

НАУЧНЫЙ ФОНД

Принято 1939 г.

Государственный Научно-Исследовательский Геофизический Институт.

Bulletin Géophysique de l'Institut de Recherches Géophysiques.

№ 10.

Издание Геофизической и Аэрологической Обсерваторий.

С. Л. Бастамов и В. М. Виткевич.

ПРОСЛЕЖЕНО
1939 г.

Принято
1939

БИБЛ. ГЕОФИЗ.
ИНСТ.
Инвентарный
№ 12749

Аэродинамические спектры дождемеров.

7264 БИБЛИОТЕКА
ЛЕНИНГРАДСКОГО
МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО
ИНСТИТУТА

МОСКВА 1926.

S. L. Bastamoff et W. J. Witkiewitch.

Les spectres aerodynamiques des pluviomètres.

Edition des Observatoires Aérologique de Moscou et Géophysique à Koutshino.

MOSKOU 1926.

50396
ИНВЕНТАРИЗОВАНО

НАПЕЧАТАНО В Г. СЕРПУХОВЕ,
МОСКОВ. ГУБ. В ТИПОГРАФИИ
ИЗД-ВА ГАЗЕТЫ „НАБАТ“
В КОЛИЧЕСТВЕ 500 ЭКЗЕМП.
Уездлит № 1198

Аэродинамические спектры дождемеров.

С. Л. Бастамов и В. И. Виткевич.

26 июня 1919 года В. Виткевич сделал доклад в годовичном заседании Московского Метеорологического Общества на тему о „Применении аэродинамической трубы к исследованию метеорологических приборов“. В этой статье автор развил мысль, что атмосфера никогда не находится в покое; поэтому большинство приборов метеоролога и геофизика при работе подвергаются воздействию ветра, оказывающего свое влияние на их показания. Отсюда вывод, что все приборы метеоролога должны быть изучены с точки зрения влияния на них ветра. Аэродинамическая труба является естественным и весьма важным прибором метеоролога. Далее автор намечает и ряд основных тем, которые отчасти и были им начаты к осуществлению в аэродинамической трубе тогдашнего Кучинского Аэродинамического Института. Эти темы следующие:

1. Исследование дождемеров различных систем в трубе и установка их на уровне почвы.
2. Изучение анемометров с чашками.
3. Исследование эвапорметра при различных скоростях (идущего по горизонтали) ветра.
4. Исследование психрометров.

Выдержки из доклада были напечатаны в Метеорологическом Вестнике за 1920 год том 30 стр. 34—40. Но автору доклада в то время лишь немногое удалось осуществить из намеченных и начатых исследований. Только исследование анемометра Фусса привело к открытию одного из его свойств изменять показания при наклонении вертикальной оси анемометра по направлению к потоку воздуха¹⁾. В конце 1919 года С. Л. Бастамов в своих отчетах по Институту также упоминает о желательности использовать аэродинамическую трубу для исследования геофизических приборов. Вторично эти идеи были выдвинуты Виткевичем в 1923 году.

Первоначально получаемые в ходе работ спектры обсуждались обоими авторами и совместно вырабатывался план дальнейшей работы и моделей. Наблюдение за выполнением лежало по преимуществу на С. Л. Бастамове.

Исследование было начато по моделям изготовленным В. И. Виткевичем еще в 1919 году и изображенным на фигуре (Фиг. 1)²⁾.

¹⁾ W. Witkiewitsch. Untersuchung von Schalenkreuz — Anemometern mit geneigten Achse. Meteor. Zeitschr. 1924. S. 390.

²⁾ В монтажке моделей и производстве опытов принимали участие сотрудники Института П. А. Гусев, И. В. Смирнов, К. В. Авдулин, И. Г. Сугробов.

На этой фигуре видны модели дождемеров различных систем, разрезанные по продольной оси; высота каждой из них 120 мм.

1-й и 2-й номера представляют собою дождемеры Нифера 3-й и 4-й дождемеры английского типа; точно также английскую модель представляет и модель № 5; модель 6 и 7 представляют собою дождемерное ведро, но закопанное в землю так что верхний край ведра идет на уровне земли; таким образом горизонтальная плоскость припаянная к кромке ведра изображает собою землю. Согласно методу, предложенному Д. П. Рябушинским металлическая модель кладется на чугунный горизонтальный столик, (фиг. 2) помещенный в центре аэродинамической трубы и закрепляется на нем. Столик посыпается ликоподием, если теперь привести в действие вентилятор трубы, ударить по столу и в тот же момент остановить мотор и вентилятор, то поднявшиеся от удара частицы ликоподия выпадают сообразно линиям тока воздуха около модели дождемера. Черные места показывают на то, что поток воздуха был значителен и снес все частицы ликоподия; белые места показывают места затишья. Таким образом вокруг модели расположенной на столе получается так называемый аэродинамический спектр дающий представление о динамическом состоянии воздуха обтекающем модель. Так как модель дождемера срезана по его вертикальной (при нормальном положении) плоскости, то полученный аэродинамический спектр покажет каково распределение воздушных течений около дождемера, установленного на метеорологической площадке.

Исследование и заключается с одной стороны в изучении спектров существующих установок, с другой,—в нахождении такой формы защиты дождемера, которая бы давала около себя наименьшее завихрение и наиболее спокойное поле. Только при этих условиях дождемер даст количество осадков близко соответствующее действительности.

