляемые аэростаты (кромѣ Вельферта и Шварца,

---

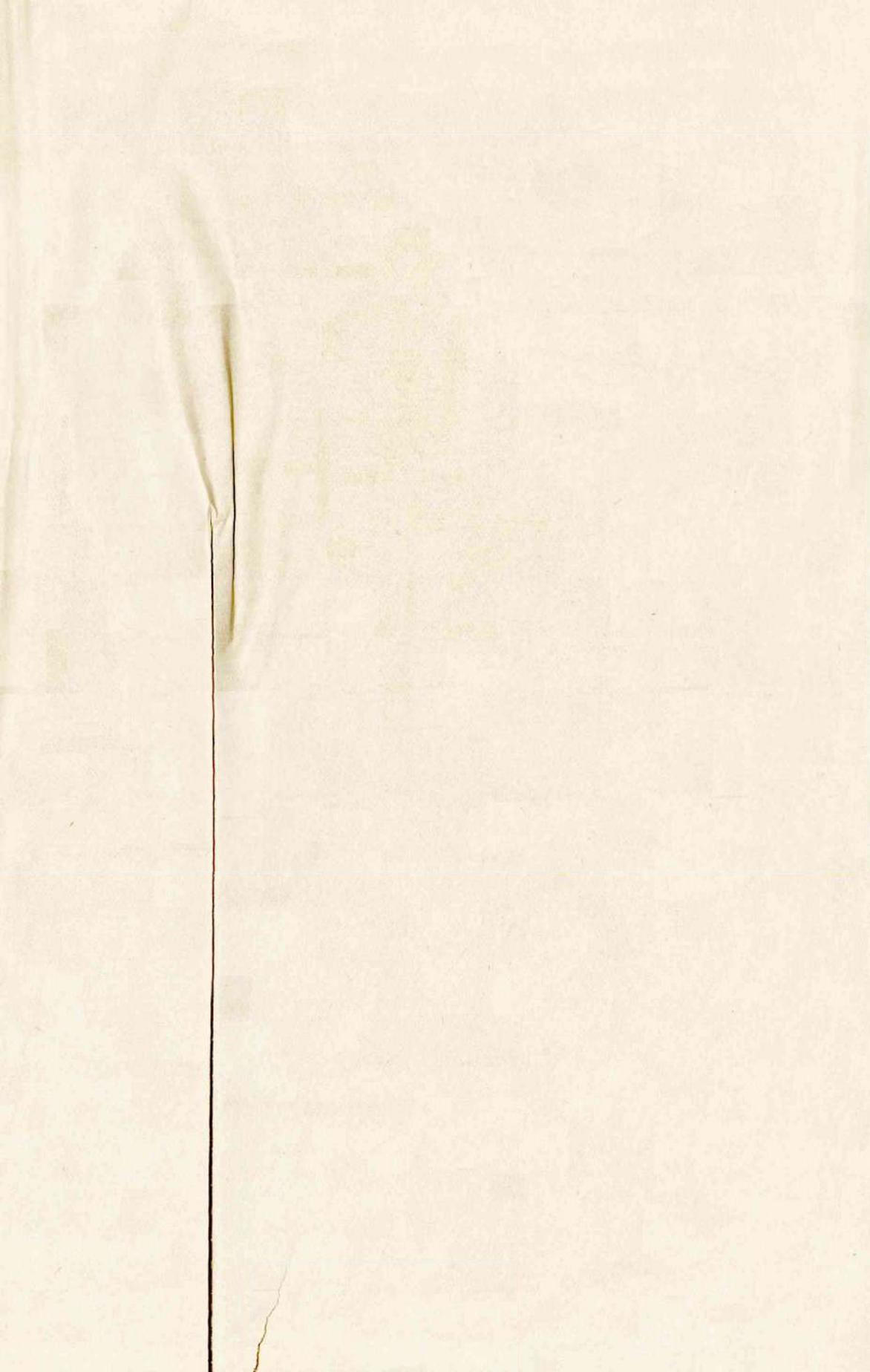
<sup>1)</sup> См. *Вѣстникъ опытной Физики* №№ 268, 269 и 270. Тамъ описаны мои опыты по сопротивленію воздуха. Определено и сопротивленіе аэростата Шварца.