Возьмем дождемер Нифера и снимем указанным выше способом аэродинамический спектр. Скорость воздушного потока при съемке 5—6 метров в секунду. Полученный аэродинамический спектр изображен на фиг. 3. Мы видим, что край Ниферовой защиты дает усиленный поток воздуха, который более чем на половину закрывает отверстие ведра; над ведром оказывается наполовину воздушная крышка, которая несомненно вызывает уменьшение количества осадков, попадающих в дождемер вследствие того, что частицы падающие в ведро относятся воздушным потоком в сторону; вторая часть потока, созданного защитой Нифера устремляется вниз и идет под дном ведра. Усиленные потоки мы видим также и по краям ведра и защиты Нифера с противоположной стороны по отношению к направлению воздушного потока.

Если изложенным методом исследовать другие системы дождемеров употребляемых за границей, т. е. системы без всяких защит, просто различные установленные различных размеров ведра, то окажется, что во всех случаях такое ведро (фиг. 4) или воронка (фиг. 5) выставленные на свободный поток воздуха оказываются как-бы накрытыми воздушной крышкой повышенных скоростей.

На фотографиях это видно потому что над верхней частью ведра мы видим черную полосу покрывающую все ведро и показывающую на существование в этом месте усиленного потока воздуха.

Таким образом дождемеры без защит Нифера оказываются неудовлетворительными и не могущими дать правильного количества осадков.

Посмотрим каков спектр ведра закопанного в землю так что поверхность земли проходит через верхний край ведра; в числе сделанных моделей эти модели значатся под номерами 6 и 7.

Спектр полученный для такой модели показан на фиг. 6. Этот спектр показывает, что над ведром поле замечательно ровное и горизонтальное плоское кольцо около ведра представляет собой лучшую защиту от завихрений; однако такая защита была бы неудачна, потому что внутрь ведра попадал бы снег упавший на защиту и просто сдутый ветром. Капли дождя, разбрызгиваясь у краев дождемера, также дали бы увеличенное количество осадков.

Но попытаемся исправить этот недостаток и поставим это же горизонтальное кольцо на некотором расстоянии от ведра оставив небольшой круговой желобок, в который и могли бы быть сметены все осадки попавшие на плоскую круговую защиту. Посмотрим какой в этом случае получится аэродинамический спектр. Результат получается неожиданный (см. фиг. 7.) Сделанная щель служит причиной возникновения потока по всему краю ведра затем перекидывающегося через борт и накрывающего ведро. Таким образом сделанная щель не улучшила полученной ранее формы защиты, а ухудшила ее настолько, что сделала ее совершенно неприменимой.

Следовательно плоское кольцо можно помещать только на защиту Нифера расположенную вдали от самого ведра. Раньше чем переходить к полученным результатам рассмотрим как действует защита Нифера для случая когда воздушный поток идет не горизонтально, а под некоторым углом к вертикальной оси дождемера не равным 90° .

Если поток воздуха идет на наблюдаемый нами дождемер справа, то угол поворота дождемера навстречу ветру, т.-е. угол поворота по часовой стрелке будем считать отрицательным и приписывать ему знак минус, обратный поворот—против-часовой стрелки будем считать положительным.

Посмотрим последовательно спектры дождемера с защитой Нифера повернутого на $+ 5^\circ$ (фиг. 8), на $+ 10^\circ$ (фиг. 9), на $+ 15^\circ$ (фиг. 10) и на $+ 20^\circ$ (фиг. 11).

Фиг. 8, 9 и 10 не дают существенного результата; защита Нифера оказывается одинаково мешающей свободному проникновению осадков внутрь дождемера несмотря на поворот дождемера на угол до 15° и только фиг. 11 дает над дождемерным ведром сравнительно спокойное поле. В природе повороты ветра в указанном направлении свыше 15° чрезвычайно редки и возможны вероятно только в горной скалистой местности, где невозможно выбрать достаточно большую, ровную и открытую площадку для установки дождемера. Ветры дующие снизу дождемера и с наклоном свыше 20° указывают только единственно на неправильную установку самого дождемера. На малых же углах возможных в природе отрицательные свойства защиты Нифера остаются неизменными.

Повернем дождемер на угол -5° . Это соответствует случаю, когда ветер дует сверху (под углом в 5°) (фиг. 12.) Действие защиты Нифера ухудшается она дает более длинный язык; борта ведра дают также свои завихрения и общая аэродинамическая картина значительно осложняется и с метеорологической точки зрения ухудшается. Поворот на 10° (фиг. 13) дает такую же неблагоприятную картину. Те же и еще более сильные завихрения у обоих краев защиты Ниферы и борта ведра. Случай надувания ветра сверху легко может случиться в гористых местах, где иногда целые обширные долины охватываются падающим сверху фоновым ветром. Спектр показывает, что в этом случае защита Нифера действует неисправно и чувствительна к очень небольшому углу поворота ветра.

Таким образом небольшие углы, которые ветер в естественных условиях может составить с горизонтальной плоскостью верхней части дождемера, не отзывающейся на качествах защиты Нифера: не улучшают ее действие, а скорее ухудшают.

Таким путем возможно прийти только к одному выводу: необходимо к защите Нифера прикрепить горизонтальное сплошное кольцо, задача которого и заключается в уничтожении того языка-сильного потока, который покрывает дождемер и который ухудшает действие защиты. Действительно фиг. 14 дает спектр дождемера с такой новой защитой.

Мы видим, что горизонтальная часть конца уничтожила поток выходявший ранее из за борта Ниферовой защиты, а приданная по краю этого кольца удобообтекаемая форма привела к тому, что главный поток воздуха отклонен корпусом дождемера и направлен под дождемер.

Таким образом предлагаемая форма защиты дождемера является наиболее удовлетворительною с точки зрения обтекания дождемера потоком воздуха.

Для выяснения вопроса о подобии спектров моделей дождемеров различных размеров, нами были продуты по каждому типу три различных размера. Фиг. (15) и (16) дают спектры уменьшенных моделей дождемера Нифера; причем не обнаруживается значительной разницы в изображении спектра (фиг. 3).