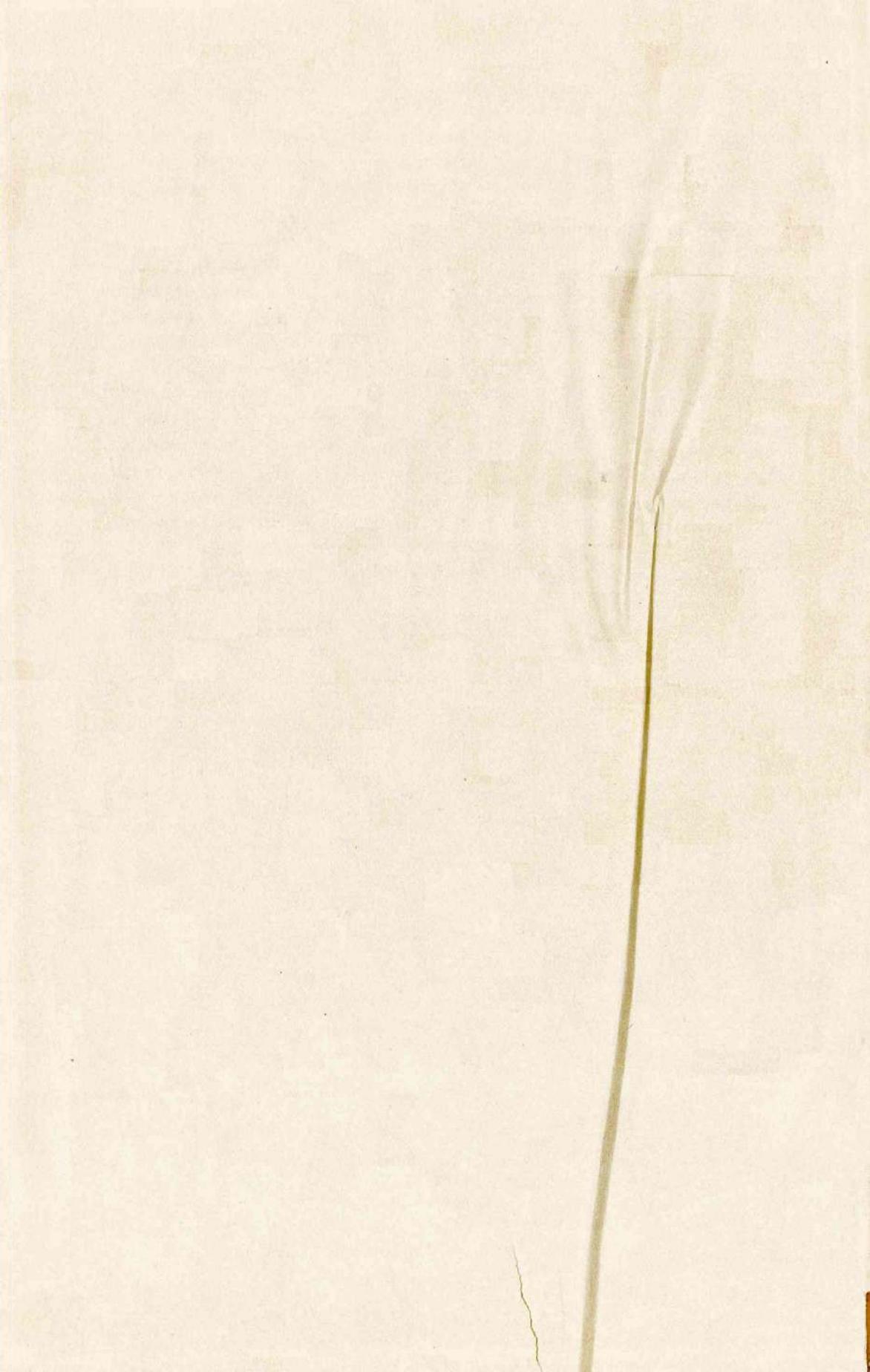
о которыхъ у меня не имѣется точныхъ свѣденій) имѣли самостоятельную скорость движенія недостаточной величины по слѣдующимъ причинамъ: мало-энергичные двигатели (см. 299 и 303); громадное сопротивленіе сѣтки; складки мягкой оболочки, избѣжать которыхъ невозможно; тѣмъ болѣе, что изъ каждаго ромба сѣтки оболочка обязательно выпираетъ бугромъ, покрытымъ мелкими морщинами, что также увеличиваетъ сопротивленіе среды и уменьшаетъ самостоятельную скорость аэростата; наконецъ, малые его размѣры.