Хотя это и не разрешает вполне вопроса о том, что распределение струй около дождемера в природе совершенно аналогично полученным спектрам, тем не менее можно думать, что полученные спектры дают общую картину действительного явления. При фотографировании спектров во всех случаях аппарат располагался на одном и том же расстоянии от стола.



Etude des pluviomètres

S. L. Bastamoff et W. J. Witkiewitch.

L'idée de cet étude a été formulée la première fois dans une communication faite par M. W. Witkiewitch (le 26 juin 1919) a la réunion annuelle de la Société météorologique de Moscou sur l'„Application du tunnel aérodynamique à l'étude des appareils météorologiques“. L'atmosphère ne se trouvant jamais en repos et en équilibre parfait, les indications des appareils météorologiques sont toujours faussées par l'influence du vent. Il importe donc d'après les idées de M. Witkiewitch de faire une étude approfondie de cette influence pour pouvoir se servir correctement des données des observations météorologiques. Le moyen tout naturel, c'est l'étude du fonctionnement des appareils dans un tunnel aérodynamique. M. Witkiewitch a indiqué en même temps plusieurs problèmes dont l'étude a été entreprise avec le tunnel de l'Institut Aérodynamique de Koutchino; savoir:

- 1) L'étude de différents systèmes de pluviomètres et de leur fonctionnement au niveau du sol.
- 2) L'étude des anémomètres à ailettes concaves.
- 3) L'étude des évaporomètres avec vitesses différentes du vent horizontal.
- 4) L'étude des psychromètres

Des extraits de cette communication ont été publiés dans le Meteorolog Westnik 1920 vol. 30 pp 34—40.

Vers cette époque quelques travaux ont été effectués avec l'anémomètre de Fuess. Ses indications et leurs variations avec le changement de l'inclinaison de l'axe ont été étudiés. Le caractère de cette influence a été découvert et toutes ses particularités établies.¹⁾

La question des études avec le tunnel a été soulevée encore plusieurs fois. C'est ainsi que M. S. Bastamoff s'est prononcé dans le même sens dans son rapport annuel sur les travaux de l'Institut en 1919 de même que M. Witkiewitch a émis les mêmes idées encore une fois en 1923.

C'est alors que M. Bastamoff et M. Witkiewitch ont entrepris l'étude des pluviomètres.

Les données des spectres obtenus, les conclusions qui pouvaient en être déduites ainsi que l'ordre et le plan des travaux à exécuter étaient discutés et établis conjointement par M. Bastamoff et Witkiewitch. Quant à l'exécution même des expériences c'est M. Bastamoff qui en a pris soin. Une série d'expériences a été effectuée à l'aide de modèles de M. Witkiewitch²⁾ chaque modèle était de 120 mm. d'hauteur.

¹⁾ W. Witkiewitsch. Untersuchung von Schalenkreuz—Anemometern mit geneigten Achse. Meteor. Zeitschr. 1924. S. 390.

²⁾ Les observations ont été effectuées avec la collaboration de M. M. Gousseff Smirnoïf, Avdouline et Sougroboff.

Ces modèles sont représentés sur la figure № 1 en section verticale. Les №№ 1 et 2 représentent le pluviomètre Niphère. Les №№ 3, 4, 5 se rapportent au système anglais. Les modèles №№ 6 et 7 représentent un seau pluviométrique enfoncé dans le sol jusqu'au bord supérieur. La planchette horizontale ajustée au bord supérieur représente le niveau du sol.

D'après la méthode de M. Riabouchinsky un modèle métallique fixé sur une tablette en airain est placé au centre du tunnel.

Le modèle couvert d'une petite couche des spores de lycopode est exposé ensuite (au moyen du ventilateur du tunnel) à l'influence d'un courant d'air pour un certain intervalle de temps déterminé. La tablette portant le modèle est légèrement secouée et les spores sont entraînées par le courant en quantité proportionnelle à la vitesse de l'air. Un tableau des lignes de courant devient alors visible. Ce tableau est nommé „spectre aérodynamique“. Les parties en noir indiquent la plus grande vitesse du courant, au contraire les parties en blanc, où le lycopode s'est conservé, déterminent les endroits où l'air est resté en repos ou n'a eu qu'une très faible vitesse. C'est ainsi qu'on peut étudier la distribution des vitesses de l'air dans le voisinage de l'obstacle, c'est à dire du modèle étudié. Les modèles des pluviomètres sont coupés par un plan passant par leur axe. Le spectre obtenu fait donc voir la distribution des vitesses au voisinage du pluviomètre dans sa position normale dans les pavillons météorologiques.

Il importait de faire l'étude des spectres aérodynamiques pour des appareils en usage. Il fallait de plus trouver un tel mode de défense avec lequel on pouvait obtenir un champs de vitesses le moins troublé pour que les indications du pluviomètre puissent bien rendre compte des quantités véritables des précipitations. Considérons le pluviomètre de Niphère. Son spectre est représenté sur la figure 2 avec une vitesse du courant de 5 à 6 mètres par seconde. La défense que porte ce pluviomètre donne naissance comme on le voit bien sur le spectre à deux courants séparés. L'un passant au-dessus du seau le recouvre presque en moitié chassant par suite les précipitations qui ne peuvent remplir le seau de manière normale. Un autre courant formé par la défense se trouve au-dessous de l'appareil. On peut remarquer de même des courants d'air considérables des deux côtés et derrière l'appareil dans une direction opposée à celle du vent.

Les autres systèmes de pluviomètres en usage à l'étranger c'est à dire des seau de dimensions et de disposition divers et ne portant point de défenses donnent des spectres présentant un caractère commun. On remarque dans chacun une calotte d'air qui recouvre le seau formée par un courant d'air de vitesse maximum. Voir fig. 3. La même circonstance se présente avec un pluviomètre en forme conique fig. 4. Ce fait est bien mis en évidence par les photographies. Le courant de grande vitesse d'air est marqué par une couche en noir au-dessus du seau et le recouvrant.

Les pluviomètres sans défense de Niphère ne sont donc que très imparfaits et ne peuvent garantir de bonnes observations.

Considérons ensuite le spectre d'un seau enfoncé dans le sol jusqu'à son bord supérieur. Voir fig. 6 et 7 de modèles.

Les spectres sont représentés sur la figure 5.

On voit que le champs de vitesses au-dessus d'un tel seau est très régulier. L'air est presque calme. On peut conclure qu'un disque annulaire horizontal soudé au bord supérieur du seau pourrait présenter une meilleure défense contre les mouvements tourbillonnaires.

Quand même une telle défense présenterait de graves inconvénients. La neige qui s'accumulerait sur le disque finirait par tomber dans le seau sous la poussée du vent ainsi que la pluie en été rebondirait du disque dans le seau dès que de la pluie deviendrait un peu forte.

On pourrait être tenté de remédier à ce mal en écartant un peu le disque annulaire du bord supérieur. Mais voilà qu'un fait nouveau inattendu qui se présente. Il n'y a qu'à considérer le spectre correspondant sur la fig. 6.

Tout le long de la paroi extérieure du seau s'établit un courant d'air qui passe par la fente circulaire entre le seau et la défense annulaire pour recouvrir ensuite le seau.

Une telle défense ne fait qu'empirer les résultats obtenus.

Il faut donc disposer la plaque annulaire à une certaine distance du seau même sur la défense de Niphère.

Nous avons encore à considérer le cas où le vent n'est pas horizontal mais fait avec l'axe du pluviomètre un certain angle d'inclinaison inférieur à 90° .

Les spectres avec des inclinaisons d'axe différentes sont représentés sur les figures. En comptant les angles à partir de la direction du vent en sens inverse de la marche de l'aiguille d'une montre nous avons étudié les spectres avec inclinaison de 5° fig. 7, de 10° fig. 8 de 15° fig. 9 et enfin de 20° fig. 10.

On voit bien que les trois premiers cas avec une inclinaison jusqu'à 15° ne donnent pas de résultats marqués.

La défense de Niphère continue à empêcher les précipitations à pénétrer librement dans le seau.

On ne parvient à un champ plus ou moins calme qu'avec un angle d'inclinaison s'approchant de 20° .

Dans les conditions naturelles, des vents de cette nature faisant un angle supérieur à 15° avec l'horizon sont bien rares.

On ne peut les rencontrer que dans les pays des montagnes où les observations sur les précipitations ne peuvent guère se faire d'une façon régulière.

Considérons le cas d'une inclinaison de 5° .

Les résultats d'une défense de Niphère deviennent pires. On remarque une longue bande de courant couvrant le seau. On voit un mouvement tourbillonnaire aux parois latérales. Le spectre devient plus compliqué et au point de vue météorologique beaucoup moins satisfaisant.

Le cas d'inclinaison de 10° présente le même caractère d'une manière plus marquée encore. Le cas de telles inclinaisons du vent peut être observé dans les pays montagneux où des vallées entières peuvent être envahies par des brises descendantes. Les spectres font voir que dans ces cas la défense de Niphère est un appareil fort imparfait et très sensible, même pour un petit angle d'inclinaison.

De tout ce que nous venons de voir on ne peut tirer qu'une seule conclusion à savoir:

Pour pouvoir supprimer les courants secondaires (en longues) bandes qui recouvrent le seau il faut ajuster à la défense de Niphère une plaque annulaire.

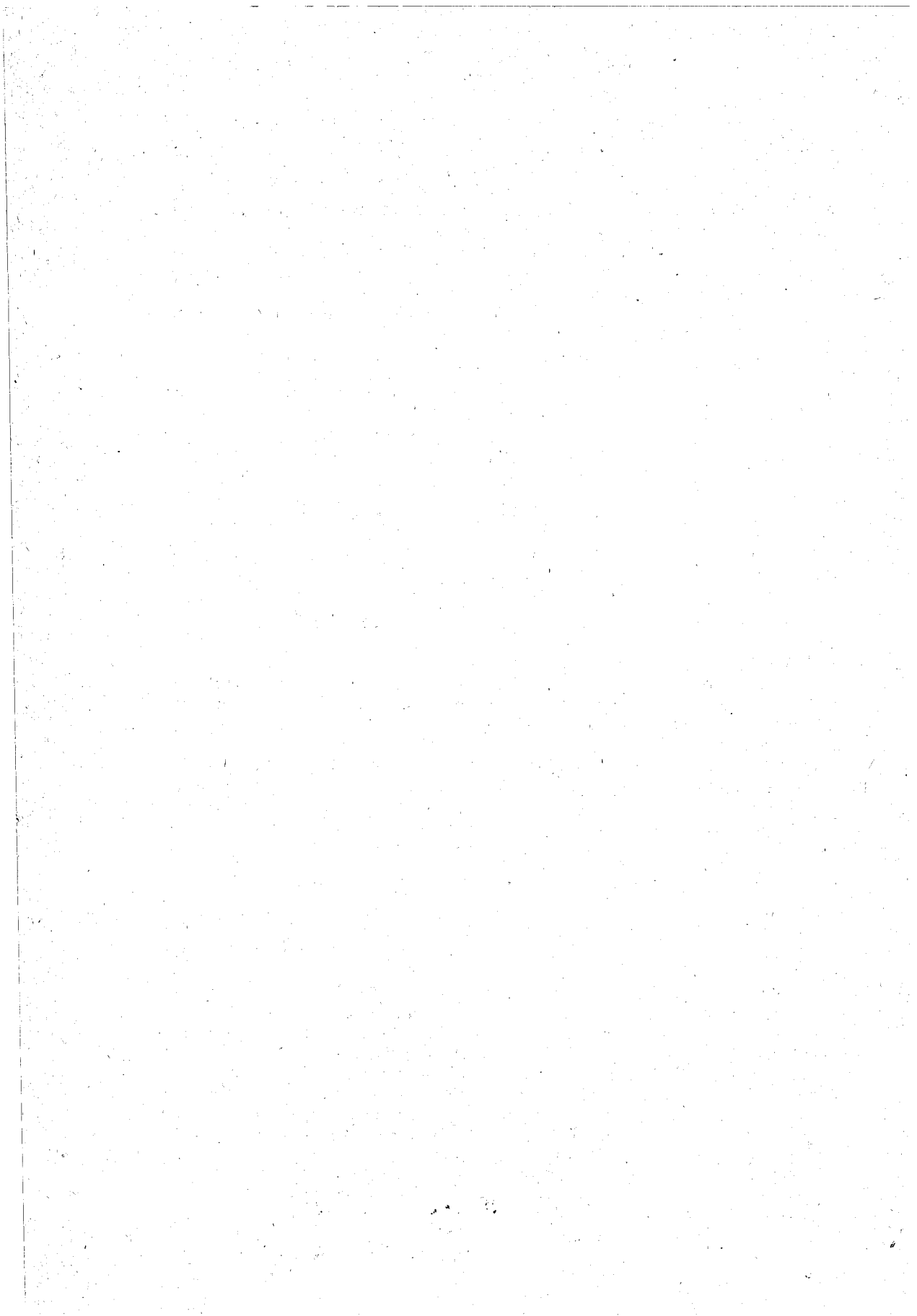
Nous avons choisi une plaque avec des bords de telle forme que le courant d'air principal vient passer au-dessous du pluviomètre.