310. Въ вертикальномъ направленіи онъ также не могъ хорошо управляться, такъ что, для избѣжанія ударовъ о землю и выдающіеся высокіе предметы, ему необходимо было подыматься на значительную высоту, гдѣ средняя скорость вѣтра вдвое болѣе, чѣмъ внизу и гдѣ, слѣдовательно, бороться съ нимъ вдвое труднѣе; оттого-то и были такъ не эффектны опыты съ управляемыми аэростатами.

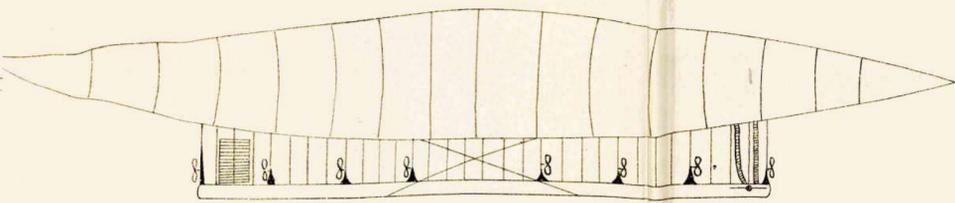
Что-же касается металлическаго аэростата Шварца, то онъ, кромѣ того, имѣлъ еще и форму, съ трудомъ разсѣкающую воздухъ.