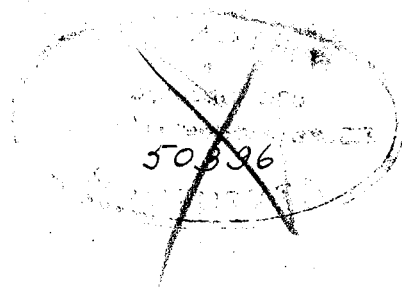
Un tel système de pluviomètres nous paraît le plus propre à faire des mesures exactes au point de vue de l'influence du vent.

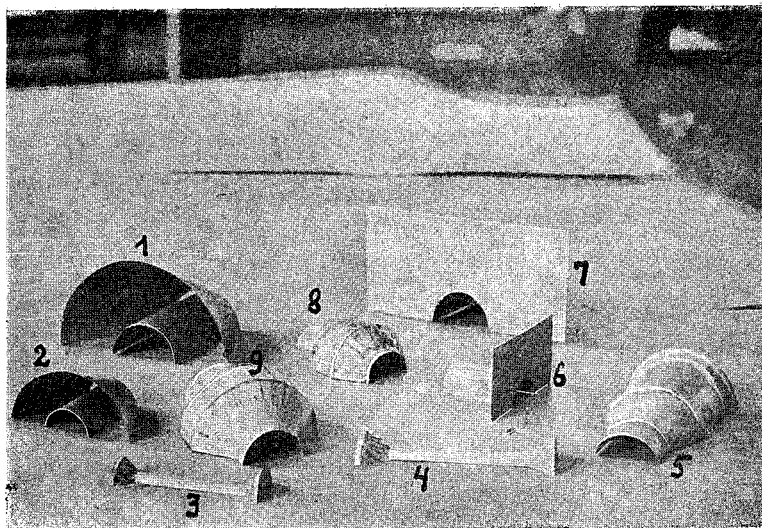
La question de l'homothétie dynamique étant soulevée on a fait des épreuves avec trois dimensions différentes de chaque type de modèles. Les figures (15) и (16) représentent les spectres des modèles de dimensions amoindries des pluviomètres de Niphère. On n'a remarqué aucune variation du caractère des spectres (voir fig. 3). Quoique ces expériences ne peuvent encore donner le droit d'affirmer définitivement, que la distribution des vitesses en nature autour d'un pluviomètre soient en tout semblables aux spectres obtenus, on peut penser quand même que le caractère général du phénomène s'est précisé assez nettement.

7264 ПЕРИМЕТРА
ПЕРИМЕТРА

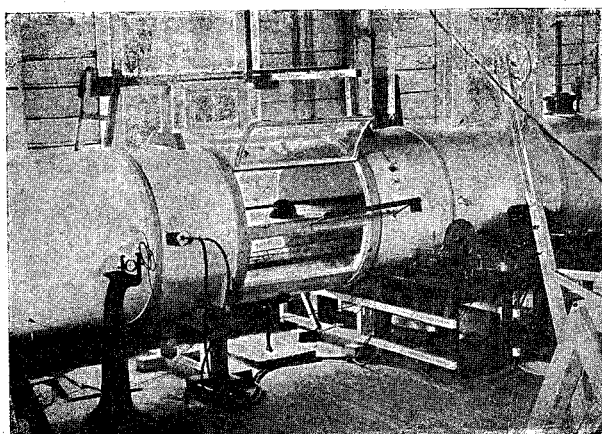






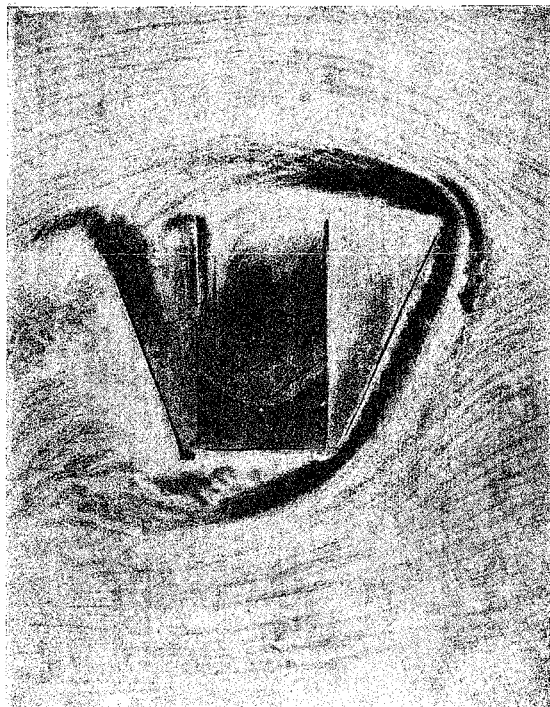


Фиг. 1.

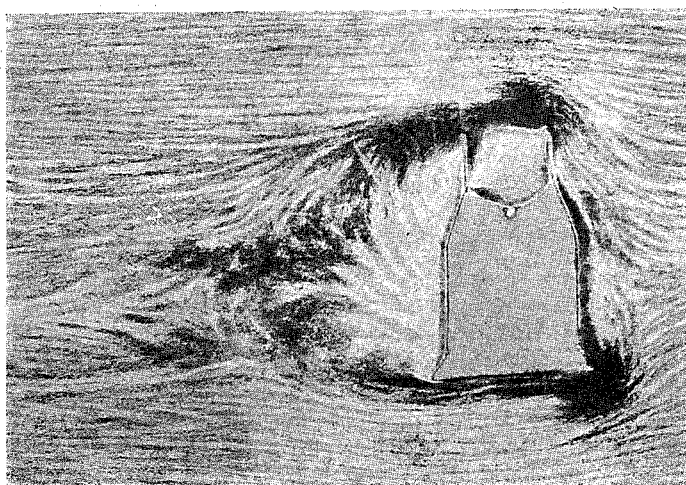


Фиг. 2.



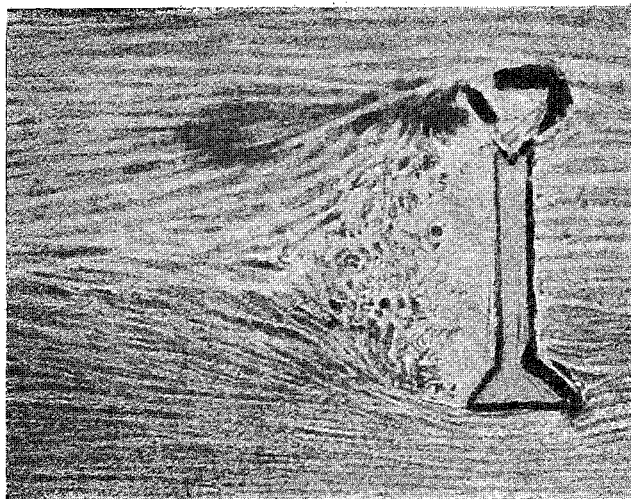


Фиг. 3.

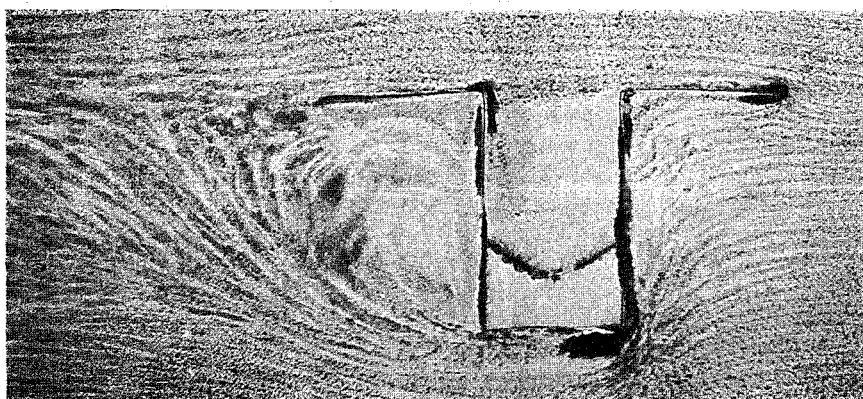


Фиг. 4.

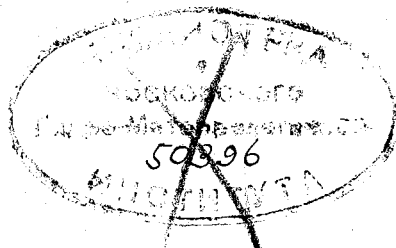


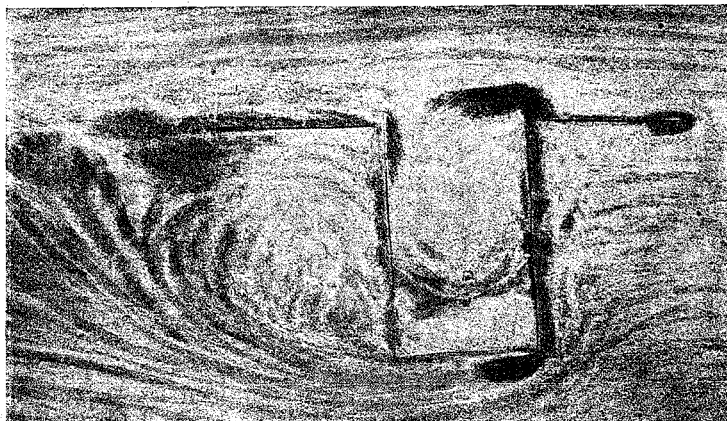


Фиг. 5.