*К. Циолковскій.*

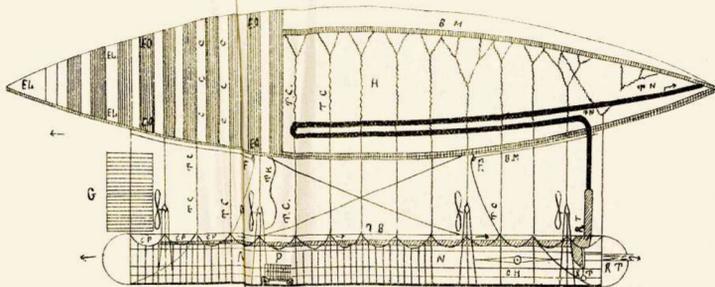




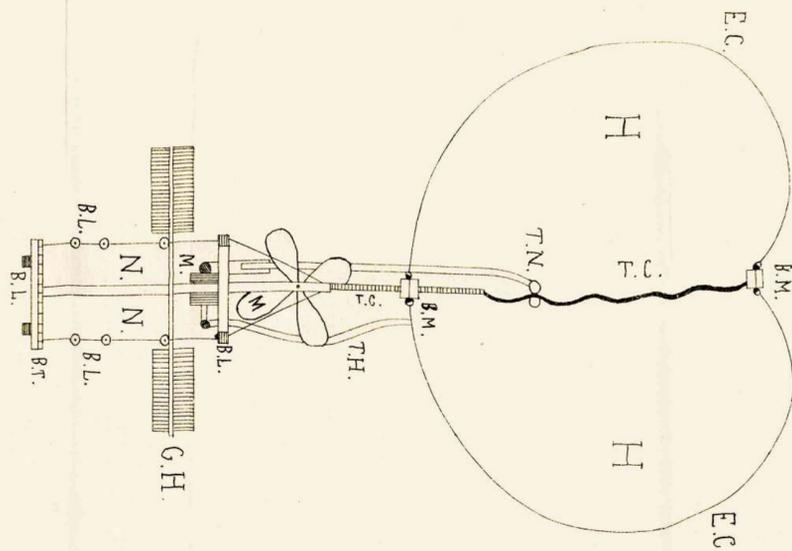
Черт. № 1



Черт. № 2



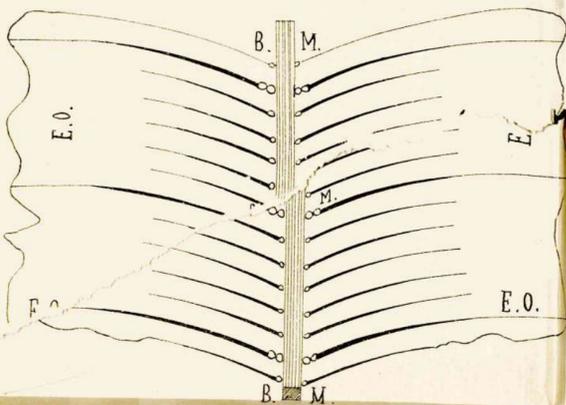
Черт. № 3



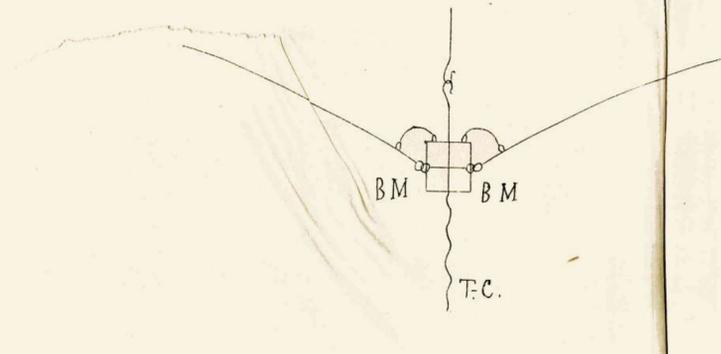
Черт. № 4



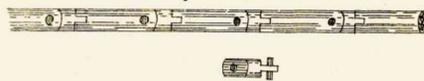
Черт. № 5



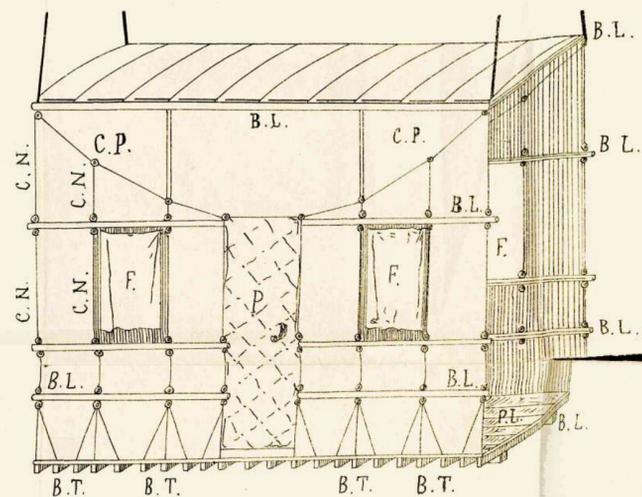
Черт. № 6



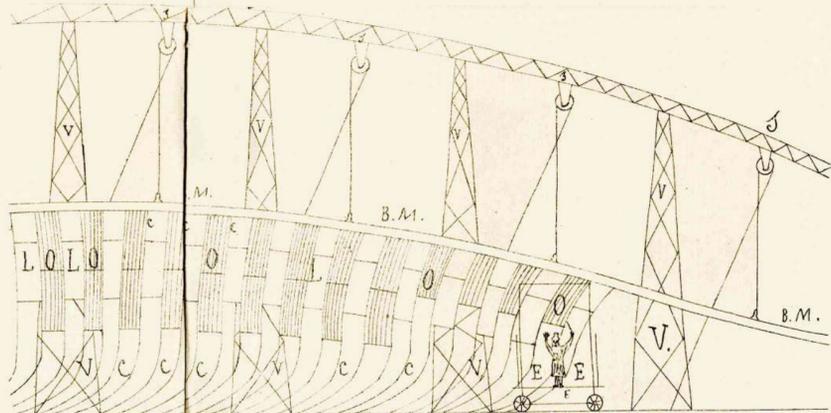
Черт. № 7



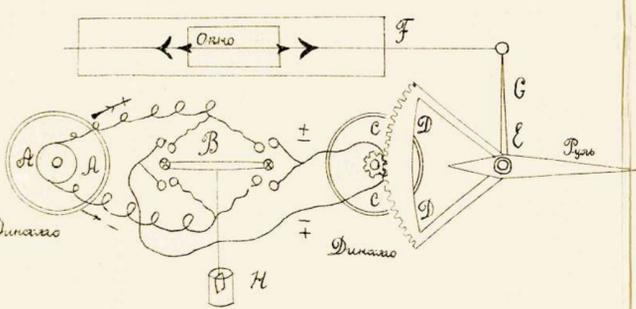
Черт. № 8



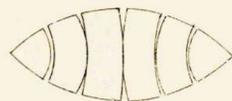