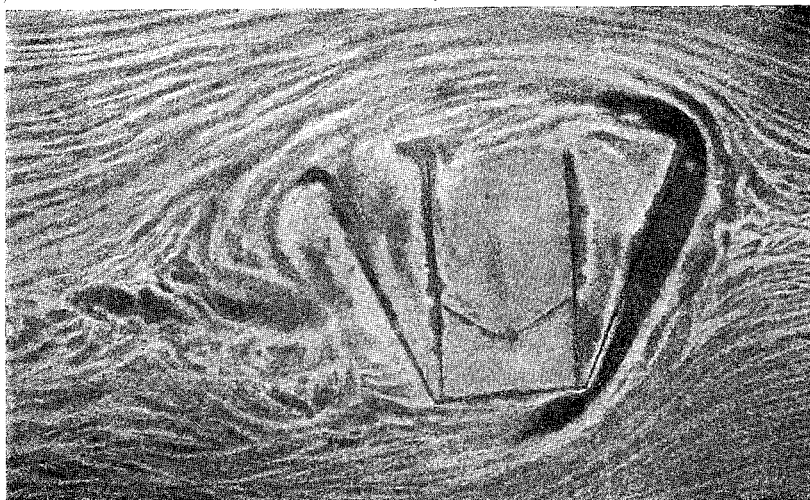


Фиг. 6.

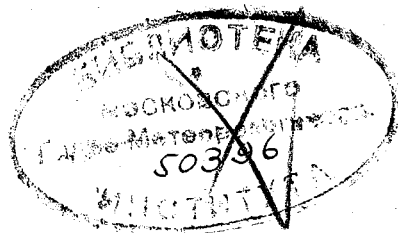


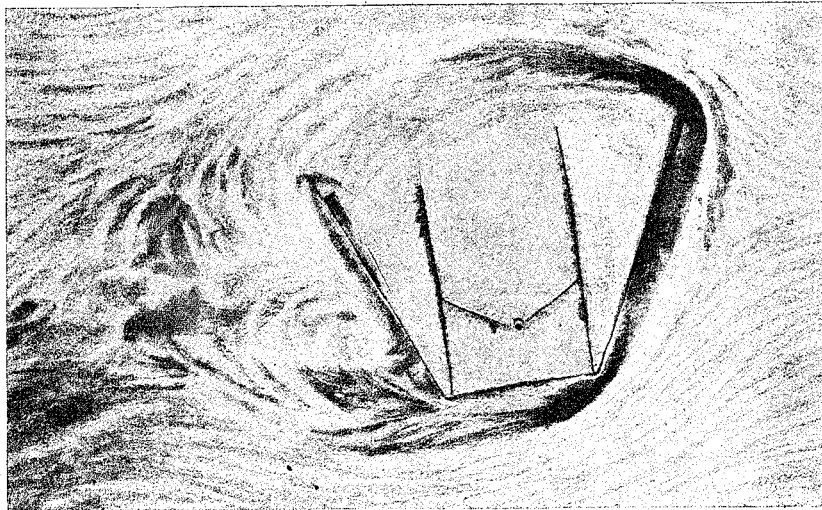


Фиг. 7.

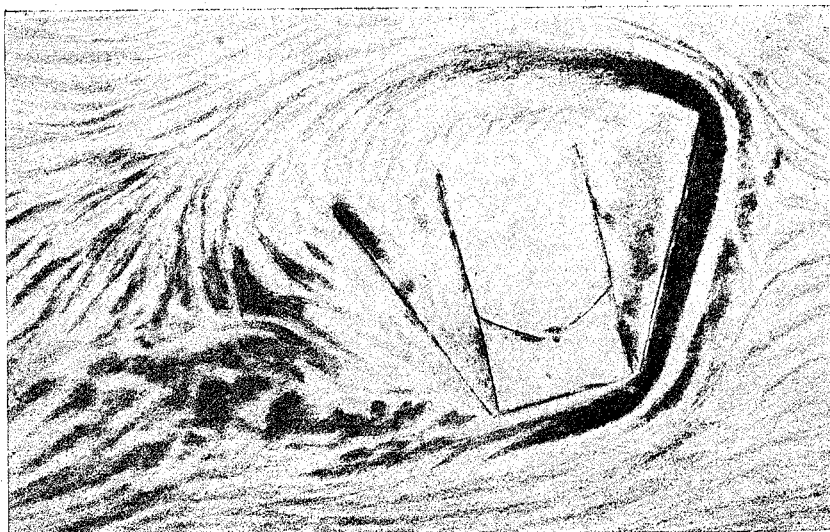


Фиг. 8.

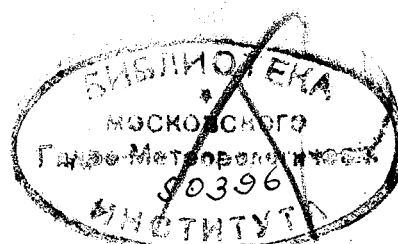


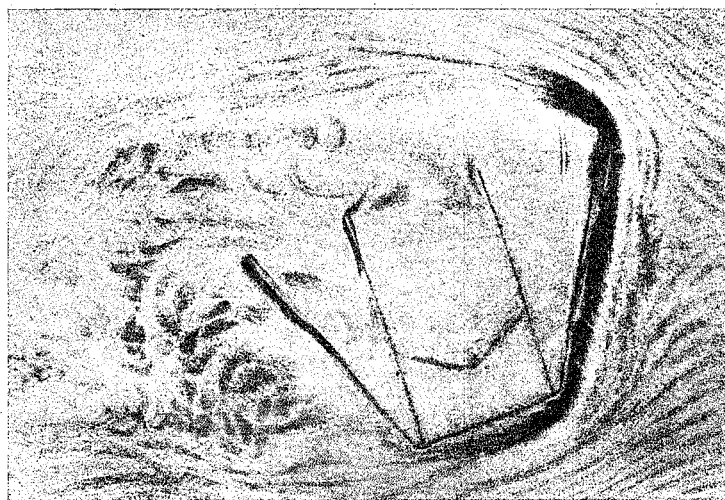


Фиг. 9.

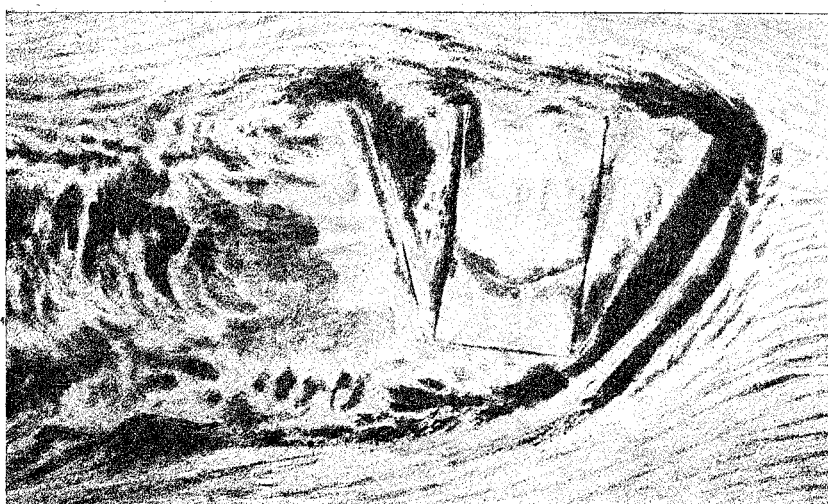


Фиг. 10.



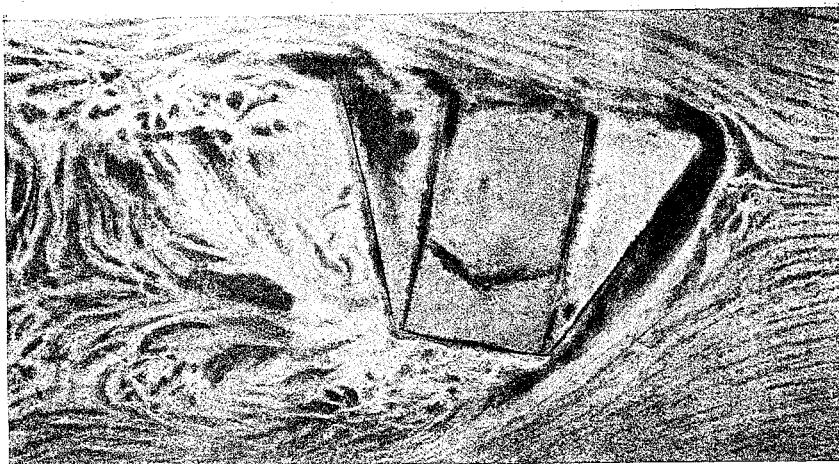


Фиг. 11.

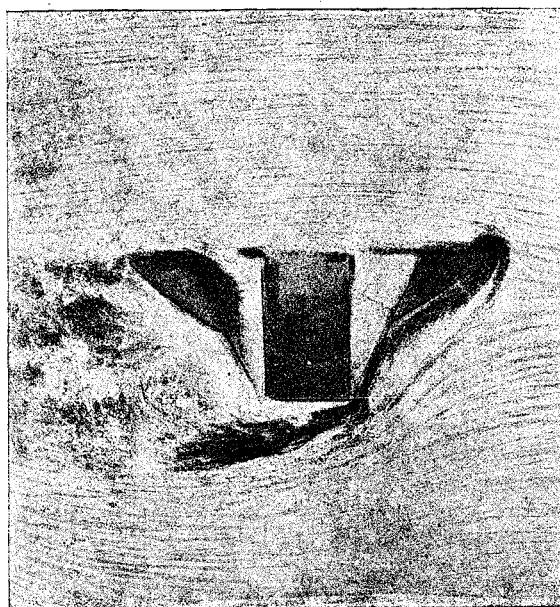


Фиг. 12.



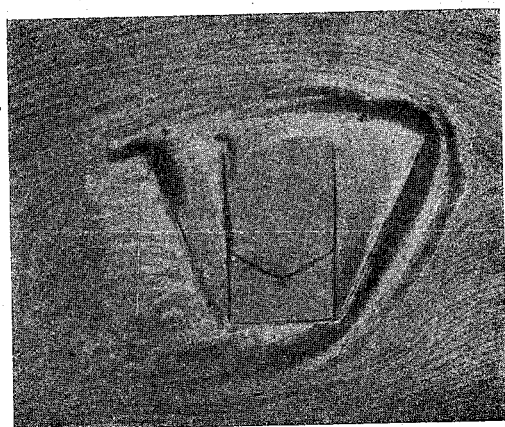


Фиг. 13.

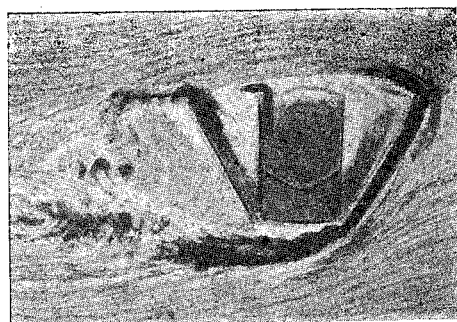


Фиг. 14.





Фиг. 15.



Фиг. 16.