Черт. № 16



Черт. № 9



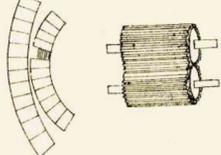
Черт. № 12



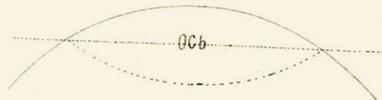
Черт. № 13



Черт. № 14



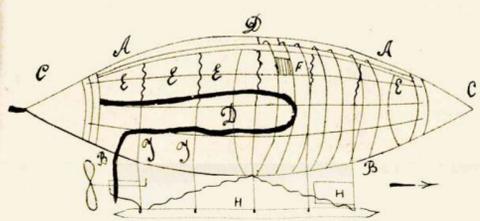
Черт. № 10



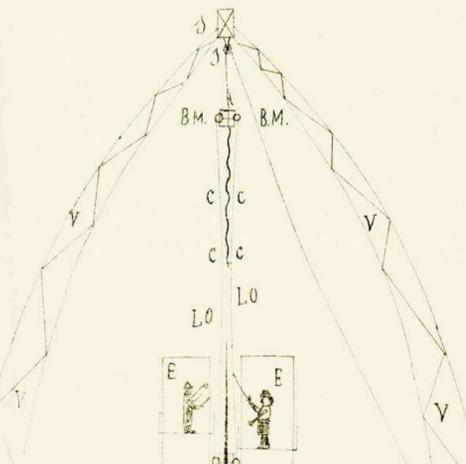
Черт. № 11



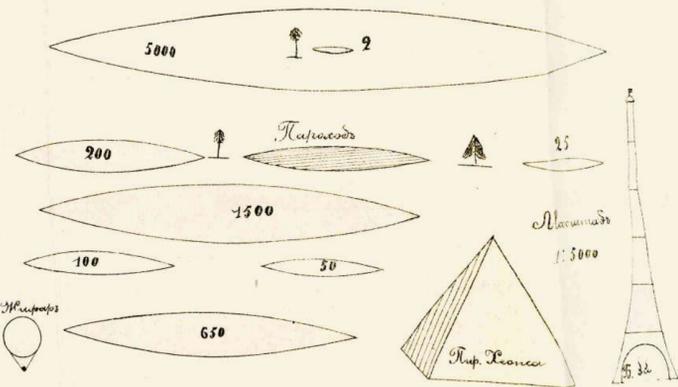
Черт. № 15



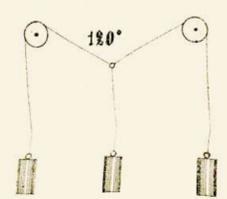
Черт. № 17



Черт. № 18



Черт. № 19



Издательство  
Ленинград

Издательство  
Ленинград  
Ленинград  
Ленинград  
Ленинград







